

# RAINWATER HARVESTING STUDIES IN THE WORLD AND TÜRKİYE

Güler DEMİR

## ABSTRACT

The water and energy crises that arise with increasing population, the negative impacts of climate change on water resources and the uneven distribution of water resources across the globe make the water problem increasingly serious. Therefore, today, it is more important than ever to develop effective strategies in the use and distribution of water and to manage resources wisely and sustainably. In Turkey, measures and projects are being implemented to increase water savings, especially in the agricultural sector. Approximately 70% of the available water resources in our country are used for agricultural purposes. In this context, the efficient use of irrigation water in crop production and landscaping is a high priority. Water harvesting is a technique that has been successfully practiced for centuries in arid and semi-arid regions with traditional methods. This method has an important place in both agricultural production and afforestation and plantation works. Thanks to water harvesting, rainwater is collected and utilized for domestic use and landscape-permaculture applications in cities; in rural and forested areas, micro-basins are created and water is accumulated in plant root zones. In this study, water harvesting techniques that are widely practiced today were examined and the effects of rainwater harvesting on the efficient and sustainable management of water resources were evaluated both in Türkiye and around the world.

**Keywords:** Water Harvesting, Rainwater Harvesting, Roof Top Rain Water Harvesting

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

Mail: demir.guler@csb.gov.tr

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3975-5413>

Makale Atıf Bilgisi: Demir, G. (2024). "Dünyada ve Türkiye'de Yağmur Suyu Hasadı Çalışmaları". *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, Yıl: 3, Çölleşme, Erozyon ve İklim Değişikliği Özel Sayısı, s. (224-240)

Makale Türü: Araştırma  
Geliş Tarihi: 01.10.2024  
Kabul Tarihi: 29.10.2024  
Yayın Tarihi: 08.11.2024  
Yayın Sezonu: Kasım 2024

# DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YAĞMUR SUYU HASADI ÇALIŞMALARI

Güler DEMİR

## ÖZ

Artan nüfusla birlikte ortaya çıkan su ve enerji krizleri, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri ve su kaynaklarının dünya genelinde eşit dağılmaması, su sorununu giderek daha ciddi bir hale getirmektedir. Bu nedenle, günümüzde suyun kullanımında ve dağıtımında etkin stratejilerin geliştirilmesi, kaynakların akıllıca ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi her zamankinden daha büyük bir önem taşımaktadır. Türkiye'de özellikle tarım sektöründe su tasarrufunu artırmaya yönelik tedbirler ve projeler hayata geçirilmektedir. Ülkemizde mevcut su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bağlamda, bitkisel üretim ve peyzaj çalışmalarında sulama suyunun verimli kullanımı büyük bir öncelik taşımaktadır. Su hasadı, kurak ve yarı kurak bölgelerde yüzyıllardır geleneksel yöntemlerle başarıyla uygulanan bir tekniktir. Bu yöntem, hem tarımsal üretim hem de ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Su hasadı sayesinde yağmur suyu toplanarak kentlerde evsel kullanım ve peyzaj-sürdürülebilir tarım uygulamaları için değerlendirilmektedir; kırsal ve ormanlık alanlarda ise mikro havzalar oluşturularak bitki kök bölgelerinde suyun birikmesi sağlanmaktadır. Bu çalışmada, günümüzde yaygın olarak uygulanan su hasadı teknikleri incelenmiş ve bu tekniklerden yağmur suyu hasadının hem dünya genelinde hem de Türkiye'de kullanımı ile su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir yönetimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Su Hasadı, Yağmur Suyu Hasadı, Çatı Yağmur Suyu Hasadı

## 1. Giriş

İklim değişikliğinin yarı kurak bölgelerde daha değişken hava koşullarına neden olarak kuraklıkların sıklığının artırması ve şiddetli yağışlara yol açması beklenmektedir (Seneviratne vd., 2021). Bu tür değişken koşullar altında, yağışlı mevsimlerde fazla suyun depolanması, kurak dönemlerde yerel su kaynaklarının mevcudiyetini artırabilir. Ayrıca, mevsim içi kurak dönemlerin olumsuz etkilerini hafifleterek tarımsal verimliliği artırabilir ve kurak mevsimler arasında daha yumuşak geçişler sağlayabilir (Kijne vd., 2003).

Yüzey akışını yoğunlaştırarak, depolayarak ve toplayarak evsel veya tarımsal kullanımlara yönelik yapılan her türlü küçük ölçekli planlamalar su hasadı olarak adlandırılmaktadır (Siegert, 1994). Su hasadı teknikleri, gelişmekte olan ülkelerde yerel toplulukların iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki beklenen etkilerine uyum sağlamalarına yardımcı olabilecek etkili bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Lasage vd., 2015).

Su hasadı uygulamaları, geçmişten günümüze kurak ve yarı kurak bölgelerdeki birçok medeniyet tarafından uzun yıllardır kullanılmaktadır. Babiller, İsrail, Tunus, Çin ve Amerika gibi bölgelerde binlerce yıl önce inşa edilmiş su hasadı yapılarının örneklerine rastlanmıştır (Bouma vd., 2016). Bu teknikler, dünyanın çeşitli bölgelerinde, suyun az veya düzensiz olduğu yerlerde, özellikle mevsimsel kuraklık dönemlerinde başarıyla uygulanmış ve günümüzde de kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde devam etmektedir. Türkiye’de ise, kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler, vakıf ve dernekler tarafından yürütülen yerel projeler ve bazı akademik çalışmalar bulunmaktadır. Bu projeler genel olarak tarım alanlarında ürün verimini ve kalitesini artırmaya yönelik olarak uygulanmaktadır.

