



Yağmur Suyu Hasadının Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kütüphane Binasında Uygulanabilirliğinin Araştırılması

Arife Şimşek^{1*}, Gökhan Demir²

^{1*} Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Almus Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye (ORCID: 0000-0002-7177-1764), arife.simsek@gop.edu.tr

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3734-1496), gokhandemir61@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 13 Şubat 2023 ve Kabul Tarihi 25 Ağustos 2023)

(DOI: 10.5281/zenodo.10396768)

ATIF/REFERENCE: Şimşek, A. & Demir, G. (2023). Yağmur Suyu Hasadının Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kütüphane Binasında Uygulanabilirliğinin Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (52), 176-182.

Öz

Sınırlı su temini ve iklim değişikliği ile birlikte artan su ihtiyacı, küresel olarak suya erişim zorluklarını beraberinde getirmektedir. Artan su talebi ile sınırlı su kaynakları arasındaki dengesizliği gidermek için sürdürülebilir su yönetim sistemlerine ihtiyaç vardır. Yenilenebilir bir kaynak olarak yağmur suyu, bu amaca ulaşılması için büyük bir potansiyel sunmaktadır. Bu çalışma, önemli bir sürdürülebilir su yönetimi stratejisi olan yağmur suyu hasadı (YSH) na odaklanmaktadır ve YSH'nin üniversite ölçeğinde dış mekan sulama talebini karşılama kapasitesini değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda 3017 m² çatı alanı olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Merkez Kütüphanesi binasına uygulanacak YSH sisteminin sulama amaçlı kullanım kapasitesi hesaplanmıştır. Yıllık 1754 m³ yağmur suyunun kütüphane çatısından sağlanabileceği, yıllık 5186 m³ yıllık su ihtiyacının bu yağmur suyundan karşılanabileceği, bu hesaba göre Kütüphane binasının çevresinde bulunan ekilebilir alanlar ve seralar için gerekli olan yıllık su ihtiyacının %33,8'inin yağmur suyu hasadı ile sağlanabileceği bulunmuştur. Yapılan maliyet analizine göre toplam 362875 TL ekipman maliyeti sistemin çalışması durumunda 8,7 yıl içerisinde geri ödeme sağlamış olacaktır. Çalışma sonuçlarına paralel olarak Yağmur suyu hasadı kentsel su yönetimi, güvenli su arzı ve sürdürülebilir su planlaması için önemli derecede katkı sağlamaktadır; bu nedenle devlet kurumları ve yerel yönetimler tarafından gerekli desteğin sağlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Su yönetimi, Sürdürülebilirlik, Yağmur suyu hasadı.

Investigation of the Applicability of Rainwater Harvesting in Ondokuz Mayıs University Library Building

Abstract

Limited water supply and increasing water demand with climate change bring along the challenges of accessing water globally. Sustainable water direction systems are required to address the imbalance between increasing water demand and restricted water resources. As a renewable resource, rainwater offers great potential to achieve this goal. This study focus on rainwater harvesting (RWH), an important sustainable water direction strategy, and aims to evaluate the capacity of RWH to meet outdoor irrigation demand at university scale. In this context, the irrigation capacity of the RWH system to be applied to the Ondokuz Mayıs University Central Library building, which has a roof area of 3017 m², has been calculated. It has been found that 1754 m³ of rain water per year can be obtained from the roof of the library, that the annual water need of 5186 m³ can be met from this rainwater, and according to this calculation, 33.8% of the annual water need for the arable fields and greenhouses around the Library building can be met by rainwater harvesting. According to the cost analysis, a total equipment cost of 362875 TL will be paid back in 8.7 years if the system works. In parallel with the results of the study, rainwater harvesting makes a significant contribution to urban water management, safe water supply and sustainable water planning; for this reason, it is recommended to provide the necessary support by state institutions and local administrations.

Keywords: Water management, Sustainability, Rainwater harvesting.

