

Yapılar ve iç mekânda yağmur suyundan yararlanma yöntemleri

Prof. Dr. Ayşegül Baysal Tanık
İTÜ İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü



Dünya Su Günü yaklaşırken SKA 6, 11, 12, 13 ışığında
Şehirlerde Yağmur Suyu Kullanım Stratejileri

18 Mart 2021 Perşembe, 15.00-17.30

Sürdürülebilir Kalkınma İçin **KÜRESEL AMAÇLAR**



6, 11, 12, 13

Suyun Stratejik Anlam ve Önemi

➤ Su varlığına göre ülkeler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır:

Su Fakirliği: Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.000 m³'ten daha az

Su Azlığı: Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m³'ten daha az

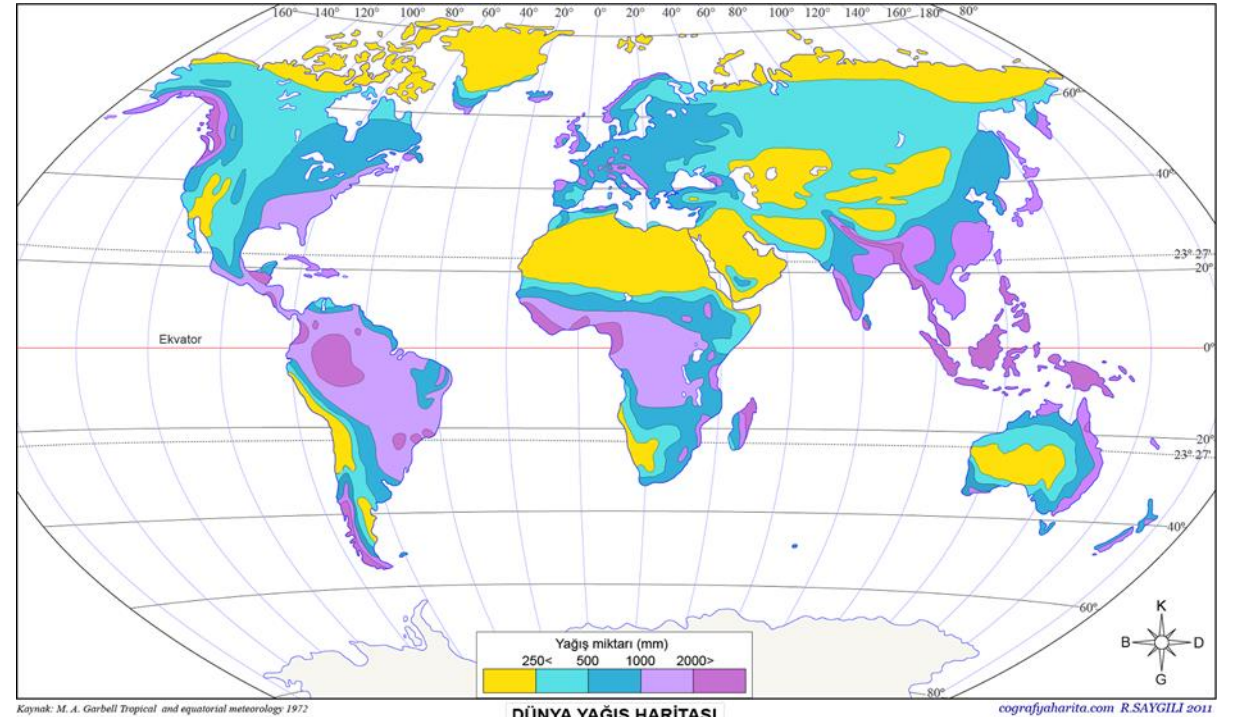
Su Zenginliği: Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8.000-10.000 m³'den daha fazla

➤ Ülkemizde kullanılabilir su miktarı **1.519 m³/kişi.yıl** civarında olduğundan, bu miktara göre **su azlığı** **yaşayan bir ülke** konumundadır.

- ✓ Suriye: 1.200 m³
- ✓ Lübnan: 1.300 m³
- ✓ Irak : 2.020 m³
- ✓ Asya ortalaması: 3.000 m³
- ✓ Batı Avrupa ortalaması: 5.000 m³
- ✓ Güney Amerika ortalaması: 23.000 m³
- ✓ Afrika ortalaması: 7.000 m³

Dünya ortalaması: 7.600 m³

TÜRKİYE: 1.430 m³



Kaynak: M. A. Garbell Tropical and equatorial meteorology 1972

cografyaharita.com R.SAYGILI 2011

Yağmur Suyu Yönetimi

- **Yağmur suyu toplama sistemleri**, günümüzde dünyanın birçok ülkesinde uygulanıyor olmasına rağmen ülkemizdeki gelişmelerin henüz yeterli olduğu söylenemez.
- **Geleneksel yapılarımızda** yağış sularının uygun mevsimlerde toplanıp, gereksinim duyulduğu zamanlarda kullanılması gibi çözümlerin yaygın olarak uygulanmış olduğu bilinmektedir. **Tarihi yapıların** çevresinde mutlaka **su kuyuları** bulunmaktadır. Geleneksel konutlarda da su kuyularının yanında yağmur suyunu toplama amaçlı **sarnıç** kullanımı oldukça yaygındır.
- **Bölgesel yağmur suyu yönetimi:** Tarımsal sulama ve daha geniş ölçekte su hasadı teknikleri ile su kullanımını azaltılabilir.
- **Bina içi yağmur suyu yönetimi:** Binaların çatılarından yağmur suyu toplanması ile şebeke suyu kullanım azaltılabilir.
- Günümüzde özellikle, önemli miktarlara ulaşan **sulama suyu ihtiyacı** için genellikle içilebilir şebeke sularının kullanılması, hem çevresel hem de ekonomik açıdan **önemli bir kayıptır.**

Yağmur Hasadının Üstünlükleri

- Projenin büyüklüğüne bağlı olmakla birlikte yatırım ve işletme maliyeti genelde düşüktür.
- İnşaatı ve işletilmesi kolaydır.
- Sorumluluk bireysel/tekel sistemlerde mal sahibine aittir.
- Mevcut su temin sistemi ile bütünleştirilebilir.
- Sisteme adaptasyon kolaydır.
- Diğer su temin projeleri ile karşılaştırıldığında olumsuz çevresel etkileri daha azdır.
- Elde edilen su bedelsizdir.
- Elde edilen su kullanım yerine yakındır.
- Elde edilen su diğer su teminlerine kıyasla çok daha kalitelidir, arıtmaya gerek duymaksızın yeniden kullanılabilir.
- Mevcut su kaynaklarının korunmasına yardımcı olur.
- Acil durumlarda (deprem, ani susuzluk, vb.) durumlarda rahatlıkla kullanılabilir.
- Sel riskini azaltarak alıcı ortamlara taşınacak kirlilik yükünü azaltır.



