



Sürdürülebilir Su Yönetimi Kapsamında Yağmur Suyu Toplama: İstanbul Petekent Örneği *

Rainwater Harvesting in the Context of Sustainable Water Management: The Case of Petekent, Istanbul

ÖZET

Yaşamın kaynağını oluşturan su, insanoğlu tarafından eski çağlardan beri yönetilmeye çalışılmaktadır. Toplumların gelişmesine bağlı olarak suyun kullanımı ve yönetimi de farklılaşmaktadır. Su, başlangıçta temel ihtiyaçları karşılamak için kullanılırken, günümüzde teknolojik gelişmeler ve çevre sorunları ile ortaya çıkan su kaynakları üzerindeki baskılar, suyun sürdürülebilir kullanımı ihtiyacının doğmasına sebep olmuştur. Bu kapsamda yağmur suyu toplama sistemleri suyun sürdürülebilir kullanımını sağlayan, yeraltı ve yüzey sularını zenginleştiren en önemli araçlardan birisidir. Bu çalışmada, suyun sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla İstanbul/Petekentte bulunan bir iş merkezinin açık alanında yağış suyu yönetimi kapsamında arazi kotunda da değişiklikler yapılarak yağmur suyu toplama sistemi kurulmuştur. Kurulan sistem ile 1983 m² alana sahip bina çatısı ile 4175 m² sert zeminden yağmur suları toplanarak 400 m² yeşil alanın sulaması ve araç yıkama için gerekli su ihtiyacının karşılanabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yağmur Suyu Hasadı, Su Yönetimi .

ABSTRACT

Water, the source of life, has been managed by humankind since ancient times. As societies have developed, the use and management of water have also evolved. Initially used to meet basic needs, water is now under increasing pressure due to technological advancements and environmental issues, leading to the need for sustainable water use. In this context, rainwater harvesting systems are one of the most important tools for ensuring sustainable water use and enriching groundwater and surface water resources. In this study, a rainwater harvesting system was installed in the open area of a business center in Istanbul/Petekent, with modifications made to the site elevation as part of stormwater management, aiming to promote sustainable water use. This study investigates the feasibility of employing a rainwater harvesting system to meet water demands for irrigating a 400 m² green area and vehicle washing. The system collects precipitation from both the building's 1.983 m² rooftop and 4.175 m² of impervious ground surfaces.

Keywords: Sustainability, Rainwater Harvesting, Water Management.

GİRİŞ

Günümüzde artan nüfusun taleplerini karşılayabilmek adına kentsel alanların hızla büyümesi ve küresel ölçekte kaynak temini, sürdürülebilir bir gelecek için en önemli konulardandır. Dünya genelinde kaynaklar üzerinde artan baskıların bir sonucu olarak sağlıklı ve yeterli su temininde günlük yaşantıyı etkileyen sorunlarla karşı karşıya kalınmaya başlanmıştır. Su sıkıntısının 2050 yılında dünya nüfusunun üçte ikisinin sorunu haline geleceği bildirilmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018). Özellikle kentsel alanlarda hızlı nüfus artışına bağlı olarak su tüketimi artış oranı endişe verici seviyelere ulaşmaktadır (Vargas-Parra ve ark., 2013). Bu durumda suya olan talep arttıkça su kıtlığı sorunu ile karşı karşıya kalınmaktadır. Suyun sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için alternatif su kaynakları ya da suyun yeniden kullanımının değerlendirilmesi gibi farklı çözümlere mutlak suretle yer verilmesi gerekmektedir. Su kıtlığı yalnızca kurak bölgelerde değil aşırı nüfus artışı, konut-tarım ve sanayideki fazla su tüketimi nedeniyle yağış alan yerlerde de görülebilmektedir. Bu durum yenilenebilir su kaynaklarına sürekli erişim ihtiyacını ön plana çıkartmaktadır (Partzsch, 2009). Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi kapsamında alternatif su kaynağı olarak değerlendirilen yağış sularının yalnızca % 30'u yeraltı su kaynaklarına dahil olmaktadır (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018). Bu durum günümüzde gelişen teknolojilere sahip olunsu da yağış sularının büyük bir çoğunluğundan yararlanılamadığını göstermektedir.

Yağış suyu caddeler, yeşil alanlar ve diğer bölgelerdeki yağmur ya da karların erimesi sonucunda ortaya çıkan yüzey akışını ifade etmektedir. Yağmur, dolu, erimiş kar suları gibi bütün yağışlardan kaynaklanan sular yağış suyu olarak adlandırılmaktadır. Yağış sularının belirlenen alanlarda toprağa sızması ile doğal bir filtrasyon gerçekleşir, yeraltı su kaynakları beslenir, akarsu ve nehirlerle sağlıklı akış sağlanmaktadır (EPA, 2024; Tekinalp ve Demir, 2024a). Yapılı çevrelerden toplanan yağış suyu akışı, mevcut su kaynaklarına paha

**Gülbin Çetinkale
Demirkan** ¹

How to Cite This Article

Çetinkale Demirkan, G. (2025). "Sürdürülebilir Su Yönetimi Kapsamında Yağmur Suyu Toplama: İstanbul Petekent Örneği", International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 11(5): 737-748. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17219461>

Arrival: 11 July 2025

Published: 28 September 2025

Social Mentality And Researcher Thinkers is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

¹ Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Niğde, Türkiye.