* Corresponding Author: bastemirster@gmail.com

1. Giriş

Çevresel, sosyoekonomik sorunlar ve küresel ısınma yanı sıra, hızlı kentsel büyüme ve su teminindeki zorluklar dünyanın birçok şehrinde su mevcudiyetini sınırlandırmaktadır (Chiu vd, 2009; Imteaz vd, 2011; Moazeni ve Khazaei, 2020 ; Shahbaz ve Sang, 2023; Zhang vd, 2020). Küresel ısınma aynı zamanda dünyanın çeşitli bölgelerinde aşırı yağış olaylarının artmasından ve buna bağlı olarak kentsel sellerdeki artıştan da sorumludur (IPCC, 2019). Taşkınlara rağmen, kentsel alanlardaki nüfus artışı, insan faaliyetleri ile içme suyu tüketimini doğrudan etkilemektedir. Yapılan çalışmalar su kıtlığına yanıt olarak yağmur suyu hasadı yaparak içme suyu tasarrufu sağlanabildiğini belirtmektedir (Bashar vd. 2018; Custódio ve Ghisi 2019; Leong vd,2019)

Birleşmiş Milletler Su (BM-Su)'ya göre, dünya nüfusunun üçte birini temsil eden yaklaşık iki milyar insan ciddi su sıkıntısı yaşayan ülkelerde yaşıyor (UN-Water,2019). Gelişmekte olan ve az gelişmiş bölgelerin çoğunda güvenli içme suyuna erişimi hala bir lüks. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, çoğunluğu yoksul olan yaklaşık 844 milyon insan, temel bir içme suyu kaynağına sahip değil ve 663 milyon insan, insani tüketim standartlarını karşılamayan su kullanıyor (WHO,2017). Yukarıda belirtilen gerçekler ve istatistikler, araştırmacıları doğada sürdürülebilir olan alternatif su kaynaklarını belirlemeye ve kullanmaya motive etmektedir (Alim vd,2021)

Dünyadaki yaşamın devamı için su en önemli maddedir ve dünya yüzeyinin %75'i su ile kaplıdır, ancak ne yazık ki bu suyun çoğunluğu tuzludur (tuzluluk: 35 ppt) (Millero vd, 2008). Bu suda bulunan yüksek miktardaki tuz ve inorganik madde (TDS>35.000 mg/L) insan tüketimi için uygun değildir (Ghenai vd, 2021). Bu su kütesinin sadece %3'ü içme, endüstriyel uygulamalar ve sulama gibi diğer amaçlar için uygundur. Bununla birlikte, tatlı suyun çoğunluğu (%68,9) buzullarla kaplıdır. Kalan %29,9 ve %1,2 sırasıyla yer altı ve yüzeysel sularından (atmosfer, göller ve nehirler) oluşmaktadır (Okafor,2011; Jamal vd, 2023).

Bu sorunların çözümü söz konusu olduğunda, doğal olarak toplanan yağmur suyu, yüzeysel ve yer altı sularına en umut verici alternatif olabilir (Ahammed vd, 2014; Islam vd, 2019; Schuetze, 2013) Özellikle, yeraltı suyu ve tatlı su üretim maliyetlerine bağımlılığı azaltmak için, Avustralya, Almanya, Hindistan vb. ülkeler dahil olmak üzere birçok ülke artık Yağmur Suyu Hasadı (YSH) konusunda katı düzenlemeler getirmektedir ve bunlardan birkaçı halihazırda YSH sistemlerini şehrin tatlı su kaynağı için işletmeye başlatmıştır (Malassa vd, 2014; Jamal vd,2023).

Çatılardan, depolamadan ve yeniden kullanımdan elde edilen YSH, talebi karşılamak için (Fewkes,1999) kamu tedarikçilerinden gelen su kullanımını azaltırken, yağmur şebekelerine ve sokaklara yönlendirilen su akışlarını, kentsel sel sorunlarını azaltan basit ve pratik bir yöntemdir (Ortiz vd, 2022). YSH, Roma dönemine kadar uzanmaktadır. İlk yağmur suyu hasadı örneği, Mısır'da bulunan 200 tondan 2000 tona kadar farklı ebatlardaki depolama tanklarıdır (Yalılı Kılıç ve Abuş,2018). Mevcutta YSH sistemi genellikle geçirimsiz bir çatı yüzeyi (çatı olukları), taşıma boruları, bir depolama tankı, filtre sistemi ve çatı ile tank arasında bulunan dağıtım sisteminden oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yağmur Suyu Hasadı (YSH) Sistemi (URL-1,2023)

Figure 1. Rainwater Harvesting (YSH) System (URL-1,2023)

