

Review Article	<h2 style="text-align: center;">Kent Donatısı Tasarım ilkelerinin Su Hasadı Yaklaşımı Açısından İrdelenmesi: İstanbul İli Örneği</h2> <h3 style="text-align: center;"><i>Examination of Urban Equipment Design Principles in terms of Water Harvest Approach: The Case of Istanbul Province</i></h3> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p>Ayça Yeşim Çağlayan¹ </p> <p>Beyza Er² </p> </div>
<p>Submission Date 16 / 07 / 2023</p> <p>Admission Date 30 / 07 / 2023</p>	<p>Çağlayan ,A.Y., Er, B.. (2023) Kent Donatısı Tasarım ilkelerinin Su Hasadı Yaklaşımı Açısından İrdelenmesi: İstanbul İli örneği Journal of Environmental and Natural Studies, 5 (2), 165-176.</p> <p>DOI: https://doi.org/10.53472/jenas1328353</p>
<p>How to Cite:</p>	

ABSTRACT:

Water is an indispensable element of life and is a limited resource that can be consumed in cycles. Today, the formation of impermeable surfaces with increasing urbanization and industrialization, the intense demand of the crowded population for decreasing water resources, and the water scarcity already experienced by global warming and climate change. This situation reveals the storage of water in different ways as an important solution in order to ensure the continuity of water. Recent projects have proven the contribution of the design of urban facilities to the efficient and sustainable collection and management of water, especially in terms of water management. In this context, the design of the equipment used in the urban area is of great importance in the harvesting of water, which is a natural energy.

Additional criteria that will contribute to ecosystem services should be taken into account in the design of a small-scale new generation urban reinforcement element with a roof cover of approximately 10 m in diameter in a region such as the City of Istanbul, where the population is densely populated and the square meter size of open areas has decreased due to urbanization

In the study, the volume of the warehouse, the number of reinforcements, the size of the roof surface, the holistic design of the roof surfaces, the use of hydrophobic materials on the contact surfaces, the dynamic contact surface shaped according to the changing weather conditions, the distance between the contact surface and the storage area, the alternative energy provided with rainwater harvesting. An infrastructure system that allows the integration of lightweight facilities for its resources and an infrastructure system where the construction and equipment will be planned and designed together with its surroundings are the criteria to be considered for water harvest-based designs.

KEYWORDS: *Water Scarcity, Water Management, Water Harvest, Sustainable Practices, Urban Equipment Design*

Öz:

Su, yaşamın vazgeçilmez bir ögesi olup, döngü halinde, tükenebilen, kısıtlı bir kaynaktır. Günümüzde artan kentleşme ve sanayileşmeyle beraber geçirimsiz yüzeylerin oluşması, kalabalık nüfusun azalan su kaynaklarına yoğun talebi, zaten küresel ısınma ve iklim değişikliği ile yaşanan su kıtlığını daha da arttırmaktadır. Bu durum suyun devamlılığının sağlanabilmesi için farklı yöntemlerle depo edilmesini önemli bir çözüm şekli olarak ortaya çıkarmaktadır. Güncel projeler, özellikle su yönetimi açısından kentsel donatıların tasarımının, suyun etkin ve sürdürülebilir şekilde toplanması ve yönlendirilmesindeki katkılarını kanıtlamıştır.

Bu kapsamda, kentsel alanda kullanılan donatıların tasarımı doğal bir enerji olan suyun hasat edilmesinde büyük önem taşımaktadır. İstanbul Kenti gibi, yoğun nüfusun yaşadığı, kentleşmenin etkisiyle açık alanların metrekaresine büyüklüğünün azaldığı bir bölgede yaklaşık 10 m çaplı çatı örtüsüne sahip küçük ölçekli yeni nesil bir kentsel donatı elemanının tasarımında, ekosistem hizmetlerine katkı sağlayacak ek kriterler dikkate alınmalıdır.

¹ **Corresponding Author Yetkili Yazar:** (İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, 34473, İstanbul, ayesim@iuc.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9681-6228>)

² beyzs.4500@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-0467-4328>

Yapılan çalışmada, depo hacmi, donatı sayısı, çatı yüzeyi büyüklüğü, çatı yüzeylerinin bütüncül tasarımı, temas yüzeylerinde hidrofobik malzeme kullanımı, buharlaşmayı önleyici yüzey kullanımı, değişen hava şartlarına göre şekil alan dinamik temas yüzeyi, temas yüzeyi ile depolama alanı arasındaki mesafe, yağmur suyu hasadı ile birlikte sağlanan alternatif enerji kaynakları için hafif tesislerin entegrasyonuna imkan veren konstrüksiyon ve donatının çevresiyle beraber planlanıp tasarlanacağı bir altyapı sistemi, su hasadı tabanlı tasarımlar için düşünülmesi gereken öğelerdir.

Anahtar Kelimeler: *Su Kıtılığı, Su Yönetimi, Su Hasadı, Sürdürülebilir Uygulamalar, Kentsel Donatı Tasarımı*

1. GİRİŞ

Su, yaşam için esas olan, doğal döngüsü bozulduğunda tükenebilen kısıtlı bir kaynaktır. Tarih boyunca, önceleri bu kısıtlı kaynağı gelişen medeniyetlerinin çekirdeği olarak ele alan uygarlıklar, farklı nedenlerle yerleşik konumlarını değiştirdikçe suyu da yerleşim alanlarının içine taşıyacak sistemleri geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu sistemler açık alan kullanımlarının planlanmasında ve tasarlanmasında yönlendirici olmuştur. Günümüzde de kullanılabilir suya ulaşım şekilleri, gelişen teknolojiyle beraber artmış ve çeşitlenmiştir. Geliştirilen bu teknikler de tasarımlarımıza yön vermeye devam etmektedir.

Kentleşmenin getirdiği tasarım anlayışıyla artan geçirimsiz yüzey, zaten küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle tükenme tehlikesinde olan suyun doğal döngüsünü zorlaştırmakta, hatta ortadan kaldırmaktadır. Bu durum, günümüzde yaşanan iklim krizi nedeniyle ortaya çıkan su kıskıtı ortamında, özellikle yağmursuyu gibi tatlı su kaynaklarına erişimin önemini arttırmaktadır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008).

