



**T.C HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**YAĞIŞ SULARININ KONUT ÖLÇEĞİNDE
SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM KAPSAMINDA
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Kübra AKAYDIN SEL**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Jülide EDİRNE**

İstanbul - 2017

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**YAĞIŞ SULARININ KONUT ÖLÇEĞİNDE
SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM KAPSAMINDA
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Kübra Akaydın Sel**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Jülide Edirne**

İstanbul – 2017

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık A.B.D. Yüksek Lisans öğrencisi Kübra AKAYDIN SEL tarafından hazırlanan “Yağış Sularının Konut Ölçeğinde Sürdürülebilir Tasarım Kapsamında İncelenmesi” konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi :01.03.2017

(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu)

İmzası

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Jülide EDİRNE ERDİNÇ
Haliç Üniv. (Danışman)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Uğur ÖZCAN
Fatih Sultan Mehmet Üniv

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Gözde ÇAKIR KIASIF
Haliç Üniv.

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Oya Oğuz
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimin ve tez çalışmamda, bilgi ve deneyimleriyle büyük katkısı bulunan, araştırmamın şekillenmesinde ve gelişmesinde beni yönlendiren değerli danışmanım ve bölüm başkanımız Sayın Yrd. Doç. Dr.Jülide Edirne'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmamın tüm safhalarında bilgi ve deneyimleriyle bana ışık tutan değerli abim Yrd. Doç. Dr. Emrah YALÇINALP'e,

Yüksek lisans eğitimim esnasında hayatımı birleştirdiğim, mesleki deneyimi ve becerisi ile beni destekleyen, yol gösteren, tez çalışmam süresince desteğini esirgemeyen değerli eşim, başarılı gazeteci Yunus Emre SEL'e,

Mimarlık eğitimine birlikte başlayıp tamamladığımız, desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Mim. Turgut Özgün ve Y. Mim. Muhammet İlyas Albayrak'a,

A.B.D.'de yüksek lisansına devam eden Çevre Mühendisi arkadaşım Numan Habip'e,

A.B.D'de doktorasına devam eden

Yüksek mimar olma yolunda gerek teşvik ve takdiri gerekse maddi, manevi desteği ile her zaman yanımda olan, meslek hayatımda aynı yolu paylaştığım ve sanatını her zaman örnek aldığım değerli Mimar Aytaç AKYÜZ'e,

Tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, beni bu günlere getiren, gecesini gündüzüne ve hayatıma anlam katan sevgili anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	I-II
TABLO LİSTESİ	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
1.GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı.....	1
1.2 Materyal ve Metod.....	2
2. MEDENİYET TARİHİ BOYUNCA KENT ÖLÇEĞİNDE SU	3
3. MODERN KENTLERDE SU	9
3.1 Temel Karakteristikler	9
3.2 Su Kaynakları.....	14
3.3 Temel Problemler.....	15
3.3.1 Su Kaynaklarının Kullanımı	16
3.3.2 Su Kirliliği	18
3.3.3 Altyapı Eksikliği	19
3.3.4 Küresel İklim Değişikliği.....	20
3.3.5 Sosyal Kaynaklı Sorunlar	21
4. TÜRKİYE’NİN SU KAYNAKLARI VE KULLANIMININ DÜNYADAKİ YERİ VE ÖNEMİ	22
5. YAĞIŞ SULARININ KULLANILMASI	25
5.1 Yağış Sularının Toplanması.....	26
5.2 Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama ve Dağıtım Sistemleri	31
5.2.1 Çatı Yağmur Suyu Hasadı Uygulamaları ve Kullanıldığı Yerler	32
5.2.2 Hasat Edilebilir Yağmur Suyu ve Depo Kapasitesini Etkileyen Faktörler	36
6. YAĞMUR SUYUNUN KONUTLARDA KULLANILMASI	38
6.1 Yağmur Suyunun Konut Dışında Kullanılması	39
6.2 Yağmur Suyunun Konut İçinde Kullanılması.....	41
7. ÇATI YAĞMUR SUYU HASADINA İLİŞKİN ÖRNEKLER	46
7.1 Dünyadan Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojisine İlişkin Örnekler.....	46
7.2 Ülkemizde Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojisine İlişkin Örnekler	58
8. BİNALARDA YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASINA İLİŞKİN DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE’DEKİ YASALAR, YÖNETMELİKLER, TEŞVİKLER VE YEŞİL BİNA SERTİFİKASYON SİSTEMLERİ	66
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
10. KAYNAKLAR	73
11. ÖZGEÇMİŞ	77

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 2.1: Suyun karakteristiğine adaptasyon sonucu oluşmuş kültürel peyzaj dokuları.....	3
Şekil 2.2: Yerleşimde suyun farkındalığı ile oluşmuş kentsel dokular	3
Şekil 2.3:Yerleşimde su ile birlikte yaşama kültürünün unutulmasıyla oluşturulmuş kentsel dokular	3
Şekil 2.4: Nippur'un 3400 yıllık haritası: Fırat Nehri (solda), İdnunbirdu kanalı (üstte yatay) ve İdşauru kanalı (sağda yukarıdan aşağıya).....	4
Şekil 2.5: Sir Leonard Woolley'in Mezopotamya'da keşfettiği, pişmiş toprak kanalizasyon künkleri	5
Şekil 2.6: 3200 Yıllık Hitit Barajı - Alacahöyük	6
Şekil 2.7: Süleymaniye Su Yolu Haritası	7
Şekil 2.8: Bayezid Su Yolları Haritası	8
Şekil 3.1: Hidrolojik çevrim	10
Şekil 3.2: Akifer	11
Şekil 3.3:Yeryüzünde su kaynaklarının dağılımı.....	12
Şekil 3.4:Su kaynaklarının kıtalara ve nüfusa göre dağılımı	13
Şekil 3.5:Dünya'daki suyun küresel dağılımı	14
Şekil 3.6:Aral Denizi: Nehirlerin sulama için yönlendirilmesi nedeniyle önemli ölçüde boyutlarını azaltmıştır	16
Şekil 3.7:Türkiye'de Sektörel Su Kullanımlarının Mevcut ve Gelecekteki Durumu, Su Tüketimi.....	17
Şekil 3.8:Su temini ve kanalizasyon hizmetlerinden yoksun nüfusun kıtalara göre dağılımı.....	18
Şekil 3.9:Türkiye'de nehir havzalarında oluşan ve arıtılan atık suyun dağılımı.....	19
Şekil 4.1: Türkiye'nin su havzaları	23
Şekil 4.2: Dünyada ve Türkiye'de Kişi Başına Düşen Su Miktarı.....	24
Şekil 5.1: Sarnıcın Düşey Kesiti ve Planı.....	26
Şekil 5.2: Muğla'da Bir Sarnıç.....	27
Şekil 5.3: Yağış Sularının Oluk Sistemleri ile Toplanarak Depolanması.....	28
Şekil 5.4:Sarnıcın Düşey Kesiti ve Planı.....	29
Şekil 5.5:Yağmur Sularının Filtreden Geçirilerek Sarnıçta Toplanması.....	29
Şekil 5.6: Yerebatan Sarnıcı Görüntüsünü Günümüze Taşıyan Bir Gravür.....	30
Şekil 5.7: Valens (Bozdoğan) Su Kemeri,Saraçhane/İstanbul	31
Şekil 5.8: Yağmur Suyu Toplama Sistemi Şeması.....	32
Şekil 5.9: Çatı Yüzeyinden Yapılan Su Hasadı.....	33
Şekil 5.10: Yağmur Suyu Hasadı, Beypazarı.....	34
Şekil 6.1: Evsel Su Kullanım Oranları.....	38
Şekil 6.2: Yağmur Suyunun Konut Dışında Depolanması.....	40
Şekil 6.3: Yağmur Suyu Tesisatının Kullanıldığı Sistemler (Tek Döşem).....	42
Şekil 6.4: Şebeke Suyu Tesisatının Yağmur suyu Tesisatını Direkt Beslemesi.....	43
Şekil 6.5: Şebeke Suyu ile Yağmur Suyu Döşeminin Bina İçerisinde (Çatı Arasında) Bir Depoda Birleştirilmesi(Yerçekimi Sistemi ya da Çatı Deposu Sistemi İle Dağıtım)	

.....	44
Şekil 6.6: Çift Döşem Dağıtım Sistemleri.....	45
Şekil 7.1: Kenya’da inşa edilen yağmur suyu tankları.....	47
Şekil 7.2: Solaire Rezidans.....	47
Şekil 7.3: Healthy House, Toronto.....	48
Şekil 7.4: Healthy House Sistem Diyagramı.....	49
Şekil 7.5: Forest Apartman Daireleri, Newyork	50
Şekil 7.6: Forest Apartman Daireleri Çatı Çiftliği.....	51
Şekil 7.7: Upcycle Evi.....	52
Şekil 7.8: Upcycle Evi Sistematik Şeması.....	52
Şekil 7.9: Pico Housing, California.....	53
Şekil 7.10: Pico Housing Sürdürülebilir Sistem Şeması.....	54
Şekil 7.11: BedZED Konutları, İngiltere.....	55
Şekil 7.12: BedZED Konutları Su Dağıtım Sistemi.....	56
Şekil 7.13: 41. Cadde ve Osterman Plaj Evleri, Chicago.....	57
Şekil 7.14: 41. Cadde ve Osterman Plaj Evleri Sistem Diyagramı.....	57
Şekil 7.15: Diyarbakır Güneş Evi.....	58
Şekil 7.16: Gaziantep Pasif Ev	59
Şekil 7.17: Tekfen Bomonti Apartmanları.....	60
Şekil 7.18: Ekolojik İkiz Ev Sistem Şeması	61
Şekil 7.19: Ekolojik İkiz Ev Sistem Kesiti.....	62
Şekil 7.20: Tekke Kuyumcu Köyü Yağmur Suyu Hasadı.....	63
Şekil 7.21: Eser Yeşil Bina.....	64
Şekil 7.22: Eser Yeşil Bina Su Yönetim Şeması	65

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 4.1: Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli.....	22
Tablo 5.1: Yağmur Suyunun Kullanılabileceği Yerler.....	35
Tablo 5.2: Çatı materyaline göre kayıp katsayıları.....	37
Tablo 8.1: Yağmur Suyu Kullanımına İlişkin Yasa ve Yönetmelikler.....	67
Tablo 8.2: Leed ve Breeam Yeşil Bina Değerlendirme Sistemlerinde su korunumuna ilişkin kredilerin karşılaştırılması.....	69

GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Kübra Akaydın Sel
Anabilim Dalı : Mimarlık
Programı : Mimarlık
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Jülide Edirne
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Kasım 2016

ÖZET

YAĞIŞ SULARININ KONUT ÖLÇEĞİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Su sıkıntısı ile karşılaşılan son dönemde, tüm dünyanın alternatif su kaynaklarını kullanma konusunda geliştirdiği teknolojilerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojilerin yaygın olarak kullanılmadığı ülkemizin şu anda sahip olduğu su potansiyeli ve gelecekte ön görülen su miktarları göz önüne alındığında dünyanın gerisinde olduğu gözlenmektedir.

Tatlı su kaynaklarının kirletilmesi ve tüketilmesi gibi nedenlerden dolayı gri suyun arıtılarak tekrar kullanıldığı sistemlerin dışında yeni bir alternatif olarak yağmur suyunun toplanarak kullanılması gündeme gelmiştir. Çatı yüzeylerinden toplanan yağış sularının basit arıtma işlemlerinin ardından kullanılabilmesi su korunumu açısından alınabilecek önlemler arasındadır. Birçok ülkede bu yöntem ile kullanım suyu tüketimi azaltılarak büyük ölçüde tasarruf sağlanmaktadır.

Bu çalışmada; yağmur suyunun temel yaşam alanlarımız olan konut binalarının içinde ve dışında kullanımına ilişkin sistemlerin örneklerle değerlendirilmesi ve yağmur suyu kullanımının dünyada ve ülkemizde yasalar, yönetmelikler ve yeşil bina sertifikasyon sistemlerinde ele alınmasının incelenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yağış Suları, Sürdürülebilirlik, Yağmur Suyu Hasadı, Konut.

GENERAL INFORMATION

Name and Surname : Kübra Akaydın Sel
Department : Architecture
Program : Architecture
Thesis Advisor : Yrd. Doç. Dr. Jülide Edirne
Thesis Type Date : Master's degree – November 2016

ABSTRACT

INVESTIGATION OF RAINWATER OVER RESIDENTIAL BUILDING SCOPE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DESIGN

Using developed water technologies to provide alternative water sources is getting widespread all over the world due to water shortage. These technologies are not common in Turkey but existing and future projection water potential of our country is lower than most part of the world.

Collecting and using rainwater is emerged as an alternative water reuse method other than treated grey water reuse due to high consumption and high contamination of fresh water. Using rain water after applying basic treatment methods on collected rain water from surface of a roof is one of the method to conserve water. Many country decrease their water consumption by applying this method.

In this study, evaluation of rainwater systems inside and outside of the residential buildings with examples and investigation of regulations, legislations and green building certification related rain water usage at different countries and Turkey is intended.

Keywords: Stormwater, Sustainability, Rainwater Harvesting, House

1. GİRİŞ

Su, insanoğlunun varlığını devam ettirebilmesi için temel unsurdur, canlılığın kaynağıdır. Geçmişten günümüze kadar her kültürün ortak doğal kaynağı sudur. Birçok uygarlık, varlığını korumak adına su kaynaklarına yakın yerlerde kurulmuştur. Su kanalları, su kemerleri, sarnıçlar gibi su kullanım teknikleri uygarlık tarihi boyunca karşımıza çıkmaktadır.

Yenilenebilir bir kaynak olan su; çevresel etmenler, bilinçsiz tüketim, iklim değişiklikleri, nüfus artışı gibi nedenlerden ötürü doğal döngüsünü tamamlayamadan tüketilmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Günümüzde temel yaşam alanlarımız olan konutlarda tüketilen su miktarı azımsanmayacak boyutlardadır. Üretimin, yerini gitgide tüketime bıraktığı bu günlerde, su kaynaklarının hızlıca tüketilmesi ve kirletilmesi, uzun vadede yaşanılacak kaynak sıkıntılarının kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Bu nedenle su tüketimini azaltmaya yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir.

Alternatif bir kaynak olarak, yağmur suyunun toplanıp artırılarak kullanılması su tüketiminin önüne geçen, doğal döngüye katkıda bulunan bir unsurdur.

Bu tezdekonutlarda yağış sularının konut ölçeğinde değerlendirilmesi ve sürdürülebilir tasarım kapsamında incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.2. Materyal ve Metod

Tezde, medeniyet tarihi boyunca suyun kent ölçeğindeki yeri ve önemi, modern kentlerde su kullanımı, su kaynakları, su kirliliği, altyapı eksikliği, küresel iklim değişiklikleri, sosyal kaynaklı sorunların incelenmesi; kentsel ölçekte yağış rejimlerinin karşılaştırılması ve yağış sularının kullanılmasına yönelik çalışmalar anlatılacaktır.

Bununla birlikte gelişmiş yağmur suyu toplama ve dağıtım sistemlerini, yağmur suyu hasadını, yağmur sularının konut içinde ve dışında kullanılmasını, binalarda yağmur suyu kullanılmasına ilişkin dünyada ve Türkiye'deki yasalar, yönetmelikler, teşvikler ve yeşil bina sertifikasyon sistemleri irdelenecektir.

2. MEDENİYET TARİHİ BOYUNCA KENT ÖLÇEĞİNDE SU

Sert'in (2013: 33) ifade ettiği gibi:

Su ve kent üzerine düşünme ve deneyim biriktirme yeni değildir. Geçmiş çok eskiye dayanır. Örnek vermek gerekirse Roma'lı Mimar Vitruvius'un M.Ö. 1. yy'daki Mimarlık Hakkında On Kitap (De architectura libri decem) olarak bilinen yapıtının sekiz tanesi suyun mekan yaratmaktaki rolüne adanmıştır ve Roma'daki su kaynakları yönetimine dairdir. Geçmişe baktığımızda (kültürel peyzajların peyzaj ilişkileri yaratması bağlamında) tarımda ve kentleşmede yerleşim örüntüsünün meydana gelişinin, su havzasına ve suyun arazide akışına sıkı sıkıya bağlı olduğundan ve su ile birlikte yaşama ilişkisinin görünür olduğundan bahsedilebilmektedir.