Son zamanlarda YSH sistemi uygulamalarının yaygınlaştırılması ve araştırılması artmıştır. Birçok ülke, YSH 'nin su tasarrufu ve akış verimliliğini araştırmıştır. Brezilya'nın farklı şehirlerinde yürütülen bir araştırma, YSH 'nin yıllık su tasarrufu potansiyel verimliliğini %12'den %79'a değiştirdiğini bildirdi (Ghisi vd, 2007). Abu-Zreig vd (2013) , YSH 'nin Ürdün'de evsel amaçlar için yılda yaklaşık 14,5 milyon m³ su tasarrufu sağlayabileceğini bildirmiştir. Guizani (2016) , YSH 'nin Suudi Arabistan'ın birçok şehrinde yılda 7,5 m³ /100 m²'den fazla su tasarrufu sağlayabileceğini belirtmiştir. Karim vd (2015) , YSH 'nin yıllık su tasarrufunun 250 m³ ile 550 m³ arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Bangladeş, Dhaka'daki toplama alanlarına güvenerek. Jamal vd (2023) yine Bangladeş Dhaka da YSH sistemi geliştirmiş ve tüm konut binalarının benzer sistemi kurması halinde 22,76 milyon dolar tasarruf edileceğini belirtmiştir. Jing vd (2017) , belirli bir konuma ve su taleplerine bağlı olarak, bir YSH 'nin su tasarrufu verimliliğinin Çin'in kurak bölgelerinde %2 ila %20 arasında değiştiğini göstermiştir. Ali vd (2020) , daha büyük tank boyutları ve daha düşük su talepleri ile YSH 'nin daha yüksek su tasarrufu verimliliğine ulaşılabileceğini buldular. Custodio ve Ghisi (2023) Rio Cachoeira Havzası'nda yapmış oldukları çalışmada YSH ile yağmur suyu akışının alt havzalar için tepe akış azaltma potansiyellerinin %2,7 ile %14,3 arasında değiştiğini pik akıştaki ortalama potansiyel azalmanın ise %7,2 olduğunu bildirmiştir. Snir vd (2022) , 150 sakini ve 1000 m² kapsama alanı olan bir konut binası için yağmur suyu toplama sisteminin etkisini simüle etmişlerdir ve yüzeysel akışının simülasyonunda kullanılan tasarımın yağmur suyu akışındaki azalmaya etkisinin %18,1 olduğunu bildirmiştir.

Küresel iklim değişikliği, ülkemizde kullanılabilir su kaynaklarının azalmasına neden olurken yağış suları, planlama ve dağıtım çalışmaları için önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır. Türkiye’de yıllık tüketilebilir su miktarı kişi başına 2000 yılında 1.652m³ iken, 2009 yılında 1.544m³’e, 2020 yılında ise 1.346m³’e kadar düşüş göstermiştir. Falkenmark tarafından geliştirilen göstergeye göre, kişi başına düşen yıllık su tüketimi için yıllık 1000-1700 m³ arası olması durumu su stresi aralığı olarak kabul edilmektedir (Falkenmark ve Widstrand, 1992). Türkiye su stresi yaşayan ülkeler arasında yerini almaktadır. Bu yüzden suyun tasarruflu ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması önemlidir (Kalıpcı vd, 2021; Sarış F 2021).