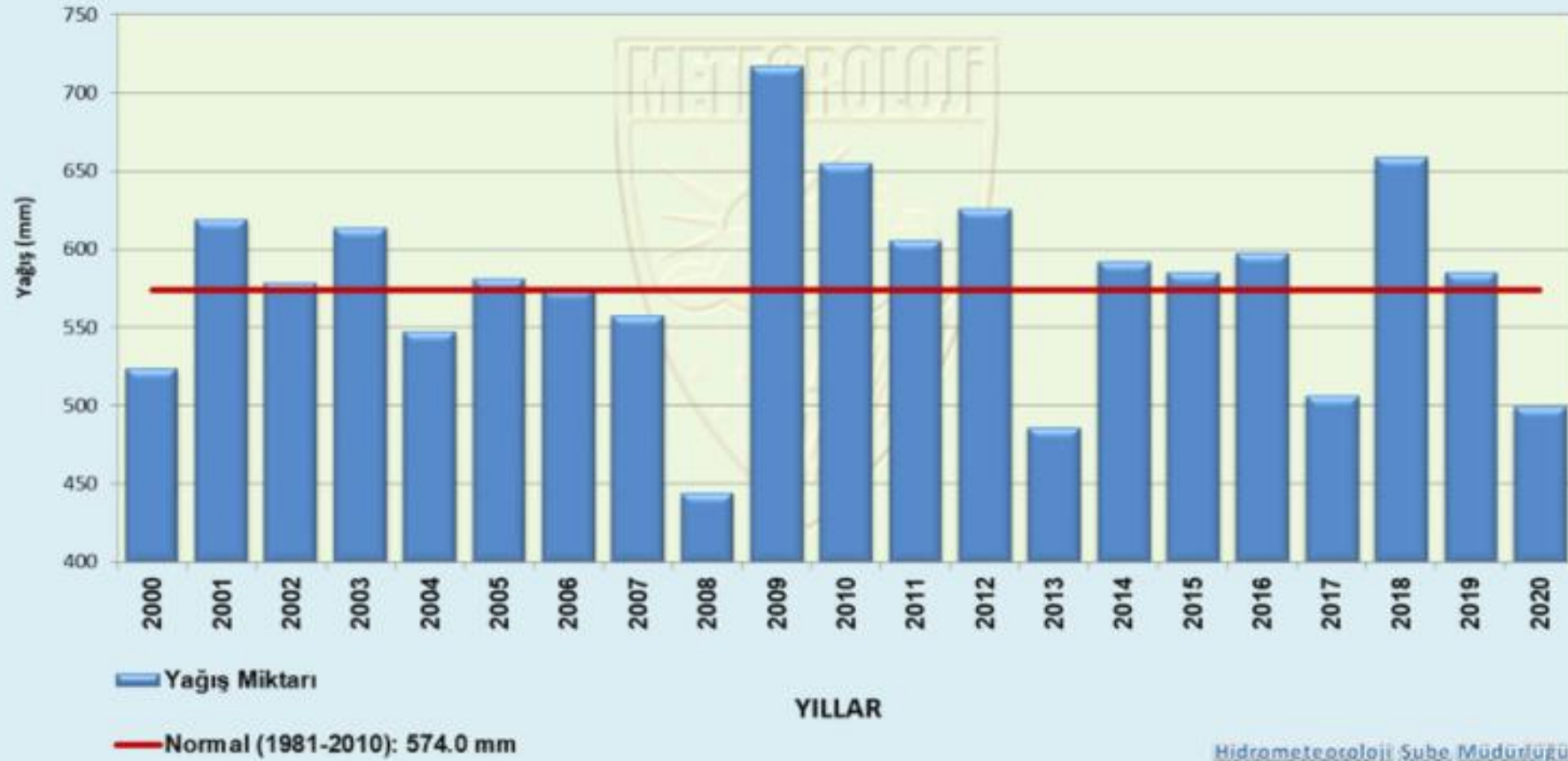
Yağmur Hasadının Zayıflıkları

- Yağışlardaki belirsizlikler sistemin güvenilirliğini azaltmaktadır.
- Bencil bir çözümdür, yardımlaşma duygusu ve paylaşma duygusunu öldürür.
- Sorumluluk tekil sistemlerde sistemin sahibine aittir; bu nedenle cazip olmayabilir.
- Tekil toplama sistemlerinin yaygınlaşması yerleşim yerine su sağlayan belediyelerin gelirinde düşüğe neden olabilir.
- Hükümetler alternatif su kaynağı olarak yağmur suyunun değerlendirilmesi konusunda politika geliştirmemektedirler. Halkın da genelde bu konuda talebi olmayabilir.
- Tanklar ve depolar çocuklar için tehlike oluşturabilir.
- Tanklar ve depolar çok yer kaplayabilir.





TÜRKİYE GENELİ YILLIK ALANSAL YAĞIŞLARI



İl Geneli (MBB Üyesi) Uzun Yıllar Ortalama Yağış Verileri

İller	Yağış (mm)	Yıllar
Balıkesir	598.3	1938-2020
Bilecik	457.9	1938-2020
Bolu	549.8	1929-2020
Bursa	708.7	1928-2020
Çanakkale	624.0	1929-2020
Edirne	601.4	1930-2020
İstanbul	690.5	1929-2020
Kırklareli	580.3	1959-2020
Kocaeli	815.2	1929-2020
Sakarya	842.7	1951-2020
Tekirdağ	583.1	1939-2020
Yalova	755.6	1931-2020