Su yönetimi; bütün canlıların ve sektörlerin taleplerini dikkate alarak, su kaynaklarından en fazla faydayı sağlayacak politika geliştirme, planlama, kalite koruma, yatırım, izleme, denetim, yaptırım ve koordinasyon faaliyetlerinin tümüdür (Cumali, 2017). Amaç, yeni su kaynaklarına erişim ve suyun etkin kullanımı ile suyun sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Kurak veya yarı kurak bölgelerde akarsular veya kuyular gibi su kaynaklarından verim alınmadığı zamanlarda yeni su kaynaklarına erişim yollarından biri su hasadıdır. Su hasadı, yağmur suyunu çeşitli kullanımlar için depolamayı da kapsamaktadır. (İncebel, 2012).

Güncel büyük ölçekli kentsel tasarım projeleri, geleneksel anlayışla, kent kimliği, konfor, güvenlik, fonksiyonellik, estetik, mekan oluşturma gibi tasarımsal özellikler açısından tasarlanan kent donatılarının, ekosistem hizmetlerine katkı sağlayan su hasadı işlevi açısından da önemini ortaya koymaktadır. Çalışmada su hasadı amaçlı tasarlanan büyük ölçekli kentsel donatı tasarım proje örnekleri tasarım kriterleri açısından incelenerek, geleneksel tasarım yaklaşımları ile karşılaştırması yapılmış ve İstanbul İli için yeni nesil küçük ölçekli bir kent donatısının tasarım kriterleri açısından tartışılmıştır.

2. KENTSEL MEKANDA SU DÖNGÜSÜ VE YÖNETİMİ

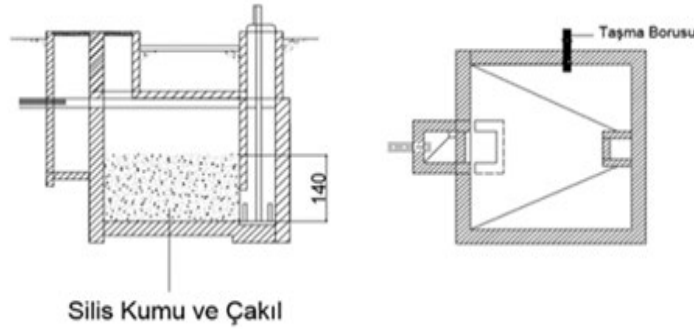
Dünyada toplam su varlığı yaklaşık 1,4 milyar km³'dir. Yeryüzündeki tatlı su miktarı % 2,5 (35 milyon km³) oranındadır. Fakat tatlı suyun sadece %0,03 (105.000 km³) ü insan kullanımına uygundur. Dünyadaki nüfus artışı ile kullanılabilir su miktarının talebi karşılayamayacağı seviyelere gelmesiyle su kıtlığı yaşanmaktadır ve bu sorun gelecekte de önemini artırarak koruyacaktır (UNESCO Dünya Su Programı) (Konyalı ve Dereli,2020). İlk olarak 1970 yılında uluslararası kamuoyunda suyun bir insan hakkı olduğu vurgusu, çalışmalarının odağını etkin su kullanımı ve alternatif su kaynaklarının geri kazanımının oluşturduğu FAO, IWMI ve ICID (Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Teşkilatı, Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü, Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu) gibi uluslararası kuruluşların da gündemini oluşturmaktadır (Çakmak ve Gökalp, 2011). Küresel çapta adını duyuran büyük ölçekli kentsel tasarım projeleri, sayıları az olsa da bu veriler altlığında tasarımlarını oluşturmayı hedeflemektedir.

Bilindiği gibi, kentsel mekanlar, caddeler, meydanlar gibi kamu erişiminin ve kullanımının esas olduğu alanlardır ((Ümütlü, 2020). Nüfus artışı, ülkelerin değişen üretim politikaları ve şehircilik anlayışı, kentsel mekanların planlama ve tasarım yaklaşımlarını da etkilemiştir. Çok fonksiyonlu, geniş metrekarelerde geçirimsiz yüzeylere sahip kentsel mekanlarda özellikle yapısal malzeme ve konstrüksiyonların kullanımı artmıştır. Artan geçirimsiz yüzeyler (binalar, betonarme yapılar, su geçirimsiz yüzeyler vb) suyun doğal döngüsündeki akış, birikim ve tekrar döngüye katılım sürecinde bozulmalara ve zaten iklim krizi nedeniyle oluşan su kıtlığında tatlı suya erişimi daha da zorlaştırmaktadır (Sert, 2013). Bu karmaşık sorunun (wicked problems) çözümü, alternatif yeni tatlı su kaynaklarını oluşturulmasıdır (Çakmak ve Gökalp, 2011) Bu kapsamda, su hasadı, özellikle kurak- yarı kurak alanlarda toprak ve suyun korunmasında ve yağıştan etkin yararlanmayı sağlayan önemli bir yöntem haline gelmiştir (İncebel,2012).