Su hasadı uygulamaları, iklim, toprak ve eğim gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Zemin eğimi, su hasadı için önemli bir sınırlayıcı faktördür; eğim %5’ten fazla olduğunda, akışın eşit olmayan dağılımı ve büyük miktarda işçilik gerektirmesi nedeniyle su hasadı genellikle önerilmemektedir. Bir diğer sınırlayıcı faktör ise toprak yapısıdır. Mikro havzaların oluşturulduğu bölgelerde, sulamaya uygun toprakların yeterince derin, tuzlu veya sodik olmaması ve ideal olarak doğal verimliliğe sahip olması gerekir. Kumlu topraklar ise su hasadı için ciddi bir sınırlama oluşturur; çünkü toprağın infiltrasyon hızı yağış yoğunluğundan fazla ise herhangi bir akış oluşmaz (Demir, 2023).



Su hasadı, teknik olarak dört ana başlık altında toplanmaktadır: mikro havza su hasadı, makro havza su hasadı, çatı yüzeyinden su hasadı ve taşkın su hasadı. Literatürde su hasadı tanımındaki farklılıkların, çoğunlukla suyun depolama amacı, depolama türü ve su kaynağının arazinin kendisinden mi yoksa dışarıdan mı geldiğiyle ilgili olduğu ifade edilmektedir.

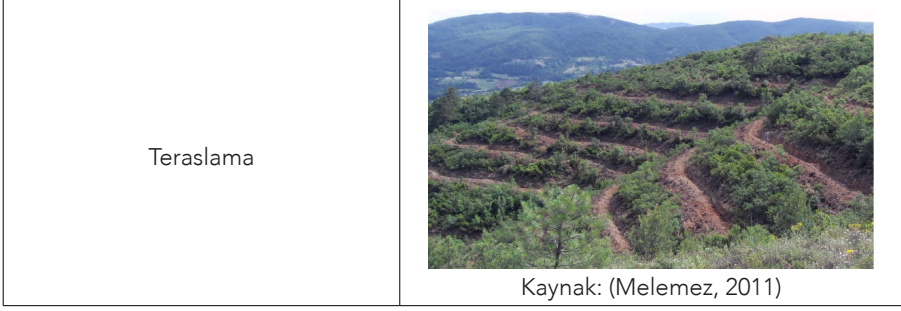
Bu makalenin amacı, genel olarak su hasadının tanımını yapmak, tarımda bitkisel üretim, peyzaj ve evsel kullanım gibi çeşitli amaçlarını belirleyerek bu başlıklar altında sınıflandırmak ve dünyada yapılan yağmur suyu hasadı çalışmalarını Türkiye’deki çalışmalarla karşılaştırmaktır. Sonuç ve öneriler bölümünde ise, gelecekte yağmur suyu hasadı konusunda yapılması gerekenler tartışılarak öneriler sunulmuştur.

### 1.1. Mikro Havza Oluşturmada Teknik Detaylar

Mikro havza su hasadı yönteminde, su, toprak yüzeyinde oluşturulan çeşitli yükseklik ve derinlikteki yapılar aracılığıyla Şekil 1’de gösterildiği gibi toplanır. Bu yapılar, şekillerine göre sıra arası su hasadı, teras, yarım daire ve üçgen bantlar, cep seki teraslar, vallerani, çukurlar, meskat negarim ve kontür kuşakları olarak adlandırılmıştır. Yüzey akış alanının ekim alanına oranı 1:1 ile 10:1 arasında değişmektedir.

Mikro havzaların oluşturulmasında dikilen bitki türü, başarının artmasında önemli bir rol oynar, çünkü yüzey akış suyu hem geçtiği bölgeye hem de ekim alanına ulaşmaktadır. Bu nedenle, yüzey akışı ile gelen su, doğrudan bitki kök bölgesinde toplanarak bitki gelişimini destekler. Teknik açıdan incelendiğinde, mikro havza su hasadı dört ana başlık altında değerlendirilebilir: uygunluk, fizibilite, sınırlayıcı faktörler ve mikro havzanın boyutunun incelenmesi. Mikro havza su hasadı yönteminin, yıllık yağış miktarının ortalama 250 mm olduğu bölgeler için uygun bir su toplama yöntemi olduğu belirtilmiştir (Boers vd., 1986).

Negarim	 <p>Kaynak: Pradhan ve Sahoo, 2019)</p>
Yarım hilal	 <p>Kaynak: Studer ve Liniger, 2013)</p>

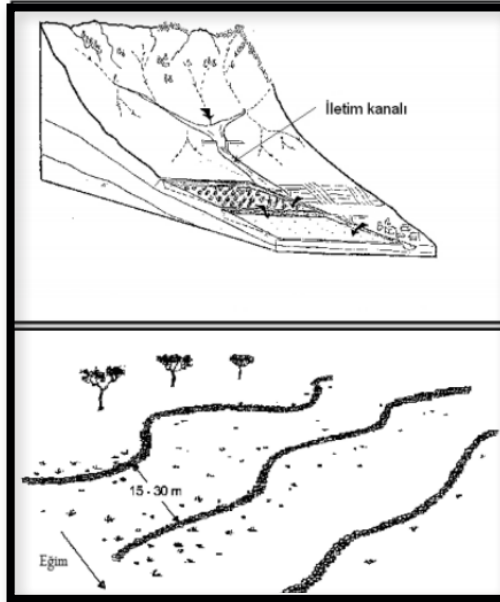


Şekil 1. Mikro havza örnekleri

## 1.2. Makro Havza Oluşturmada Teknik Detaylar

Bu su hasadı yönteminde de temel prensip, mikro havza su hasadıyla benzerdir. Mevcut su akışı toprak yüzeyinde toplanır ve fazla su kontrollü bir şekilde araziden uzaklaştırılır. Ancak bu yöntemde, ekim veya dikim alanının dışında geniş bir havza bulunur.

Havza alanının eğimi %0 ile %50 arasında değişir. Bu yöntem, genellikle yıllık yağış miktarının 200-1500 mm arasında olduğu bölgelerde uygulanmaktadır (Studer & Liniger, 2013). Makro havza su hasadı teknikleri arasında taş setler, geniş yarım daire setler, trapez setler ve yamaç alanlardaki su saptırma kanalları (Şekil 1) yer almaktadır.