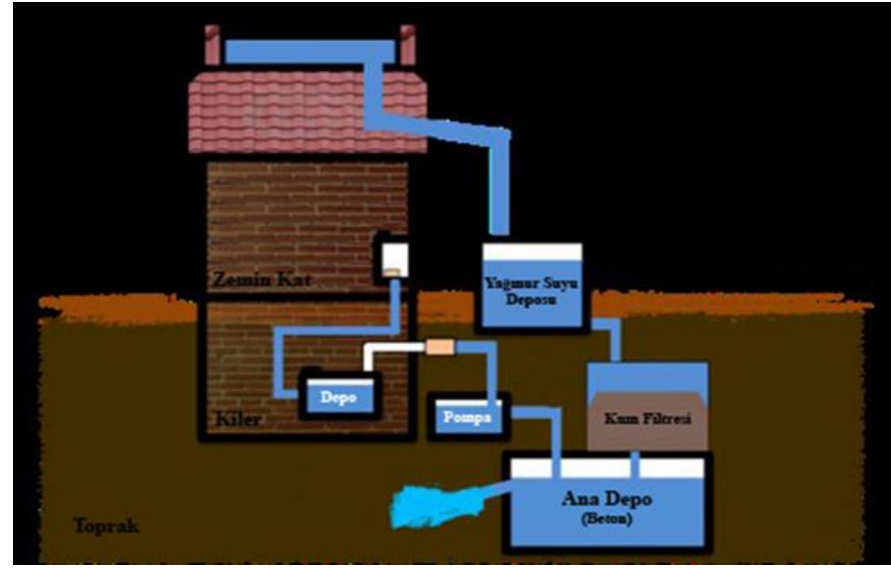
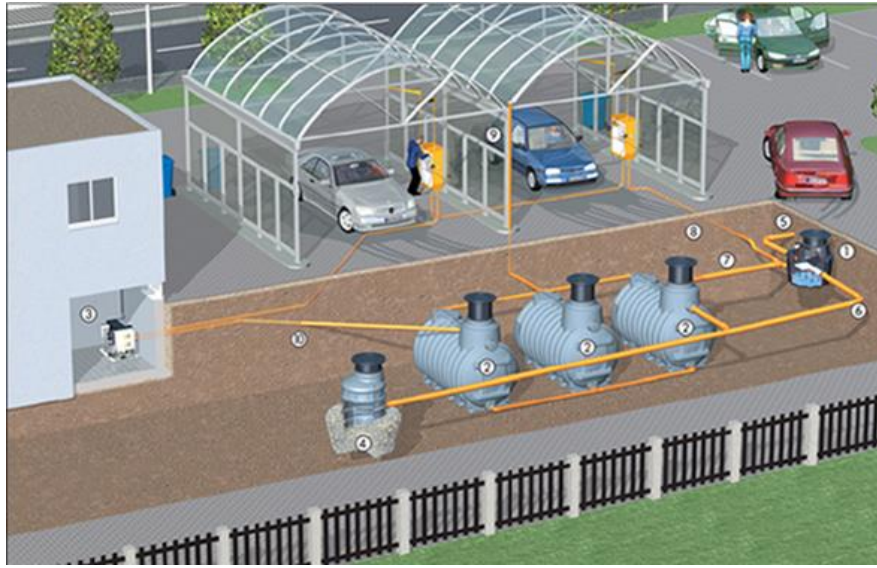
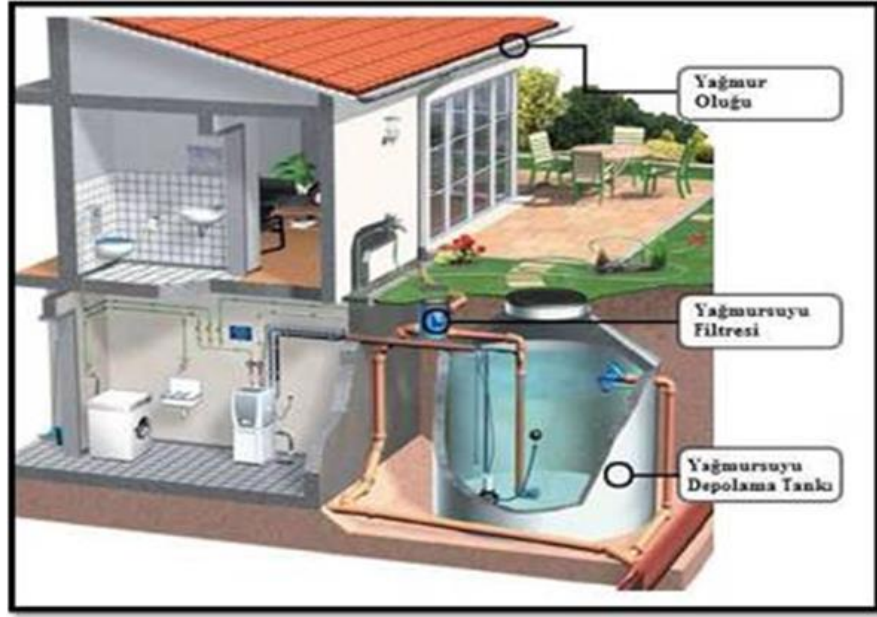
Yağmur Suları Toplama Miktarı

- **İstanbul** uzun yıllar ortalama yağış miktarı **690 mm**

Diğer bir deyişle: **m²'ye 690 L** su düşmektedir.