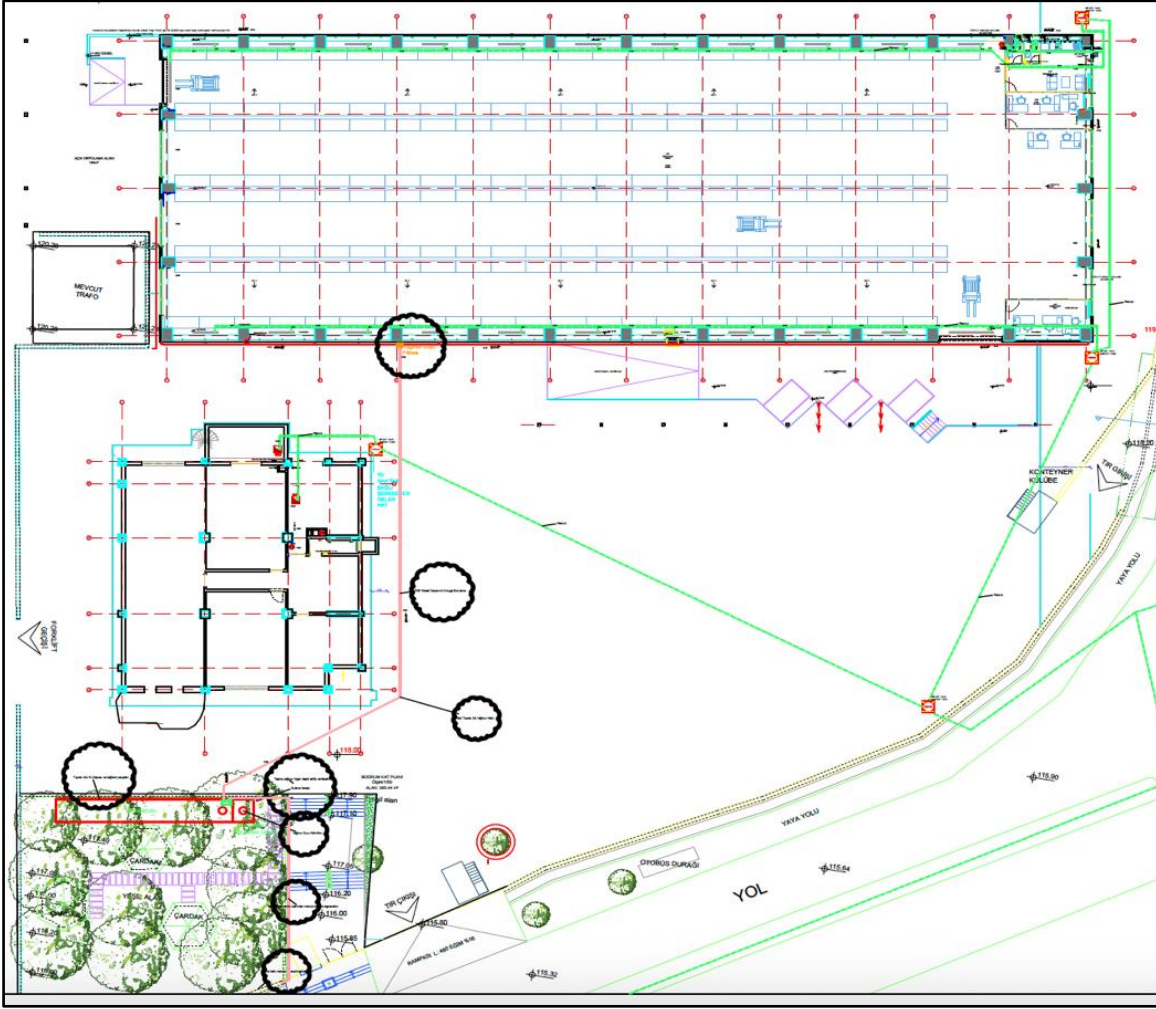
biçilmez bir destek sunar. Ancak asfalt, beton ve çatı gibi geçirimsiz yüzeyler yağış sularının doğal yollarla toprağa sızmasına engel olmakta, artan akışlarla kirlilik etmenleri de su kaynaklarına taşınmaktadır (Tekinalp ve Demir, 2024b). Bu durumda taşkınlar, habitat tahribatları, akarsu ve nehirlerde kirlilik ve buna bağlı ekosistem bozulmaları gibi çeşitli riskler karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle günlük yaşamımızı ciddi anlamda etkilemeye başlayan su kıtlığı karşısında yağış suyu yönetiminde alternatif yöntemlere yer vermek gerekmektedir. Yağış suyu sistemleri su akışının toplandığı, aktarıldığı, arıtıldığı ve yönetildiği altyapı sistemleridir (Butler ve ark., 2018; Tekinalp, 2024). Yağış suyunun yönetimi içerisinde değerlendirilen sistemler ile suların merkezi tesislere taşınması gibi geleneksel yaklaşımlardan ziyade gerçek zamanlı yağış suyu kontrol ağları geliştirilmektedir (Mullapudi ve ark., 2018). Ayrıca gri, yeşil ve mavi altyapılar birleştirilerek daha verimli ve uzun vadede daha kaliteli su yönetimi sağlanarak ekosistemlerin korunmasına destek olunmaktadır (Tekinalp ve Demir, 2024b). Böylece kentlerin, iklim dirençli, suyun yarattığı olumsuz etkilere karşı dayanımı yüksek kentlere dönüşmesine katkı sunulmaktadır. Bunun için yağış sularının yönetiminde alternatif birçok farklı sistem tek başına ya da entegre olarak kullanılmaktadır. Yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, infiltrasyon/sızma hendeği, geçirimli zeminler, yapılı taşıma sistemleri, yeşil ve mavi çatılar, dikey bahçeler, yağmur suyu toplama tankları, yapay sulak alanlar, su tutma ve geciktirme havzaları, riparian tamponlar, bitkilendirme kasaları ve yüzey altı su sistemleri yağış suyu yönetiminde kullanılan sistemlerdendir (Li ve ark., 2014; Chen ve ark., 2016; Qi ve ark., 2020; Eyni ve ark., 2021; Sevimli, 2021; Dinçer ve Yılmaz, 2022; Çakar ve Akat Saraçoğlu, 2023; Xu ve ark., 2023). Alan büyüklüğü, yönetilecek su miktarı, yağış miktarı gibi verilerin değerlendirilmesiyle kurulacak sisteme ya da diğer sistemlerle entegre sistemlere karar verilmektedir. Taşkınların ve pik deşarjların azaltılması, su akışının infiltrasyonu ve depolanmasının kolaylaştırılması amacıyla yüzey altı su tutma sistemleri ile yeşil çatı ve tutma ünitelerinin entegre edildiği, uyumlu sistemlerin bir arada kullanılması entegre sistemlere bir örnektir (Tekinalp, 2024).

Su kaynaklarının giderek azalması ve barajlardaki doluluk oranının sıfıra inmesi sebebiyle ülkemizde bazı kentlerimizde yaz döneminde düzenli su kesintileri yapılmaya başlanmıştır. Bu nedenle yağış sularının sürdürülebilirlik kapsamında değerlendirilememesi çok büyük bir kayıptır. Özellikle orta derecede yağış alan kentsel alanlarda yapılı çevrelerden toplanan yağış suları temel olarak basit depolama tankları ve sarnıçlar aracılığı ile altyapıdan gelen akışların toplanması ve biriktirilmesini ifade etmektedir (Ghaffarian Hoseini ve ark., 2016). Hasad edilen sular konut ve konut dışı kullanım alanlarında tüketim için en ideal, temiz ve yenilenebilir bir su kaynağını oluşturmaktadır. Yağış suyu toplama sistemleri ile hasad edilen sular yeşil alan sulanma, araç yıkama, temizlik işleri, süs havuzlarının doldurması, rezervuarlar ve çamaşır makineleri gibi birçok alanda yeniden kullanılabilir (Şahin ve Manioğlu, 2011; Eren ve ark., 2016; Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018). Yağış suları çeşitli işlemlerden geçtikten sonra içilebilir hale de getirilebilmektedir (Temizkan ve Tuna Kayılı, 2021).