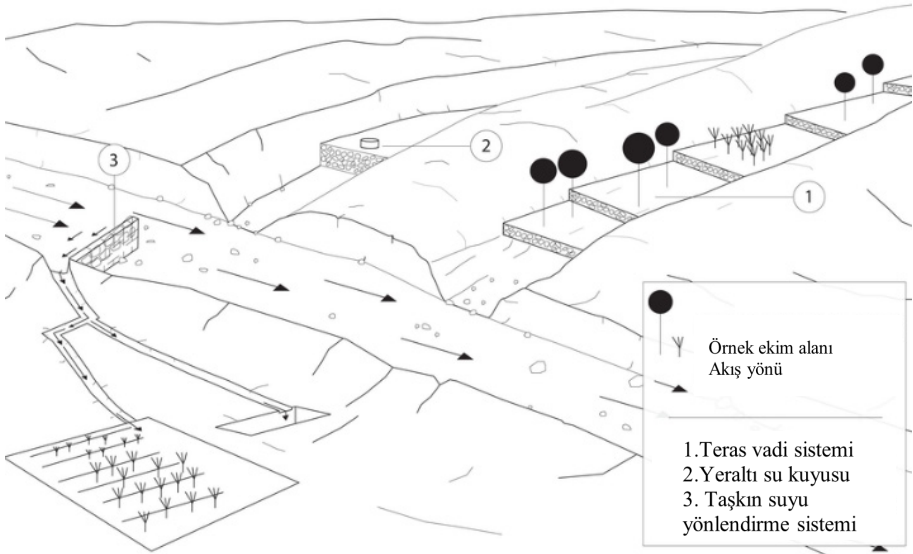
Şekil 1. Makro havza örneği (Demir, 2023)

### 1.3. Taşkın Hasadı Teknik Detaylar

Taşkın hasadı yöntemi, düzensiz ve mevsimsel akarsu akışlarının toplanmasını amaçlar. Bu yöntemde fazla su, kontrollü bir şekilde uzaklaştırılarak havuz, rezervuar ya da toprakta depolanır. Taşkın hasadı, ani taşkınların yol açtığı zararları azaltmak amacıyla kullanılırken, aynı zamanda bitkisel üretim için gerekli olan toprak nemini sağlamak ve yeraltı suyunu beslemek gibi ek faydalar da sağlar.

Yöntemin, genellikle yıllık yağış miktarının 300 mm’den fazla olduğu bölgelerde uygulandığı bildirilmiştir. Ancak, suyun depolanabildiği alanlarda bu değer yıllık 150 mm veya daha fazla olması gerektiği vurgulanmıştır (Prinz, 2001; Oweis vd., 2001).

Taşkın hasadı uygulamaları arasında Jessour tekniği, akarsu yatağında suyun dağıtılması ve taşkın sularının yönlendirilmesi (Şekil 2) gibi yöntemler yer almaktadır.



Şekil 2. Taşkın hasadı örneği (Beckers vd., 2013)

## 1.4. Çatıdan Su Hasadı Teknik Detaylar

Bu yöntemde, binanın çatısında biriken yağmur suyu, bir depolama tankına yönlendirilir (Şekil 4). Depolama tankı, su ihtiyacı, yağış miktarı ve havza özelliklerine göre tasarlanır. Her drenaj borusunun ucunda, depolama tankına bağlanmadan önce bir ağ filtre ve ilk yıkama cihazının ardından gelen bir filtreleme sistemi bulunur. Ayrıca, her bir depolama tankının, fazla suyu tahliye edebilecek bir taşma sistemi ile donatılması önerilmektedir.

Bu sistemin verimli bir şekilde çalışabilmesi için, sistemin bulunduğu bölgedeki ortalama yıllık yağış miktarı, yıllık yağmur suyu verimi, binadaki kullanıcıların kişi başına günlük ortalama su tüketimi, çatı katsayısı (çatıya düşen yağmurun tamamının toplanamayacağı, yağış şiddeti, depolama kapasitesinin sınırlılıkları, rüzgâr ve buharlaşmaya bağlı kayıplar gibi faktörler nedeniyle hesaplanan katsayı) ve suyun toplanacağı alanın bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Çatıdan yağmur suyu hasadı örneği (Selimoğlu ve Yamaçlı, 2022)

## 2. Dünya Geneline Yağmur Suyu Hasadı Konusunda Yapılan Çalışmalar

### 2.1. Afrika

Dünya genelinde 1.87 milyar hektar ekili alan bulunduğu bilinmektedir (USGS, 2024). Küresel ekim alanlarının yaklaşık dörtte üçü, yağmurlama sulama ile gerçekleştirilen tarım alanları olup, bu alanlar küresel gıda talebinin yaklaşık %60'ını karşılamaktadır. Sahra Altı Afrika'da, özellikle Etiyopya'da, tarım alanlarının %95'i yağmura dayalı tarım alanlarından oluşmakta ve bu

alanlar, önemli bir gıda kaynağı ve hane halkı geçim aracı olarak hizmet vermektedir (Wakjira, 2024). Bu bağlamda, suyun depolanması ve gerektiğinde gıda üretiminde kullanımı, özellikle Afrika kıtasının beslenme ihtiyaçlarının karşılanması açısından büyük önem arz etmektedir. Ancak, Afrika’daki sürdürülebilir kalkınma, çeşitli sektörlerin gelişimi için gerekli su kaynaklarının kıtlığı nedeniyle ciddi şekilde engellenmektedir. Bu su stresi, kısmen kuraklıkla bağlantılı olup iklim değişikliği ile daha fazla artmaktadır.