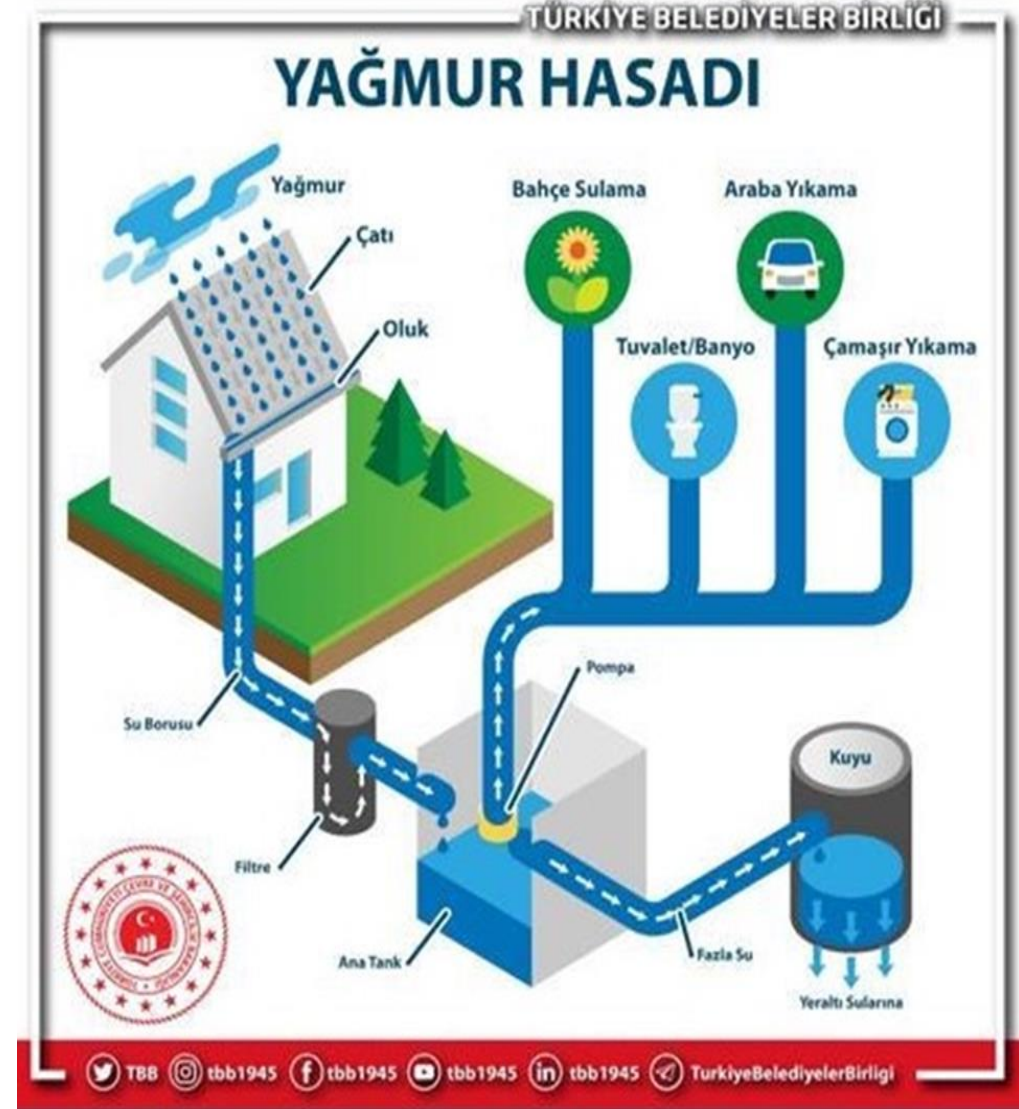
ÖRNEK

- $690 \text{ L} \times 100 \text{ m}^2 = 69,000 \text{ L} \sim \mathbf{69 \text{ ton/yıl}}$ su toplanabilir.
- Yağış düzensizlikleri/depo doluluğu, farklı çatı malzemeleri, çatıdan seken su, farklı oluk sistemleri gibi nedenlerden oluşan kaçakları hesaba katmak üzere, çıkan rakam **0.75 emniyet katsayısı** ile çarpıldığında
- $69 \times 0.75 \sim \mathbf{52 \text{ ton/yıl}}$ su toplanarak depolanabilir.
- **5 kişilik** bir ailenin yaşadığı düşünülürse $5 \times 150 \text{ L/kişi.gün} = \mathbf{750 \text{ L/gün}}$
- Toplanan yağmur suyu ailenin bir yılda **70 günlük su** kullanımına karşılık gelmektedir.