Bu çalışmada, suyun sürdürülebilirliği kapsamında yağmur suyu toplama sistemi tasarlanarak İstanbul Petekentte bulunan bir işyerinin çatı ve sert zemininden toplanan yağmur sularının yeşil alanların sulanmasında ve araç yıkamada kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada yıl boyunca toplanacak yağış suyu miktarının belirlenerek, toplanan yağış sularının su tüketimine nasıl katkı sunacağı belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

23 Ocak 2021 tarihli 31373 Sayılı Resmî Gazete ile yayımlanan ‘Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’ ile 2000 m²’den büyük parsellerde yapılacak yapılarda mekanik tesisat projesine; çatı yüzeyi yağmur sularının, tabii zemin altında tesis edilecek yağmur suyu toplama tankında toplanması, gerekmesi halinde filtre edilerek yeniden kullanılması amacıyla yağmur suyu toplama sistemi olması zorunlu kılınmıştır. Bu kapsamda çalışmada da, İstanbul ili Pendik ilçesinde yer alan 7150 m² alan üzerine kurulu bir iş yerinde yeşil alan sulaması ve araç yıkaması için yağmur suyu toplama ve depolama sistemleri tasarlanarak uygulanmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü iş yeri 1983 m²’lik çatı, 4175 m² sert zemin ve 400 m² yeşil alana sahiptir. Toplanacak sular ile yıkanacak araç sayısı 12 adet kamyonet tipi araçtır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma Alanı Planı

Kaynak: Yazar Tarafından Üretilmiştir.

Çatı ve sert zeminlerden toplanan suların yeşil alan sulanması ve araç yıkama işinde kullanımı amacıyla yağmur suyu toplanması ve depolanmasına yönelik hesaplamalar yapılmıştır.

Su deposu ebatı yani biriktirilecek suyun toplam hacmi hesaplanırken;

- ✓ İstanbul ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün '1929-2019 Yağış Ölçüm Periyodu' verileri (bu veriler ay bazında ortalama yağışlı gün sayısı, ortalama yağışsız gün sayısı ve yağış miktarı olarak yayınlanmıştır),
- ✓ Sulama yapılacak yeşil alanın ve yağmur suyu hasadının yapılacağı çatı ve sert zemine ait toplam alanın verileri,
- ✓ Teknik veriler ve hesaplamalar kullanılmıştır. Verilerin hesaplanması DIN 1989, 2002'nin Yağmur Suyu Verimi formülünden faydalanılmıştır (Çatı yağış verimi katsayısı, Izgara filtre verimi katsayısı vb.).

Yağmur Suyu Verimi (m^3)= Yağmur Toplama Alanı (m^2)*Yıllık Yağış Miktarı (mm)*Çatı Verim Katsayısı*Filtre Etkinlik Katsayısı formülü ile hesaplanmıştır.

Binanın çatı alanı yağmur toplama alanını, bir yıllık toplam yağış miktarı yıllık yağış miktarı verisini, DIN 1989 (2002)'da belirtilen 0.8 katsayısı çatı yağış verimi katsayısını (çatıdaki suların ancak %80'inin toplanacağı esasına göre) ve yine Alman Standartlarına göre DIN 1989 (2002)'da belirtilen 0.9 katsayısı da ızgara filtre verimi katsayısını (yağmur suyunun bir miktarının filtreden geçemeyeceği esasına göre) ifade etmektedir. Çatıdan hasat edilecek yağmur suları bir depoda toplanacaktır. Bu deponun hacmi;

Depo Hacmi= (Çatı Alanı + Sert Zeminler) * Nisan-Eylül Ayları Arası Maksimum Yağış (lt/m^2*Ay) *0.9 * 0.8 formülüne göre hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında mevcut ve esas alınan veriler Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo1: Çalışma Alanına ait Standart Bilgiler ve Proje Verileri

Proje Bilgileri Veri Girişi			
Bina Taban ve Kat Alanı		Birimi	Miktarı
Parsel Alanı		m ²	7150
TAKS (Taban Alan Katsayısı)			0.40
Bina Taban Alanı (TAKS)		m ²	1800
KAKS (Kat Alanı Katsayısı)			2
Emsale Tabi İnşaat Alanı (KAKS)		m ²	1983
Sert Zeminler		m ²	4175
Toplam Drenaj Alanı (Çatı Alanı + Sert Zeminler dahil)		m ²	6158
Çatı Yağış Verimi Katsayısı		-	0.8
Izgara Filtre Verimi Katsayısı		-	0.9
Bodrum Kat Alanı (m ²)		m ²	0
Bodrum Kat Su Tablasının Üstünde			
Tahmini Drenaj Suyu Pompa Debisi		m ³ /saat	0.00
Çatı Yağış ve Izgara Filtre Verimi Katsayıları DIN 1989-1 Standardından alınmıştır.			
Standart Bilgiler ve Proje Bilgileri Veri Girişi			
Sulama Dönemi	Günlük Sulama Debisi (mm/gün)	Sulama Yapılacak Alan (m ²)	Sulama İhtiyacı (m ³ /gün)
Çim Sulama (Nisan-Eylül Arası)	5.4	0	0
Çalı Tipi Bitki Sulama (Nisan-Eylül Arası)	3.6	430	1.548
Toplam		430	1.548
Günlük Sulama Debisi (mm/gün) Katsayıları " Seçkin Ö. B. (1998). Peyzaj Uygulama Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4105, Orman Fakültesi Yayın No: 453, İstanbul. " kaynağından alınmıştır.			
Çim Sulama=38.1mm/hafta, Günlük= 38.1/7gün=5.4 mm/gün			
Çalı Tipi Bitki Sulama=25.4mm/hafta, 25.4/7gün=3.6 mm/gün			

Kaynak: Yazar Tarafından Üretilmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan (MGM, 2020) ölçüm periyodu 1929-2019 olan yağış verilerine göre İstanbul ilinin yıllık toplam yağış miktarı 677.20 lt/m²'dir (Tablo 2). Yıl içerisinde en fazla yağış 105.3 lt/m² ile Aralık ayında düşmektedir.