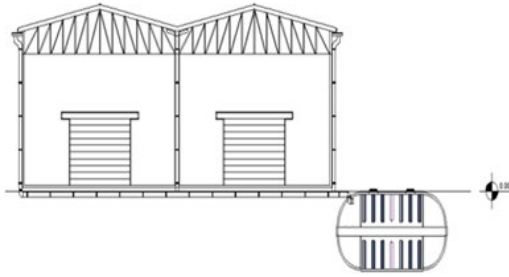
2.1. Yağmur Suyu Hasadı ve Depolama Yöntemleri

Su hasadının alt başlığı olarak incelenen yağmur suyu hasadı; yoğun yağış dönemlerinde tatlı suyun tutularak depolanması veya toprağa emdirilmesiyle yağışın az olduğu dönemlerde kullanılmasını, toprağın kaybettiği suyu tekrar kazandırılması ve suyun verimli kullanılmasını amaçlar. Yağmur suyunun döngüde kalması, tutulması, enterpilasyonun yavaşlatılması esas stratejilerdir. Yağmur suyunu depolama, su hasadı yöntemlerinden biri olup, kullanılan yapı açısından sarnıç yöntemi ve depo (tank) yöntemi olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Sarnıç yönteminde, yağmur suyu, çatı, kayalık vb. alanlarda toplanarak yüzeyel akış ile ihtiyaç duyulan

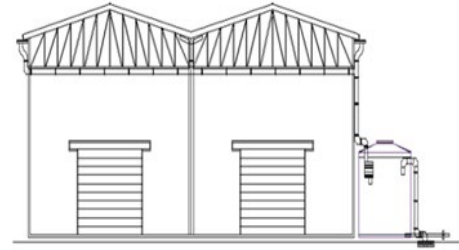
alana yönlendirilirken (Şekil 1) diğer yöntemde ise yağmur suyu yer altı veya yer üstünde yerleştirilmiş harici bir tankta depolanmaktadır (Şekil 2 ve 3) (Geben, 2023).



Şekil 1. Sarnıç Yöntemi: Sarnıç Düşey Kesiti ve Planı (Geben, 2023)



Şekil 2. Yer Altı Depo tank Sistemi (Geben, 2023)



Şekil 3. Yer Üstü Depo (Tank) Sistemi (Geben, 2023)

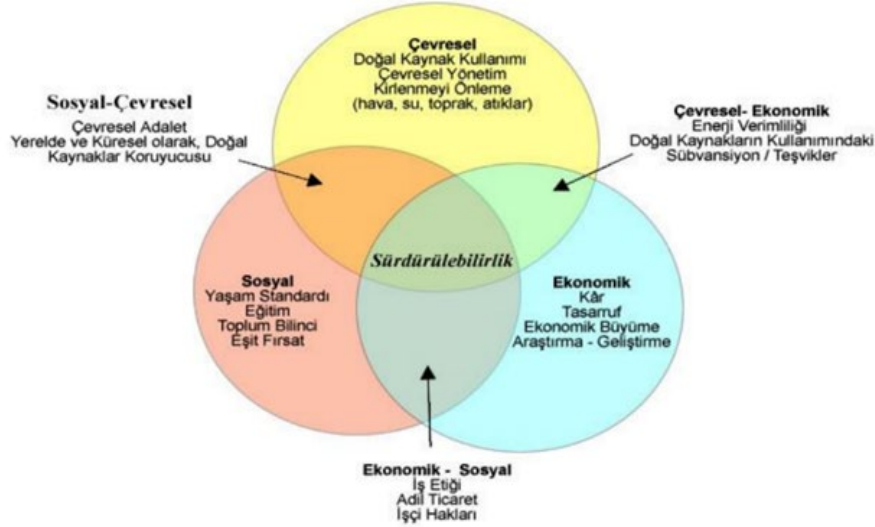
Tablo 1 Yağmur Suyu Hasadının Üstünlükleri ve Zayıf Yönleri (Tanık, 2017)

Yağmur Suyu Hasadının Avantajları	Yağmur Suyu Hasadının Dezavantajları
<ul style="list-style-type: none"> +Projenin büyüklüğü ile orantılı maliyet değişikliği (Düşük <u>yatırım ve işletme maliyeti</u>) +<u>İnşaat</u> ve işletim kolaylığı +<u>Mevcut su sistemleri</u> (Kanalizasyonlar, Su Kanalları vb.) ile <u>bütünleştirilebilme</u>, +<u>Sistem adaptasyonunda</u> kolaylık +Diğer su temin istasyonlarına göre <u>çevreye olumsuz etkilerinin</u> azlığı +Elde edilen <u>suyun bedelsiz oluşu</u> +Elde edilen suyun diğer temin şekillerine göre daha az işleme gerek duyması/ Elde edilen su daha kaliteli olması,, arıtmaya gerek duyulmadan kullanılabilmesi +<u>Acil durumlarda</u> (Deprem, Ani susuzluk vb) kullanılabilmesi, +Yüzeysel akışla oluşacak <u>sel riskini azaltmaya yardımcı</u> olması. 	<ul style="list-style-type: none"> -Yağışlardaki belirsizliklerin sistemin güvenilirliğini azaltması, -Sorumluluğun sistemin sahibine ait olması nedeniyle kontrolün sağlanamaması -Tekil/ bireysel su toplama sistemlerinin yaygınlaşmasıyla diğer kurumların kazanç oranında düşme -Su toplama alanlarındaki (tanklar, depolar vb.) güvenlik yetersizlikleri nedeniyle oluşan hayati tehlikeler -Tanklar veya depoların konulması gereken alanlarda görsel kirliliğin oluşması

Tablo 1 de avantajları ve dezavantajları sunulan yağmur suyu hasadı özellikle iklim şartları nedeniyle bakım ve sulama sorunun yaşandığı kentsel alanlarda tercih edilmektedir (Tanık, 2017).

3. KENTSEL DONATILARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE TASARIM YAKLAŞIMLARI

Kent donatılarındaki tasarımlar sürdürülebilirlik bağlamında, yenilenebilir kaynakların tüketilmeden en uygun düzeyde doğal döngüyü bozmadan oluşturulması, yenilenemeyen kaynakların ise yeniden dönüşümü gibi unsurları içerisinde barındırmalıdır (Şekil 4), (Aslan, 2018).