Türkiye’de yağmur suyu hasadına dair Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından düzenlenerek yürürlüğe giren “Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkındaki Yönetmelik” ile yağmur suyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin tasarımına, planlanmasına, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir (30105 sayı ve 23 Haziran 2017 tarihli Resmi Gazete). Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca, Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği’nde yapılan değişiklikle, çatıda toplanan yağmur suyunun bahçe zemini altında toplanmasını sağlamak amacıyla yeni binalara "yağmur suyu toplama sistemi" kurulması; yine aynı yönetmelikle (31373 sayı ve 23.01.2021 tarihli Resmi Gazete), su sorununun giderek artması da dikkate alınarak artık 2000 m² den büyük parsellerde yapılacak tüm binaların çatı sistemlerinde toplanan yağmur sularının, yeşil alan sulama veya artırılarak bina ihtiyacında kullanılmak üzere bahçe zemini altında toplanması amacıyla "yağmur suyu toplama sistemi" yapılması zorunluluğu getirildi. Bu kapsamda çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi içerisinde çatı alanı 2 bin m² üzerinde olan ve etrafında yağmur suyunun sulama suyu olarak kullanılabilmesi alanların olduğu kütüphane binası için yağmur suyu hasadı (YSH) sisteminin su tasarrufu potansiyeli araştırılmış ve gereken su miktarı da hesaplanarak, YSH ile toplanacak yağmur suyunun ihtiyacı karşılamaya yönelik potansiyeli ve geri dönüş süresi belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Merkez Kütüphanesi, 2018-2019 eğitim öğretim döneminde hizmet vermeye başlamıştır. Kütüphane, Samsun ili Atakum ilçesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit yerleşkesinde (41°21’52”N, 36°11’23”E) yer alan 10.500 m² kullanım alanlı, 700 kişilik oturma kapasiteli bir binedir. Bina etrafında peyzaj alanları, yakınında ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi’ne ait seralar ve ekilebilir alanlar bulunmaktadır (Şekil 2).

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kütüphane binasına yapılması planlanan YSH Sistemi için uygulama alanı olarak kullanılacak bina çatı alanının yaklaşık 3017 m² olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Merkez Kütüphanesi, Ekilebilir Alan ve Seralar
Figure 2. Ondokuz Mayıs University Central Library, Arable Land and Glasshouses



Şekil 3. Kütüphane çatı alanı
Figure 3. Library roof area

2.1. Yağmur suyu verim hesabı

Kütüphane binasını çatı yüzeyinden toplanacak yağmur suyu miktarının hesabı için aşağıdaki “yağmur suyu verimi” formülü kullanılmıştır (Sutema, 2015; Dadhich ve Mathur, 2016). Yağmur suyu hasadının ekonomik analizi; toplam çatı alanı, yıllık ortalama yağış miktarı, çatı malzemesine göre farklılık gösteren akış katsayısı ve filtre etkinlik katsayısı temel alınarak belirlenmiştir.

$$\Sigma V_y = A_y \times Y \times K_a \times \beta$$

Burada; V_y : Yağmur suyu verimi, K_a : Çatı akış katsayısı, β : Filtre etkinlik katsayısı, A_y : Yağmur toplama alanı, toplam çatı alanını temsil etmektedir. Y : Yıllık yağış miktarı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından belirlenen toplam yıllık yağış miktarıdır.

Çatı malzemesi, çatıda toplanacak yağmur suyunun belirlenmesinde önemli bir faktördür. Akış katsayısı, su kayıplarının etkisini gösteren boyutsuz bir faktördür ve yüzey eğiminin doğasına ve yağış yoğunluğuna bağlıdır (Singh vd, 2011) Bu nedenle, bir çatı alanına düşen suyun tamamı toplanamayacağından akış katsayısının dikkate alınmasına ihtiyaç vardır. Tablo 1’de değişik çatı malzemelerine ait akış katsayısı verilmektedir. Bu çalışmanın çatı tipi metal çatı olup, akış katsayısı 0,9’dur.

Tablo 1. Farklı çatı tipleri için akış katsayısı (Dadhich ve Mathur, 2016; Taşçı 2021)

Table 1. Flow coefficient for different roof types (Dadhich and Mathur, 2016; Taşçı 2021)

Çatı tipi	Akış katsayısı
Metal çatı	0,9
Asbest çatı	0,8
Kiremitli çatı	0,75
Beton çatı	0,70

Filtre etkinlik katsayısı, DIN1989’da Alman standartları tarafından belirtilen kat sayısıdır (0,9). Çatılardan akan yağmur suyunun, kaba maddelerden ayrıştırılması için geçirilen ilk filtrenin verimlilik katsayısıdır. Suyun bir miktarının buradan filtrelenemeyeceği hesaplanarak verilen bir kat sayıdır.