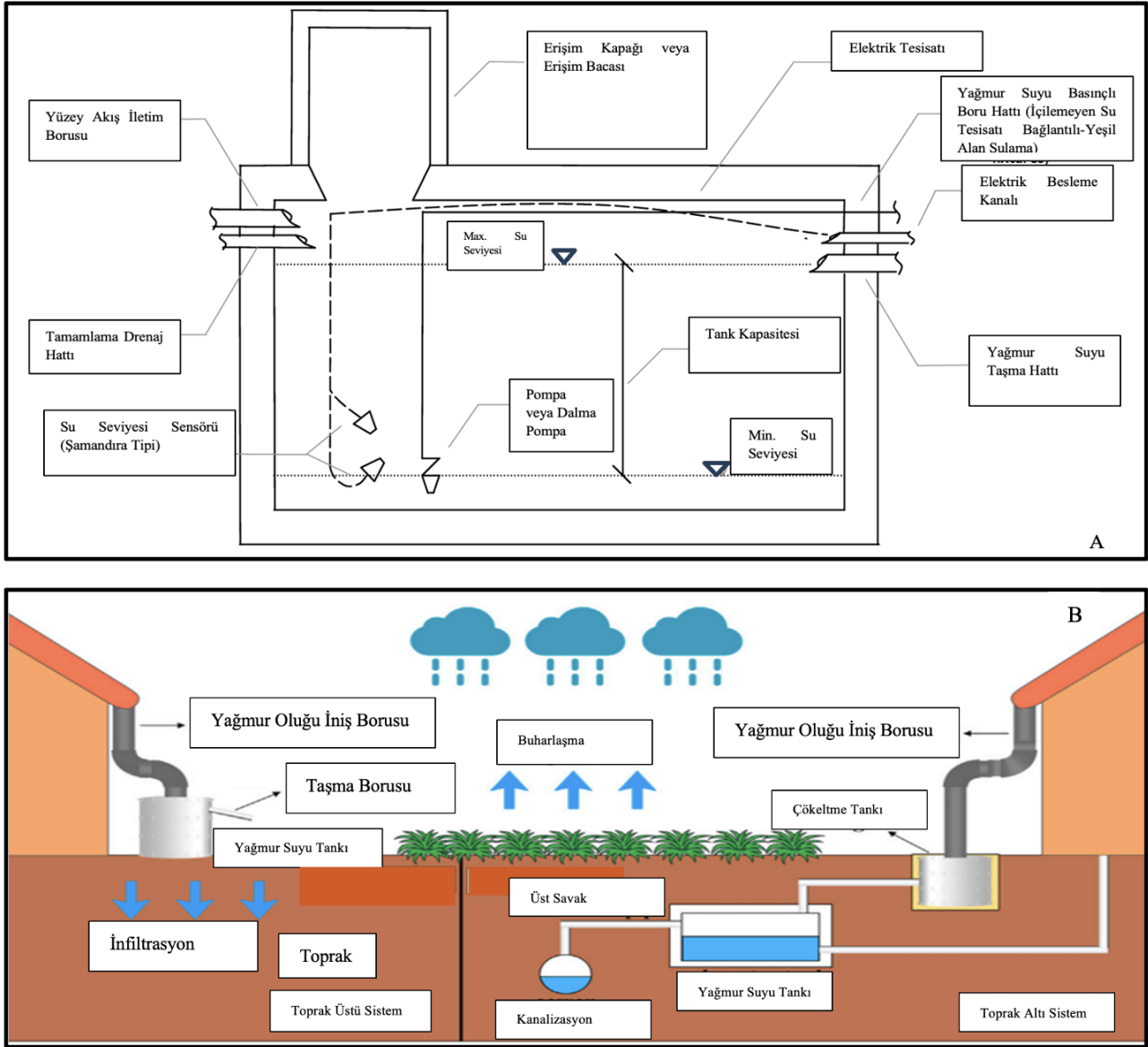
Tablo 2: İstanbul İli Meteoroloji Verileri

Meteorolojik Bilgiler (İstanbul MGM - 1929-2019)					
Yağış Ölçüm Periyodu (1929 - 2019)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Ortalama Yağışsız Gün Sayısı	Yağış Miktarı lt/m ² *Ay		
Ocak	15.2	15.8	86.8		
Şubat	13.2	14.8	72.1		
Mart	11.7	19.3	62.3		
Nisan	8.9	21.1	44.1		
Mayıs	6.6	24.4	31.3		
Haziran	4.7	25.3	24.8		
Temmuz	3	28	22.6		
Ağustos	3.4	27.6	27.7		
Eylül	5.5	24.5	44.1		
Ekim	9	22	70		
Kasım	11.2	18.8	86.1		
Aralık	14.5	16.5	105.3		
Yıllık	106.9	258.1	677.20		

Kaynak: MGM, 2020.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çatılardan toplanan yağmur suyu genellikle yağmur suyu depolama tankı olarak adlandırılan yağmur suyu sarnıcı ya da depolama tankı olarak da kullanılabilen beton, plastik, fiberglas gibi çeşitli malzemelerden yapılan ve yer altı ya da üstünde tasarlanabilen ya da doğrudan yapıya entegre edilebilen rezervuar sistemi esaslı bir tanktır. Bu tank yağmur suyu toplama sisteminin merkezi bileşenidir ve birçok boru sistemi ile bazı parçaları içerisinde barındırır (Şekil 2).



Şekil 2: Yağmur Suyu Depolama Tankı Örnekleri

Kaynak: A:CMCH, 2012'den; B: Xu ve ark., 2023'den yazar tarafından değiştirilerek

Çalışmada, çatı yüzeyi ve sert zeminden toplanan sular yağmur olukları yardımı ile toprak altı sistemde depolanmıştır. Sadece çatı alanında toplanan yağmur sularının verimi hesaplandığında; 1983 m² çatı alanı ve yıllık 677.20 lt/m² yağış miktarına göre yağmur suyu verimi yaklaşık 966 m³ olarak belirlenmiştir.

Yağmur suyu toplama sistemine ait depo hacmi ise sulamanın yapılacağı Nisan-Eylül ayları içerisinde maksimum yağış miktarına göre hesaplanmıştır. Depo hacmi 196 m³ olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda 40 tonluk PVC 5 adet su tankı yeterli görülmüştür.