Şekil 2.1: Suyun karakteristiğine adaptasyon sonucu oluşmuş kültürel peyzaj dokuları (Stokman, 2008).



Şekil 2.2: Yerleşimde suyun farkındalığı ile oluşmuş kentsel dokular (Stokman, 2008).

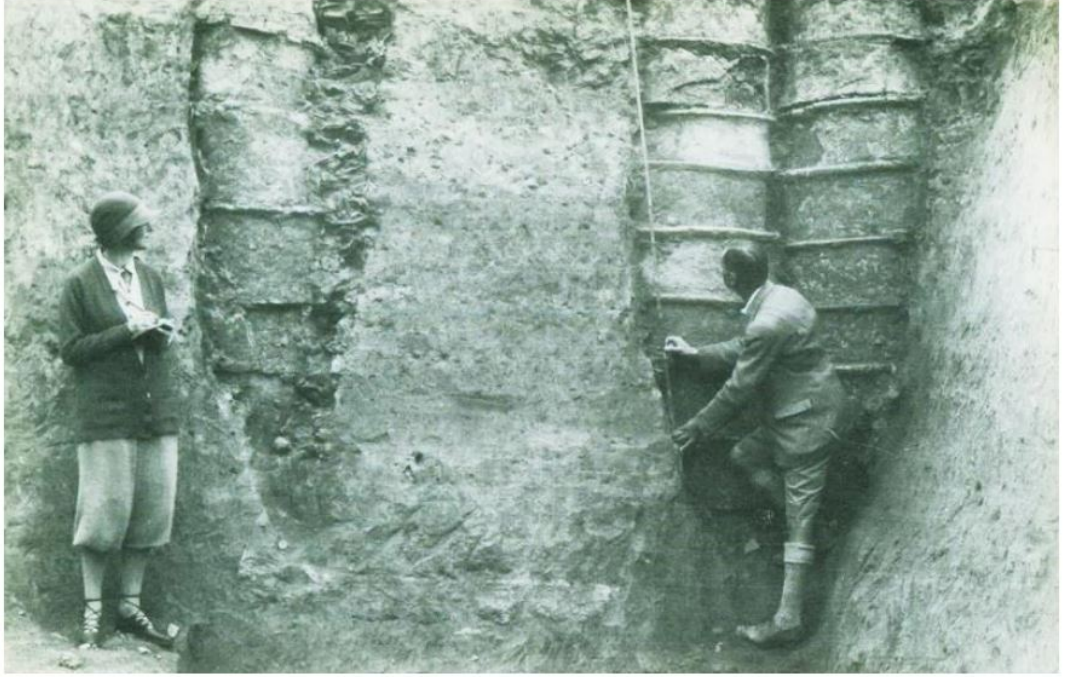


Şekil 2.3: Yerleşimde su ile birlikte yaşama kültürünün unutulmasıyla oluşturulmuş kentsel dokular (Sert, 2013).

Göçebe hayat tarzından yerleşik hayata geçilen ilk yer olarak bilinen Mezopotamya’da 10 bin yılı aşkın süredir sulu tarım yapılmaktadır (Ortadoğu’da Su Politikaları,2013). Mezopotamya’da Fırat nehrinin suyu, su kanalları ile Nippur kentine taşınarak, künk ve pişmiş toprak vasıtasıyla belirli yerlere konumlandırılmış çeşmelere ulaştırıldığı anlaşılmaktadır (Akbulut,2014).



Şekil 2.4: Nippur’un 3400 yıllık haritası: Fırat Nehri (solda), İdnubirdu kanalı (üstte yatay) ve İdşauru kanalı (sağda yukarıdan aşağıya) (Akbulut,2014)



Şekil 2.5: Sir Leonard Woolley'in Mezopotamya'da keşfettiği, pişmiş toprak kanalizasyon künkleri (Akbulut,2014)

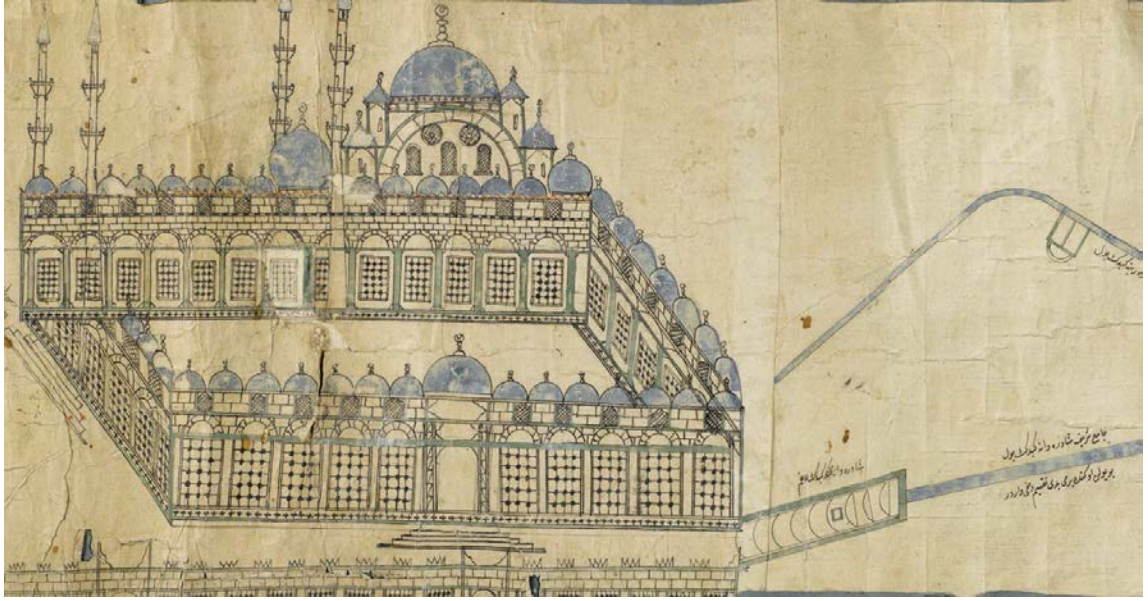
Bilinen ilk yerleşim yeri olan Mezopotamya, ilk su probleminin de ortaya çıktığı yer olarak bilinmektedir. Sulu tarım yapılan bu bölgede M.Ö. 4500 yıllarında Lagash ve Umma kentleri arasında su problemleri ortaya çıkmıştır. O dönemlerden bugüne giderek artan nüfus, şehirleşme ve sanayi yatırımları ülkeler arası su problemlerinin artmasına neden olmuştur. Su sıkıntıları ve bu sıkıntıların yol açtığı sorunlara çözüm bulunmadığı takdirde gelecekte daha ciddi boyutlara ulaşan problemlerin ortaya çıkması kaçınılmaz hale gelecektir (Güler, 1996).

Anadolu'da ilk baraj ve su yapılarını Hititler'in yaptığı bilinmektedir. Alacahöyük, Kayseri-Karakuyu, Konya-Köylütolu'da Hititler tarafından yapılan barajlar ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2.6). Yapılan kazılarda Hititler dönemine ait su dağıtmak için kullanılan toprak künkler bulunmuştur (Eroğlu,2010).



Şekil 2.6: 3200 Yıllık Hitit Barajı - Alacahöyük(Akbulut,2014)

Anadolu’da ilk su yapılarına Roma döneminde rastlanmıştır. Kemerler ve su tünelleri kullanılarak İstanbul, Efes, Bergama, Foça, Milas, Ankara, Perge, Side, Patara, Aspendos ve Antakya gibi çok sayıda yerleşim alanına su getirilmiştir. Roma döneminde yapılan su tesisleri Bizans İmparatorları tarafından her ne kadar tamir edilmiş olsa da Bizans’ın son dönemlerinde kullanılamaz hale gelmiştir. Osmanlı döneminde tahrip olan su tesisleri onarılmış ve suya dayalı bir medeniyet kurulmuştur. Çeşmeler, sebiller, sarnıçlar, su kemerleri, su yolları, bentler, maksemeler gibi su yapılarına Osmanlı döneminde rastlamaktayız (Eroğlu,2010) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Süleymaniye Su Yolu Haritası(Osmanlı Döneminde İstanbul'un Su Kaynakları Ve İsale Hatları,2015).

Tarihe bir çok önemli anıtsal eser bırakan Osmanlı İmparatorluğu'nda su yapıları önem arz eden ürünler arasında yer almaktadır. Özellikle başkent İstanbul'da, hala ayakta kalan, su kemerleri, su kanalları, kendine özgü bir medeniyet oluşturmuştur. Osmanlı İmparatorluğu'nda padişahlar, su konusuyla birebir yakından ilgilenmiş, bu konuda kanunlar, ek bütçeler meydana getirmiştir. Konu ile yapılan araştırmalar ve çalışmalarda Roma'da da suya verilen önem, yapılan eserlerle kendini göstermektedir. Osmanlı Devleti'nin varlığını sürdürdüğü dönem boyunca ortaya koyulan haritalar, planlar (Şekil 2.8), inşa edilen su eserleri, padişah fermanları, atasözleri ve deyimler o dönemlerden bu yana suya verilen önemi ortaya koymaktadır (Eroğlu,2010).



Şekil 2.8: Bayezid Su Yolları Haritası (Osmanlı Döneminde İstanbul'un Su Kaynakları Ve İsale Hatları,2015).

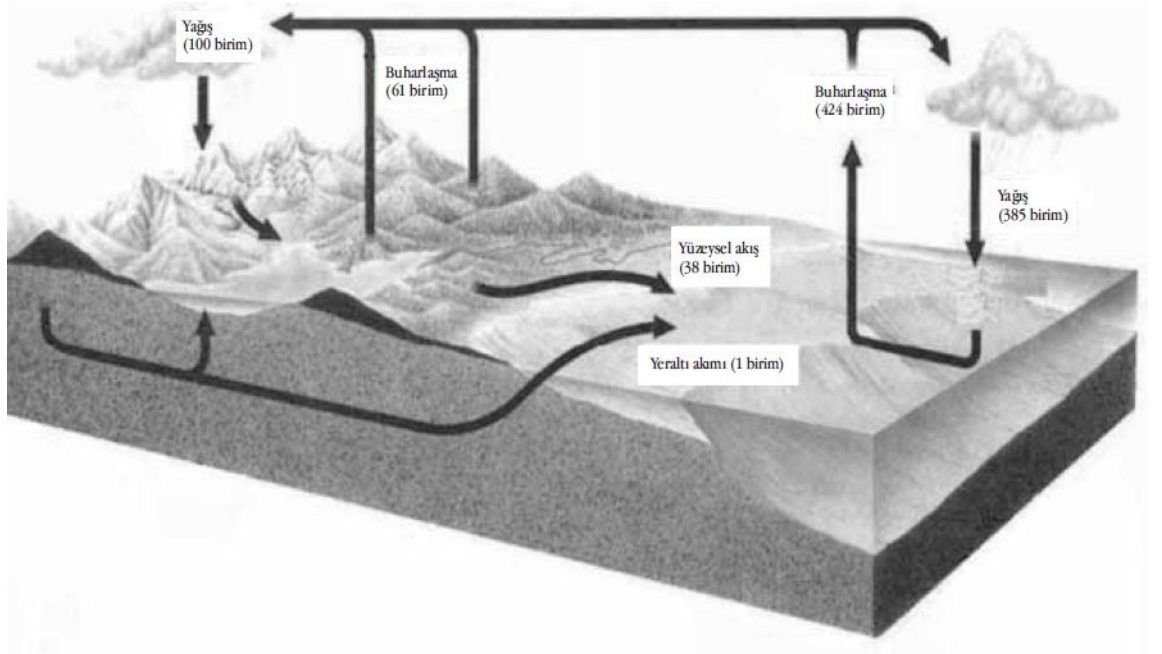
Sert (2013:25), “Su ile birlikte yaşama ve yaşam alanlarını buna göre biçimlendirme insanlık için tarih boyunca önemli olmuşken, günümüzde su ile birlikte yaşamın anlamı ve atfedilen önem radikal biçimde değişmişliğini” ifade etmektedir.

80 ve 90'lı yıllarda yağmur suyu su döngüsünü ve ekolojii olumsuz yönde etkileyen ve su kirliliğine neden olan bir kaynak olarak belirlenmiştir. Bu nedenle akıntıyı yavaşlatma, çeşitli iyileştirme metodları, yerel ölçekte yağmur suyunu azaltacak önlemler gibi uygulamalar kabul görmüştür. 2000'li yılların başlarında yağmur suyunun yeniden kullanılması için sistemler geliştirilerek İsveç toplulukları tarafından kullanılmıştır. Bugünkü kentsel su sistemleri 1800'lü yıllarda Amerika ve Avrupa kentlerinde kullanılan drenaj ve kanalizasyon sistemlerine dayanır. Bu sistemlerde yağmur suları, endüstriyel atık sular, günlük kullanım suları, temizlik maddesi ve yağ gibi atıklar aynı hata aktarılmaktadır. Bu sular tesislerde iyileştirildikten sonra nehir, göl, deniz gibi su kaynaklarına doğrudan aktarılmaktadır. Dolayısıyla birçok toksik materyal günümüz sistemleri ile doğrudan su kaynaklarına taşınmaktadır (Sert,2013).

3.MODERN KENTLERDE SU

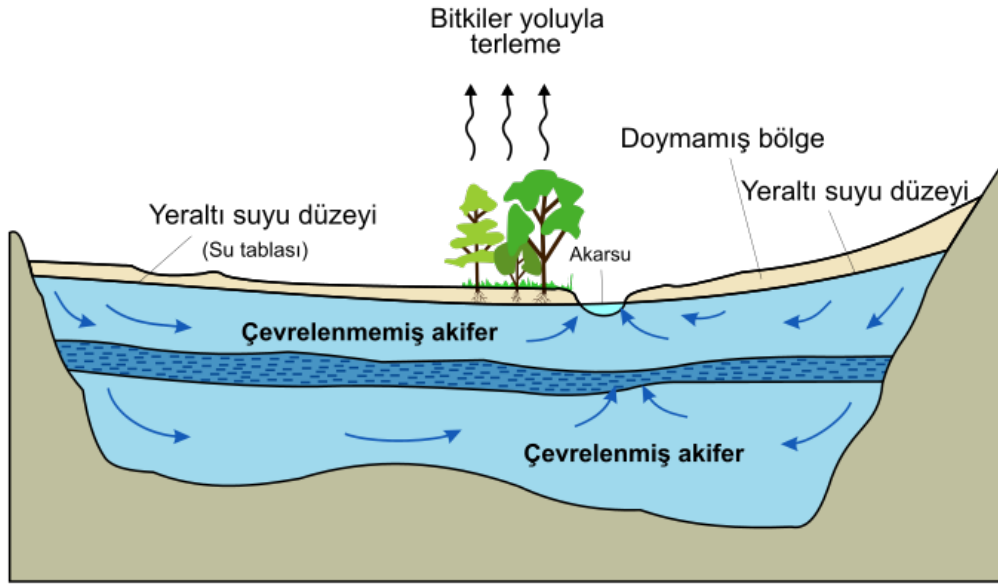
3.1 Temel Karakteristikler

Su yaşamımızı devam ettirebilmek vazgeçilmez bir bileşiktir. Katı, sıvı ve gaz olarak bulunabilen su, kendini yenileyebilme özelliğine de sahiptir. Suyun katı haline örnek olarak dolu ve buzulları, sıvı haline örnek olarak; deniz, göl ve akarsulardaki suyu, gaz haline örnek olarak ise su buharını gösterebiliriz. Su sürekli bir döngü halindedir. Yer yüzünde sıvı olarak bulunan su, güneş enerjisinin ısıtmasıyla tekrar buharlaşarak atmosfere yükselir. Ardından da yağmur, kar, dolu gibi yağış biçimleriyle yeniden yeryüzüne döner. Bu suyun bir miktarı yer altı sularına karışırken, büyük kısmı, baraj, göl ve deniz gibi kaynaklarda birikir. Su döngüsü de, öteki tüm döngüler gibi sürekli dir. Bitkiler de terleme ile su döngüsüne katılır (Alparslan ve diğ.,2008).