Kütüphane çatı yüzey alanı yaklaşık 3017 m² dir. İllerin yağış miktarı değişmektedir. Samsun ilinde 1929 ile 2021 yılları arasında metrekareye düşen ortalama yağış miktarı 717,9 mm (717,9 L/m²) olarak ölçülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Samsun İline ait yağış istatistik verileri (MGM,2022)

Table 2. Meteorology General Directorate, precipitation statistics for Samsun Province (MGM, 2022)

Samsun	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1929-1921)													
Ortalama yağışlı gün sayısı	11,85	9,77	11,62	10,54	11,08	10,15	5,85	5,23	8,46	11,62	9,31	12,15	117,6
Aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm)	71,6	58,8	66,8	56,8	48,8	45,8	35,1	37,5	53,6	78,4	83,8	80,9	717,9

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1 Yağmur Suyu Verimi

3017 m² çatı alanı olan bir kütüphane için; Tablo 2’de verilen Samsun için ortalama yıllık yağış miktarı 717,9 mm = 717,9 L/m² olarak hesaplanmıştır. Buna göre;

$$V_y = 3017 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 717,9 \text{ L/m}^2 = 1754382 \text{ L} = 1754 \text{ m}^3 / \text{yıl bulunur.}$$

3.2 Yıllık Toplam Su İhtiyacı

Bir yağmur suyu toplama sisteminin potansiyel faydalarını en üst düzeye çıkarmak ve bundan maksimum fayda sağlamak için çatılarda toplanma alanı olarak hizmet edecek geniş alanların olması önemlidir. Bu nedenle yağmur suyunun uygun bir yöntemle toplanarak açık alan sulamasında kullanılması oldukça yaygın ve önerilen bir uygulamadır. Kütüphane binasının arkasında 13000 m² ekilebilir alan ve 18 adet sera bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Yağmur suyunun kullanılabilceği seralar ve ekilebilir alan

Figure 3. Glasshouses and arable land where rainwater can be used

Açık alanların su ihtiyacı hesaplanırken her bir sulama için su miktarı 5 L /m² olarak kabul edilmiştir.

13000 m² 'lik bir alanın sulaması için;

$$13000 \text{ m}^2 \times 5 \text{ L/m}^2 = 65000 \text{ L} = 65 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

$$\text{Haftalık 1 kez sulama yapılması durumunda; } 65 \text{ m}^3 / \text{gün} \times 365 / (7) \text{ gün} = 3389 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

Sera alanlarının sulaması ile ilgili edinilen bilgiye göre 8 seranın aktif ve 1797 m³/yıl bir tüketimin olduğu belirlenmiştir.

$$\text{Yıllık Toplam Su İhtiyacı} = 3389 \text{ m}^3 / \text{yıl} + 1797 \text{ m}^3 / \text{yıl} = 5186 \text{ m}^3 / \text{yıl} \text{ olarak bulunmuştur.}$$

3.3 Depo hacmi hesabı

Sistemin depo hacmi gereksinimi, maksimum yağışın olduğu Kasım ayı düşünülerek hesaplanmıştır (Tablo 2).

Kasım ayı: 83.8 mm

$$\text{Depo hacmi} = \text{yağış miktarı} \times \text{çatı alanı} \times 0.8 \times 0.9$$

$$\text{Depo hacmi} = 83,8 \text{ L/m}^2 \times 3017 \text{ m}^2 \times 0.9 \times 0.9 = 204787,9 \text{ L}$$

$$= 205 \text{ m}^3 \text{ 'lük depo hacmi gerekmektedir.}$$

3.4 Yıllık Tasarruf Edilen Tutar

Yıllık toplam 5186 m³ su tüketiminin olacağı planlanan (ekilebilir alan dahil) bölgenin 1754 m³ 'lük su kullanımı yağmur suyundan karşılanabilmektedir. Ocak ayı Samsun SASKİ Samsun su ve kanalizasyon idaresi) tarafından faturalandırılan suyun kamu ve özellikli alanlar için su için %1 ve atıksu için %8 KDV dahil ve 6,42 TL + %18 KDV sayaç bedeli eklenerek m³ bedeli 23,58 TL/m³ 'tür (SASKİ abone rehberi,2023).

$$\text{Yıllık tasarruf edilen tutar} = 1754 \text{ m}^3 \times 23,58 \text{ TL/m}^3 = 41,359.32 \text{ TL}$$

Toplam tüketilecek suyun %33,8 'i yağmur suyundan sağlanabilmekte ve yıllık olarak 41,359.32 TL tasarruf edilebilmektedir.