400 m² yeşil alana sahip iş yerinde Nisan-Eylül ayları arasında yeşil alan sulaması için su ihtiyacı Günlük Sulama Debisi (mm/gün) Katsayıları Seçkin Ö. B. (1998)'in belirttiği şekilde çim alan için =38.1mm/hafta, Günlük=38.1/7gün=5.4 mm/gün; Çalı Tipi Bitki Sulama=25.4 mm/hafta, Günlük=25.4/7gün=3.6 mm/gün olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Bu durumda yağmur sularının su tankında depolanması ile sulama periyoduna göre su ihtiyacı hesaplandığında; günlük sulama yapıldığında toplanan yağmur sularının sulama miktarının % 200'den fazlasını karşıladığı belirlenmiştir (Tablo 4). Yağmur suyu toplama sistemleri özellikle büyük çatı alanına sahip yapılarda düzenlenmesi ile hem fazla suların drene edilmesine katkı sunacak hem de su kıtlığının ciddi boyutlara geldiği günümüzde su temini açısından avantaj sağlayacaktır. Yılmaz ve Yücedağ (2022)'ın yaptıkları çalışmalarında, 240 m²'lik bir çatı alanından toplanan yağmur sularının yaklaşık 160 m²'lik bir yeşil alanın temmuz-eylül ayları hariç sulamada kullanılabileceğini bildirmiştir. Adalı ve Yalılı Kılıç (2024)'de 4090 m²'lik bir fabrika çatısından hasad ettikleri yağmur sularının teknik ve ekonomik analizini yaptıkları çalışmalarında toplam 300 tonluk bir su deposu ile evsel ve endüstriyel su tüketiminin % 2'sinin karşılanabileceği sonucuna ulaşmıştır. Sistemin yaklaşık 17 yılda kendini amorti edeceğini belirterek yağmur suyu hasadının sadece çatıdan değil aynı zamanda yüzeyden de toplanmasının su miktarının artırılması ve

amorti süresinin kısaltılması açısından önemli olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Dağ ve Ay (2024)'da bir alışveriş merkezinin 27000 m²'lik çatı alanından toplanan yağmur suyu ile %11 su tasarrufu sağlanacağını tespit etmiştir. Çatılardan yağmur sularının toplandığı çalışmalarda yağmur suyu hasadının su ihtiyacına ciddi anlamda destek olacağı ortaya koyulmuştur. Araç yıkama esnasında 60-200 lt su tüketimi olmaktadır (Nacar, 2020). Bu çalışmada iş yerinin sahip olduğu araçlar kamyonet tipli olduğu için yıkama esnasında su tüketimi 200 lt olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda da araçların haftada bir kez yıkandığı var sayılarak 12 araç için bir ayda 9.6 m³ su tüketimi olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Yağmur suyunun depolandığı tankta biriken sular ile araçların yıkanması da sağlanabilecektir. Yenigün ve Tunalı (2022), 26800 m² çatı alanına sahip havaalanı binasının çatısından toplanan suların, bitki sulama, tuvalet rezervuarında kullanım ve klima sistemlerinin temizlenmesi gibi kullanımlar için uygun olduğunu belirlemiştir. Selimoğlu ve Yamaçlı (2023) kampüste yürüttükleri çalışmalarında 12 ayrı yapının çatısından yağmur sularının toplanmasının yeşil alan sulama, araç yıkama ve bina içi kullanımlarda ne kadarlık bir su tüketimini karşılayabileceğini araştırmıştır. Çalışmalarında 25363 m²'lik çatı alanından toplanacak suyun kurak dönemlerde yeşil alan sulamasının yaklaşık % 30'luk kısmını karşılayabileceğini bildirmiştir. Toplanacak yağmur suyu ile araçların yıkanabileceğini ve yeşil alan sulaması ve bina içi kullanıma da destek olunabileceğini belirtmiştir.

Tablo 3: Sulama Debisine ait Değerler

Yağmur Suyu Hasadı ve Debi Hesabı			
	Debi		
	m ³ /Ay	m ³ /Gün	m ³ /h
Ocak	384.85	12.41	0.52
Şubat	319.67	11.42	0.48
Mart	276.22	8.91	0.37
Nisan	195.53	6.52	0.27
Mayıs	138.78	4.48	0.19
Haziran	109.96	3.67	0.15
Temmuz	100.20	3.23	0.13
Ağustos	122.82	3.96	0.17
Eylül	195.53	6.52	0.27
Ekim	310.36	10.01	0.42
Kasım	381.75	12.72	0.53
Aralık	466.87	15.06	0.63
Ortalama Debi	250.21	8.24	0.34