Gould (1993), Afrika’daki su hasadı ve 1994 yılına kadar olan mevcut durum hakkında kapsamlı bir genel bakış sunmaktadır. Son 20 yılda bu alanda çok az değişiklik olmasına rağmen, Sivil Toplum Kuruluşları (UNESCO, SIDA, UNEP) ve araştırma kuruluşlarının, özellikle yoksul kesimlere yönelik olarak yağmur suyu hasadını teşvik eden ve destekleyen faaliyetlerinin sürdüğü ve arttığına dair kanıtlar bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalar (Handia vd., 2003; Fisher-Jeffes, 2015) su hasadı tekniklerinin kıta genelinde önemli bir su kaynağı sağlayabileceğini göstermiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) araçları kullanılarak yapılan geniş çaplı araştırmalar, su hasadının Afrika’nın farklı bölgelerinde yerel tarım ve ekonomiye olumlu katkı sağladığını ortaya koymuştur (Mati vd., 2006). Bu durum, su hasadının Afrika genelinde yaygınlaşmasına ve bazı ülkelerde Yağmur Suyu Hasadı Dernekleri’nin kurulmasına zemin hazırlamıştır. Birçok bölgede, su hasadının fiziksel su kıtlığından ziyade ekonomik su kıtlığının bir sonucu olarak uygulandığı ifade edilmiştir.

Afrika’da su hasadının en yaygın uygulama biçimi, küçük ölçekli ortak yağmur suyu hasadı olup, bu yöntemde bir havuz veya depolama tankı aracılığıyla yüzey akışı toplanarak birkaç haneye veya büyük bir kamu binasına su sağlanmaktadır. Son yıllarda, ticari ve endüstriyel şirketler, sulama ve soğutma gibi çeşitli kullanım alanları için endüstriyel tesis ölçeğinde yağmur suyu hasadı gibi alternatif su kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır.

Afrika kıtasında sıklaşan kuraklıklarla birlikte hem özel sektör hem de hükümetler tarafından deniz suyunun tuzdan arındırılması ve arıtılmış atık suyun yeniden kullanımı gibi çeşitli alternatif yöntemler geliştirilmektedir (Campisano vd., 2017). Buna ek olarak, yağmur suyu hasadı ve akiferlerin yeniden doldurulması gibi yöntemler, uzun süredir uygulanan geleneksel teknikler arasında yer almaktadır. Afrika’da yağmur suyu hasadının, doğal rezervuarlarda veya tanklarda yağmur suyunun toplanması yoluyla binlerce yıldır sürdürüldüğü bildirilmektedir.

## 2.2. Orta Doğu

Orta Doğu hem evsel hem de tarımsal su kullanımında su hasadını uygulayan dünyadaki ilk bölgelerden biridir. Kuzey Yemen’de, en az M.Ö. 1000 yılına kadar uzanan bir sistemin 20.000 hektarlık (50.000 dek) bir alanı sulamaya



yetecek kadar taşkın suyunu yönlendirdiği ve bu alanlarda tarımsal üretim yaparak yaklaşık 300.000 kişiyi beslediği belirtilmiştir (Taghawi, 2019). Bu taşkın suyu yönetimi yöntemi, günümüzde hala kullanılmakta olup, bu bölgeyi akarsu tarımının sürekli olarak uygulandığı ender yerlerden biri haline getirmiştir. Orta Doğu'da su hasadı; 1) Yağmur Suyu Hasadı, 2) Taşkın Suyu Hasadı ve 3) Yeraltı Suyu Hasadı olmak üzere üç ana başlık altında uygulanmaktadır.

### 2.3. Asya

Japonya'da, 1980'lerin başından itibaren yerel yönetimler, yağmur suyu hasadını su kıtlığı ve kentsel sel sorunlarıyla başa çıkmak için etkili bir geri dönüşüm yöntemi olarak teşvik etmeye başlamıştır. O zamandan bu yana, yerel belediyelerin sunduğu özel finansman programları sayesinde büyük kamu ve özel binalarda yağmur suyu hasadı aktif olarak kullanılmaktadır. Son 40 yılda, Japonya'da su hasadı sistemlerinin sayısı devlet desteğiyle önemli ölçüde artmış ve 2012 yılı sonunda, 1990 yılına kıyasla çok daha fazla kurulum kaydedilmiştir. Bu sistemlerin yaklaşık %30'u 8-1000 m<sup>3</sup> arasında değişen tank kapasitesiyle okul ve üniversite binalarında, %15'i ise maksimum 1500 m<sup>3</sup> tank kapasitesiyle kamu binalarında kullanılmaktadır. Bireysel evlerde, genellikle 1 m<sup>3</sup>'ten daha küçük kapasiteli yağmur suyu hasadı sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. 2011'deki Büyük Doğu Japonya Depremi, evlerde acil durumlar için yağmur suyu depolama sistemlerinin kurulumunda ani bir artışa neden olmuştur (Campisano vd., 2017).

Son yıllarda Güney Kore'de su hasadı, özellikle gelişmiş kentsel alanlarda aşırı iklim olaylarına karşı bir uyum stratejisi olarak yeniden değerlendirilmektedir. Büyük ölçekli su hasadı projelerine ağırlık verilmektedir (Han & Mun, 2011). Güney Kore'de ayrıca, evsel yağmur suyu kullanımından enerji tasarrufu sağlayan programların teşviki üzerine de tartışmalar devam etmektedir.

Tayland'da, su hasadı sistemlerinin düşük maliyetle uygulanması desteklenmektedir. Tayland hükümeti, çeşitli kapasitelerde (0.1-3 m<sup>3</sup>) kavanoz tank sistemleri ile geniş kapsamlı bir ulusal su hasadı programı başlatmıştır. Bu sistemler, birçok köyde içme suyu sağlamak için kurulmuş ve kurak mevsimde evsel kullanım için altı aya kadar yağmur suyu biriktirilmiştir (Wirojanagud & Vanvarothorn, 1990).