Şekil 4. Sürdürülebilirlik Şeması (Aslan, 2018)

Mekanın karakterini, toplumun kültürel, sosyal ve ideolojik yapısını yansıtan (Perçin, 2023) kentsel donatılar artık ülkenin iklim sorunlarına çözüm üretme stratejilerinin de göstergesidir. Kullanım amacı ve uygulandığı alanlara göre zemin kaplamaları, oturma birimleri, aydınlatma, üst örtü ve oyun alanları elemanları (Abdurrahmanoğlu, 2014) geçici/sürekli veya işlevsel kullanım açısından sınıflandırılmaktadır (Ghorab, 2015; Kunter ve Kaya, 2019). Donatılar, malzeme (beton, çelik, cam vb.) ve konstrüksiyon açısından kullanılabilirlik, ergonomi, güvenlik, bakım, kalite ve dayanıklılık, hafiflik, bakım kolaylığı, estetik, süreklilik, taşınabilirlik, doğa dostu, ekonomik ve özgünlük kriterleri dikkate alınarak tasarlanmaktadır (Feyizoğlu, 2008; Perçin, 2023). Diğer taraftan özellikle enerjiyi dönüştüren malzeme kullanımları mekanların sürdürülebilirliğine katkısı açısından yeni nesil donatılarda ön plana çıkmaktadır (Ekşi, 2019).

4 . MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamından su yönetimi ve kent donatı tasarımı konuları alt başlıkları ile ilgili literatür araştırmaları incelenmiş. elde edilen bulgular sonucunda geleneksel kent donatıları tasarım ilkeleri, yağmur suyu depolama açısından uygulanmış büyük ölçekli kentsel tasarım proje örnekleri ile karşılaştırılmış, işlevlerine ve yağmur suyu kullanım alanlarına göre incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda uygulanabilecek tasarımın karşılaması gereken tasarım kriterleri belirlenmeye çalışılmış ve örnek alan seçilen İstanbul İli için depo hacim hesabı ile su hasadı yaklaşımıyla küçük ölçekli bir kent konatısının sahip olması gereken kriterler ortaya konmaya çalışılmıştır.

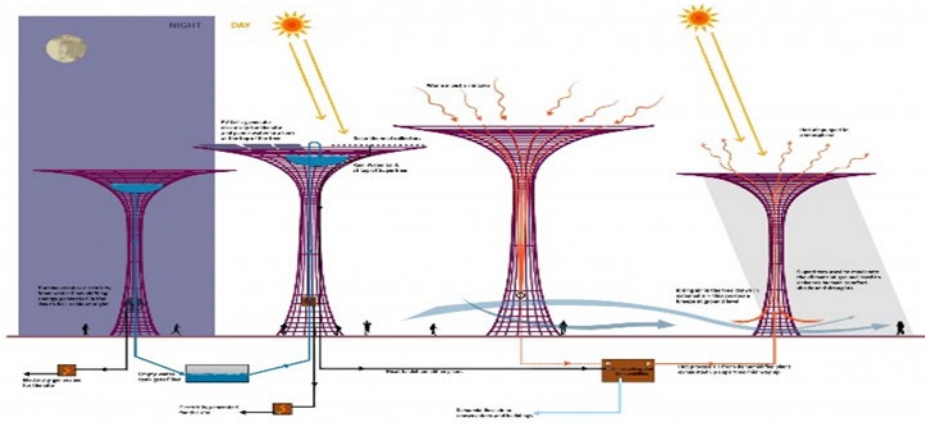
4.1.. KENT ÖLÇEĞİNDE YAĞMUR SUYU TOPLAMA YAKLAŞIMIYLA UYGULANMIŞ PROJE ÖRNEKLERİ

4.1.1.Körfez Bahçeleri (Gardens by the Bay)

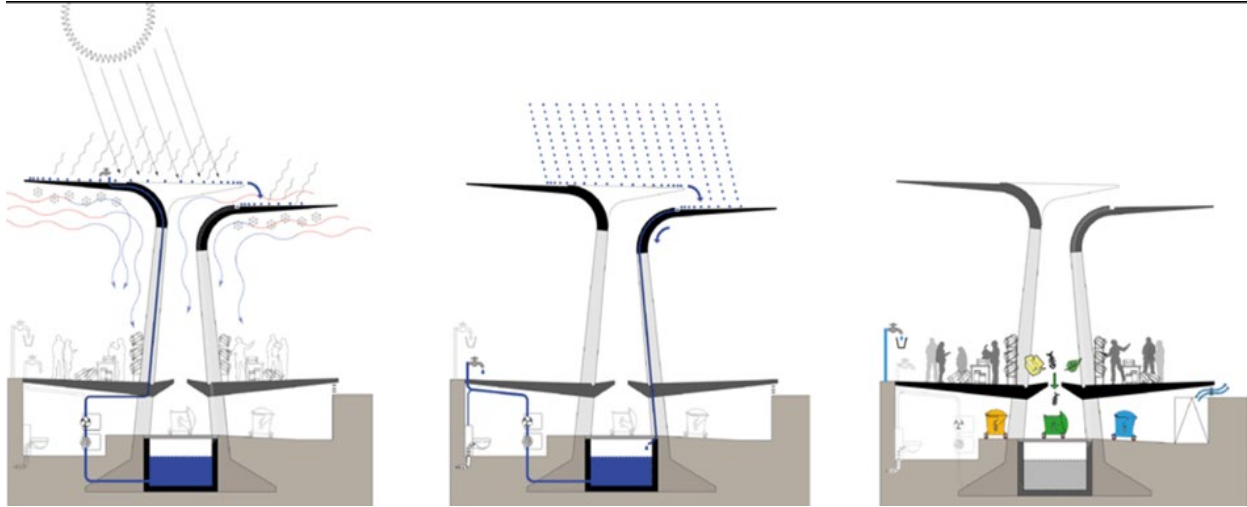


Proje Singapur'un merkez bölgesinde 3 körfez bölgesinden biri olan doğu körfezinde yer almaktadır. Kentin yeşil akciğeri konseptiyle tasarlanan bu proje, yoğun nüfusa sahip bir deniz yerleşimi olan ada ortamında, olası kıyı erozyonuna, değişen hava koşullarının neden olabileceği taşkınlara ve sıcak iklim nedeniyle oluşan su kıtlığına çözüm üretmek amacıyla geliştirilmiştir (Şekil 5 ve 6) (Crea.Tips,2017; Gardens Bay The Bay, 2023).