Şekil 3.1: Hidrolojik çevrim (TÜSİAD,2008).

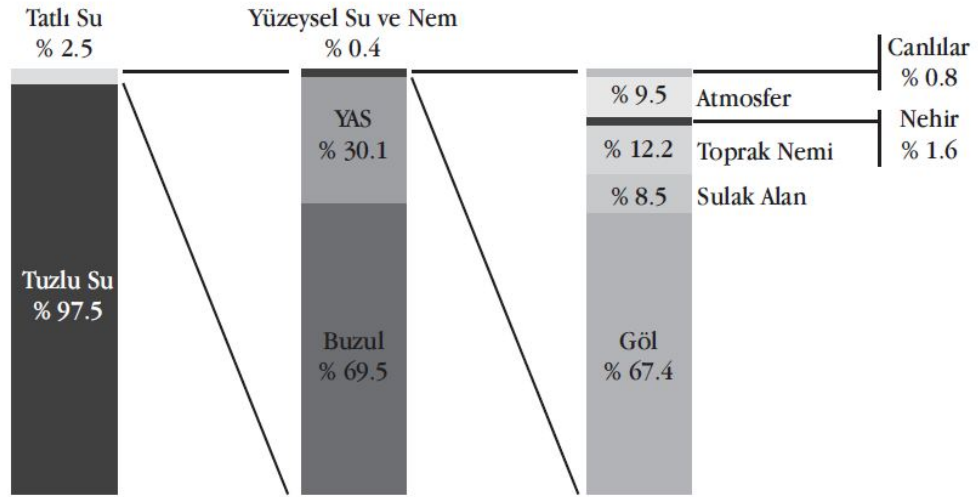
Hidrolojik döngünün temeli “güneş”e dayanır. Güneş enerjisiyle ısınan su okyanuslardan, denizlerden, göllerin yüzeyinden buharlaşır ve atmosfere çıkar. Atmosferin ilk tabakasına ulaşır ve burada soğuk havaya rastlar ve yoğunlaşarak bulutları meydana getirir. Bulutlar hava akımlarının etkisiyle hareket eder; yağmur, kar veya dolu şeklinde yeniden yeryüzüne iner. Yeryüzüne inen yağış suları, akarsu göl ve denizlere taşınarak ısının etkisiyle buharlaşarak tekrar atmosfere ulaşır. Yeryüzüne inen yağışların bir kısmı ise toprak tarafından emilerek yeraltına geçer. Yeraltına sızan suyun bir kısmı zeminin hemen altında bulunan doymamış tabaka olarak adlandırılan “vadoz tabaka”da tutulur. Su vadoz tabakada bitki kökleri tarafından emilir. Köklerle emilen su bitki yapraklarının terlemesiyle tekrar atmosfere verilir. Yerçekimi yardımıyla vadoz tabakadan sızan su geçirimsiz tabakaya ulaşır ve burada birikerek akiferleri meydana getirir (Şekil 3.2) (Alparslan ve diğ.,2008).



- Yüksek hidrolik iletkenliğe sahip akifer
- Düşük hidrolik iletkenliğe sahip geçirimsiz birim
- Çok düşük hidrolik iletkenliğe sahip temel kaya
- Yeraltı suyunun akım yönü

Şekil 3.2: Akifer (Wikipedi,2014)

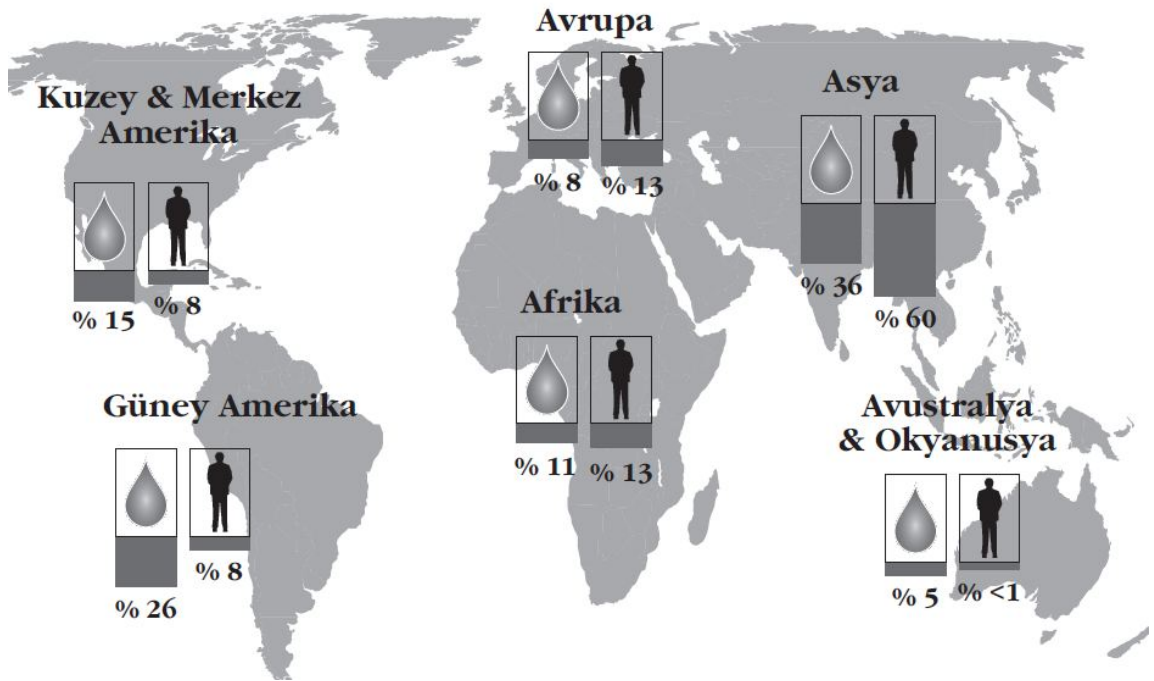
Suyun miktarı ve kalitesi su kullanımını etkileyen faktörler arasındadır. Suyun kullanılabilirliği, miktarı (niceliği) ve niteliği ile belirlenir. Suyun kullanım alanları, suyla ilgili araştırma ve incelemeler bu iki bileşene göre ortaya çıkar. Yerkürenin dörtte üçünü kaplayan suyun sadece %2.5'lik kısmı tatlı sudur. Tatlı suyun %69.5'i kutuplarda ya da donmuş toprak tabakası olarak adlandırılan permofrostta, %30.1'i yeraltı suyu, kalan %0.4'lük bölümü de tatlı su gölleri, yüzeysel sular, sulak alanlar, atmosfer, toprak ve canlılardan oluşmaktadır (Şekil 3.3). Şekil 3.3'teki değerlere bakıldığında yeryüzünde bulunan kolaylıkla faydalanılabilecek su miktarının oldukça az olduğu görülmektedir(Alparslan ve diğ.,2008).



Şekil 3.3: Yeryüzünde su kaynaklarının dağılımı(TÜSİAD,2008).

Su, barındırdığı tuz oranına, kaynağına ve fazına göre sınıflandırıldığı gibi yeryüzündeki dağılımına göre de sınıflandırılabilir. Suyun yeryüzündeki dağılımı eşit olmamakla birlikte, Amerika kıtası, Asya kıtasının kuzeyi, Avustralya ve Orta Afrika'da daha fazla görülmektedir. Diğer yandan Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Güneydoğu Asya'da kişi başına düşen su miktarı bakımından ciddi anlamda sıkıntı yaşanmaktadır. Şekil 3.4'te yeryüzündeki su dağılımının nüfusa göre karşılaştırmalı verileri görülmektedir. Buradan su kaynakları yüzdesinin Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya ve Okyanusya'da mevcut nüfusa göre fazla olduğu görülmektedir. Diğer

bir yandan su kaynaklarının yeryüzündeki dağılımı kıtalar arası eşit olmadığı gibi aynı kıtadaki ülkeler arasında da değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, Şekil 3.4'te görülen Güney Amerika verilerindeki %26 oranında su kaynağı ve %8 nüfus miktarı, nüfusa göre yeterli miktarda su kaynağının olduğu göstermektedir. Ancak Aynı kıtada bulunan Paraguay, Arjantin gibi ülkelerde su kısıtı(stresi) yaşanabildiği bilinmektedir (Alparslan ve diğ.,2008).



Şekil 3.4: Su kaynaklarının kıtalara ve nüfusa göre dağılımı (TÜSİAD,2008).

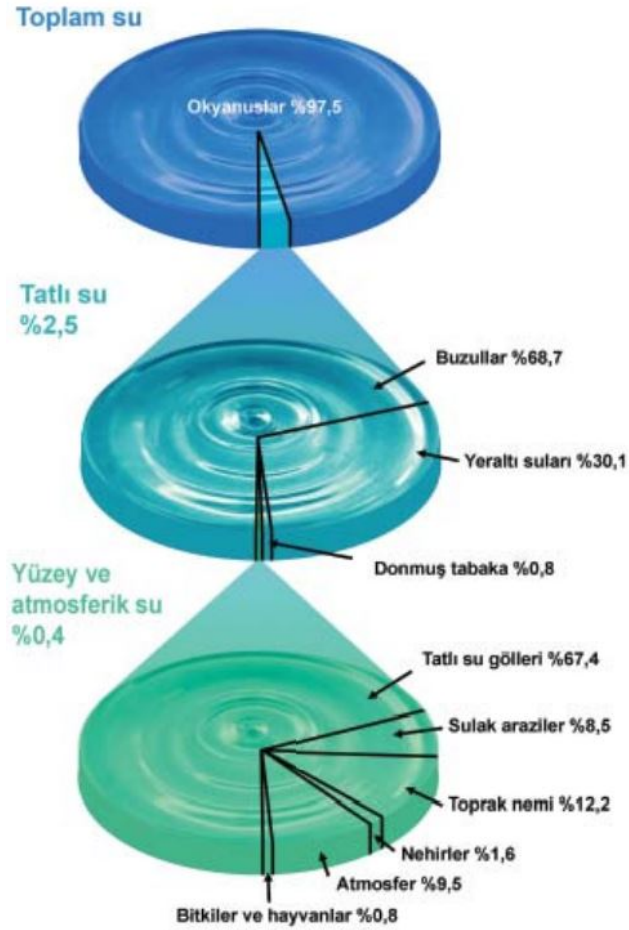
UNESCO tarafından yeraltı sularının durumu, tatlı su kaynakları ve atıksuların arıtılması gibi ölçütlerin değerlendirildiği Dünya Su Gelişme Raporu'nda en kaliteli suyun Finlandiya'ya ait olduğu bildirilirken, Türkiye bu raporda 45. Sırada bulunmaktadır. Bu durumun öncelikli sebepleri şunlardır:

- * Kentsel altyapı yetersizliği nedeniyle atıksuyun arıtılmadan yüzeysel sulara ulaşması,
- * Gübre ve bunun gibi diğer kimyasal malzemelerin tarımda kullanılması, ardından yapılan sulama ve yağış ile yüzeysel sulara ve yeraltı suyu akiferlerine ulaşması,
- * Sanayi tesislerindeki atıksuların yeterince arıtılmadan yüzey sularına karışması,

* Ormanların her geçen gün yok olması (Alparslan ve diğ.,2008).

3.2 Su Kaynakları

Su, yerkürede çeşitli şekillerde ve yerlerde karşımıza çıkmaktadır. Tatlı su, dünyada bulunan suyun yalnızca %2.5'lik kısmını oluşturmaktadır. Yerkürede bulunan tatlı suyun büyük bir kısmı donmuş haldeki buzullardan oluşmakta, çok küçük bir kısmı yer yüzeyinde ya da havada bulunmaktadır (Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, 2009).



Şekil 3.5: Dünya'daki suyun küresel dağılımı (Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, 2009).

Dünyadaki su döngüsünü incelediğinde çevre ile etkileşim içerisinde olduğu görülmektedir. Su kaynaklarının yenilenmesinde birçok doğal olay (Yağış, yağmur,

kar, ıg, dolu vb.) etkili olurken, bu olaylar yerel iklim koşulları ve biyolojik çeşitliliğin oluşmasında da çok etkili rol oynamaktadır. Yağışlar bir taraftan glleri, barajları ve nehirleri beslerken, bir taraftan da buharlaşarak döngüsünü tamamlamakta ve havaya geri dönebilmektedir. Günümüzde küresel ısınma nedeniyle kapladıkları alan her ne kadar azalsa da buzullar suyu kar ve buz olarak depolamakta ve havalar ısındığında eriyerek su olarak ortaya çıkmaktadır (Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, 2009).

Farklı ülkelerden doğarak başka ülkelerin sınırlarından geçen nehirler insan hayatında ön plana çıkan doğal kaynaklardandır. Amazon, Nil, Kongo Zaire ve Tuna en büyük nehir havzalarından bazıları olup birçok ülke tarafından etkin olarak kullanılmaktadır. Mevsimlere göre debileri artıp azalan nehirler, gllerin depoladığı su miktarları ile de doğru orantılı olarak sürekli değişim içerisinde dir. Bataklıklar, sulak araziler ve taşkına uğrayan topraklarda yerel ekosistemlerde olduğu kadar Dünya yüzeyindeki su oranında da önemli rol oynar. Kıyı glleri de dahil edildiğinde Dünya yüzeyindeki su oranının % 6'sını oluşturan bu alanlar halen su baskınlarını önlemekte ve yerel biyolojik çeşitliliğe katkı yapmaktadır. Çok az miktarı yeryüzünde bulunan kaynak suyunun büyük bölümü yerin altındadır. Yüksek kalitede olan bu kaynak suyu genelde içme suyu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bazı bölgelerde kendini çok sık yenilese de kurak olan bölgelerde daha yavaş bir yenileme geçirmekte ve bu nedenle diğer bölgelere nazaran tarım alanlarını sulamada neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Yer altı suları hemen hemen her ülkede bulunmasına rağmen çok az ülke bu suyun kalitesini araştırmaktadır. Bu da suyun verimli bir şekilde değerlendirilmesine engel olmaktadır (Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, 2009).

3.3 Temel Problemler

Artan insan nüfusu su kaynaklarının her geçen gün azalmasında en önemli etkidir. İnsan etkisi hava kirliliği, kentsel büyüme, vre kirliliği ve ormanların yok edilmesi başlıkları altında toplanınca, dış etken olarak sadece iklim değişimi gösterilebilir. Bu etkenlerden hepsinin su kaynakları üzerinde doğrudan etkisi olduğu gibi yan etkileri de vardır. Tortulaşma, iyi yapılmayan çiftçilik, ormancılık, yol yapımı ve madencilik

gibi faaliyetler sonrası çok miktarda toprağın ve havada kalan parçacıkların nehirlerde sonlanmasıdır. Bu olay suyun kalitesini bozmanın yanı sıra ekosisteme ciddi zararlar vermekte ve iç su nakliyesini engellemektedir. Çevre kirliliği de su kaynaklarının azalmasının başlıca nedenlerindedir. Atık su tahliyesindeki organik maddeler ve hastalığa yol açan organizmalar, tarımsal alanlardan gelen gübreler ve tarım ilaçları, hava kirliliği sonucu oluşan asit yağmurları, madencilik ve endüstriyel faaliyetler sonucu açığa çıkan ağır metaller çevre kirliliğinin bazı başlıklarıdır. Ayrıca bilinçsiz yer altı suyu kullanımı ve bilinçsiz tarım alanı sulamaları da hem yeryüzündeki suların hem de yer altı sularının azalmasında etkili olmaktadır. Bu faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Aral Denizi'nin ve Çad Gölü'nün boyutundaki şiddetli azalma Şekil 3.6'da görülmektedir (Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, 2009).