Çin'in Gansu Eyaleti'nde, son yıllarda yürütülen bir su hasadı demonstrasyon projesi, başarılı sonuçlar elde etmiştir (Gould vd., 2014). Proje, 2000 yılına kadar toplam kapasitesi 73 milyon m<sup>3</sup> olan 245'ten fazla yağmur suyu deposu inşa ederek yaklaşık 2 milyon kişiye içme suyu sağlamış ve 230.000 hektardan fazla alana ek sulama yapılmıştır. Bu başarının ardından, 17 eyalet 2001'den itibaren su hasadı sistemlerini benimsemiş ve Çin genelinde içme suyu ve sulama için 5.5 milyondan fazla tank inşa edilmiştir. Ayrıca, 2009 yılında Tayvan Su Kaynakları Ajansı, su hasadını evsel su temininde alternatif bir kaynak olarak Tayvan Su Kanunu'na dahil etmiştir.

## 2.4. Avustralya

Avustralya, yağmur suyu hasadı sistemlerinin uygulanmasında önde gelen ülkelerden biri olarak kabul edilmektedir. Avustralya İstatistik Bürosu’nun (ABS) yaptığı bir araştırmaya göre, yaklaşık 1.7 milyon hanede yağmur suyu tankları bulunmakta ve bu tanklar, evlerin yıllık su kullanımının yaklaşık %8’ine eşdeğer olan 156 galon su sağlamaktadır. Bu miktar, toplamda 507 milyon Avustralya doları tasarruf anlamına gelmektedir. Yağmur suyu hasadı, yıllık 274 milyar litre su tasarrufu sağlamaktadır (ABS, 2016).

Avustralya’da kırsal bölgelerde, yağmur suyu hasadı ve kullanımı daha yaygındır. Hem kırsal hem de kentsel alanlarda, yağmur suyu hasadı sistemlerinin yaklaşık yarısı iç mekân kullanımına bağlanmıştır. Su hasadının Avustralya genelinde başarıyla uygulandığı gözlenmektedir.

Burns vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, on iki hane ölçeğindeki yağmur suyu hasadı kurulumları sürekli izlenmiş ve içme suyu kullanımında %10 ile %100 arasında değişen oranlarda azalma sağlandığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Umaphi vd. (2012) tarafından Queensland’de yapılan saha araştırmaları, çeşitli talepler için %31 oranında içme suyu tasarrufu sağlandığını göstermiştir.

Avustralya’da hane ölçeğinin ötesinde, su hasadı sistemleri kamu bahçeleri ve spor sahalarının sulanması için de kullanılmaktadır. Bu sistemlerin yaygınlığı, özellikle 2000’li yıllarda Avustralya’nın güneydoğusunda on yıl süren aşırı kuraklık döneminde önemli ölçüde artmıştır (Campisano vd., 2017).

## 2.5. Avrupa

Avrupa’da yağmur suyu hasadı sistemlerinin uygulanma durumu ülkeler arasında çeşitlilik göstermektedir. Batı Avrupa’da birçok ülke, su kaynaklarını korumak amacıyla yağmur suyu hasadı sistemlerini kullanmaktadır. Birleşik Krallık’ta, geleneksel olarak yağmur suyu evsel kullanım için toplanmış ve depolanmıştır; ancak modern yağmur suyu hasadı sistemleri daha yakın bir dönemde kullanılmaya başlanmıştır. Ticari ölçekli sistemler, hane ölçeğindeki gibi daha fazla finansal uygulanabilirlik sağladığından daha yaygındır (Melville-Shreeve vd., 2016).

Almanya, bu teknolojinin evsel kullanım için yaygınlaşmasında lider konumdadır. Yerel yönetimler tarafından hibe ve destekleme teşvikleri sonucunda, Almanya’da inşa edilen yeni binaların neredeyse üçte biri yağmur suyu toplama sistemleriyle donatılmıştır (Schuetze, 2013). Ancak, ciddi endüstriyel hava kirliliği ve içme suyu standartlarına yönelik sıkı düzenlemeler nedeniyle, evsel yağmur suyu kaynakları sulama, tuvalet sifonu ve çamaşır yıkama gibi içme suyu dışı kullanımlarla sınırlıdır.

İspanya, yeni binalarda yağmur suyu kullanımını teşvik eden bir sübvansiyon programı başlatmıştır (Domènech & Saurí, 2011). Fransa ise, 2008 yılında vergi kredisi ile yağmur suyu kullanımını teşvik eden bir düzenleme getirmiştir (De Gouvello vd., 2014). İtalya'da da yağmur suyu hasadı için teknik kılavuzlar yayımlanmıştır (UNI, 2012).

Avusturya, İsviçre, Belçika ve Danimarka gibi diğer Avrupa ülkelerinde de yağmur suyu hasadı sistemlerinin popüleritesi artmaktadır. Bunun başlıca nedeni, içme suyu fiyatlarının yüksek olmasıdır (Godskesen vd., 2013; Ringelstein, 2015). İsveç'in Stockholm kentindeki Hammarby Sjöstad, yağmur suyu hasadının yanı sıra sokak yüzey akışının toplanması gibi su duyarlı ve sürdürülebilir kentsel gelişim uygulamalarına iyi bir örnek olarak gösterilmektedir (Iveroht vd, 2013).

## 2.6. Amerika Kıtası Ülkeleri

Amerika kıtasında yağmur suyu hasadı uygulamaları, ülkelere ve hatta eyaletlere göre farklılık göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 100.000'den fazla konutta yağmur suyu hasadı sistemi kullanılmakta olup, bu sistemler genellikle çatı iniş borularının ucundaki basit yağmur varilleri veya içme suyu kullanımı da dahil olmak üzere daha karmaşık büyük ölçekli sistemler şeklinde uygulanmaktadır (Lye, 2002). Teksas, en yüksek uygulama düzeyine sahip eyaletlerden biridir. Austin ve San Antonio şehirlerinde, su tasarrufunu artırmak amacıyla yağmur suyu hasadı sistemlerinin kurulmasını teşvik eden yerel sübvansiyon programları uygulanmaktadır. Oregon ve New Mexico gibi diğer eyaletlerde de, belirli şartlar altında çatı yüzeylerinden yağmur suyu hasadı yapılmasına izin verilmektedir.