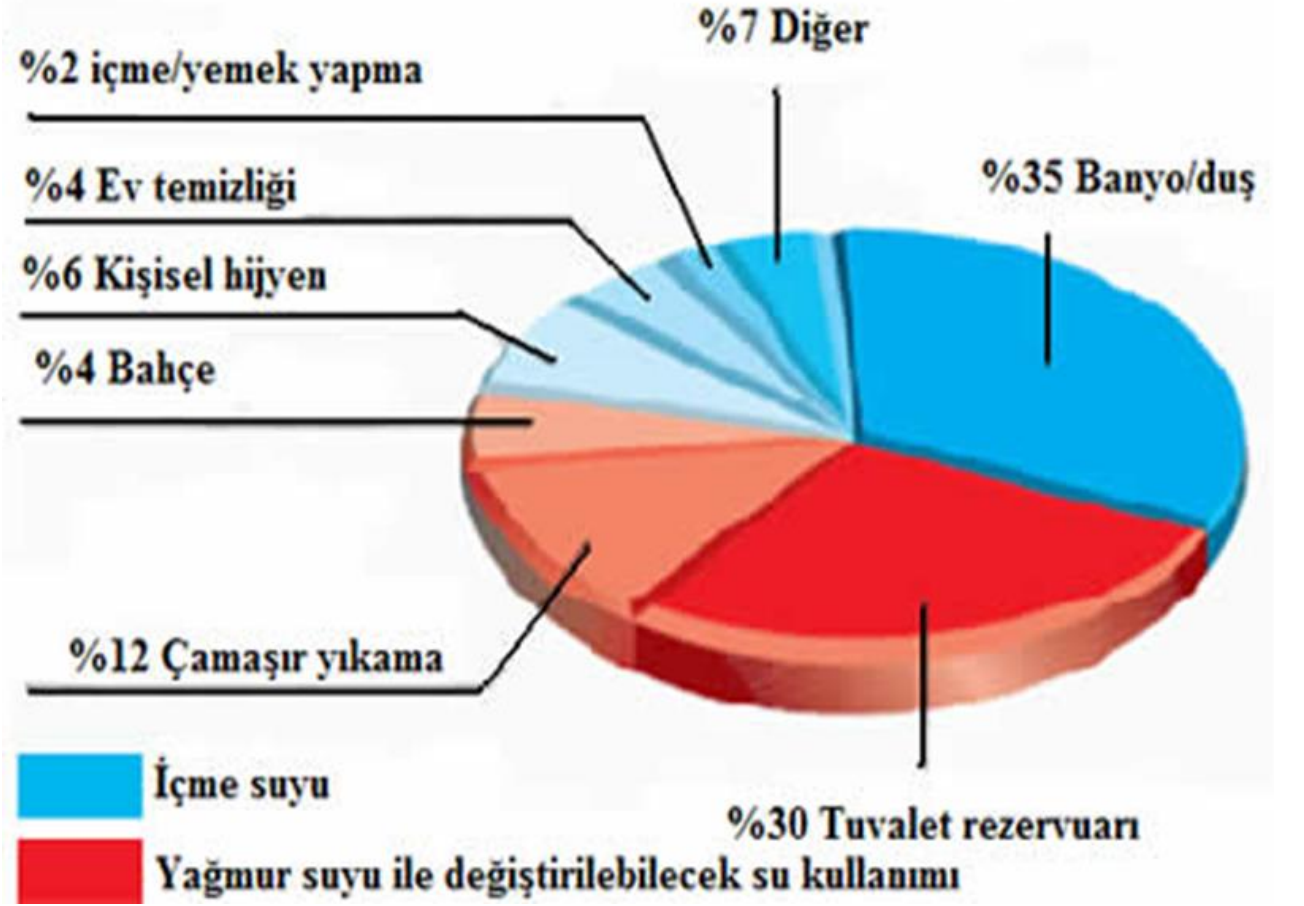


Yağmur Sularının Kullanım Alanları

- Özellikle hava limanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, turistik tesislerde ve çatı alanı yeterince büyük olan binalarda yağmur sularının toplanarak, basit arıtma işlemlerinden geçirilip kullanıma sunulması binalarda su korunumu için alınabilecek önemli bir önlemdir.
- Bu suların Avrupa ülkelerinde kullanımı, **AB 76/160/EEC sayılı Yüzme Suyu Yönetmeliği**'nin hükümlerine uygun olarak gerçekleştirilmektedir.
- Bu sular **yeşil alanların sulanmasında, tuvaletlerde, araba yıkanması** gibi birçok amaç için kullanılabilir.
- Tanklarda toplanan yağmur sularının kalitesinin iyi olması için sağlanması gereken ön şart, **teknik standartlara** uymaktır. Tankların tasarımı ve yapısındaki hatalar, yağmur sularının kendine has bir koku ile anlaşılabilen düşük kalitede olmasına neden olmaktadır.
- Bir diğer önemli konuda yağmur suyu dağıtım hatlarının **etiketlenmeleri** ve dolayısıyla **halkın bilgilendirilmesidir**.



Günlük Evsel Su Kullanımı



Yağmur Suları ve Potansiyel Kullanım Alanları

Yeşil Alanları/Bahçe Sulama

- Öğle saatlerinde yapılan çiçek-çim sulama işlemi suyun fazlasıyla buharlaşarak bitkilerin zarar görmesine sebep olduğundan bu sürecin sabah ve akşam saatlerinde yapılması bitkilerin korunması açısından önemli ve yararlı olmaktadır.

Tuvalette Su Kullanımı

- **Almanya Bad Berka**'daki bir hastane yağmur suyunu kullanarak su tüketim maliyetlerini **%20** oranında azaltmayı başarmıştır. Bu miktar 2000 yılında yaklaşık 36.144 m³ olmuştur. 2006 yılına kadar elde edilen tasarruf ise yaklaşık 1,5 Milyon Euro'dur.

Çamaşır Yıkama

- Dermatolojik araştırmalar, yağmur sularının ev ve işleri için de kullanılabilirliğini göstermiştir. Yağmur suyunda yıkanmış çamaşırlar ile içme suyunda yıkanmış çamaşırlar arasında bakteriyolojik açıdan hiçbir farklılık olmadığını göstermiştir.

Bina İçi Temizlik

Araba Yıkama

Yağmur Suyu Toplama-Sarnıç Sistemi

- Sarnıç uygulamaları özellikle yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının kısıtlı olduğu, buna karşın yeterli yağışın bulunduğu yerler ve merkezi su temini altyapısı bulunmayan yerleşimler için ideal çözüm olarak sunulmaktadır.
- Sarnıçların kullanılabileceği yerler arasında kırsal alanlar, kıyı bölgeleri, kurak, yarı kurak alanlar, adalar ve dağınık yerleşimler yer almaktadır.
- Tipik bir sarnıç sistemi 4 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;
 - ✓ **Yağmur suyunun binaların çatılarından veya zeminden toplanması,**
 - ✓ **Oluk sistemi ile iletiminin sağlanması,**
 - ✓ **Yağmur suyu deposunda biriktirilmesi,**
 - ✓ **Arıtılarak bina içine iletilmesidir.**
- Sarnıçlar genellikle yere gömülü olarak ve su sızdırmayacak biçimde yapılırlar. Çatı, teras ve temiz beton avlulardan toplanan sular sarnıca verilmektedirler.
- Sarnıca verilen yağmur suyunun kumdan (filtre) süzülmesi gerekmekte olup, bu amaçla silis kumu kullanılmaktadır. Alt 1/3'lük kısmı çakıl üst tarafı ince kumla meydana getirilmiş yaklaşık olarak 1m yüksekliğinde bir kum filtresi iyi sonuç vermektedir.

Yağmur Suyunun Toplanması- Sarnıç Sistemi

- Kum filtresinin sarnıç içine yapılması halinde, kum tabakasının %40'ı kadar boşluk olduğundan sarnıç hacmi gerekenden çok büyük çıkabilmektedir.
- Bu sakıncayı gidermek için süzme kumunu geliş borusu veya su alma borusu etrafına koymak, zamanla kirlenen kumları değiştirmek ya da en azından kirlenen kumları yıkamak gerekmektedir.
- Daha geliştirilmiş sarnıçlarda yağmur suyu, bir dinlendirme ve süzme işleminden geçmektedir.



Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama Sistemleri

- Yağmur suyunun yüzeyden toplanmasına ilişkin teknik konular ve yapım türleri (zift çatı-asbest beton çatı-metal platform çatı) bulunmaktadır. Aşırı derecede kirli çatıları bulunan yapılardan toplanan yağmur suları, yağmur suyu toplama tankında toplanmamalıdır.
- Ziftli çatıdan toplanan sular genellikle sarı renkli olup, tuvalette ve bahçe sulamada kullanılmasının önerilmesine neden olacak şekilde özel bir kokuya sahiptir. Ancak, bu suların bakteriyolojik bakımından zararsız olduğu kanıtlanmıştır.
- Çökeltme yöntemiyle arıtılan su, tüketim için pompayla transfer edilir. Su seviyesi otomatik olarak kontrol edilir.
- Asbest-beton çatı çözülmeye eğilimlidir. Bu durumda toplanan sular, asbest yüzdesine bağlı olarak sadece tuvaletler için kullanılabilir.
- Metal platform çatı, özellikle de karışık metalle kaplanmış çatılardan toplanan sular çamaşır yıkama ya da bahçe sulaması için kullanılmaya elverişli değildir. Bu sular yalnızca tuvaletlerde kullanılabilir.
- Yağmur suyu toplama tankı su tedarikini sağlamakla birlikte çökeltme işlemi yoluyla yağmur suyunun arıtılmasını da sağlar.