Şekil 3.6: Aral Denizi: Nehirlerin sulama için yönlendirilmesi nedeniyle önemli ölçüde boyutlarını azaltmıştır(Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, 2009).

3.3.1 Su Kaynaklarının Kullanımı

Aksungur ve Firidin'in (2008:9) ifade ettiği gibi:

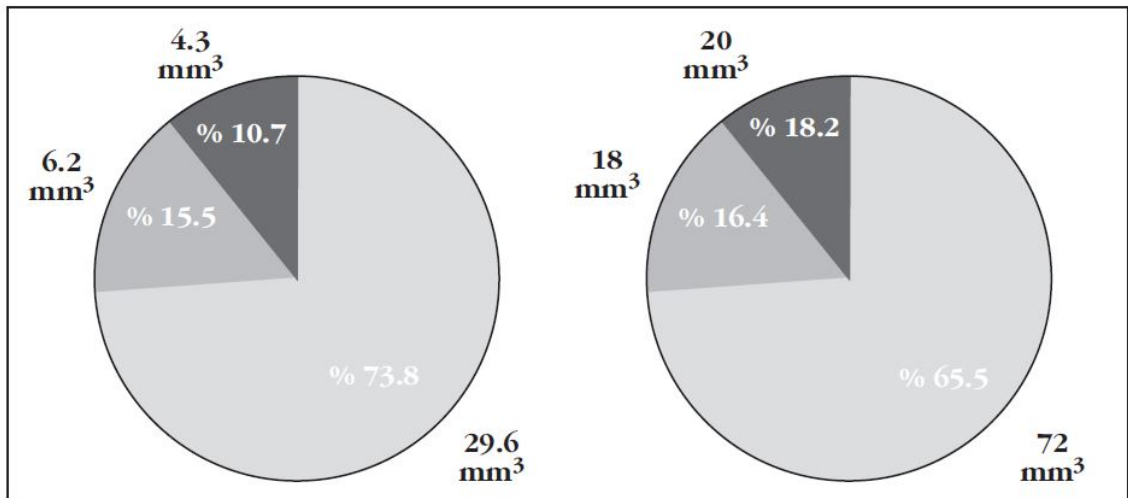
Su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımı mekansal ve sektörler arası planlama ve karar verme süreçlerinin eşgüdüm ve entegrasyonu ile başarılabilir. Su

kaynaklarının yönetiminde iki temel husus ortaya çıkmaktadır: bunlardan biri su kaynaklarını korumak, diğeri sürdürülebilir bir şekilde su kaynaklarının kullanımını yönetmektir.

Tarımsal su kullanımı büyüyen nüfus ile birlikte artan gıda ihtiyacını karşılamak için her geçen gün artmaktadır. Büyüyen nüfusa paralel olarak artan gıda ihtiyacı tarımsal kullanımındaki su oranını ciddi düzeyde arttırmıştır. Gelecek yıllarda daha kaliteli tarımsal ürünün daha az su kullanılarak üretilmek durumunda olması, tarımsal faaliyetin zorlu bir sürece girdiğini göstermektedir. Su, gelişen toplumlar için uygun yaşam standartlarının korunması için önemli bir kaynak durumdadır. Günümüzde hızlı kentsel büyüme ile evsel su tüketimi dünya ortalaması %8 düzeyinde iken, gelişmekte olan ülkelerde bu oran %11'e çıkmaktadır (Alparslan ve diğ.,2008).

Alparslan ve diğ.'in (2008: 40) ifade ettiği gibi:

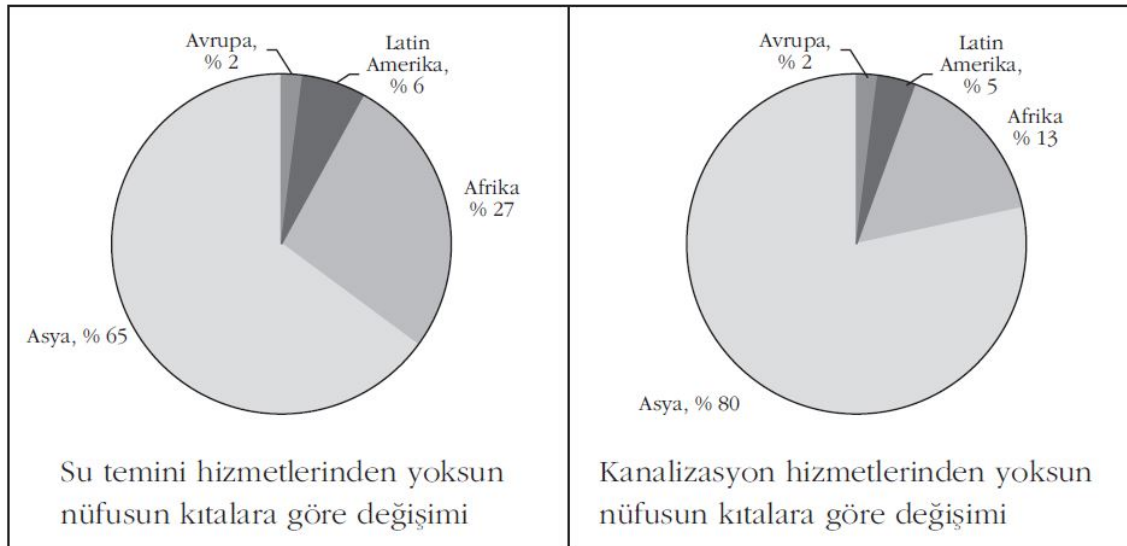
Devlet Su işleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan verilere göre de, Türkiye'de en fazla su tüketiminin gerçekleştiği alan tarım sektörüdür. Yüzeysel su tüketim miktarına göre sulama (% 82), içme- kullanma (% 10), sanayi (% 8) şeklindeki sıralama, yeraltı suyunda; içme-kullanma (% 39), sulama (% 37), sanayi (% 24) olarak gerçekleşmiş bulunmaktadır. Şekil 3.8'de görüldüğü gibi, 2030 yılında sulama amaçlı su tüketiminin 72 milyar m³ (% 65), içme suyu amaçlı su tüketiminin 18 milyar m³ (% 15) ve sanayi sektöründe ise 22 milyar m³ (% 20) miktarına ulaşması hedeflenmektedir.



Şekil 3.7: Türkiye'de Sektörel Su Kullanımlarının Mevcut ve Gelecekteki Durumu, Su Tüketimi (Milyar metreküp, Mm3)

3.3.2 Su Kirliliği

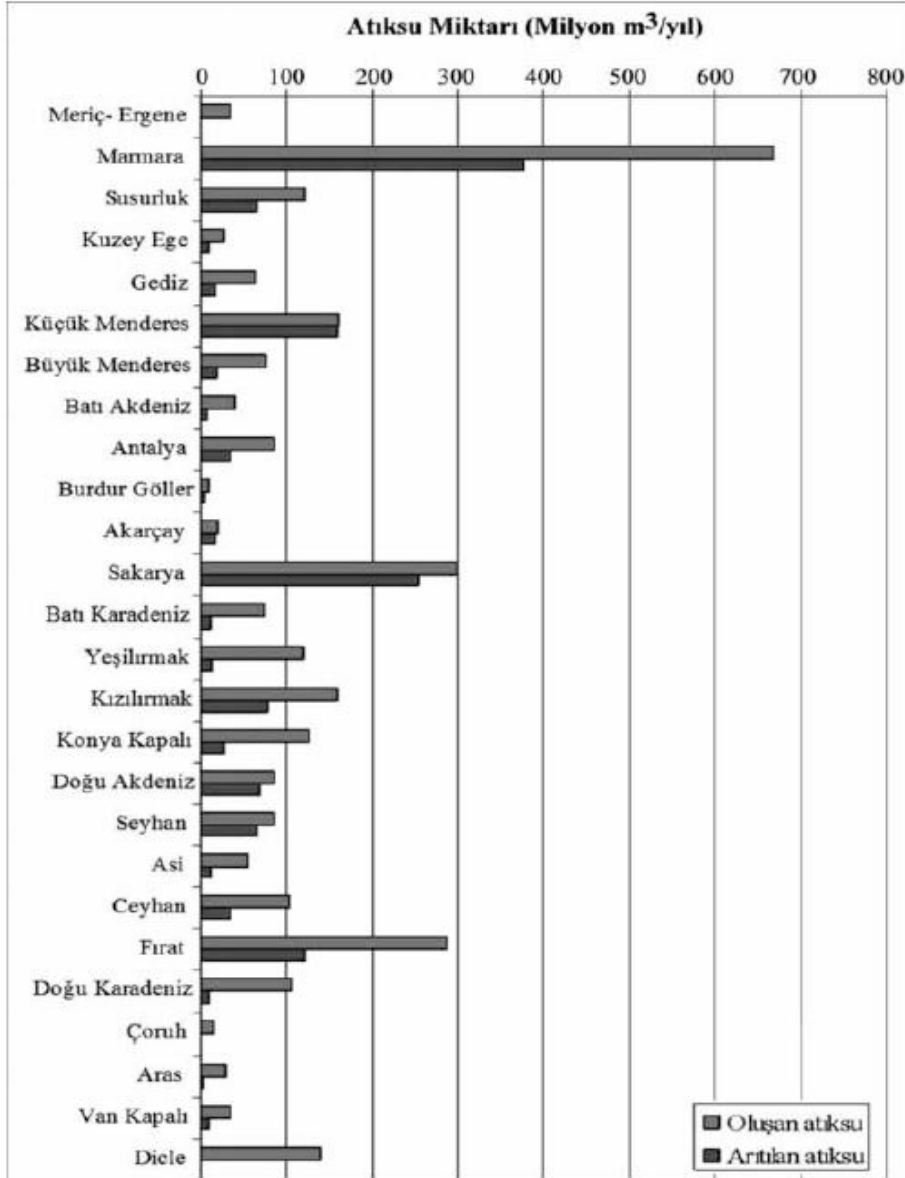
Suyun miktarı ne kadar önemliyse niteliği yani kalitesi de suyun kullanılabilirliği açısından en önemli etkenlerdendir. Yeryüzünün bazı bölgelerinde su kaynakları miktar bakımından yeterli gibi görünse de, temiz olmadıkları, içerisinde toksik materyaller barındırdığı için ya da sağlıklı bir altyapıya sahip olmadığından arıtılmamakta, iletim sırasında kirlendiğinden kullanılamamaktadır. Kirli su kaynakları insan sağlığı açısından ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Günümüzde dünya nüfusunun beşte birine tekabül eden yaklaşık 1.1 milyar kişilik kısmı yetersiz altyapı sistemlerinden mahrum kaldığından hijyenik içme suyuna ulaşamamakta, hastalanmakta ve ölüm tehditi ile karşı karşıya kalmaktadır. Altyapı sistemlerinin yetersizliği su kaynaklarının kullanılmamasına neden olmaktadır. Örneğin Endonezya'da kişi başına düşen su miktarı 13,000 m³'ten fazla iken, halkın dörtte biri suyun sağlıklı ve kirli olmasından dolayı, içme suyundan mahrumdur (Alparslan ve diğ.,2008).



Şekil 3.8: Su temini ve kanalizasyon hizmetlerinden yoksun nüfusun kıtalara göre dağılımı (TÜSİAD, 2008).

3.3.3 Altyapı Eksikliği

Son 60 yıllık dönemde ülkemizde giderek artan kentleşme olgusu, büyük kentlerde nüfus artışına sebep olmuştur. Kentsel nüfus hızla artarken, kentsel altyapının aynı hızda tamamlanamaması, günlük faaliyetlerde oluşan atıksuyun arıtılmamasına neden olmuştur. Bu da su kaynaklarının kirlenmesine yol açmıştır. Şekil 3.10'da ülkemizdeki havzalara göre oluşan ve arıtılan atıksu oranları gösterilmiştir (Alparslan ve diğ.,2008).



Şekil 3.9: Türkiye’de nehir havzalarında oluşan ve arıtılan atık suyun dağılımı (Alparslan ve diğ.,2008).

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere nüfus yoğunluğunun fazla olduğu Marmara, Sakarya, Fırat havzalarında atıksu üretimi de fazladır. Atıksu üretiminin fazla olduğu bu havzalarda İstanbul, İzmit, Bursa, Ankara, İzmir, Eskişehir gibi büyükşehirler bulunmaktadır. En fazla arıtma tesisinin bulunduğu Marmara havzası, oluşan atıksuyun sadece %40’ını arıtabilecek kapasitededir (Alparslan ve diğ.,2008).

3.3.4 Küresel İklim Değişikliği

Dünyamız varolduğundan beri doğal dengenin bozulmasından kaynaklanan iklim değişiklikleri süregelmektedir. Yeryüzünün buzullarla kaplı olduğu dönemlerden günümüze dek geçen sürede, doğal ve beşeri çevre büyük ölçüde etkilenmiştir. İnsan etkilerinin iklim değişikliklerinde rol oynadığı 19. yüzyıl ortaları ve günümüz aralığında doğal dengenin bozulmasında büyük rol oynayan insanların, gerekli önlemleri almadan yaşamlarına devam ettikleri takdirde, küresel ısınmaya bağlı olarak iklim değişikliklerine sebep olacakları bilim adamları tarafından kabul edilmektedir. Ekosistemin tahribi, ozon tabakasının incilmesi, sera gazlarının birikmesi gibi nedenlerden ötürü küresel boyutta sıcaklığın yükseleceği öngörülmektedir. Bu durum su kaynaklarının azalmasına, tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin azalmasına neden olacaktır. Doğal dengenin bozulmasına neden olan insanların, gerekli önlemler alınmadan çeşitli etkinliklerinin devam etmesi hâlinde, iklimdeki bu bozulmaların artarak, sonucu çok arızalı bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye’nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır(Öztürk, 2002).

3.3.5 Sosyal Kaynaklı Sorunlar

Su, doğada bulunan diğer varlıklar ile aynı sosyal ve ekolojik döngüde yer alan ve birbirini tamamlayan bir değerdir. Günümüzde suyun doğal bir kaynak olduğu göz ardı edilerek ekonomik bir meta gibi yönetilmektedir. Her geçen gün artan su ve enerji tüketimi, bunları destekleyen ekonomik faaliyet ve ilişkiler tüm dünyada çeşitli seviyelerde yaşanan su sorununu ortaya çıkarmaktadır (İlhan, 2011).

4. TÜRKİYE’NİN SU KAYNAKLARI VE KULLANIMININ DÜNYADAKİ YERİ VE ÖNEMİ

Silkin’in (2014: 44) ifade ettiği gibi:

Türkiye, bazı kaynaklar açısından yüksek potansiyelin yanında pek çok riski de barındıran bir ülke olarak öne çıkmaktadır. Nüfusu, özellikle de genç nüfusunun yüksekliği, önemli bir potansiyel teşkil etmekle beraber nüfusundaki hızlı artış kişi başına düşen su miktarını 1500 m³’lere indirerek Türkiye’yi “su stresi” olan ülkeler kategorisine dâhil etmiştir.

Türkiye’de bulunan tatlı su kaynakları ile ilgili miktarlar, Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) tarafından yapılan gözlem ve ölçümler sonucu hesaplanmaktadır (İlhan,2011).

Tablo 4.1: Türkiye’nin su kaynakları potansiyeli (T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014) .

SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ	
Yıllık ortalama yağış	643 mm/yıl
Türkiye’nin yüzölçümü	783577 km ²
Yıllık yağış miktarı	501 milyar m ³
Buharlaştırma	274 milyar m ³
Yer altına sızma	41 milyar m ³
Yüzey Suyu	
Yıllık yüzey akışı	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	98 milyar m ³
Yer Altı Suyu	
Yıllık çekilebilir su miktarı	14 milyar m ³
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112 milyar m ³
Gelişme Durumu	
DSİ Sulamalarında Kullanılan	32 milyar m ³
İçmesuyunda Kullanılan	7 milyar m ³
Sanayide Kullanılan	5 milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	44 milyar m ³

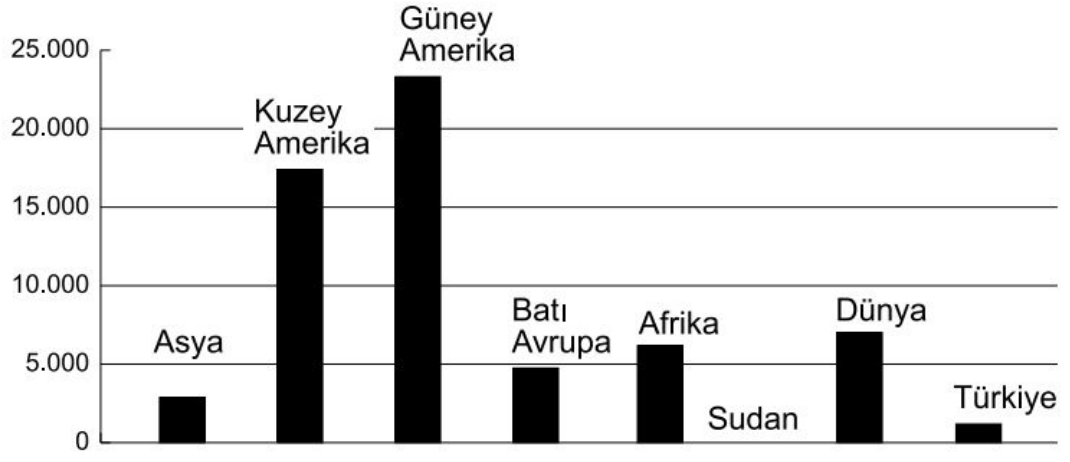
İlhan'ın (2011: 31-32) ifade ettiği gibi:

Türkiye'de 26 su havzası bulunmaktadır (Şekil 4.2). Bunlar Meriç-Ergene, Marmara, Susurluk, Kuzey Ege, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz, Antalya (Orta Akdeniz), Burdur Gölü, Akarçay (Afyon), Sakarya, Batı Karadeniz, Yeşilirmak, Kızılırmak, Konya (Orta Anadolu), Doğu Akdeniz, Seyhan, Asi (Hatay), Ceyhan, Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Çoruh, Aras ve Van'dır. Bu havzalardan altısı sınıraşan (Fırat, Dicle, Çoruh ve Asi nehirleri) ve sınır oluşturan (Meriç Nehri ve Arpaçay) sular kapsamında bulunmaktadır.



Şekil 4.1: Türkiye'nin su havzaları (T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014)

Aralarında Türkiye'nin en büyük barajı olma özelliğini taşıyan Atatürk barajının da olduğu Fırat havzası toplam 90 baraj ile diğer havzaların en büyüğüdür. Fırat havzasından sonra su potansiyelinin en yüksek olduğu havza Dicle'dir. Nüfus yoğunluğu bakımından Marmara havzası önde gelmektedir. Ülke endüstrisinin yoğunlukla bulunduğu bu bölgede su tüketimi ve kaynakların kirletilme miktarı da diğer havzaların önüne geçmektedir. Küresel ölçekte bakıldığında Türkiye'deki kişi başına düşen su miktarı ortalaması dünya ortalamasının çok altındadır. (Şekil 4.2) Sanılanın aksine, su kısıtının olduğu Orta Doğu ülkeleri arasında yapılan su zenginliği sıralamasında dahi Türkiye ilk sırada yer almamaktadır (İlhan,2011).

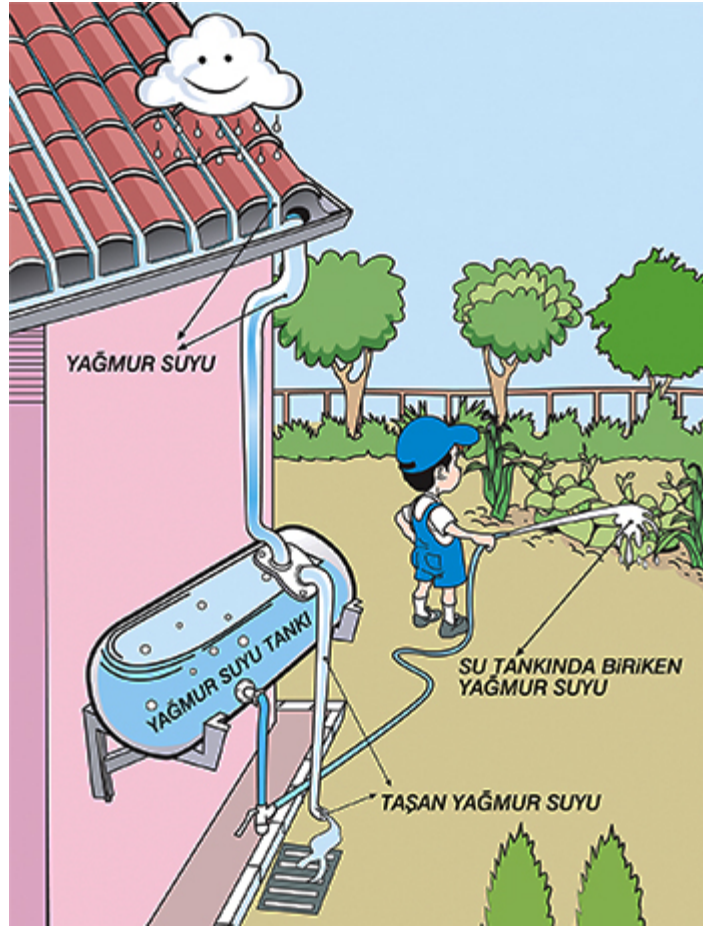


Şekil 4.2: Dünyada ve Türkiye’de Kişi Başına Düşen Su Miktarı (İlhan, 2011).

5. YAĞIŞ SULARININ KULLANILMASI

Su kaynakları günümüz dünyasında giderek tükenmekte ve kirlenmektedir. Yağış sularının toplanarak yeniden kullanılması yağmur suyu hasadı olarak tanımlanan, tüm bu sorunların aşılmasında yardımcı olacak alternatif bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağış suları toplanıp arıtılarak yeniden kullanılabilir. Yağış suları yerine, miktarına ve kullanım tipine göre farklı şekillerde değerlendirilebilir. Yağmur suyu depolamak için kullanılan variller, yağmur bahçeleri, ıslak ve kuru göletler bunlara örnek olarak gösterilebilir. Büyük tesislerde çatılardan akan suyun toplanarak depolanması, buz pateni pistlerinde, bahçe sulamasında ve sanayide kullanım suyu olarak olabilmesi, tuvaletlerde rezervuar suyu olarak kullanılabilmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca, yağış miktarının yoğun olduğu dönemlerde, yağmur sularını depolamak, şebekeye karışan su miktarını azaltarak sel ve taşkın riskini azaltmaya yardımcı olmaktadır (Silkin,2014).

Yağış suları yerine, tipine, ve miktarına göre çeşitli yöntemlerle toplanabilir. Yağmur bahçeleri, ıslak ve kuru göletler, variller bu yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Büyük alan kaplayan tesislerin ya da binaların çatılarından toplanan yağmur suları bahçe sulamasında, buz pateni pistlerinde, sanayide kullanım suyu olarak ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaya müsaittir. Özellikle sanayi tesislerinde yağış sularının depolanması, arıtmadan geçirilerek yeniden kullanılması teşvik edilmelidir. Yoğun yağışın olduğu durumlarda yeniden kullanılmayan suyun regüle edilerek şebekeye verilmesi halinde arıtma tesislerinin kapasite aşılmadan kullanımını mümkün olacaktır (Silkin,2014).



Şekil 5.1: Yağış sularının bahçe sulamasında kullanılması (buski.gov.tr)

5.1 Yağış Sularının Toplanması

Dörtte üçü sularla kaplı olan dünyamızda, kullanılabilir su oranının düşüklüğü, artan nüfus ve gittikçe gelişen kentsel alanlar gibi etkenler karşısında mevcut kaynaklar yetersiz kalmaktadır. Bu şartlar altında atık suyun arıtılarak kullanılmasından başka, yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanılması önem kazanmaktadır. Yağmur suyu su kesintileri ve kurak dönemlerde şebeke suyu tüketimini azaltmak için de önemli bir alternatif kaynak olarak görülmektedir. Dünya çapında su kullanımının artması ve ekonomik olarak suyun değer kazanmasını da göz önünde bulundurarak, yağmur suyu depo etmek, herkesin hayatına entegre olabilecek bir konsept olarak değerlendirilmektedir. Basit ve eski tekniklere dayanan yağmur suyu toplama işlemi, bina çatısından akan yağmur suyunun toplanarak, filtrelenmesi ve kullanıma hazır hale getirilmesini kapsamaktadır. Genellikle sulama ve temizlik için kullanılan yağmur

suyu, ileri filtreleme teknolojileri ile içme suyu haline de getirilebilmektedir. Ev ya da iş yerlerinde yağmur suyu deposuna sahip olmak, şebeke suyu tüketimini engelleyerek önemli bir avantaj sağlamaktadır. Örneğin sadece bir kişinin sifon çekerek harcadığı günlük su miktarı ortalama 60 litreyi bulmaktadır. Konutlarda, ofislerde, gün içinde vakit geçirdiğimiz her yerde sadece tuvaletlerde tüketilen su miktarı için dahi yağmur suyu depo sistemlerini kullanmak hem ekonomik anlamda, hem de şebeke suyu tasarrufu açısından önem kazanmaktadır (Soyak Çatımız, 2014).

Yağmur suyu toplama fikri aslında eskiden beri kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurak dönemlerde su sıkıntısının önüne geçmek için kullanılan sarnıçlar yağmur suyu toplamak için kullanılmaktaydı. Günümüzde özellikle tarımın yaygın olduğu kurak bölgelerde, sarnıç sistemleri kullanılarak yağmur suyu elde edilmektedir(Şahin ve Manioğlu , 2011).



Şekil 5.2:Muğla’da Bir Sarnıç

Şahin ve Manioğlu’nun (2011: 23) ifade ettiği gibi:

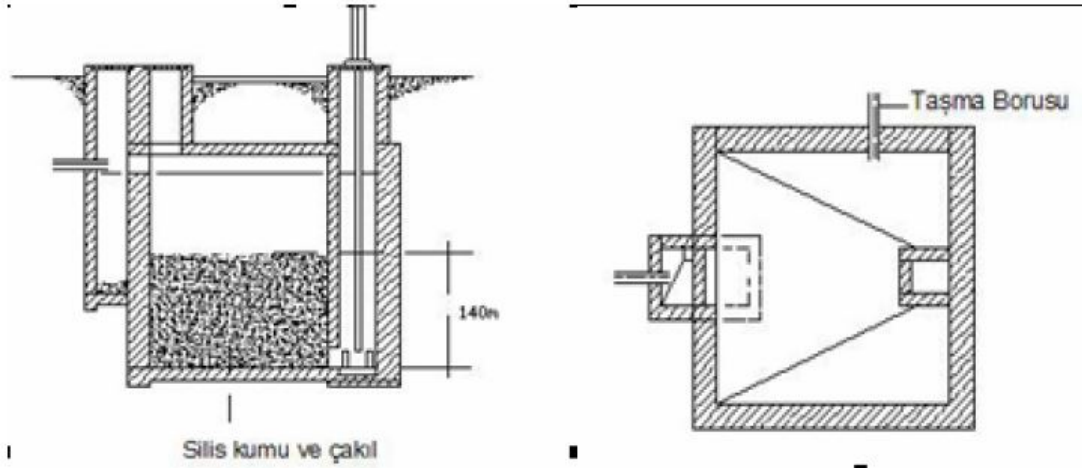
Sarnıçların kullanılabileceği yerler arasında kırsal alanlar, kıyı bölgeleri, kurak, yarı kurak alanlar, adalar ve dağınık yerleşimler yer almaktadır. Tipik bir sarnıç sistemi dört bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;

- Yağmur suyunun binaların çatılarından veya zeminden toplanması,
- Oluk sistemi ile iletiminin sağlanması,
- Yağmur suyu deposunda biriktirilmesi,
- Arıtılarak bina içine iletilmesidir(Şahin ve Manioğlu , 2011).



Şekil 5.3:Yağış sularının oluk sistemleri ile toplanarak depolanması

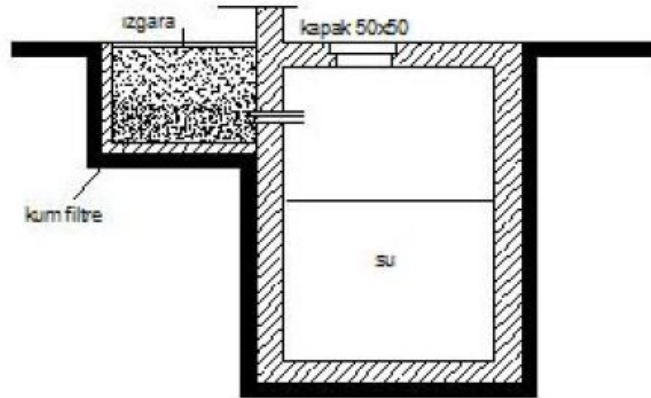
Yağmur suyu depo etmek amacıyla kullanılan sarnıçlar, su sızdırmayan yere gömülü depolardan oluşmaktadır. Sarnıçta toplanan yağmur suları silis kumu ve çakıl ile filtre edilerek kullanılmaktadır. Bu doğal süzgeç sarnıcın 1/3'ünü kaplamaktadır (Şekil 5.4)(Şahin ve Manioğlu , 2011).



Şekil 5.4:Sarnıcın Düşey Kesiti ve Planı

Şahin ve Manioğlu'nun (2011: 23) ifade ettiği gibi:

Ancak kum süzgecinin 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. Çakıl ve ince kumdan yapılan 1.40m yükseklikteki kum süzgeci suda bulunan asılı kirlerle yüzücü maddeleri süzmekte ve su alma kuyusuna temizlenmiş suyun geçmesini sağlamaktadır. Suyun temiz kalması bakımından sarnıçtan suyun kovalarla değil tulumba ile alınması doğru olmaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.5:Yağmur Sularının Filtreden Geçirilerek Sarnıçta Toplanması

Su sıkıntısını gidermek amacıyla birçok su yolu bulunduran İstanbul şehrinde geleneksel sarnıçlarla ilgili birçok örnek bulunmaktadır. Bu örneklerin en bilinenleri Yerebatan Sarayı (336 sütunlu İmparator Sarnıcı), Binbirdirek (224 sütunlu Pileksenus Sarnıcı) ve Acımusluk Sarnıcı'dır. Bunlardan dışında eski dönemlerde yoğunluklu yerleşim birimi olan Tarihi Yarımada'da konutların bodrum katları da sarnıç olarak kullanılmıştır(Şahin ve Manioğlu , 2011).