Şekil 5. Körfez Bahçelerine ait bir görsel (Gardens Bay The Bay, 2023)



Şekil 6. Singapur- Süper ağaçların konstrüksiyonuna ait görünüş (Crea.Tips, 2017)



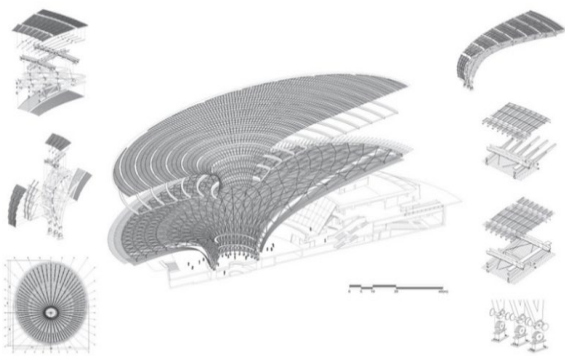
Şekil 10. Kazablanka-Sürdürülebilir Pazar Kanopi Şeması 8 (Frearson, A.2012)

4.1.4. Terra/Sürdürülebilir Pavilion (Terra-The Sustainability Pavilion)

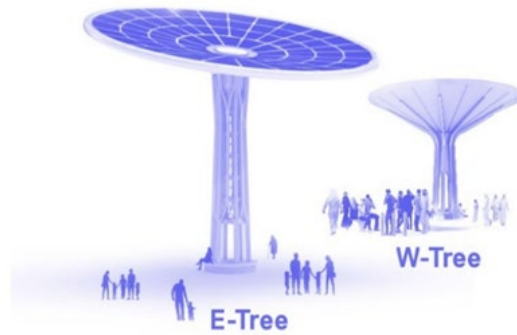


Dubai’ de yer alan projenin tasarım konseptini karmaşık doğal süreçlerden oluşan Fotosentez olgusu oluşturmaktadır. Oluşturulan yapı, zorlu bir çöl ortamında sürdürülebilir bir yaşam için alternatif sunmaktadır. Yapının araziyle fiziksel ve kültürel etkileşimi tasarımda yönlendirici olmuştur (Şekil 11, 12 ve 13).(GRIMSHAW, 2023).

Şekil 11. Terra/Sürdürülebilir Pavilyon (GRIMSHAW, 2023).



Şekil 12. Dubai-Terra/Sürdürülebilir Pavilyon Planı (GRIMSHAW, 2023)



Şekil 13. Dubai-Terra/Sürdürülebilir Pavilyon Planı E-tree/W-tree (GRIMSHAW, 20)

4.2. Yağmur Suyu Hasadının Hesaplanması

Öneri tasarısı için oluşturulabilecek alanların kurak/yarı kurak bölgeler olduğu varsayılmış ve bu bölgelerde su kaybını önlemek amaçlanmıştır.

Hasadın yapılacağı bölgede yağış miktarı ve karakteristiği büyük önem arz etmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış karakteristiği genel anlamda; yüksek yoğunluklu, kısa süreli ve değişken frekans ve büyüklükte olup düzensizlik göstermektedir. Bu anlamda su hasadı bu bölgeler için su kıtlığını önleme adına önemlidir.

Su hasadı için donatıda kullanılacak su deposunun hacmi öncelikli kriterdir Yağmur suyu hasat miktarının hesaplanmasında çatı katsayısı, filtre etkinlik katsayısı, konuma ait yıllık yağış miktarı ve hasadın yapılacağı toplama alanı gibi verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Üstün ve ark, 2020).

Çalışmada, yağmur suyunu depolayabilen küçük ölçekli bir kentsel donatı elemanının sahip olması gereken tasarımsal özellikler örnek coğrafi bölge kapsamında araştırılmıştır Bu kapsamda, İstanbul kenti için tasarlanabilecek bir kentsel donatı elemanının tasarımı irdelenmiştir. Karadeniz ile Akdeniz arasında bir geçiş iklimine sahip İstanbul ili karasal-nemsiz alize rüzgârları ile denizsel-nemli-yağışlı batı rüzgârlarının sınırındadır. Marmara bölgesinin en çok yağış alan şehirleri arasında olsa da en yüksek sıcaklık +40 derece, en düşük sıcaklık ise -11 derece ile, sıcaklık farklarının ve aylara göre su açıklarının yaşandığı bir bölgedir (Gürel ve Gündüz, 2011). Çalışmada, yarı kurak ve kurak iklim tipine sahip bölgelerin ihtiyaç duyduğu suya erişimlerini kolaylaştırmak ve yüzeysel akışla kayba uğrayacak suyun kent içerisinde kullanımını sağlayacak donatıların depo hacimleri formülü kullanılmıştır. Depo hacmine ilişkin hesaplama İstanbul iline ait veriler dikkate alınarak yapılmıştır.

$$\Sigma W = A \times M \times \alpha \times \beta / 1000$$

ΣW : Toplam Yağmur Suyu Hasadı (m³)

A: Yağmur Suyu Toplama Alanı (m²)

M: Yağış Miktarı (mm)

α : Çatı Katsayısı (0,8)

β : Filtre Etkinlik Katsayısı (0,9)
(Üstün ve ark, 2020).

5. BULGULAR

5.1. Yağmursuyu Toplama Yaklaşımına Göre Uygulanan Projelerin Tasarım Özellikleri

Kentsel donatı elemanların geleneksel anlayışla tasarımında, kimlik, konfor, estetik, güvenlik, bakım gibi tasarımsal kriterler ön plana çıkmaktadır. Bu kriterler, daha çok, eylemin yapılmasına imkan sağlayan, görsel algıyı uyaran ve antropometrik ölçülerin dikkate alındığı bir tasarım sürecini kapsamaktadır. Önemi önceki bölümlerde de vurgulanan su hasadı için dikkate alınması gereken kriterler, uygulanan proje örnekleri açısından incelendiğinde ekosistem hizmetlerine katkısı açısından dikkate alınması gereken farklı parametrelerin söz konusu olduğu görülmektedir (Tablo 2)..