3.5 YSH Sisteminin Yatırım Tutarı

Yağmur suyu hasadı sistemi için gerekli ekipman, su filtresi, dalgıç pompa ve su deposudur. Ekipmana ait fiyatlandırma Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. Ekipman maliyeti

Table 3. Equipment cost

Ekipman	TL Fiyatı	*€
100 m ³ depo	330000	16200
Dalgıç pompa (5 adet)	8375	411
Filtre (5 adet)	24500	1203
Toplam	362875	17814

*Euro hesabında 04.02.2023 tarihli döviz kuru kullanılmıştır (1 € = 20,37 TL)

Deponun fiyatını belirlemek için depo üretiminde uzmanlaşmış Türk şirketi İzoplas firmasından fiyat alınarak Polyesterten yapılmış 100 m³lük bir deponun fiyatının 330000 TL olduğu tespit edilmiştir. Filtre için kendi kendini temizleme özelliği olan ve 200 m² ye kadar çatı alanlarından gelen yağmur suyunu filtreleyen Tankplast Yağmur Suyu Filtresi Ytyf 0100 Polietilen (4,2 Lt/Sn) fiyatı 4900 TL olarak belirlenmiştir. Pompa için 900 W gücünde paslanmaz, temiz su dalgıç pompanın fiyatı 1675 TL olarak belirlenmiştir.

Yağmur suyu toplama sisteminin ekonomik fizibilitesinin değerlendirilmesini tamamlamak amacıyla geri ödeme süresi de hesaplanmıştır. Geri ödeme süresi, bir ilk yatırımın maliyetini geri kazanma süresini ifade etmektedir.

Gerri ödeme süresi = Toplam sistem maliyeti/ yıllık tasarruf edilen

$$= 362,875 / 41,359.32 = 8,7 \text{ yıl}$$

4. Sonuç

Güvenilir su kaynağı, yalnızca acil bir ihtiyaç haline gelmekle kalmamakta, aynı zamanda dünyanın dört bir yanındaki şehirlerin sürdürülebilir kalkınması için bir zorluk haline gelmektedir. İçme ve kullanım amaçlı harcanan suyun %70'i tuvaletler, dış mekân sulama, araç yıkama ve insani tüketim gibi ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. Yağmur sularının %70'lik kısmı doğrudan kanalizasyona katılırken, %30'u yeraltı sularına karışmaktadır. Suyun hayatımızda vazgeçilmez önemi düşünüldüğünde, yağmur sularının tekrar kullanımının ne derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Eren vd., 2016, Yalılı Kılıç ve Abuç, 2018).

Bu çalışma Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Merkez Kütüphanesi YSH sisteminin su veriminin hesaplanması ve sistemin kurulması sonrasında ekonomik analizini incelemektedir. 3017 m² çatı alanı bulunan kütüphane binası çatısının çevresindeki seralar ve ekilebilir alanlar için toplanacak yağmur suyu potansiyeli MGM den alınan yağış verileri dikkate alınarak hesaplanmış ve toplam tüketimin %33,8 inin yağmur suyundan karşılanabileceği bulunmuştur. Sistemin kurulması durumunda ilk yatırım maliyetini 8,7 yılda geri ödeyeceği belirlenmiştir. YSH sisteminin kurulması güvenli su teminin yanı sıra altyapı sistemleri yeterli olmayan şehirlerin sel baskınlarına karşı korunmasını da sağlamaktadır. Binaların çatısına düşen yağmur suyunun yüksek bir yüzdesinin geleneksel drenaj sistemi tarafından bertaraf edilmeyecek olması sonucu, Kamu idarelerinin şehir çapındaki karmaşık yağmur drenaj ağlarına yapılan yatırımı azaltmasına da katkı sağlamış olacaktır. Bu kapsamda YSH sistemlerinin yaygınlaştırılması ve devlet kurumları, vergi indirimleri ve finansal devlet teşvikleriyle başta geniş çatılı binalar olmak üzere tüm ticari ve resmi binalarda su hasadına teşvik edilmesi, devletin çevre yönetim planları içerisinde bu sistem için kaynak ayırması önerilmektedir.