Şekil 5.6:Yerebatan Sarnıcı Görüntüsünü Günümüze Taşıyan Bir Gravür



Şekil 5.7:Valens (Bozdoğan) Su Kemerini,Saraçhane/İstanbul

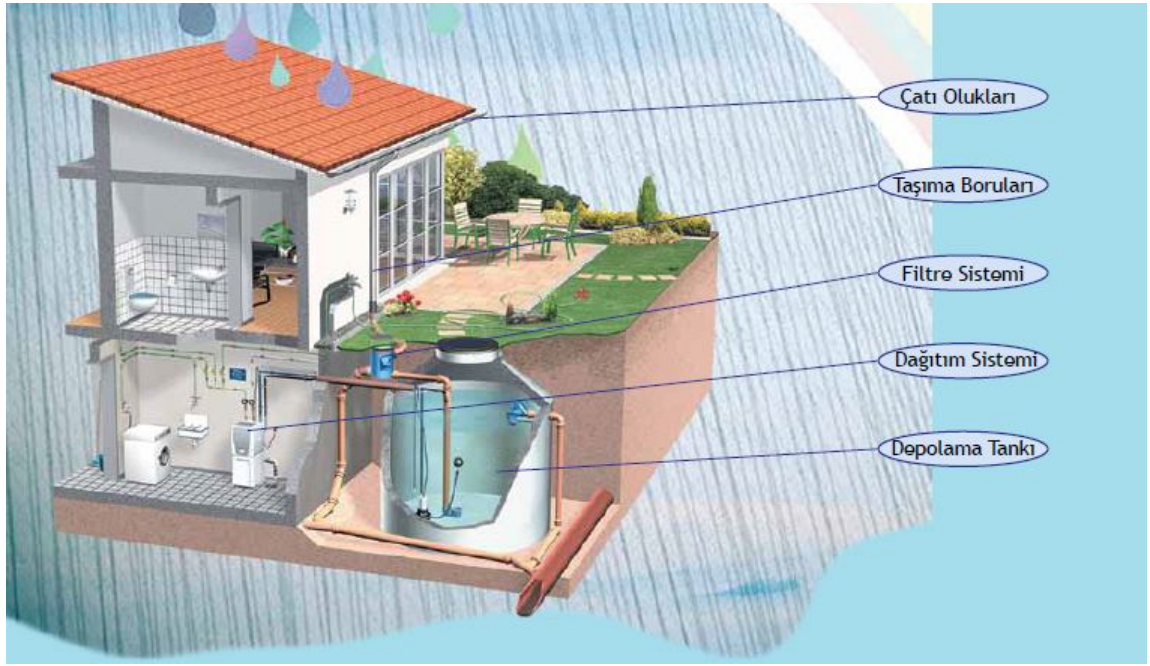
Sarnıç sistemlerinin günümüze uyarlanarak teknolojik açıdan geliştirilmesi ile yağmur sularının binalarda kullanılması ve evsel tüketimin azaltılması sağlanmaktadır (Şahin ve Manioğlu , 2011).

5.2 Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama ve Dağıtım Sistemleri

Şahin ve Manioğlu'nun (2011: 24) ifade ettiği gibi:

Gelişmiş yağmur suyu toplama tesisatı; toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, filtreler, pompa, yağmur suyu deposu ve dağıtıcı sistemlerden oluşmaktadır.

Binalarda kullanım ihtiyacına göre suyun niteliği, içme ve kullanma suyu (içme suyu kalitesinde olmayan su) olarak ikiye ayrılmaktadır. Çatılardan toplanan su, genellikle kullanım suyu olarak kullanılmakla birlikte, arıtılarak içme suyu seviyesine de getirilebilmektedir.



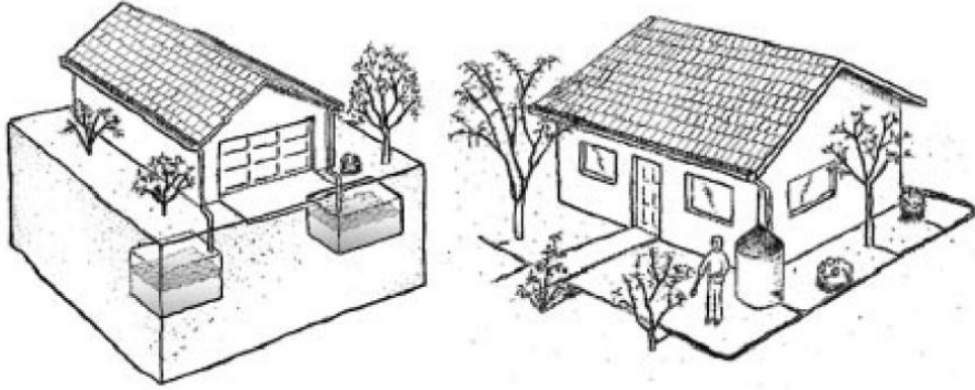
Şekil 5.8:Yağmur Suyu Toplama Sistemi Şeması (Sürdürülebilir Su ve Atıksu Yönetimi için Su Tasarrufu Modellerinin Geliştirilmesi Projesi, 2011).

5.2.1Çatı Yağmur Suyu Hasadı Uygulamaları ve Kullanıldığı Yerler

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan ani düşen yağışlar ve uzun süreli yağışlar, şehirlerdeki betonlaşmanın etkisiyle sellere ve taşkınlara neden olmaktadır. Aşırı betonlaşma, sonucu yeşil alanların azalması ile topraktan geçemeyen su, sert yüzeyden akışa geçmektedir. Bundan dolayı yer altı suları beslenememekte, sel ve taşkınlar meydana gelerek ölümcül sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca aşırı miktarda yağış düştüğü dönemlerde atık sular arıtılmadan alıcı ortamlara verilebilmektedir. Bu da tatlı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Tatlı su kaynaklarının giderek azaldığı ve kirlendiği bu günlerde yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanılması alternatif bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmur sularının toplanarak yeniden kullanılması yağmur suyu hasadı olarak tanımlanmaktadır (Silkin,2014).

Yağmur suyu çatılardan veya yüzeyden olmak üzere iki farklı teknikle toplanmakta ve içme suyu, sulama ve temizlik vb. maksatlar için kullanılabilir. Toplanan sular zemin çökmesini önlemek, yeraltı su kaynaklarını beslemek gibi maksatlar için yeraltına da sızdırılmaktadır. Günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi gibi sebeplerden ötürü yağmur suyunun toplanması ve

kullanılması alternatif su kaynaklarından biri haline gelmiştir. 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 tedbirdir (Alparslan ve diğ., 2011).



Şekil 5.9:Çatı Yüzeyinden Yapılan Su Hasadı

Kantaroglu'nun (2010: 1148) ifade ettiği gibi:

Yöntemin temel amacı; yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının olmadığı veya geliştirilmesinin ekonomik olmadığı alanlarda güvenilir bir su temini sağlamaktır. Bu amaçla; yağışın yetersiz olduğu çayır ve ekilebilir arazilerde verimliliği arttırmak evsel su ihtiyacının temini uygulanma nedeni olarak sayılabilir.

Dünya çapında yağmur suyu kullanımı giderek artmaktadır. Örneğin, Japonya'da başkent Tokyo ve diğer şehirlerde yağmur suları toplanarak acil durumlar için depolanmaktadır. Fiji adalarında devlet kurumlarına ait ve havalimanı, okul gibi yüzeyi geniş binaların çatılarından toplanan yağmur suları kullanılmaktadır. ABD'de ortalama 25 000 ev yağmur suyu toplama sistemlerini kullanmaktadır (Alparslan ve diğ., 2008).

Türkiye'de de Ankara'nın Beypazarı ilçesine 5 km uzaklıktaki su şebekesi olmayan Tekke Köyü'nde, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve Coca Cola işbirliği ile evlerin çatısına yağmur suyu toplamak için bir proje hazırlanmış ve hayata geçirilmiştir(Beypazarı – The Rooftop Water-Harvesting Project).



Şekil 5.10:Yağmur Suyu Hasadı, Beypazarı (www.everydropmatters.org).

Tablo 5.1:Yağmur Suyunun Kullanılabileceği Yerler

Kullanım Yeri	Uygulama/Amaç
Şehir	<ul style="list-style-type: none"> • Parkların, peyzaj sahalarının ve diğer yeşil alanların sulanması, • Golf sahalarının sulanması • Ticari amaçlı kullanım (araç yıkama, vb.), • Dekoratif amaçlı kullanım (Kent içindeki havuzlar, fiskiyeler, şelaleler, vb.), • Toz kontrolü, • Beton üretimi, • Yangınla mücadele ve yangından korunma, • İş merkezlerinin ve iş yerlerinin tuvaletlerinde,
Endüstri	<ul style="list-style-type: none"> • Soğutma suyu, • Kazan besleme suyu, • Proses suyu, • Endüstriyel tesislerin bahçelerinin sulanması, • Çalışanların kişisel kullanımında,
Kişisel Kullanım	<ul style="list-style-type: none"> • Tuvalet, • Banyo • Gerektiğinde ve filtre edildiğinde içme suyu
Tarım	<ul style="list-style-type: none"> • Sulama,
Restorasyon/Rekreasyon	<ul style="list-style-type: none"> • Sulak alanların iyileştirilmesi/geliştirilmesi • Rekreasyon amaçlı kullanım (su sporları, balık tutmak, vb.), • Akarsuların beslenmesi, • Diğer (Balık üretimi, yapay kar, vb.),
Yeraltı Suyuna Besleme	<ul style="list-style-type: none"> • Kıyı şeridinde bulunan kuyulara tuzlu su girişini önlemek için bariyer teşkilinde, • İleri arıtmanın sağlanması, • Akiferlerin su kapasitesinin artırılması, • Geri kazanılmış suyu depolamak, • Zemin çökmelerinin kontrolü veya engellenmesi,
İçme suyu Kaynağı	<ul style="list-style-type: none"> • Doğrudan içme suyu kaynağı olarak, • Dolaylı içme suyu kaynağı olarak,

5.2.2 Hasat Edilebilir Yağmur Suyu ve Depo Kapasitesini Etkileyen Faktörler

Yağmur toplama kapasitesini etkileyebilecek birçok faktör vardır. Ancak bu faktörlerden en önemlisi ve en pahalısı ise suyun biriktirileceği deponun boyutudur.

İncebel'in (2012: 58-59) ifade ettiği gibi:

Depo kapasitesini etkileyen faktörler sırasıyla;

Yağış miktarı: Toplanabilen su miktarı (litre) = Çatı alanı (m²) x yağış miktarı (mm) x kayıp katsayısı (0,8 – 0,95)(İncebel,2012).

Yağış deseni: Depolama gereksinimi ve sistem maliyetini belirlemek için yağış deseni önemli bir yer teşkil eder. Bazı alanlarda yağış düzenli bir şekilde yağar ve sistem maliyeti düşük olacaktır. Bazı bölgelerde ise muson etkisi görülür; yani yıl boyunca düşen yağışın çoğu 1-2 ay içerisinde gerçekleşir ve yıl boyunca kullanmak için bu süre zarfında düşen yağışın depolanması gerekmektedir. Bu nedenle çok büyük boyutlu depo kullanımı gereklidir bu da maliyetin yükselmesine neden olur (İncebel,2012).

Yağış yoğunluğu: Yağış yoğunluğu çatıdaki suyu depoya ulaştıracak boruların ve olukların çapının hesaplanmasında kullanılır. Çatı eğimi, çatı alanı ve yağış miktarı oluk sistemine ne kadar yük düşeceğini belirtir. Saat/mm şeklinde hesaplanır.

Koleksiyon yüzölçümü: Çatı yağmur suyu toplama sisteminde, koleksiyon alanı konut çatısı büyüklüğü ile sınırlıdır. Bazen teras, balkon gibi diğer alanlar da koleksiyon alanı olarak kullanılır (İncebel,2012).

Kayıp katsayısı: Drenaj suyu, rüzgar etkisi, çatı yıkama sistemi gibi nedenlerden dolayı yağın yağmurun tamamı depolanmamaktadır. Bu nedenle çatı yağmur suyu toplama sisteminin hesapların kayıp katsayısı (Cr) çarpan olarak eklenmektedir. Çatı türlerine göre farklı kayıplar Tablo 5.2.'te verilmiştir (İncebel,2012).

$$Cr=Ts/Ys$$

Ts = Toplanabilen su miktarı (litre)

Ys = Çatı alanına göre toplanması hesaplanan yağmur suyu

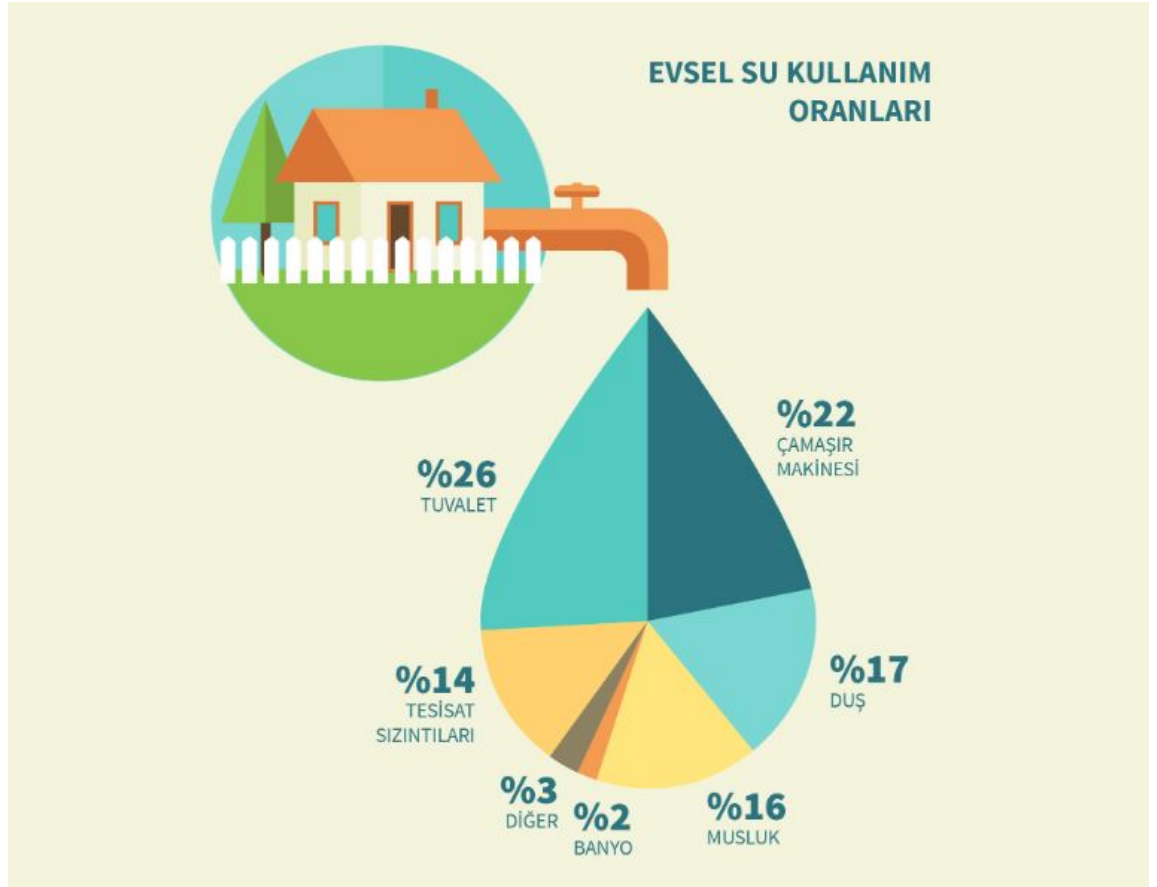
Tablo 5.2:Çatı materyaline göre kayıp katsayıları

Su Toplama Alanı Materyali	Materyalin Kayıp Katsayısı (Cr)
Saç - Levha	0.80 - 0.85
Beton çatı	0.62 - 0.69
Kiremit (Makine Yapımı)	0.30 - 0.39
Kil Kiremit (El Yapımı)	0.24 - 0.31

Depolama kapasitesi: Depolama tankı genellikle çatı yağmur suyu hasadı sisteminin en pahalı sistem bileşenidir. Dolayısıyla dikkatli bir analiz depolama tankı kapasitesi tasarımı için gereklidir (İncebel,2012).