Tablo 2. Uygulanan proje örneklerinin tasarım kriterleri

Proje Adı	Proje Yeri	Proje Yılı	Konstrüksiyon I tasarım	Ekosistem hizmetlerine katkı	Su hasadı yöntemi	Mimari Fonksiyon alanı
Körfezdeki Bahçeler (Gardens by The Bay)	Singapur	2012	İnsan ölçeğini aşan boyutta ağaç görünümlü formlar /Ters Konik form /Solar panellerin kullanımı	yağmur suyu toplama, güneş enerjisi elde etme alan içerisinde bulunan kış bahçeleri ile entegre, hava egzoz hazneleri olarak işlevlendirilme		yürüyüş alanları vb. aktivite noktaları
Sürdürülebilir Pazar Kanopisi ((Casablanca	Kazablanka /Fas	2012	üst üste bindirilmiş yapraklar	tuvalet ve pazar alanı temizliğinde kullanılması	Yağmur Suyunun kademeli olarak aktarılması	Gölge alan ve barınak

Sustainable Market Square)					ve yer altı depolarında toplanması	
Kavşak Park Pavilionu (Confluence Park River Pavilion)	San Antonio bölgesi/Amerika Birleşik Devletleri	2018	Tonoz biçimli pavilyon Açık sistemde iletilen su ögesi (Misa, 2019).	park içerisinde birincil su kaynağı oluşturma /proje alanı içerisindeki eğitim seralarındaki su ihtiyacını karşılamak	Yağmur Suyunun akışını yönetme ve zemindeki gidere aktarılarak suyun iletilmesi	su deneyimi atölyesi Eğitim ve deney laboratuvarı
Terra/Sürdürülebilir Pavilion (Terra-The Sustainability Pavilion)	Dubai	2021	Yağmur perdesi ile kaplanmış gabion ve çanak formulu pavilyon	kendi enerji kaynaklarını oluşturma kurak-çöl ikliminde su ihtiyacını karşılama güneş enerjisini dönüştürme çiğ toplama		gölge alan

Bu kriterler, yağmur suyunun akışını ve miktarını etkileyen yağmur suyunun temas yüzeyinin büyüklüğü, temas yüzeyi ve depolama alanı arasındaki mesafe, suyun akışını hızlandırma ve suyun temas yüzeyinde emilmesini engelleyecek olan hidrofobik malzemelerin kullanımı, yağmurun yağış yönüne göre yön değiştirebilecek olan dinamik temas yüzeyi, yağmur suyu hasadı ile beraber alternatif enerji kaynaklarını sağlayacak hafif tesislerin entegrasyonuna imkan veren konstrüksiyondur. Diğer taraftan, suyun etkin kullanımı, yağmur suyunun eldesi ile depolanan suyun kalitesinin iyileştirilmesi ve özellikle yakın çevrede yer alan yeşil alanların sulanmasında basınçlı sulama yönteminin kullanılarak su tasarrufunun sağlanabileceği bir sistemin kurulmasıdır. Bu durum, kentsel donatı elemanının tekil planlanma ve tasarlanmasından çok fiziksel çevre ile birlikte planlanma ve tasarlanmasını gerektirmektedir. Bu gereklilik, donatının çevresiyle beraber düşünülerek kurulacak bir altyapı sistemini (tesisini) kapsamaktadır.

6.1.Kent Donatısı İçin Yağmur Depo Hacminin Belirlenmesi

Çalışmada, İstanbul ili için yapılacak bir kentsel donatı tasarımında ortalama bir yüzey büyüklüğü esas alınarak İstanbul yağış durumu göz önünde tutularak bir yağmur depo hacmi hesabı ve yağmur hasadı hesabı yapılmıştır. İstanbul ilinden elde edilecek yıllık su miktarı (yapının çatı çapı 10 m olarak alınmıştır. İstanbul için yıllık ortalama yağış miktarı= 672,8 olarak alınmıştır (MGM, 2021) 36,3312 m³ olarak belirlenmiştir. Üst örtü tasarımında hedef, yağmur suyunun en etkin şekilde toplanmasıdır. Yıllık yağış miktarını karşılayacak olan ve metrekare başına düşen 99,2 Lm-2 lik en fazla yağış alan Aralık ayı dikkate alındığında depo hacmi 5,5 m3.olarak hesaplanmıştır.

7.SONUÇ

2020 yılında 1.346 m³ kişi başı kullanılabilir tatlı su miktarıyla su stresi yaşanmakta olan ülkemizde (Yalılı Kılıç ve ar. 2023), en önemli çevre sorunu olan iklim değişikliği nedeniyle yaşanan su kıtlığına çözüm alternatifleri oluşturularak su kaybının önlenmesi amacıyla etkin su yönetimi olanaklarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede yeni tasarım öğelerinin bu amaç doğrultusunda geliştirilmesi ve teşvik edilmesi ilgili çalışmalar arttırılmalıdır. Tavsan ve ark. (2022) inin de ifade ettiği gibi yağmur suyunun toplanması ile elde edilen su, harici kullanımlar ve içme suyu olarak kullanılabilen, suyun sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından da katkı sağlamaktadır. Ancak genellikle gerçekleştirilen projeler, gerek yatırım maliyetleri gerekse metrekare açısından oldukça büyük ölçekli tasarımlardır. Bu durum sağlanan su tasarrufunu ve enerjiyi miktarını arttırsa da uygulamaların yaygınlaştırılmasını azaltmaktadır. Diğer taraftan küçük ölçekli kentsel donatı elemanları (yağmur barınakları, üst örtü elemanları vb.) su yönetimine katkısı açısından pek dikkate alınmamaktadır. Oysa özellikle insan ölçüsündeki kentsel donatı elemanlarının kullanım sıklığı düşünüldüğünde, küçük ölçekteki kentsel donatı elemanlarının sağlayacağı su hasadı potansiyeli dikkate değerdir. Bu durum küçük ölçekli donatıların tasarım kriterleri ve işlevlerine ilişkin daha detaylı araştırmaların yapılmasının önemini ortaya koymaktadır. Perçin (2017) ve Kuter ve Kaya (2019)' nın da vurguladığı gibi açık kamusal alanlar için tasarlanan elemanların; mimari fonksiyon, çevreyle uyum, kimlik oluşumu, estetik, güvenlik ve konfor şartlarını dikkate alan kalite standartlarını sağlayan tasarım kriterlerini taşımasının yanında, çevreye zarar vermeyecek ve vandalizmden en az etkilenen malzeme, form, kullanım vb. özellikte olması gerekir. Ancak günümüz çevre sorunlarına yaratıcı ve inovatif tasarımsal çözüm önerilerinin getirilmesinin zorunluluğu açısından bu kriterler yeterli değildir. Yeni nesil kentsel donatı elemanlarının ekosistem hizmetlerine katkı sağlayacak tasarım özelliklerine sahip olması kaçınılmazdır. Ekosistem hizmetlerine katkı sağlayacak su hasadı tabanlı ürün tasarımlarının kentsel