Kaynakça

- Abu-Zreig, M., Hazaymeh, A., & Shatanawi, M. (2013). Evaluation of residential rainfall harvesting systems in Jordan. *Urban Water Journal*, 10, 105–111. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2012.709255>
- Ahamed, F., Hewa, G.A. Argue, J.R. (2014). Variability of annual daily maximum rainfall of Dhaka, Bangladesh, *Atmos. Res.* 137 (2014) 176–182.
- Ali, S., Zhang, S., & Yue, T. (2020). Environmental and economic assessment of rainwater harvesting systems under five climatic conditions of Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120–829. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120829>
- Alim, M. A., Ashraf, A. A., Rahman, A., Tao, Z., Roy, R., Khan, M. M. & Shirin, S. (2021). Experimental investigation of an integrated rainwaterharvesting unit for drinking water production at the household level. *J. Water Process Eng.* 44, 102318. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102318>
- Bashar, M.Z.I., Karim, M.R., Imteaz, M.A. (2018). Reliability and economic analysis of urban rainwater harvesting: a comparative study within six major cities of Bangladesh. *Resour. Conserv. Recycl.* 133, 146–154. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.025>.
- Chiu, Y. R., Liaw, C. H., & Chen, L. C. (2009). Optimizing rainwater harvesting systems as an innovative approach to saving energy in hilly communities. *Renew Energy*, 34(3), 492–498. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.06.016>
- Custodio, D.A., Ghisi, E., (2019). Assessing the Potential for Potable Water Savings in the Residential Sector of a City: A Case Study of Joinville City, vol. 11. *Water*, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/w11102074>
- Custódio, D.A. and Ghisi, E. (2023) Impact of Residential Rainwater Harvesting on Stormwater Runoff. *Journal of Environmental Management* 326 116814. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4198801>
- Dadhich, G., & Mathur, P. (2016). A GIS based Analysis for Rooftop Rain Water Harvesting. *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, 7(4), 129-143.
- Eren B., Aygün A., Likos S. ve Damar A.İ. (2016). Yağmur Suyu Hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüs Örneği. *International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES)*, 3-5 November, Antalya.
- Falkenmark, M., Widstrand, C. (1992). Population and Water Resources: A Delicate Balance. *Population Bulletin*, Population Reference Bureau.
- Fewkes, A. (1999) The use of rainwater for wc flushing: the field testing of a collection system, *Build. Environ.* 34 (6) 765–772, [https://doi.org/10.1016/s0360-1323\(98\)00063-8](https://doi.org/10.1016/s0360-1323(98)00063-8).
- Ghenai, C., Kabakebji, D. Douba, I, Yassin, A. (2021) Performance analysis and optimization of hybrid multi-effect distillation adsorption desalination system powered with solar thermal energy for high salinity seawater, *Energy* 215, 119212.
- Ghisi, E., Bressan, DL., & Martini, M. (2007). Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. *Journal Building and Environment*, 42, 1654–1666.
- Guizani, M. (2016). Storm Water harvesting in Saudi Arabia: a multipurpose water management alternative. *Water Resources Management*, 30, 1819–1833. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1255-4>