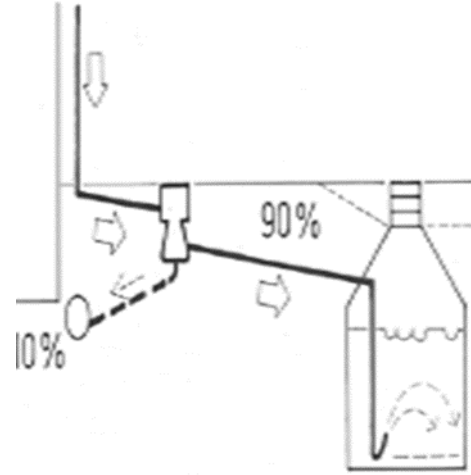
Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama Sistemleri

Filtreleme Sistemleri

- Çakıl taşı filtreleri hiç bir bakım masrafı gerektirmemektedir. Bu durum yeni filtre sistemlerindeki gelişmeyi göstermektedir (yılda bir ya da iki kez temizleme gerektirir).
- Mekanik filtrelerden geçirilen yağmur suyu ise, tuvalet temizliği, çamaşır makinesi ve bahçe sulaması için kullanılabilir.
- Filtreleme, yağmur suyunun kullanımı için önemli bir koşul olan büyük miktarlarda kirleticinin sudan ayrılmasını sağlayan teknolojik bir işlemdir.
- Filtreleme sisteminin kurulumunun erişilebilir bir yere yapılması çok önemlidir, bu şekilde periyodik muayene ve temizliğin yapılması garanti altına alınmış olur.
- Kolayca temizlenebilen ancak yaprak, kum gibi kirleticilerin su tankına girmesini önleyen filtrelerin kullanılması önerilmektedir.



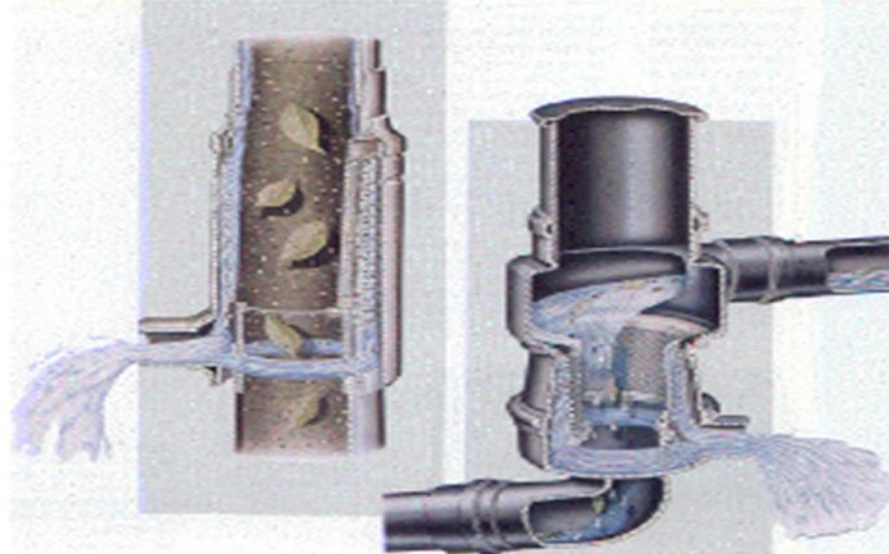
Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama Sistemleri



Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama Sistemleri

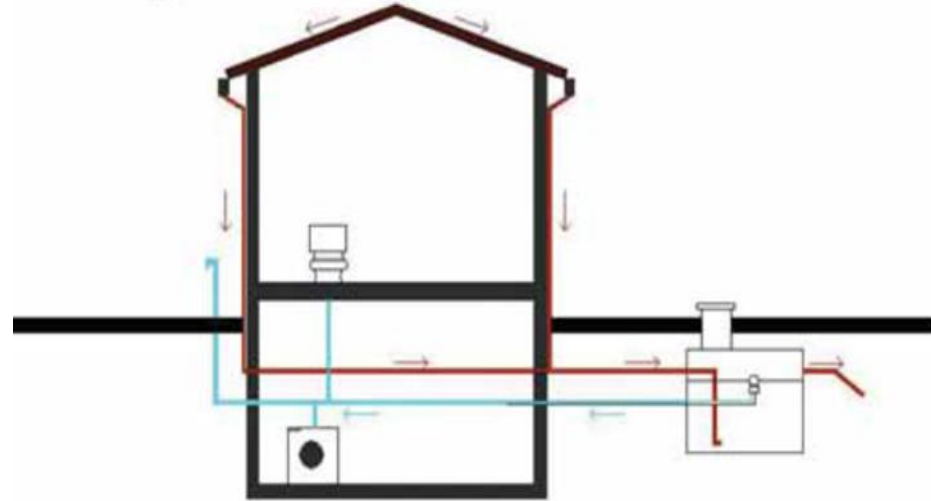
Modüler Yapı

- Yıllar önce tek tek parçalar karmaşık bir yolla birleştirilirken, şimdi önceden monte edilmiş yalnızca iki parçanın birleştirilmesi yeterlidir.
- Modüler sistemler sayesinde kolay montaj ve düşük maliyetler, sistemin bakımında bina bakımı için gereken diğer bilinen hizmetlere göre (örneğin ısı mühendisliği) daha kolay ve güvenilir hale gelmiştir.
- Birinci modül filtre, tank ve toplama borularını içerir.
- İkinci modül basınç kontrolü ve toplama borularını içerir.



Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama ve Dağıtım Sistemleri

- Konut içerisinde yağmur suyu tesisatının kullanıldığı sistemler çeşitlidir.
- Yağmur suyu tesisatının kullanıldığı sistemler (**tekli sistem**) şebekenin yağmur suyu tesisatını beslediği sistemler,
- Yağmur suyu tesisatı ile şebekenin birbirinden bağımsız olarak kullanıldığı sistemler (**çiftli sistem**) şeklinde farklı uygulama seçenekleri bulunmaktadır.
- Konut içerisinde basit bir yağmur suyu toplama sisteminde (**tekli sistem**), çatıdan toplanan yağmur suyu, büyük parçaları tutan filtreden geçirildikten sonra yağmur suyu deposuna gelmektedir.
- Su, yağmur suyu deposundan **çamaşır makinesi** ya da **tuvalet rezervuarı** gibi konut içerisinde ihtiyaç duyulan alanlara pompalanmaktadır.



Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama ve Dağıtım Sistemleri

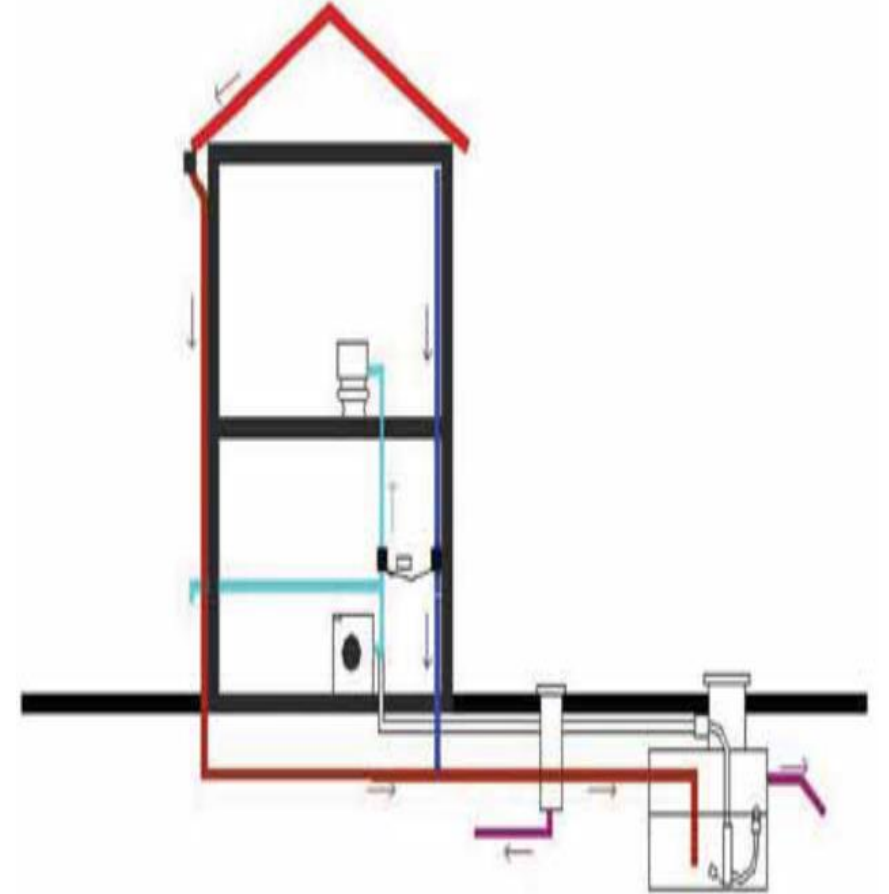
Bu sistemde ilk kurulum maliyeti dışında, toplanılan yağmur suyuna ücret ödenmemektedir. Ancak yağmur suyunun az olduğu dönemlerde ya da yağmur suyu toplama sisteminde herhangi bir sorun çıktığında binada oluşacak su kesintisi bu sistemin zayıflığıdır.

Şebekenin yağmur suyu sistemi ile doğrudan beslenmesi

Şebeke ile yağmur suyu tesisatı birbirine bağlı durumdadır.

Yağmur suyunun az olduğu dönemlerde yağmur suyu tesisatı şebeke ile beslenerek, bina içerisinde çamaşır makineleri ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır.

Bina içerisinde ek bir alana ihtiyaç olmaması bu sistemin üstünlükleri olmakla birlikte yağmur suyu kullanılmadığı zaman, ana şebekedeki suyun pompalanması için pompanın harcadığı enerji maliyeti, pompa bakım masrafları, kontrol mekanizmasının daha pahalı ve karışık olması, bina içerisinde su kullanımının olduğu her zaman pompa çalışması sistemin zayıflıklarıdır.



Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama ve Dağıtım Sistemleri

Şebeke suyu ile yağmur suyu tesisatının bina içerisinde (çatı arasında) bir depoda birleştirilmesi (Yerçekimi sistemi ya da çatı deposu sistemi ile dağıtım)

Bu sistemde çatı arasında bulunan depoya hem yağmur suyu tesisatı hem de şebeke suyu gelmektedir.

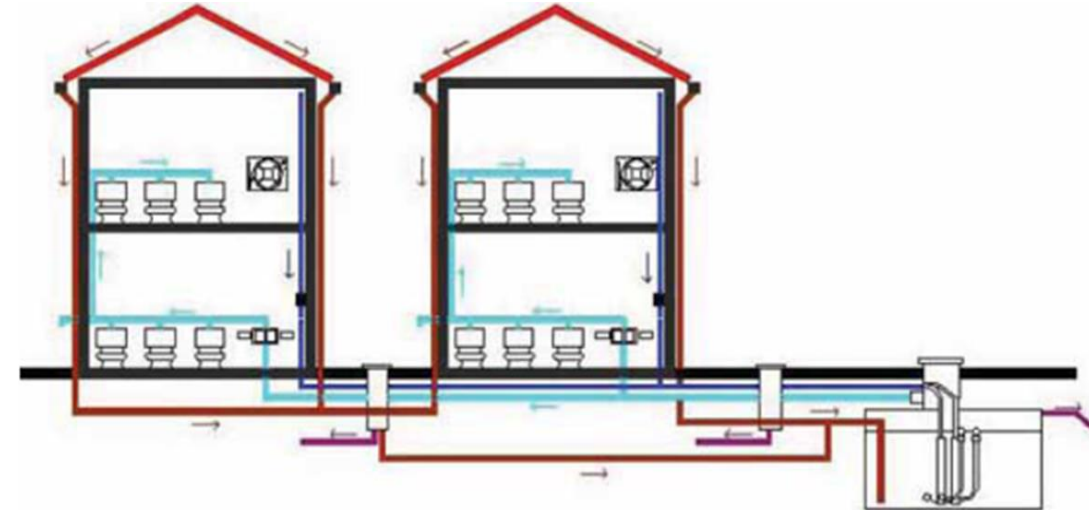
Sistem, yağmur suyunun depoya dolması ve sonrasında bina içerisinde pompaya ihtiyaç duyulmadan çamaşır makinesi ve tuvalet rezervuarlarına yerçekimi ile iletilmesi şeklindedir.