Kaynak: Yazar Tarafından Üretilmiştir

Tablo 3: Sulama Periyoduna göre Su İhtiyacı Hesabı

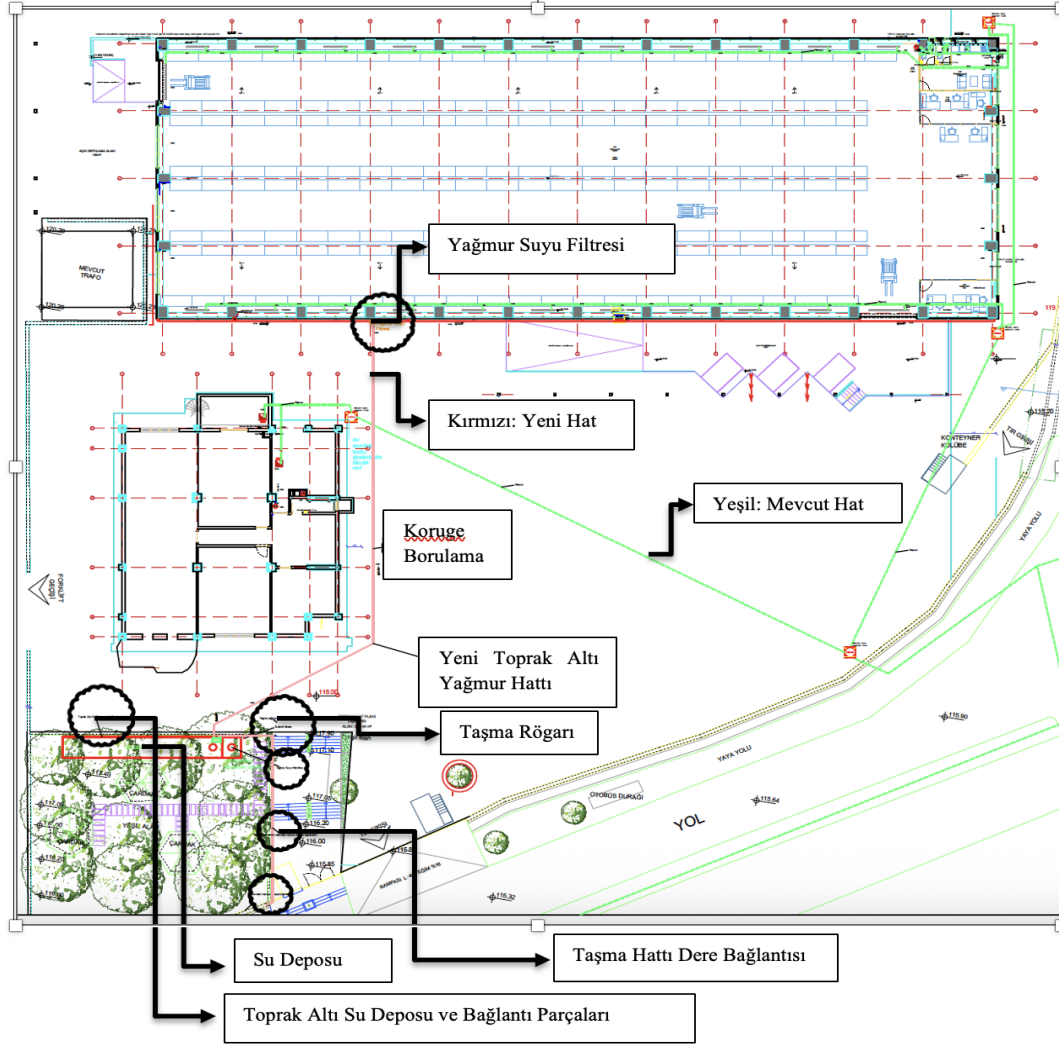
Sulama Periyoduna Göre Su İhtiyacı Detay Hesabı								
AYLAR	Günlük Sulama Yapıldığında		Gün Aşırı Sulama Yapıldığında		Haftada 2 gün Sulama Yapıldığında		Haftada 1 gün Sulama Yapıldığında	
	Su İhtiyacı m ³ /Ay	Hasatın İhtiyacı Karşılama Oranı	Su İhtiyacı m ³ /Ay	Hasatın İhtiyacı Karşılama Oranı	Su İhtiyacı m ³ /Ay	Hasatın İhtiyacı Karşılama Oranı	Su İhtiyacı m ³ /Ay	Hasatın İhtiyacı Karşılama Oranı
Nisan	32.7	599%	16.3	1197%	9.3	2095%	4.7	4190%
Mayıs	37.8	367%	18.9	735%	10.8	1286%	5.4	2572%
Haziran	39.2	281%	19.6	562%	11.2	983%	5.6	1965%
Temmuz	43.3	231%	21.7	462%	12.4	809%	6.2	1618%
Ağustos	42.7	287%	21.4	575%	12.2	1006%	6.1	2012%
Eylül	37.9	516%	19.0	1031%	10.8	1804%	5.4	3609%

Depo Hacmi= (Çatı Alanı + Sert Zeminler) x Nisan-Eylül Ayları Arası Maksimum Yağış (lt/m ² *Ay) x 0.9 x 0.8	196 m³
---	--------------------------

Kaynak: Yazar Tarafından Üretilmiştir

Çatıdan gelen sular yağmur olukları aracılığı ile zemine indirilmiş, zemine %1 eğim verilerek zemin sularıyla beraber yağmur suyu toplama tankına aktarılması sağlanacak şekilde sistem çözümlemeleri yapılmıştır. Bu kapsamda alanda bulunan mevcut hatlar ile oluşturulan yeni hatların yeşil alan altına yerleştirilen yağmur suyu depolama tankına bağlantıları sağlanmıştır (Şekil 3). Bir depolama merkezi olan çalışma alanında kamyonet ve

forklift kullanımı olması sebebiyle tesis edilen su deposu üzerinden yük geçme durumu olmayan yeşil alan altına konumlandırılmıştır. Su deposunun yoğun yağmur döneminde tamamen dolması durumunda taşma hattı devreye girerek fazla suyu drene edecektir. Deponun konumlandırıldığı yeşil alanın bitişinde İSKİ tarafından yapılmış olan bir yağmur deresi bulunmaktadır. Bu nedenle drenaj hattı dereye deşarj olacak şekilde projelendirilmiştir.



şekil 3: Yeraltı Yağmur Suyu Toplama Sistemi Tasarımı

Kaynak: Yazar Tarafından Üretilmiştir

Yağmur suyu toplama sistemi tesisatında kullanılacak olan ekipmanlar MİN PN25 kalitesinde seçilmiştir. Sistem, su deposu ebatlarına uygun kazı yapılarak toprak altına konumlandırılacak ve sonrasında üzeri kapatılacak şekilde düzenlenmiştir. 305 cm derinlikte şevli kazı yapılarak depolama tankları yerleştirilmiştir (şekil 4). Su deposunun müdahale menholleri hem zemin olarak toprak üstü bırakılarak, depo tabanı teraziye getirilmiştir. Tesviye edilmiş aynı zamanda taşıyıcılığı olan bir tabana oturtulan deponun çevresi ince dolgu malzemesi ile sarılarak sıkıştırılmıştır (şekil 5). Sıhhi tesisat hattında kullanılacak olan vanalar 25.320.2100 Ç.ř.B.F. pozuna uygun pirinç, preste imal edilmiş ve teflon contalı, temiz su hattının tüm boruları 25.305.2100 Ç.ř.B.F. pozuna uygun polipropilen, PVC tesisatı 25.305.6000 pozuna uygun ses izoleli ve yangına dayanıklı boru, koruge borulaması ise 10.450.1200 Ç.ř.B.F. pozuna uygun olarak seçilmiştir. Yağmur suyu filtresi DN150 çift girişli, yağmur suyu hidroforu ve tüm bağlantı parçaları ise 1 asıl 1 yedek 5m³/h ve 5mSS olarak tercih edilmiştir. Yapının çatı mevcut hattı ana boru apı Ø100; mevcut ana boruya bağlantı hattı Ø70'dir. Çatı ana hattına eklenen yeni hattın yağmur suyu filtresi ile bağlantı boru apı Ø100; yağmur suyu filtresinden %1 eğim ile su deposuna bağlantı hattı boru apı Ø200 olarak kullanılmıştır (şekil 6).