Debusk vd. (2013) tarafından yürütülen saha çalışmaları, ABD'nin güneydoğusunda farklı yağmur suyu hasadı sistemlerinin izlenmesine dayanmaktadır. Hayvan kulübelerinin temizliği ve seraların sulanması için kullanılan iki sistem, içme suyu talebini sırasıyla %100 ve %61 oranında azaltmıştır.

Güney Amerika'da, yağmur suyu hasadının potansiyel faydaları birçok yerde değerlendirilmiş ve pilot uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Örneğin, 2001 yılında Brezilya'da başlatılan "Bir Milyon Sarnıç" programı, kırsal yarı kurak bölgelerde içme suyu kaynağına erişimi olmayan yaklaşık iki milyon kişiye (350.000'den fazla sarnıç inşa edilmiştir) fayda sağlamayı amaçlamıştır (De Moraes & Rocha, 2013).

## 3. Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

Türkiye'de, bitkisel üretim için kullanılan su hasadı yöntemlerinin yanı sıra çatıdan su hasadı da yaygın olarak uygulanmaktadır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından Gaziantep'te

Antep fıstığı ve İzmir’de zeytin yetiştiriciliğinde mikro havza su hasadı tekniklerinden yarı dairesel seddeler kullanılmıştır. Ayrıca, Konya’da yürütülen ağaçlandırma çalışmalarında eş yükselti ve kaş seddeleri için deneme planları oluşturulmuştur. Çerezlik kabak, kuru fasulye, nohut, karpuz ve kavun gibi gelir getirici türlerde sırta karık mikro havza su hasadı yöntemleri uygulanmış ve bu yöntemlerin kullanıldığı tarımsal ürünlerde verim artışı gözlenmiştir (Yıldırım, 2022). Türkiye’nin farklı bölgelerinde çeşitli devlet kurumları ve üniversiteler tarafından da benzer çalışmalar yürütülmektedir. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Uygulamalarının Toprak Nemine Etkilerinin Belirlenmesi projesi ile deneme sahası kurulmuş ve kontrol sahası ile mikro havza tekniklerine ilave olarak, malçlama uygulamasının, kontrol sahasına göre toprak nemini arttırdığı görülmüştür (Cebeci vd, 2017).

Mikro havza su hasadı dışında, çatı, balkon, teras ve geçirimsiz yüzeylerden hasat edilen yağmur suyunun kirleticilerden arındırılarak temiz su kaynağı olarak kullanılabilceği belirtilmektedir. Ülkemizde en eski çağlardan günümüze kadar gelen bir su toplama kültürü olduğu ifade edilmiştir (Selimoğlu ve Yamaçlı, 2022). Bu anlamda sarnıçlar, kuyular, su kanalları, su kemeleri ve bentlerin varlığı dikkat çekmektedir. Özellikle Anadolu’nun hemen hemen her bölgesinde yer alan sarnıç ve kuyular su depolama konusunda Türk toplumunun hassasiyetini yansıtmaktadır. Geçmişten günümüze ise Türkiye nüfusunda büyük bir değişim yaşanmış bu ise su korunumu ile ilgili faaliyetlerin önemini arttırmıştır. İklim değişikliği ile beraber suyu merkezine alan çalışmalar Türkiye’de gün geçtikçe önem kazanmaktadır. 2021 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan “Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği” ile, 2000 m<sup>2</sup>’den büyük parsellerde yapılacak yapıların mekanik tesisat projelerinde çatı yüzeylerinden toplanacak yağmur suyunun gerektiğinde filtre edilerek bir tankta toplanması ve tuvalet sifonlarında kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan “Gri Su ve Yağmur Suyu Toplama Sistemleri Uygulaması” başlıklı raporda, bu konuyla ilgili adımlar ve yol haritası sunulmuştur. Raporda, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın “Su Kaynaklarında İklim Değişikliğine Uyum Projesi” kapsamında, yağmur suyu hasadı, gri su kullanımı ve su fiyatlandırması konularında çalışmalar yürüttüğü ve bu projeye 30 büyükşehir belediyesinin dahil olduğu belirtilmiştir. Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF-Türkiye) tarafından Büyük Menderes Havzası’nda başlatılan “Yağmur Suyu Hasadı” projesiyle suyun verimli kullanımı için sürdürülebilir bir model geliştirilmesi hedeflenmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Ayazağa Kampüsünde 2015 yılından bu yana yağmur suyu hasadı yöntemi uygulanmakta olup, araç yolundaki geçirimsiz yüzeylerden toplanan yağmur suyu, biyolojik kanallara yönlendirilerek ekosisteme daha temiz bir şekilde kazandırılmaktadır.

Osmangazi Belediyesi'ne ait Panorama 1326 Bursa Fetih Müzesi'nde, çatıda toplanan yağmur suları depolandıktan sonra arıtılarak yeşil alan sulamasında kullanılmaktadır. Diyarbakır Yenişehir Belediyesi Ekolojik Binası'nda ise toplanan yağmur suyu hem bahçe sulamasında hem de temizlik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde, Kocaeli Siemens Gebze Tesisleri'nde, İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin Âşık Veysel Rekreasyon Alanı'nda, Ordu Büyükşehir Belediyesi'ne ait bir kafede ve Gölbaşı Belediyesi'nde de yağmur suyu hasadı örnekleri bulunmaktadır. Kocaeli Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan bir tesiste, asfalt yollara düşen yağmur suyu toprağa yönlendirilerek filtrasyon sağlanmış ve otoparkın su geçirgenliği artırılmıştır. Başka bir çalışmada ise, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesinin Yağmur Suyu Hasadı analizleriyle su potansiyelinin belirlendiği ifade edilmektedir. Bu çalışmada kampüsteki sınıflarda erkek-kadın tuvaletine takılan sayaçlardan veriler toplanmış ve hasat alanı hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, kamu binalarında Yağmur Suyu Hasadı sisteminin uygulanmasının çevresel ve döngüsel ekonomiye katkıda bulunacağını ve böylece içme suyu kaynaklarının daha verimli kullanılacağı sonucuna varılmıştır (Hajtar vd., 2020).