Yağmur suyu tesisatı ile şebekenin birbirinden bağımsız olarak kullanıldığı sistemler (çiftli sistem)

Bu tip sistemlerde yağmur suyu tesisatı ana şebeke ile beslenmemekte, bunun yerine her iki sistemde de (yağmur suyu tesisatı ve şebeke) bağımsız olarak konut içerisinde tuvalet rezervuarı ya da çamaşır makinesinde kullanılmaktadır.

Her iki sistem tuvalet rezervuarı ya da çamaşır makinesine kadar uzatıldığı için ek bir maliyet oluşmamaktadır.



Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılmasına İlişkin Dünya'daki ve Türkiye'deki Teşvikler ve Mevzuat

- Dünya'da **Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri** bu konudaki gelişmelere ve verilen öneme örnek teşkil etmektedir. Su tüketiminin azaltılması konusunda gelişen teknolojiler ile birlikte her ülke, yönetmelik, standart ya da bilimsel nitelikteki kılavuzlar ile bu teknolojilerin kullanım şeklini belirlemiş ve yaygınlaşmasını sağlamıştır.
- **Yeşil bina değerlendirme** sistemlerinin temeli **sürdürülebilir tasarımlara** dayanmaktadır.
- Binalarda sürdürülebilir kaynakların sürekli tüketilmesi yerine tüm kaynakların mümkün olduğunca az tüketilmesi, tekrar kullanılması ya da geri dönüştürülmesini kapsayan değerlendirme sistemleri farklı ülkelerde farklı isimlere (LEED ve BREEAM) sahiptir.
- Ülkemizde henüz mevcut bir **Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi** bulunmamaktadır. Ancak, hazırlanma sürecindedir. Bu kapsamda, Bakanlık ile İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) arasında, iklim verilerine ve yöreye uygun, ihtiyacı kadar enerji ve su tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan bina ve yerleşmelerin değerlendirilmesi ve sertifikalandırılması amacıyla **26 Şubat 2016**'da "**Ulusal Değerlendirme Kılavuzu**" geliştirilmesine yönelik protokol imzalanmıştır.
- Bulduğu yerin coğrafi özelliklerini kullanan bina uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla da **2018**'de Türkiye'ye özgü "**bina**" ve "**yerleşme**" ana kategorileri çerçevesinde "**Sertifika Sistemi Kılavuzu**" hazırlanmıştır.

Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılmasına İlişkin Dünya'daki ve Türkiye'deki Teşvikler ve Mevzuat

- Kılavuz çerçevesinde ise **8 Kasım 2019**'da Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi (**YeS-TR**) yazılımı alt yapısı oluşturularak çalışmalara başlandı.
- Yetkilendirmelerin ardından **YeS-TR**'nin **2021 yılının ilk çeyreğinde** hizmet vermesi planlanıyor.

23 Haziran 2017 CUMA

Resmî Gazete

Sayı: 30105

YÖNETMELİK

Çevre ve Şehircilik Bakanlığında:

YAĞMURSUYU TOPLAMA, DEPOLAMA VE DEŞARJ SİSTEMLERİ HAKKINDA YÖNETMELİK BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı; yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarıma, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik; halk sağlığını ve güvenliğini, çevrenin korunmasını, sistemin sürdürülebilir olmasını, içmesuyu kaynaklarının suyla taşınan kirliliklerden korunmasını esas olarak yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarıma, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları kapsar.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelik, 29/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 11 inci maddesi hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

1) Amaç amacı: Bu yönetmeliğın temel amacı yağmursuyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanmasına, tasarıma, projelendirilmesine, yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılmasına İlişkin Dünya'daki ve Türkiye'deki Teşvikler ve Mevzuat

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca hazırlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, **23 Ocak 2021** tarihli Resmi Gazete'de yayımlandı.
- 2000 m² büyük parsellerde inşa edilecek tüm binaların çatılarında toplanan yağmur sularının, bahçe sulama veya arıtılarak bina ihtiyacında kullanılmak üzere bahçe zemini altında bir depoda toplanması amacıyla "**Yağmur suyu toplama sistemi**" yapılması zorunluluğu getirildi.
- Yönetmelikle ayrıca, belediyeler ve ruhsat vermeye yetkili diğer kurumlara, daha küçük parseller için de bu konuda zorunluluk getirebilmeleri yetkisi de verildi.
- **İmar Yönetmeliği'nde yapılan bu değişiklik**, kuraklık ve buna bağlı su sıkıntısının gün geçtikçe arttığı dikkate alındığında yerinde ve olumlu bir karardır. Bu karar ile 2000 m² üzerindeki parsellerde inşa edilen yapıların çatılarından akan sular atıksu kanalına veya gelişi güzel şekilde sokağa, kaldırıma akıtılmayacak, toprak altında oluşturulacak depolarda toplanacak ve ihtiyaçlar için kullanılacaktır.
- Bir yandan yağmur sularının kanalizasyona dökülerek kaybolması önlenirken diğer yandan şiddetli yağışların yol açtığı su baskınlarının da bir nebze önüne geçilmesi amaçlanmıştır.
- Yağmur sularının toplanması, depolanması, barajlara ve su toplama havzalarına ulaştırılması, arıtılması ve halkın kullanımına sunulması yasaya göre **bakanlığın ve belediyelerin** sorumluluğundadır.
- Halihazırda inşa edilen binaların çatılarından akan ve bahçede toplanan yağmur suları (varsa) yağmur suyu kanallarına, yağmur suyu kanalı olmayan bölgelerde ise atıksu (kanalizasyon) kanallarına bağlanmaktadır.



TEŞEKKÜRLER