mekanlarda kullanımı, alternatif su kaynaklarının oluşturulması açısından önemli bir potansiyel olarak değerlendirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Burada önemli olan geleneksel tasarım anlayışındaki tasarım kriterlerine ek olarak su hasadında etkili olan parametreleri ön planda tutan ve ürün tasarımında akışkanlar dinamiğine göre şekillenen bir biçim arayışı ve anlayışı hedeflenmelidir.

İstanbul ilinde elde edilecek yıllık su miktarı, donatının yağmur suyunun temas yüzeyini oluşturan çatı çapı 10 m ve yıllık ortalama yağış miktarı 672,8 olarak alındığında (MGM, 2021), yaklaşık 36.3312 m³tür. Yıllık yağış miktarını karşılayacak olan ve metrekaşe başına düşen 99,2 Lm-2 lik en fazla yağış alan Aralık ayı dikkate alınarak hesaplanan depo hacmi ise 5,5 m³tür. Depo hacminin belirlenmesinin yanında üst örtü tasarımı, yağmur suyunun etkin şekilde toplanmasında en önemli kriterdir Yağmur suyunun temas yüzeyinin büyüklüğü ile beraber temas yüzeyinde hidrofobik malzemelerin kullanımı buharlaşmayı engelleyen bir üstörtü (Temizkiran, 2020) değişen hava şartlarına göre şekil alan dinamik temas yüzeyi, temas yüzeyi ile depolama alanı arasındaki mesafe, yağmur suyu hasadı ile birlikte sağlanan alternatif enerji kaynakları için hafif tesislerin entegrasyonuna imkan veren konstrüksiyon ve donatının çevresiyle beraber planlanıp tasarlanacağı bir altyapı sistemin (tesisinn) oluşturulması, su hasadı veriminin artırılmasını sağlayacaktır. Yakın mesafelerin oluşturulmadığı alanlar için, donatı elemanının alandaki sayısının artırılması ve herbir donatı elemanının çatı yüzeyinin birbiriyle entegre edildiği çatı sisteminin kurulması, kademeli ve farklı yönlerde oluşturulan eğimli tasarımlarla yağmur suyunun yağış şiddetinin etkisinin azaltılmasını sağlayarak suyun kontrolünü kolaylaştıracaktır (Tavşan, Bahar ve Tavşan, 2022). Diğer taraftan yağmur suyunun toplanmasının bir amaç olarak ele alındığı donatıların, bakım, onarım, taşınabilirlik ve monte kolaylığı gibi tasarım kriterleri de düşünülmelidir. Depo veya tankın bir kent donatısı tasarımına entegre edilmesi, güvenlik yetersizlikleri nedeniyle oluşan hayati tehlikelerin önlenmesini sağlayacağı gibi, mekanda görsel kirliliği de ortadan kaldıracaktır.

Özetle kurak veya yarı kurak iklim tipine sahip bölgelerde yüzeysel akış ile kaybolan yağmur suyu, kentsel donatı elemanlarının geliştirilen tasarım özelliklerinin katkısıyla en yüksek verimle hasat edilebilecek ve ihtiyaç duyulan alanlarda etkin kullanımı sağlanabilecektir. Bu kapsamda kent içerisinde geçirimsiz yüzeylerin bulunduğu alanlarda hem kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılama hem de sürdürülebilir bir tasarım yaklaşımıyla kentsel ekosistem hizmetlerine katkı sağlaması adına özellikle küçük ölçekli kentsel donatı elemanlarının tasarım çalışmalarının yaygınlaştırılması hedeflenmelidir. Böylece büyük çapta projelerin yapılamayacağı ancak komşuluk ünitesi açısından mahalle ve bina ölçeğine hitap edebilecek veya benzer boyutlardaki alanlarda kullanılacak kentsel donatı elemanlarının projelendirilmesi ile kamusal açık alanların kullanılabilir su ihtiyacını karşılayan mekanların oluşturulması mümkün olabilecektir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Bu makalede yazarlar veya üçüncü kişilerle olası çıkar çatışmaları bulunmamaktadır.

Etik Kurul İzni: Bu makalede etik kurul iznine gerek bulunmamaktadır.

Finansal Destek: : Bu makalede finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

Abdurrahmanoğlu, A.(2014). *Kent Mobilyaları Tasarımında Sürdürülebilirlik Açısından Enerji Kaynakları*, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enstitü,İstanbul.

Aslan, M.(2018) *Ekolojik Tasarım Açısından Kent Mobilyalarında Ahşabın Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü.-C. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İstanbul.