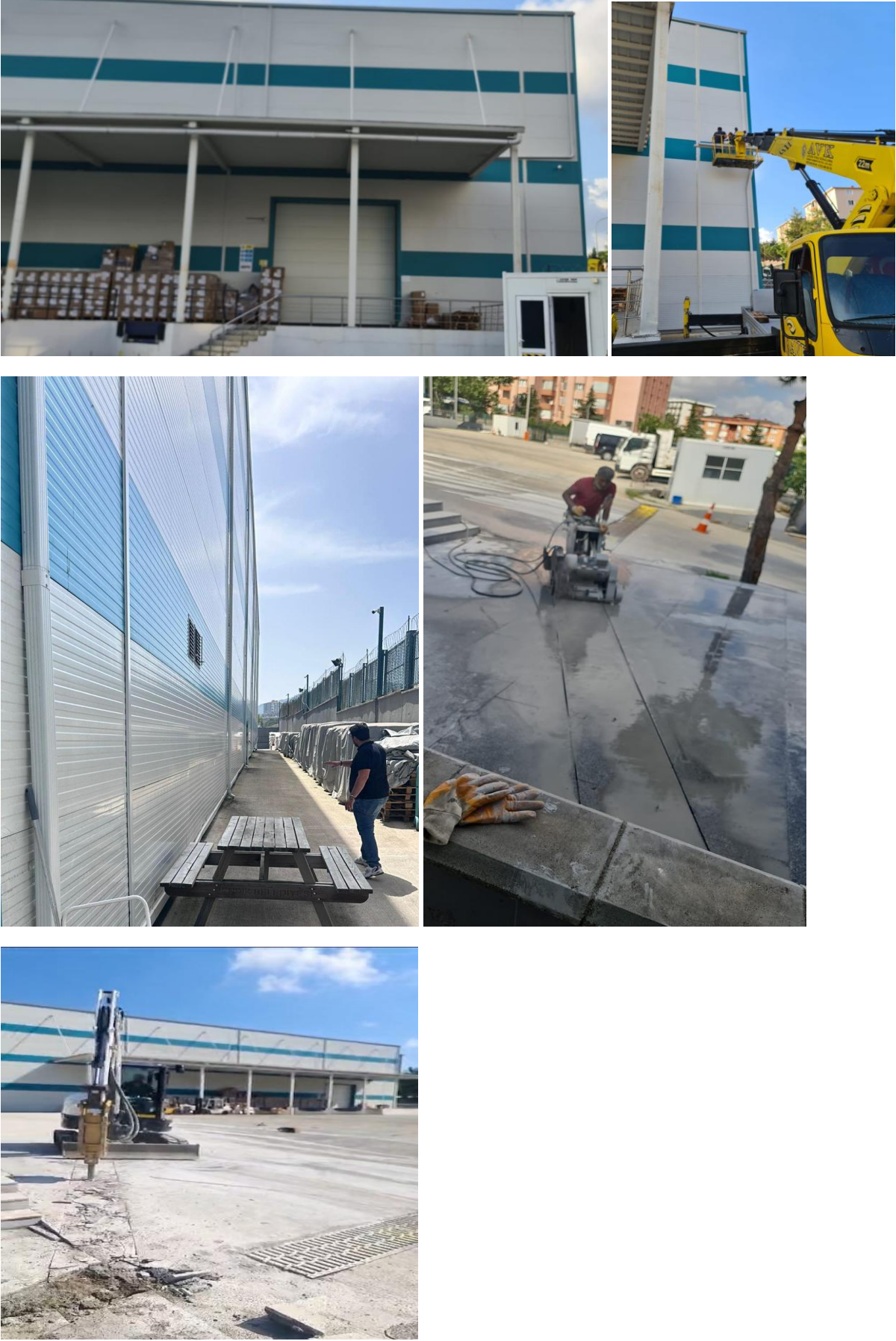
Şekil 4: Yer Altı Yağmur Suyu Toplama Sistemi Alan Hazırlığı

Kaynak: Yazarın Kendi Arşivi, 2024



Şekil 5: Yer Altı Sistemin Yüzey Kapalı Görüntüsü

Kaynak: Yazarın Kendi Arşivi, 2024



Şekil 6: Boru Sistemleri

Kaynak: Yazarın Kendi Arşivi, 2024

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin aşırı uçlardaki etkilerini günlük yaşantımızda günden güne artan bir şekilde hissetmekteyiz. Kuraklık, kıtlık, seller, düzensiz ani yağışlar insanların yaşamını derinden etkilemeye başlamıştır. Bu durum kuraklığın yüksek olduğu bölgelerde insanların daha verimli bölgelere göç etmesine ve kentlerin dinamiğinin bozulmasına neden olmaktadır. Ancak bu noktaya gelmeden önce iklimsel değişikliklere uyum sağlayabilmek için azalan su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak, mevcut sudan en verimli şekilde faydalanabilmek amacıyla yağış sularının hasat edilmesi su kıtlığı ile mücadelede en önemli araçlardan birisidir. Özellikle her türlü yağışın kıymetli olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun tarımsal, evsel ve yeraltı su kaynaklarının beslenmesi kapsamında suyun sürdürülebilirliğine katkısı oldukça yüksektir. Yağış suyu yönetimi kapsamında ele alınan yağmur suyu hasadı ile su kaynaklarından en iyi şekilde yararlanarak yeraltı sularının beslenmesi de sağlanarak özellikle zemin geçirimsizliğinin çok düşük olduğu kentsel alanlarda su döngüsüne de katkı sunulabilecektir. Bu noktada yasa koyucular tarafından yağmur sularının yeniden kullanımının, kitle iletişim araçları kullanılarak halkın konu ile ilgili farkındalığının artırılmasının ve tüketim şeklinde değişiklik yapılmasının sağlanması kaçınılmazdır.