- Imteaz, M. A., Ahsan, A., & Shanableh, A. (2013). Reliability analysis of rainwater tanks using daily water balance model: Variations within a large city. *Resources, Conservation and Recycling*, 77, 37–43.
- IPCC (2019). Summary for Policymakers — Special Report on Climate Change and Land [WWW Document]. URL. <https://www.ipcc.ch/srcccl/chapter/summary-for-policy-makers/>. Erişim tarihi: 10.12.22
- Islam, M., Akber, M., Rahman, M., Kabir, M. (2019) Evaluation of harvested rainwater quality at primary schools of southwest coastal Bangladesh, *Environ. Monit. Assess.* 191 (2) 1–12.
- Jamal A.H.M.S.I.M., Tarek Y.A., Siddique M.A.B., Shaikh M.A.A., Debnath S.C., Uddin M.R., Ahmed S., Akbor M.A., Al-Mansur M.A., Islam A.R.M.T, Khan R., Moniruzzaman M., Sultana S. (2023) Development of a fabricated first-flush rainwater harvested technology to meet up the freshwater scarcity in a South Asian megacity, Dhaka, Bangladesh. *Heliyon*. 18;9(1):e13027. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e13027
- Jing, X., Zhang, S., Zhang, J., Wang, Y., & Wang, Y. (2017). Assessing efficiency and economic viability of rainwater harvesting systems for meeting non-potable water demands in four climatic zones of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.027>
- Kalıpcı, E., Başer, V. Genç, N. (2021). Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanarak Yağmur Suyu Hasadının Değerlendirilmesi: Giresun Üniversitesi Kampüs Örneği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10 (1), 49-58 .
- Karim, M.R., Bashar, M. Z. I., & Imteaz, M. A. (2015). Reliability and economic analysis of urban rainwater harvesting in a megacity in Bangladesh. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 61–67.
- Leong, J.Y.C., Balan, P., Chong, M.N., Poh, P.E. (2019). Life-cycle assessment and life-cycle cost analysis of decentralised rainwater harvesting, greywater recycling and hybrid rainwater-greywater systems. *J. Clean. Prod.* 229, 1211–1224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.046>
- Malassa, H., Al-Rimawi, F., Al-Khatib, M., Al-Qutob, M. (2014) Determination of trace heavy metals in harvested rainwater used for drinking in Hebron (South West Bank, Palestine) by ICP-MS, *Environ. Monit. Assess.* 186 (10) 6985–6992.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), (2022). Resmi istatistikler: İllerimize ait genel istatistik verileri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SAMSUN>
- Millero, F.J. Feistel, R. Wright, D.G., McDougall, T.J. (2008) The composition of standard seawater and the definition of the reference-composition salinity scale, *Deep Sea Res. Oceanogr. Res. Pap.* 55 (1) (2008) 50–72.
- Moazeni, F., & Khazaei, J. (2020). Dynamic economic dispatch of islanded water-energy microgrids with smart building thermal energy management system. *Applied Energy*, 276, Article 115422. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115422>
- Okafor, N. (2011) Environmental Microbiology of Aquatic and Waste Systems, in: Springer Science & Business Media, Valsami-Jones (Eds.), Chapter 1
- Ortiz, S., Barreto, PB, Castier, M. (2022) Rainwater harvesting for domestic applications: The case of Asunci' on, Paraguay, Results in *Engineering* 16, 100638, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100638>
- Sarıç, F. (2021). Türkiye'de Eysel Su Tedarik ve Tüketim İstatistiklerinin Değerlendirilmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 19(1), 195-216, doi: 10.33688/aucbd.883794
- Schuetze, T. (2013) Rainwater harvesting and management–policy and regulations in Germany, *Water Sci. Technol. Water Supply* 13 (2) 376–385.
- Shahbaz A., Yan-Fang S. (2023) Implementing rainwater harvesting systems as a novel approach for saving water and energy in flat urban areas, *Sustainable Cities and Society*, 89,1-14, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104304>.
- Singh, V.P., Pratap Singh, P., Haritashya, U.K. (Eds.).(2011) *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers*. ISBN : 978-90-481-2641-5
- Snir, O., Friedler, E., Ostfeld, A. (2022). Optimizing the control of decentralized rainwater harvesting systems for reducing urban drainage flows. *Water* 14. <https://doi.org/10.3390/w14040571>.
- Sutema, (2015). Geleceğin suyu. https://sutema.org/resources/Document/FileName/2015-12-01_22-11-14-692%20GeleceginSuyu.pdf (Erişim Tarihi: 12.12.2022).
- Taşçı H. (2021). Economic Analysis of Water Storage by Rainwater Harvesting Technique at Izmir Katip Celebi, M.Sc. Thesis, Izmir Katip Celebi University, Turkey.
- UN-Water (2019), World Water Development Report. <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2019> (Erişim Tarihi: 09.12.2022).
- URL-1: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/190672/mod_resource/content/0/Su%20Hasad%C4%B1_11hf.pdf (Erişim Tarihi: 05.01.2023)
- WHO/UNICEF (2017), Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines, World Health Organization.
- Yalılı Kılıç M., Abuş M.N. (2018) Bahçeli Bir Konut Örneğinde Yağmur Suyu Hasadı. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science* 4(2): 209 - 215. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/593455>
- Zhang, S., Jing, X., Yue, T., & Wang, J. (2020). Performance assessment of rainwater harvesting systems: influence of operating algorithm, length and temporal scale of rainfall time series. *Journal of Cleaner Production*, 253, Article 120044. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120044>