Crea.Tips, 2017..<http://crea.tips/doga/super-agaclar-singapurun-iklim-degisikligi-icin-aldigi-onlemi-gordunuz-mu/> (Erişim tarihi: Mayıs 2023)

Çakmak, B.,Gökalp, Z. (2011). İklim değişikliği ve etkin su kullanımı, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4 (1): 87-95, 2011 ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İSTANBUL YILLIK ALANSAL YAĞIŞ MİKTARI <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilcele> istatistik.aspx?k=H&m=ISTANBUL (Erişim tarihi: Mayıs 2023)

Ekşi, M. (2019). İ.Ü-C. Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Malzeme Bilgisi Dersi Basılmamış Ders materyali

Feyizoğlu, S. (2008). *Kent Mobilyalarının Kentisel Mekanlarda Yeri ve Oluşum Süreçlerinin İrdelenerek Sınıflandırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Frearson, A.(2012). <https://www.dezeen.com/2012/11/23/casablanca-sustainable-market-square-by-tomdavid-architecten/>(Erişimtarihi:Mayıs 2023)

Gardens Bay The Bay, 2023.<https://www.gardensbythebay.com.sg/en/about-us/our-gardens-story/sustainability-efforts.html> (Erişim tarihi: Mayıs 2023)

Geben, M.(2023). *Yağmur Suyu Toplama sistemi Tasarımı ve Yağmur suyunun Kullanımı: Sektörel Uygulama Örneği*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Ghroab, P.(2015). *Kent Mobilyalarının Temel Tasarım İlkelerine Göre Değerlendirilmesi* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

GRIMSHAW, 2023. <https://grimshaw.global/projects/culture-and-exhibition-halls/dubai-expo-2020-sustainability-pavilion/> (Erişim tarihi: Mayıs 2023)

Gürel, A., Gündüz, A.E (2011): İstanbul'un Ekolojik Yapısı Üzerine Bir Araştırma, Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı 1, Aralık 2011, ISSN 2146-6017

İncebel, C.(2012). *Alternatif Su Kaynaklarının Endüstriyel Kullanıma Kazandırılması İçin Çatı Yağmur Suyu Hasadı: Ostim Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kınacı, C. (20017) Su Yönetiminde Temel Kavramlar ve Bileşenler, Türkiye'de Su Yönetimi http://cdn.istanbul.edu.tr/statics/subilimleri.istanbul.edu.tr/wpcontent/uploads/2017/09/SU_BILIMLERI_FAK_ACILIS_DERSI_22.09.2017.pdf

Konyalı Dereli, C.(2020). *Su Duyarlı Kentisel Tasarım Yaklaşımı Kapsamında Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi: Edirne Kent Örneği*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne. .

Kuter, N.,Kaya, Z.(2019). Kentisel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi: Çankırı Örneği, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(1): 81-96.

Misa)2019). *Confluence Park: A Confluence of Watershed and Conservation*.(Erişim tarihi: Mayıs 2023) <https://modernsanantonio.com/confluence-park-confluence-watershed-and-conservation>

Pamuk Mengü, G., Akkuzu, E. (2008). Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2):75-85

Perçin, M.H. , *Peyzaj Konstrüksiyonu 2 Ders Notları*, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara. <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=3373>, (Erişim Tarihi: 14.07.2023)

Sert, E.(2013). *Enerji Etkin Peyzaj Tasarımında Yağmur Suyu*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.

Tanık, A. (2017) "Yağmur Suyu Toplama, Biriktirme ve Geri Kullanımı" Su Kaynakları ve Kentler, Sağlıklı Kentler Birliği Kahtamanmaraş Konferansı Konferansı, Konferans Kitapçığı, 25-27 Ekim 2017, Sf.28-35.

Tavşan, F., Bahar, Z., Tavşan, C. (2022). Sürdürülebilirlik Kapsamında Yağmur Suyu Toplama Sistemli Pavilyonlar Cilt 15, Sayı 2,Sf.15-16 Sürdürülebilirlik Kapsamında Yağmur Suyu Toplama Sistemli Pavilyonlar, *Kent Akademisi Dergisi*,

Temizkiran, S. (2020). *Kentsel Isı Adası Özelliği Yüksek Meydanlarda Yağmur Suyu Hasadına Yönelik Uygun Malzeme Seçiminin Yapılması: KBÜ Sosyal Yaşam Merkezi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.

Ümütlü, Ş.B. (2020). *Kentsel Donatı Bağlamında Akıllı Malzeme ve Sistemler; Tasarımcı ve Kullanıcı Deneyim Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel sanatlar Enstitüsü, Ankara

Yalılı Kılı, M. ve ark. (2023). Üniversite Kampüsünde Yağmursuyu Toplama Sisteminin Kurulumunun İncelenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 10(1): 180–186, 2023, <https://doi.org/10.30910/turkjans.1180224>

EXTENDED SUMMARY

Urban reinforcement elements are one of the most effective physical environmental components in increasing the quality of urban life and creating urban identity. In the traditional understanding of urban equipment design, the defining, guiding and informative qualities of the physical environment are not sufficient in the design approach that seeks solutions to today's environmental problems. Environmental problems such as the climate crisis and water scarcity await the generation of creative ideas that require different design approaches of urban furnishings.

Urban design products that only have functional, aesthetic and safety features now also need qualities that contribute to the ecosystem service function. This situation causes the design criteria to change, diversify and expand its scope. The design approach integrated with environmental protection strategies also shows the direction of the future design concept. Water scarcity has emerged as an inevitable environmental problem today, where the per capita water consumption in the world has increased and the permeable surfaces that feed the water cycle have decreased with urban construction.

The aim here is to use the structural elements that are already needed for urban comfort as an alternative to the solution of complex environmental problems in the urban landscape. In this context, the design criteria of urban reinforcement elements that can potentially be used in an urban environment with a dense population, such as the province of Istanbul, are examined in this study. For this purpose, the details of the project examples designed for water harvesting have been examined and the design criteria have been revealed. At this stage, where the advantages and disadvantages are also determined, it has been determined which features in terms of material and design contribute to water harvesting.

In large-scale projects, the possibilities of using the structural size and material usage in smaller areas have been examined, and the design features to be made for neighborhood scale or open spaces of similar dimensions have been tried to be determined. For the Istanbul region, which was chosen as the sample area, the storage features that allow the water storage method, one of the water harvesting methods, were determined and its design integration into urban reinforcement elements for small-scale areas was discussed.

Design products are also an important indicator of strategies for approaching environmental problems. Today, both the space and the design of the product should not be created with only formal concerns, and contribution to ecosystem services should be the main target for future designs.