6. YAĞMUR SUYUNUN KONUTLARDA KULLANILMASI

Konutlar, günlük yaşantımızda suyu en çok kullandığımız alanların başında gelmektedir. Su kullanımında, suyun değeri ve bir gün tükenebilecek bir kaynak olduğu göz ardı edildiğinde israf kaçınılmaz olmaktadır. Özellikle yaşam standartlarının yükselmesi ile su tüketimi doğru orantılı olarak artmakta ve israf kaçınılmaz olmaktadır. Son yıllarda ilgi gören müstakil konutlarda yaşama fikri su tüketiminin de artmasına neden olmaktadır. Su kullanımını minimize etme amacıyla olarak sağlayan yağmur bahçeleri su tasarrufu için iyi bir alternatif sağlamaktadır. Konutlarda kullanılan suyun ortalama %26'sı tuvaletlerde, %22'si çamaşır makinelerinde, %17'si duşta, %16'sı banyo ve mutfak armatürlerinde, %2'si banyoda ve %3'ü diğer alanlarda kullanılmaktadır. %14'lük kısım ise konut içinde bulunan tesisatların sızıntıları ile kaybedilmektedir (Mayer ve DeOreo, 1999).



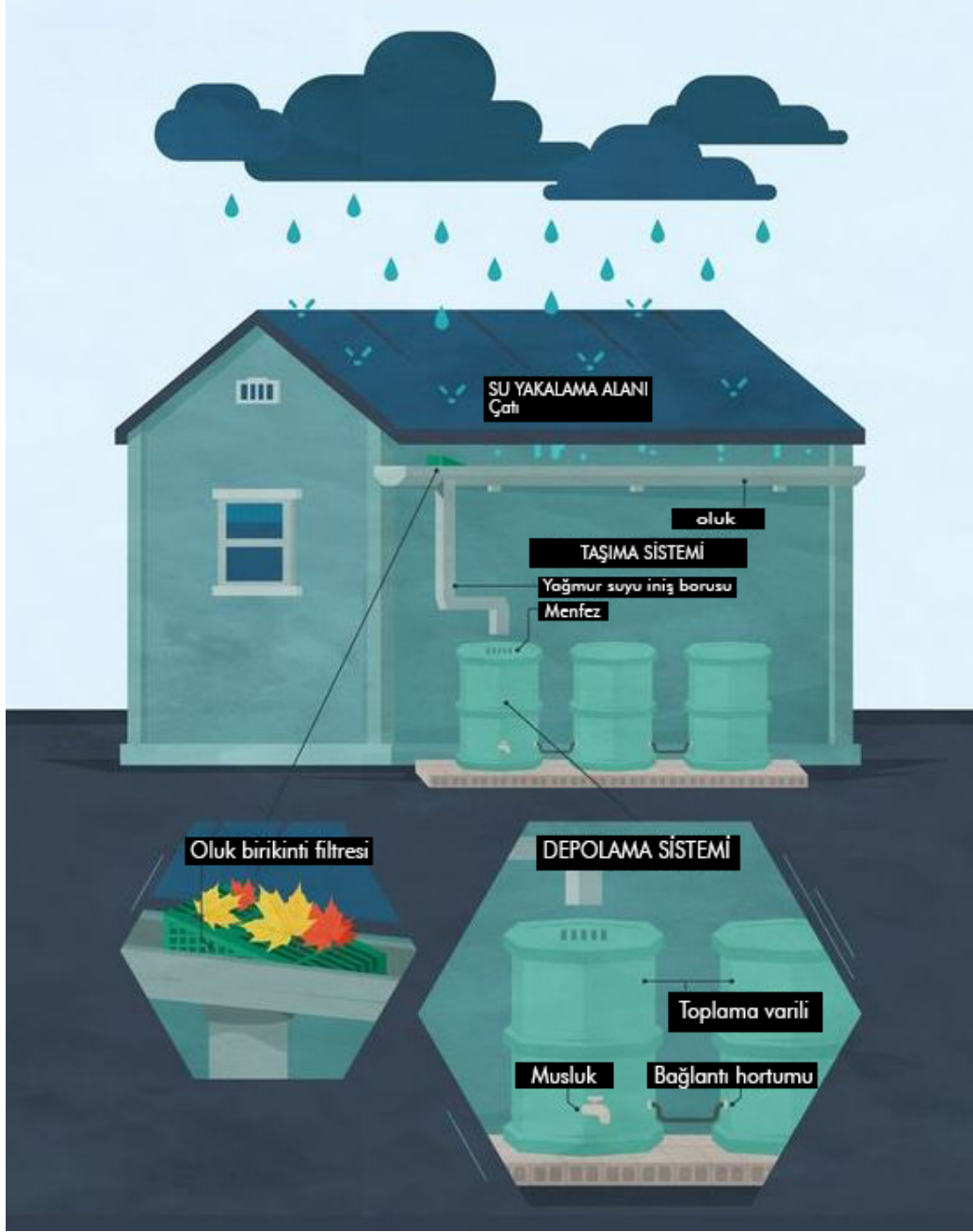
Şekil 6.1. Evsel su kullanım oranları

Tüketicinin alışkanlıklarına ve yaşadığı ortama göre değişiklik gösteren su miktarı, özellikle konutlarda farklılık gösterir. Şehirde yaşayan insanlar ile kırsal kesimlerde yaşayan insanların tükettiği su oranı birbirinden farklı miktar ve oranlarla ortaya çıkmaktadır (Gleick, P., 1998, 2000).

Su, niteliğine göre, içme ve kullanım suyu olarak ikiye ayrılır. Kullanım suyu, evlerin temizliğinde, yangın söndürmede, çamaşır yıkamada, tuvalet rezervuarlarında, araç yıkamada, bahçe sulamada ve havuz doldurmada kullanılmaktadır. İçme suyu ise duş alırken, yemek pişirirken ve bulaşık yıkarken kullanılmaktadır. Evlerin çatılarından toplanan su, içme suyu kalitesinde olmadığından genellikle kullanım suyu olarak değerlendirilmektedir. Ancak arıtıldığında içme suyu olarak da kullanılabilir (Şahin,2010).

6.1 Yağmur Suyunun Konut Dışında Kullanılması

Konutlarda kullanılan suyun %78'i evsel kullanım olarak dikkat çekerken, bu oranda kullanılan suyun %59'u konut dışındaki bahçe sulaması ve temizlik işlerinde kullanılmaktadır. Sadece %19'luk kesim ise konut içerisinde kullanılmaktadır. Yağmur suyunu genel olarak konut içerisindeki kullanım suyu olarak kullanıldığı için, normal günlük kullanım suyuyla ayrı bir tesisat döşemek gerekmektedir. Bu da maliyeti ciddi oranda artırdığı için yağmur suyu genel olarak konut dışında kullanılmaktadır. Çatı yüzeyinden toplanan yağmur suyu, oluklar üzerindeki filtrelerden geçerek depoya ulaşarak dalgıç pompa ile kullanılacağı alana borular yardımıyla gönderilmektedir. (Şekil 6.2) Kuraklık zamanlarında kullanıcının isteği doğrultusunda şebeke suyu tesisatı, yağmur suyu depolarını doldurabilmektedir (Şahin, 2010).



Şekil 6.2. Yağmur Suyunun Konut Dışında Depolanması
(<http://waldenlabs.com/rainwater-harvesting-how-to/>)

6.2. Yağmur Suyunun Konut İçinde Kullanılması

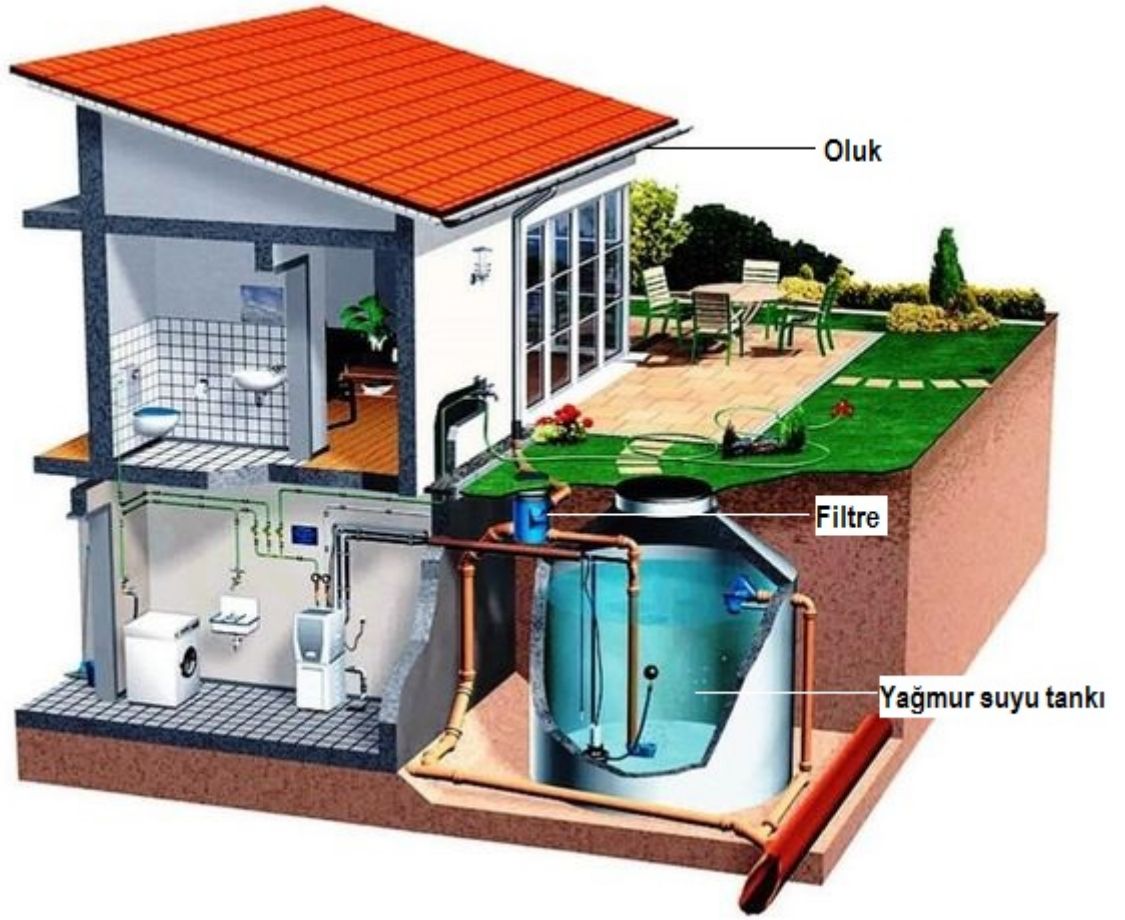
Çatıdan toplanan yağmur suyu herhangi bir kimyasal arıtma işlemine tabi olmadan tuvalet rezervuarlarında ve çamaşır makinalarında kullanılabilir. Ancak depo edilen yağmur suyunun depolandığı hacmin malzeme kalitesi de oldukça önemlidir. Yeterli kalitede olmayan depolardaki su, özellikle çamaşır makinelerinde kullanıldığında kötü kokular nedeniyle kullanıcıyı zorlayabilmektedir. Bazı durumlarda yağmur suyu tesisatını besleyen yedek bir kaynak olarak şebeke suyu kullanılabilir. Ancak yağmur suyu ile şebeke suyunun karışmaması gerekmektedir. Bu durumun önüne geçmek için yağmur suyu tesisatı ile şebeke suyu tesisatının birleşeceği yerde bir hava boşluğu bulundurulması ya da bu duruma alternatif olarak geri akış önleyici bir vana kullanılması gerekmektedir. Konutlarda yağmur suyunu kullanmak, suyun filtrasyondan geçerek depoda toplanması ve konut içerisinde kullanılacağı yere pompalanması ile sağlanmaktadır.

Konut içerisinde;

- Yağmur suyu tesisatının kullanıldığı sistemler (tek döşem),
- Şebeke tesisatının yağmur suyu tesisatını beslediği sistemler:
- Yağmur suyu tesisatı ile şebeke tesisatının birbirinden bağımsız olarak ayrı ayrı kullanılabilirdiği sistemler (çift döşem)

şeklinde farklı uygulama seçenekleri bulunmaktadır (Şahin ve Manioğlu , 2011).

(Tek döşem) Yağmur suyu döşeminin kullanıldığı sistemler: Konut çatısında basit bir yağmursuyu toplama sistemindedir. Toplanan yağmur suyu, yabancı cisimler filtreden geçirildikten sonra yağmur suyu deposuna gelir. Yağmur suyu deposunda bir süre dinlenen su daha sonra çamaşır makinası ya da tuvalet rezervuarı gibi konut içerisinde ihtiyaç duyulan alanlara pompalanır. (Şekil 6.3). Bu sistemde sadece ilk kurulum maliyeti vardır ve ardından yağmur suyuna hiçbir ücret ödenmediği için uzun vadede oldukça ekonomiktir. Yağışların az olduğu dönemlerle birlikte oluşabilecek herhangi bir arıza nedeniyle oluşabilecek su kesintileri dezavantajdır (Şahin ve Manioğlu, 2011).



Şekil 6.3. Yağmur Suyu Döşeminin Kullanıldığı Sistemler (Tek Döşem)

Şebeke suyunun yağmur suyu tesisatını beslediği sistemler:Bu sistemler yağmur suyu tesisatınınana şebeke tesisatı ile beslendiği sistemlerdir. Ancak yağmur suyu tesisatının tek başına kullanıldığı sistemlere nazaran maliyeti daha yüksektir. Bu sistemlerde çatıdan gelen yağmur suyu oluklardan depoya aktarılırken filtreden süzülmetedir. Daha sonra depoda toplanan su, konut içerisine pompalanmaktadır. Bina içerisinde yağmur suyunun kullanılması iki farklı şekilde olmaktadır (Şahin ve Manioğlu,2011). Bunlar;

Şebeke tesisatının yağmur suyu tesisatını direkt beslediği sistem:Bu sistemde şebeke suyu ile yağmur suyu tesisatı birbiri ile bağlantılıdır. Yağışların az olduğu, kurak dönemlerde yağmur suyu depo sistemi şebeke suyu ile beslenerek, konut içerisinde çamaşır ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır (Şekil 6.4)(Şahin ve Manioğlu,2011).

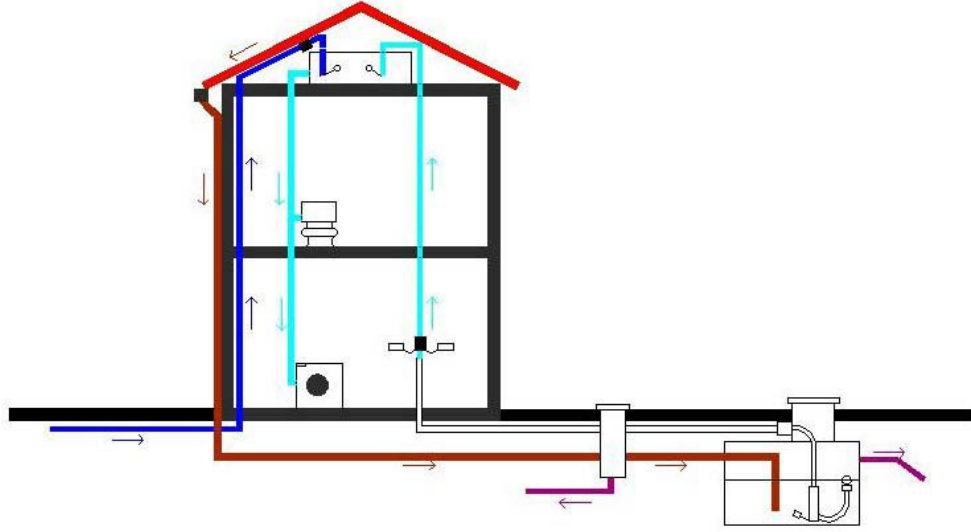


1. Filtre, 2. Yağmur suyu deposuna giriş, 3. Dalgıç pompa, 4. Yüzücü-emici filtre, 5. Kontrol Paneli, 6a. Solenoid vana (şebeke suyunun tanka dolmasını sağlar), 6b. Yüzücü anahtar (su seviyesini ölçer.), 6c. Yağmur suyu döşemi, 7. Basıç hortumu, 8. Drenaj borusu, 9. Taşma borusu Borusu, 10. Elektronik gösterge, 11. Ana şebeke döşemi

Şekil 6.4. Şebeke Suyu Tesisatının Yağmur Suyu Tesisatını Direkt Beslemesi

Bu sistemin en önemli avantajı, bina içerisinde ek bir alana ihtiyaç duymamasıdır. Ancak şebeke tesisatındaki suyun pompalanması için pompanın harcadığı enerji, sistem bakım masrafları, mekanizmanın daha karmaşık olması, konut içerisinde su tüketiminin olduğu zaman pompanın da çalışması bu sistemin dezavantajlarındandır (Şahin ve Manioğlu,2011).