Türkiye'nin ilk LEED Gold sertifikasına sahip tesisi olarak bilinen bu bina, "Yeşil Bina Konsepti" çerçevesinde birçok su koruma teknolojisini bünyesinde barındırmaktadır. Bu tesiste, çatıdan toplanan yağmur suyu yangın sulama sistemlerinde kullanılmak üzere depolanmakta, aynı zamanda yumuşatılarak bina içi kullanım suyu olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, dış mekân peyzaj sulamalarında da kullanılan bu sistem sayesinde, bina içindeki çeşitli su tasarrufu stratejileriyle %50'ye varan oranlarda su tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir. Diyarbakır Güneş Evi'nde, çatılardan toplanan yağmur suyu bir su deposuna yönlendirilmekte ve evsel atık suyun arıtılmasıyla elde edilen su, bahçe sulaması ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır.

## 4. Sonuç ve Tartışma

Yağmur suyu hasadı, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki su krizini hafifletmek amacıyla önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemin geniş ve uyarlanabilir yapısı sayesinde tarımsal üretim, ağaçlandırma çalışmaları ve peyzaj ile evsel kullanım gibi birçok alanda etkili bir şekilde kullanılabilir. Mikro havza su hasadı yöntemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile birleştirildiğinde, iklim ve çevresel faktörler dikkate alınarak tarımsal ve ağaçlandırma çalışmalarında daha etkin sonuçlar elde edilebilecektir. Bu bağlamda, GIS tabanlı literatür çalışmalarında, su kıtlığı çeken coğrafyalarda ve gelişmekte olan ülkelerde bu yöntemlerin başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çatıdan su hasadı ise özellikle kentsel alanlarda su tasarrufunu sağlamak amacıyla önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Almanya, Avustralya, İngiltere, Japonya, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde başarıyla uygulanan projeler, su tasarrufu ve su bütçesine olan katkıları açısından dikkat çekmektedir. Türkiye’de ise, son yıllarda yağmur suyu hasadı uygulamaları yaygınlaşmış ve 2021’de yürürlüğe giren “Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği” ile çatı yüzeyinden toplanan suların kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Ancak, bu sistemlerin tam anlamıyla yaygınlaşıp benimsenmesi henüz gerçekleşmemiştir.

Türkiye, içinde bulunduğu kurak ve yarı kurak iklim kuşağı nedeniyle, gelecekte su kıtlığı ile karşı karşıya kalma riski taşıyan ülkeler arasındadır. Nüfus artışı göz önüne alındığında, yağmur sularının evsel ve kentsel amaçlı kullanımı kaçınılmaz hale gelecektir. İleriye dönük olarak, yağmur suyu toplama sistemlerinin ihtiyaç analizine dayalı fizibilite çalışmalarının yapılması, su tüketiminde arzı hafifletecek ve su bütçesine önemli katkılar sağlayacaktır.

## Kaynaklar

Australian Bureau of Statistics [ABS]. [Çevrim-içi: <https://www.abs.gov.au>], Erişim tarihi: 24.09.2024.

Boers, T. M., Zondervan, K. ve Ben-Asher, J. (1986). Micro-catchment-water-harvesting (MCWH) for arid zone development. *Agricultural Water Management*, 12(1-2), 21-39.

Bouma, J. A., Hegde, S. S. Ve Lasage, R. (2016). Assessing the returns to water harvesting: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 163, 100-109.

Burns, M. J., Fletcher, T. D., Duncan, H. P., Hatt, B. E., Ladson, A. R. ve Walsh, C. J. (2015). The performance of rainwater tanks for stormwater retention and water supply at the household scale: an empirical study. *Hydrological Processes*, 29(1), 152-160.

Bruins, H. J., Evenari, M. ve Nessler, U. (1986). Rainwater-harvesting agriculture for food production in arid zones: the challenge of the African famine. *Applied Geography*, 6(1), 13-32.

Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H. ve Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water Research*, 115, 195-209.

Campisano, A., & Lupia, F. (2017). A dimensionless approach for the urban-scale evaluation of domestic rainwater harvesting systems for toilet flushing and garden irrigation. *Urban Water Journal*, 14(9), 883-891.

Cebeci, İ., Başkan, O., Mücevver, O., Köşker, Y., Cebel, H., Demirkıran, O., Öztürk, Ö., Gönülal, E. (2017). Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Uygulamalarının Toprak Nemine Etkilerinin Belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 6 (2): (1-10)

DeBusk, K. M., Hunt, W. F. ve Wright, J. D. (2013). Characterizing rainwater harvesting performance and demonstrating stormwater management benefits in the humid southeast USA. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 49(6), 1398-1411.

Defries, R. ve Rosenzweig, C. (2010). Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(46), 19627-19632.

De Gouvello, B., Gerolin, A. ve Le Nouveau, N. (2014). Rainwater harvesting in urban areas: how can foreign experiences enhance the French approach?. *Water Science and Technology: Water Supply*, 14(4), 569-576.

Demir, Y. (2023). Yağmur suyu hasadı ve gri su teknolojileri. [Çevrim-içi: <https://antalya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Ya%C4%9Fmur%20Suyu%20Hasad%C4%B1%20ve%20Gri%20Su%20Teknolojileri%20Ders%20Notlar%C4%B1.pdf>], Erişim tarihi: 24.09.2024.

Domènech, L. ve Saurí, D. (2011). A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs. *Journal of Cleaner Production*, 19(6-7), 598-608.

Fisher-Jeffes, L.N. (2015). The viability of rainwater and stormwater harvesting in the residential areas of the Liesbeek River Catchment, Cape Town. PhD Thesis, University of Cape Town, South Africa.