Bu çalışma kapsamında, İstanbul Petek kentte bulunan çatı alanı ve sert zeminleri toplamı 6158 m² olan bir iş yerinden toplanan yağmur suları yer altı sistem ile depolanmıştır. Depolanan yağmur sularının, 400 m² yeşil alanın ve 12 adet kamyonet tipi aracın yıkanmasında ihtiyacı karşılayabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada sadece çatıdan gelen sular toplanmamış aynı zamanda yüzey akışı ile de sert zeminlerden gelen suların toplanmasıyla yeraltı suyunun beslenmesine destek olunmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar yıl boyu toplanan sular ile hem yeşil alanların sulanabileceğini hem de araçların yıkanabileceğini göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların suyun yaşamın kaynağı olduğu dikkate alındığında temiz su kaynaklarının tüketiminin yavaşlatılması açısından büyük önem teşkil ettiği ve yağmur suyu hasadının konutlar da dahil mikro ölçekten makro ölçeğe kadar yaygınlaştırılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adalı, S., & Yalılı Kılıç, M., (2024). Bir fabrika binasında yağmur suyu hasadının teknik ve ekonomik analizi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(3): 1177-1185.
- Butler, D., Digman, C., Makropoulos, C., & Davies, JW. (2018). *Urban Drainage*. CRC Press, London (4th ed), pp. 86-88, 91-92.
- Chen, Y., Samuelson, H. W., & Tong, Z. (2016). Integrated design workflow and a new tool for urban rainwater management. *J. Environ. Manage.* 180, 45–51. doi:10.1016/j.jenvman.2016.04.059
- CMHC, 2012. 1. Water harvesting--Equipment and supplies--Design and construction--Standards--Canada. I. Canada Mortgage and Housing Corporation, *Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems, Handbook*. ISBN 978-1-100-21183-1, pp: 128.
- Çakar, H., & Akat Saraçoğlu, Ö., (2023). Yağmur Bahçeleri: Sürdürülebilir Su Yönetimi ve Gelecekteki Potansiyeli. *Kentleşme Perspektifinden Peyzaj Mimarlığına Bakış*. Editör: Doç. Dr. Kübra YAZICI, Yayın Yeri: İksad Yayınevi, Basım sayısı: 1, Sayfa sayısı: 339, ISBN: 978-625-367-456-4, Bölüm Sayfaları: 121 -146
- Dağ, M., & Ay, M., (2024). Yağmur suyu hasadı hesabı: Çorum ili örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi*, 10(2): 334-343.
- DIN 1989-1:2001-10, 2002. DIN 1989 Rainwater Harvesting Systems - Part 1: Planning, Installation, Operation and Maintenance. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V, fbr, Darmstadt, Germany.
- Dinçer, T., Yılmaz, S., 2022. Yeşil Altyapı Sistemleri Kapsamında Yağmur Suyu Yönetimi: Malatya Kent Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4): 1088–1101, <https://doi.org/10.30910/turkjans.1177827>
- EPA, 2024. EPA Facility Stormwater Management. <https://www.epa.gov/greeningepa/epa-facility-stormwater-management> (Erişim Tarihi: 05.05.2025.)
- Eren B., Aygün A., Likos S. & 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.
- Eyni, A., Skardi, M. J. E. & Kerachian, R. (2021). A regret-based behavioral model for shared water resources management: Application of the correlated equilibrium concept. *Sci. Total Environ.* 759, 143892. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.143892

- GhaffarianHoseini, A., Tookey, J., GhaffarianHoseini, A., Yusoff, S.M., & Hassan, N.B. (2015): State of the art of rainwater harvesting systems towards promoting green built environments: a review, *Desalination and Water Treatment*, 57:95-104.
- Li, T., Zhang, W., & Huang, J.J. (2014). Integrated rainwater management planning, evaluation and implementation: Take Shanghai as an example. *J. Southeast Univ.* 30, 206–211.
- MGM, 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İklim İstatistikleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?k=undefined&m=ISTANBUL> (Erişim Tarihi: 06.02.2020).
- Mullapudi, A., Bartos, M., Wong, B. & Kerkez, B. (2018). “Shaping streamflow using a real-time stormwater control network.” *Sensors*, 18 (7): 2259. doi:10.3390/s18072259
- Nacar, T., (2020). Araç yıkama atıksularının yüzey altı yapay sulak alanlar ile arıtımı. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD, YL Tezi, sf: 59.
- Partzsch, L. (2009). Smart regulation for water innovation—the case of decentralized rainwater technology, *J. Clean Prod.* 17(11):985–991.
- Qi, Y., Chan, F. K. S., Thorne, C., O'Donnell, E., Quagliolo, C., & Comino, E. (2020). Addressing challenges of urban water management in Chinese sponge cities via naturebased solutions. *Water* 12 (10), 2788. doi:10.3390/w12102788
- Resmî Gazete, (2021). Planlı alanlar imar yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/01/20210123-4.htm> (Erişim Tarihi: 05.04.2025).
- Seçkin, Ö.B. (1998). Peyzaj uygulama tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4105, Orman Fakültesi Yayın No: 453, İstanbul
- Selimoğlu, P. & Yamaçlı, R. (2023). Sürdürülebilirlik sürecinde yağmur suyu hasadı: Sinop Üniversitesi Kuzey Yerleşkesi Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4): 854-864.
- Sevimli, A., 2021. Sürdürülebilir yağış suyu yönetimi uygulamaları: Bursa Uludağ Üniversitesi Kampüsü Örneği. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD. Yüksek Lisans Tezi, sf: 158.
- Şahin, N. & Manioğlu, G. (2011). Binalarda yağmur suyunun kullanılması. *Tesisat Mühendisliği*, 125: 21-32.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018. Su. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/su-20180222083149.pdf> (Erişim Tarihi: 04.05.2025)
- Tekinalp, M.F. & Demir, Z., (2024a). The Role of Stormwater Management in the Context of Gray, Green and Blue Infrastructure Paradigm. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 2024, 11(5):40-46.
- Tekinalp, M.F., (2024). Peyzaj mimarlığında yağış suyu yönetimi ve yağmur bahçelerinin değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD, Doktora Tezi, sf:228.
- Tekinalp, M.F. & Demir, Z., (2024b). The Potential Uses of Rain Gardens in Mitigating Nonpoint Source Pollution: An Integrative Approach *Journal of Scientific and Engineering Research*, 11(5):35-39
- Temizkan, S. & Tuna Kayılı, M. (2021). Yağmur suyu toplama sistemlerinde optimum depolama yönteminin belirlenmesi: Karabük Üniversitesi Sosyal Yaşam Merkezi Örneği. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(3); 102-116.
- Vargas-Parra, M.V., Villalba, G., & Gabarrell, X. (2013). Applying exergy analysis to rainwater harvesting systems to assess resource efficiency. *Resources, Conservation & Recycling*, Elsevier, vol. 72(C):50-59.
- Xu, J., Dai, J., Wu, X., Wu, S., Zhang, Y., Wang, F., Gao, A. & Tan, Y. (2023), Urban rainwater utilization: A review of management modes and harvesting systems. *Front. Environ. Sci.* 11:1025665. doi: 10.3389/fenvs.2023.1025665
- Yalılı Kılıç, M., & Adalı, S. (2018). Bahçeli bir konut örneğinde yağmur suyu hasadı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 4(2): 209 – 215.
- Yenigün, O. & Tunalı, M. (2022). Yağmur suyu hasadı. *Sarkaç*, <https://sarkac.org/2022/06/yagmur-suyu-hasadi/> (Erişim Tarihi: 05.04.2025).

Yılmaz, B. S., & Yücedağ, C. (2022). Sürdürülebilir Bina Tasarımı: Isparta Mesleki Eğitim Merkezi Örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(1), 71-80. <https://doi.org/10.29048/makufebed.1059635>