Godskesen, B., Hauschild, M., Rygaard, M., Zambrano, K. ve Albrechtsen, H. J. (2013). Life-cycle and freshwater withdrawal impact assessment of water supply technologies. *Water Research*, 47(7), 2363-2374.

Gould, J. (1993, August). A review of the development, current status and future potential of rainwater catchment systems for household supply in Africa. *Proceedings of the Sixth International Conference on Rainwater Catchment Systems*, Nairobi, Kenya.

Gould, J., Qiang, Z. H. U. ve Yuanhong, L. I. (2014). Using every last drop: rainwater harvesting and utilization in Gansu Province, China. *Waterlines*, 33(2), 107-119.

Hajtar, H., Kılınc, İ., Ülker, E. (2020). Rainwater Harvesting Potential in Public Buildings: A Case Study in Katip Celebi University. <https://doi.org/10.46810/tdfd.728797>.

Han, M. Y. ve Mun, J. S. (2011). Operational data of the Star City rainwater harvesting system and its role as a climate change adaptation and a social influence. *Water Science and Technology*, 63(12), 2796-2801.

- Handia, L., Tembo, J. M. ve Mwiindwa, C. (2003). Potential of rainwater harvesting in urban Zambia. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28, 893-896.
- Iveroth, S. P., Johansson, S. ve Brandt, N. (2013). The potential of the infrastructural system of Hammarby Sjöstad in Stockholm, Sweden. *Energy Policy*, 59, 716-726.
- Kijne, J. W., Barker, R. ve Molden, D. J. (Eds.). (2003). *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement (Vol. 1)*. Cabi.
- Lasage, R. (2015). *Community based adaptation in water management: Assessing impacts and vulnerability*. PhD Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam.
- Lye, D. J. (2002). Health risks associated with consumption of untreated water from household roof catchment systems 1. *Journal of the American Water Resources Association*, 38(5), 1301-1306.
- Mati, B., De Bock, T., Malesu, M., Khaka, E., Oduor, A., Meshack, M. ve Oduor, V. (2006). Mapping the potential of rainwater harvesting technologies in Africa: A GIS overview on development domains for the continent and ten selected countries. *Technical Manual*, 6, 126.
- Melemez, K. (2011). Teras ağaçlandırmalarında kullanılan mini ekskavatörlerin çalışma verimliliğinin incelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(20), 90-100.
- Melville-Shreeve, P., Ward, S. ve Butler, D. (2016). Rainwater harvesting typologies for UK houses: A multi criteria analysis of system configurations. *Water*, 8(4), 129.
- Oweis, T., Prinz, D. ve Hachum, A. (2001). *Water harvesting: indigenous knowledge for the future of the drier environments*. Aleppo: ICARDA.
- Pradhan, R. ve Sahoo, J. (2019). *Smart rainwater management: New technologies and innovation*. Smart Urban Development.
- Prinz, D. (1996). *Water harvesting-past and future*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Rockström, J. ve Barron, J. (2007). Water productivity in rainfed systems: overview of challenges and analysis of opportunities in water scarcity prone savannahs. *Irrigation Science*, 25, 299-311.
- Schuetze, T. (2013). Rainwater harvesting and management–policy and regulations in Germany. *Water Science and Technology: Water Supply*, 13(2), 376-385.
- Selimoğlu, P. ve Yamaçlı, R. (2022). Sürdürülebilir Yağmur Suyu Hasadı Üzerine Yapısal Bir İnceleme. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 5(2), 210-231.
- Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Luca, A. D., Ghosh, S., Iskandar, I., Kossin, J., Lewis, S., Otto, F., Pinto, I., Satoh, M., Vicente-



- Serrano, S. M., Wehner, M., Zhou, B. ve Allan, R. (2021). Weather and climate extreme events in a changing climate. In V. P. MassonDelmotte, A. Zhai, S. L. Pirani and C. Connors (Eds.) Climate change 2021: The physical science basis: Working group I contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (pp. 1513-1766). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Studer, M. R. and Liniger, H. (2013). Water Harvesting: Guidelines to Good Practice. Centre for Development and Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome. Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
- Siegert, K. (1991). Water Resources Engineer Land and Water Development Division FAO, Rome. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları Ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 5(2), 210-231. <https://doi.org/10.51764/Smutgd.1121620>.
- Şahin, N. İ. ve Manioğlu, G. (2011). Binalarda yağmur suyunun kullanılması. Tesisat Mühendisliği, 125(5), 21-32.
- Taghavi-Jeloudar, M. ve Han, M. (2012, May). The history and practice of water harvesting in arid areas in Middle East. In the 3rd International Conference on Rainwater Harvesting & Management, Goesong, South Korea
- Umaphathi, S., Chong, M. N. ve Sharma, A. (2012). Investigation and monitoring of twenty homes to understand mains water savings from mandated rainwater tanks in South East Queensland. City East. QLD: Urban Water Security Research Alliance.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2024). Pembamoto rainwater harvesting project. [Çevrim-içi: <https://www.unesco.org/en/articles/pembamoto-rainwater-harvesting-project>], Erişim tarihi: 24.09.2024.
- United States Geological Survey [USGS]. [Çevrim-içi: <https://www.usgs.gov>], Erişim tarihi: 24.09.2024.
- UNI (2012). Norme tecniche per la progettazione, installazione e manutenzione degli impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano, UNI/TS 11445:2012 (in Italian).
- Wakjira, M. T. (2024) Understanding the impacts of climate variability and change on rainfed crop production in Ethiopia. PhD Thesis, Hawassa University, Ethiopia
- Wirojanagud, P. ve Vanvarothorn, V. (1990). Jars and tanks for rainwater storage in rural Thailand. Waterlines, 8(3), 29-32.
- Yıldırım D. (2022). Farklı bitki yetiştiriciliğinde mikro havza su hasadı tekniklerinin kullanımı. [Çevrim-içi: [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Su\\_Hasadi.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/BGT/Su_Hasadi.pdf)], Erişim tarihi: 24.09.2024.