Şebeke suyu ile yağmur suyu tesisatının çatı arasında bir depoda birleştirilmesi (Yerçekimi sistemi ya da çatı deposu sistemi ile dağıtım): Bu sistemde ayrıca bir pompaya gerek duyulmadan depoya dolan su, yer çekimi kuvveti ile bina içerisine dağıtılmaktadır. Çatı arasında bulunan depoya hem yağmur suyu, hem de şebeke suyu tesisatı gelmektedir (Şekil 6.4) (Şahin,2010).



Şekil 6.5. Şebeke Suyu ile Yağmur Suyu Döşeminin Bina İçerisinde (Çatı Arasında) Bir Depoda Birleştirilmesi(Yerçekimi Sistemi ya da Çatı Deposu Sistemi İle Dağıtım)

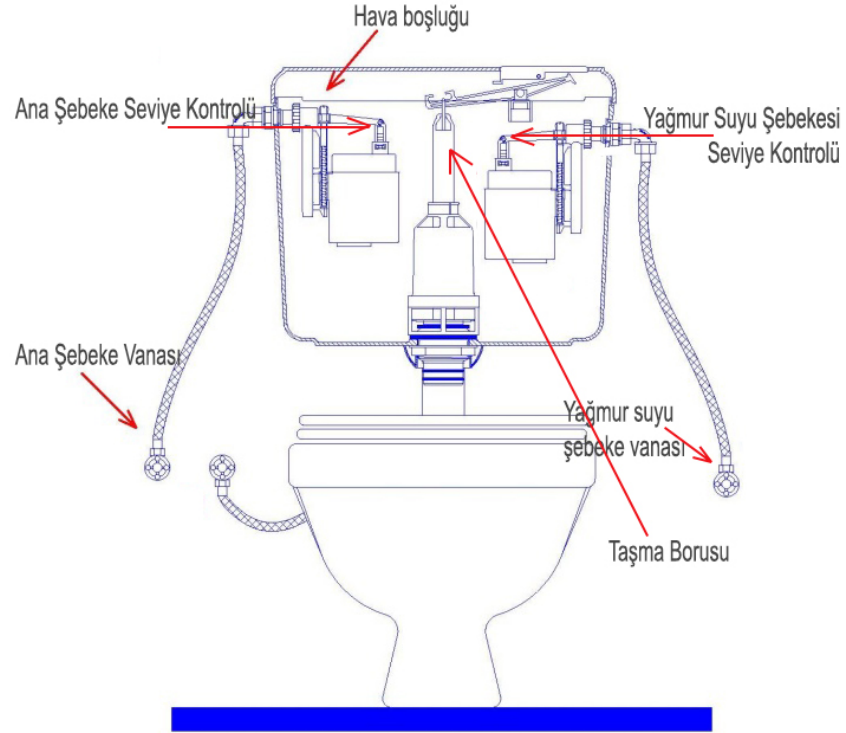
Basit bir kontrol mekanizmasına sahip olması, elektrik kesildiği zaman ya da yağmur suyu depolanmadığı durumlarda çatıda bulunan deponun şebeke suyundan beslenebilmesi ve deponun çatıda olmasından dolayı yer çekimini kullanarak ek bir enerji gerektirmeden suyun dağıtılması bu sistemin avantajlarından (Şahin ve Manioğlu,2011).

Şahin ve Manioğlu'nun (2011: 537) ifade ettiği gibi:

Pompa kullanılmadığı için şebeke basıncının modern çamaşır makinası ve bahçe sulaması için çok düşük olabilmesi ve tuvalet rezervuarının yavaş dolabilmesi, çatı arasında depo için alana ihtiyaç duyulması sistemin dezavantajları olup ülkemizde “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik’in 7.10.7. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması” maddesinde belirtilen çatıda bulunan su deposu vb. tesisat ağırlıklarının zemine indirilmesi gerekliliği de sistemin önemli bir dezavantajıdır.

Yağmur suyu tesisatı ile şebeke tesisatının birbirinden ayrı olarak kullanıldığı sistemler:Bu sistemde yağmur suyu tesisatı, şebeke suyu ile beslenmemekte; her iki sistemin tesisatları da ayrı ayrı döşenmektedir. Yağmur suyu tesisatı da, şebeke tesisatı

da ayrı ayrı tuvalet rezervuarlarına veya çamaşır makinesine ulaşmaktadır. Bundan dolayı ekstra maliyet oluşmamaktadır(6.6) (Şahin,2010).



Şekil 6.6. Çift Döşem Dağıtım Sistemleri

7. ÇATI YAĞMUR SUYU HASADINA İLİŞKİN ÖRNEKLER

7.1.Dünyadan Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojisine İlişkin Örnekler

Uzun yıllardır su korunumu adına çalışmalar yapılmakta, tüm dünyada teknolojilerin geliştirilmesi ve su korunumu stratejilerinin yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Su tüketimini azaltmaya yönelik oluşturulan politikalar, özellikle gelişmiş ülkelerde içme suyu kaynaklarını korumaktadır. Dünya’da uzun yıllar önce su korunumuna ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi ve bu teknolojilerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması sağlanmıştır. Özellikle gelişmiş ülkeler, içme suyu kaynaklarını su tüketimini azaltarak korumaktadır. Avrupa ve Japonya’da gri suyun arıtılarak yeniden kullanılması, yağmur suyunun toplanarak tekrar kullanılması, suyun daha tasarruflu kullanılmasına ilişkin teknolojilerin desteklenmesi gibi adımlar ile mevcut su oranının ülkemizin üstünde olmasına rağmen ülkemize oranla su etkin bir şekilde yönetilmektedir. Ayrıca Körfez ülkelerinde son çeyrek asırda gelişen teknolojilerin kullanılması ile deniz suyundan içme suyu elde edilmektedir (Şahin,2010).

Son yıllarda yağmur suyu hasadı giderek ilgi çekmektedir. Yeni bir kaynak olarak yağmur suyu toplama tekniği hızla yaygınlaşmaktadır (Örs ve diğ., 2011).Aşağıda, yağmur suyu toplamaya ilişkin örneklerin dünyanın farklı yerlerinde konut ölçeğinde uygulamaları ele alınacaktır.

Fundis: Kenya’da “fundis” adı verilen yağmur suyu depolama amacıyla yerel inşaatçılar tarafından yapılan tanklar kullanılmaktadır (United Nations Environment Programme [UNEP],2016).



Şekil 7.1: Kenya’da inşa edilen yağmur suyu tankları (United Nations Environment Programme [UNEP] 2016).

Solaire:Newyork’un önemli bir merkezi olan Manhattan’da bulunan ve LEED Gold sertifikalı ilk yeşil yüksek katlı rezidans özelliğine sahiptir. Binada suyun korunumu ile ilgili farklı teknik ve teknolojiler kullanılmaktadır. Binanın 1., 17. ve 27. Katlarında bulunan yeşil çatıların sulamasında içilebilir su kullanılmamaktadır. Ayrıca geleneksel özellikli yüksek katlı yapılara oranla %50 daha az içme suyu tüketilmektedir.Solaire’de toplanan yağmur suları, 38 m³ hacmindeki yer altı tankında toplanarak, çökeltme ve arıtma işlemlerinden geçirilerek bina dışı alanlarda peyzaj sulamaları için kullanılmaktadır. Binada ayrıca gri su arıtma sistemleri de kullanılmaktadır (Şahin,2010).



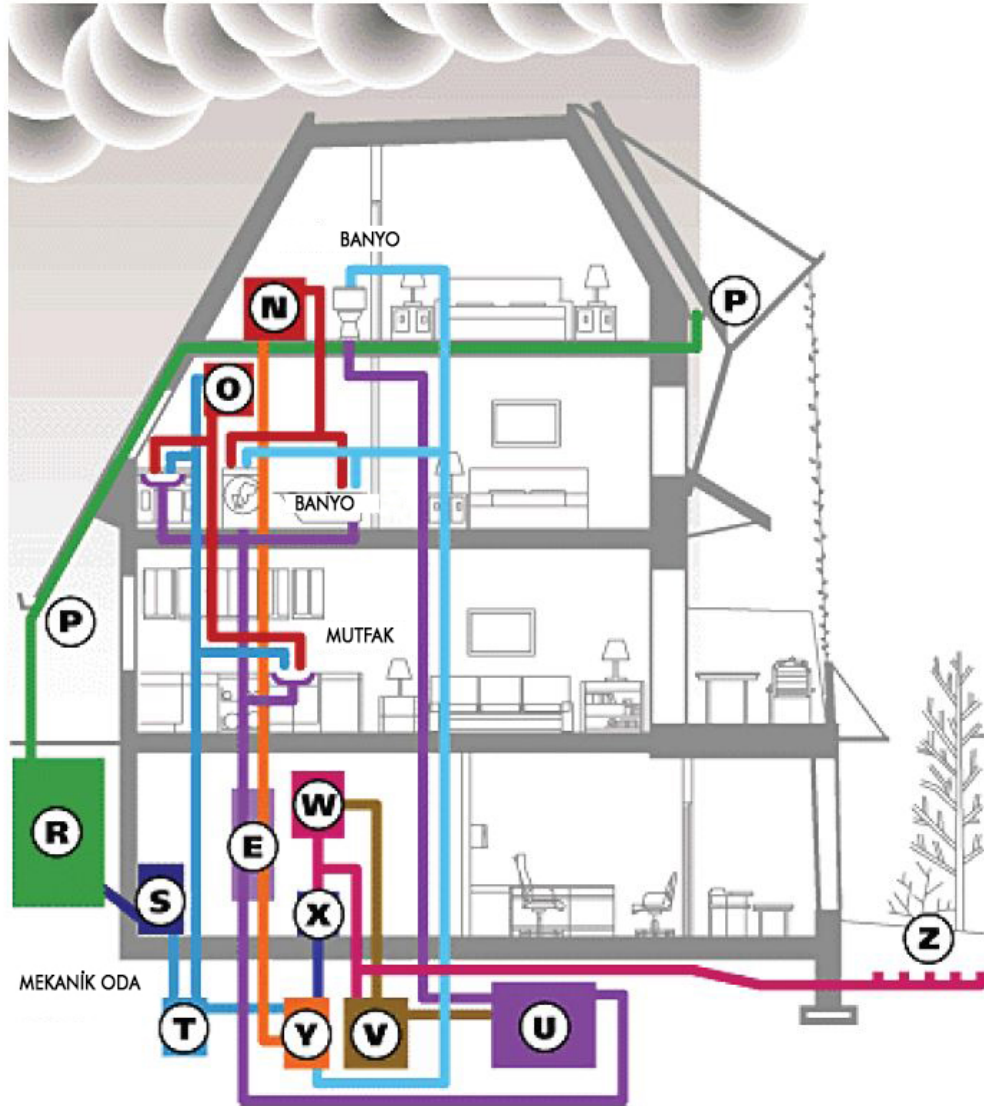
Şekil 7.2: Solaire Rezidans (hpbmagazine.org)

Healthy House: Kanada'nın en büyük şehri ve ticaret merkezi olan Toronto'da bulunan evde, ev işlerinde ve peyzaj sulaması için gereken tüm su ihtiyacı, şebeke suyuna gerek duyulmadan karşılanmaktadır (Water Reuse Handbook, 2011).



Şekil 7.3: Healthy House, Toronto(Water Reuse Handbook,2011)

Evde 4 kişilik bir ailenin su ihtiyacını karşılamak için yağmur suyu toplama ve gri su arıtma sistemi birlikte kullanılmaktadır. Yağmur suyu toplama sistemi, mutfak ve banyo bataryaları ve bulaşık makinesinde kullanılabilen içilebilir su sağlamaktadır (Water Reuse Handbook,2011).



Şekil 7.4: Healthy House Sistem Diyagramı(Water Reuse Handbook,2011)

ANAHTAR

İçilebilir Su Sistemi

O — İçilebilir sıcak su tankı P — Yağmur oluğu R — Yağmursuyu deposu S — Birleşim filtresi T — İçilebilir soğuk su tankı

Atık su Yönetimi

E — Gri su ısı dönüştürücü N — Dönüşümlü sıcak su tankı U — Septik Tank
V — Sirkülasyon tank W — Biyolojik filtre X — Çift birleşim filtresi
Y — Dönüşümlü soğuk su tankı Z — Bahçe sulama

Forest Apartman Daireleri: Newyork'taki düşük gelirli ailelere ekonomik daireler tahsis etmek amacı ile yapılan yeşil bir binadır. Çevresindeki binaların aksine, birçok yeşil özellik sunmaktadır. Bu özelliklerinden en şaşırtıcı olanı ise bir çatı çiftliği barındırmasıdır. Çatıda bulunan serada, binanın yerleşim bölümünden gelen ısı ve sera çatısından hasat edilen yağmur suyu kullanılmaktadır. Burada, kar amacı gütmeyen yerel bir gıda kooperatifi için taze sebzeler üretilmektedir. Binanın bulunduğu mahalle “gıda çözü” olarak adlandırılan, düşük gelirli ailelerin sebze ve meyvelere uygun fiyat ile erişemediği bir yoksulluk içerisindedir. Çatı katında bulunan sera, çevrede bulunan insanlar için gıda erişimi ve halk sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir katkı yapacaktır (Forest House Apartments, 2016).



Şekil 7.5: Forest Apartman Daireleri, Newyork (pcine.org)

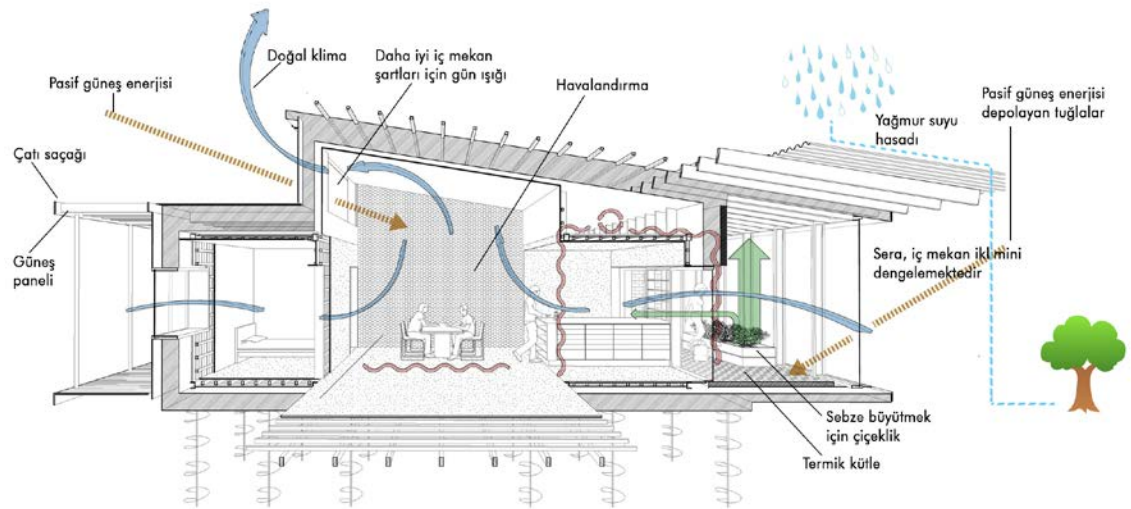


Şekil 7.6: Forest Apartman Daireleri Çatı Çiftliği(aboutplants.eu)

Upcycle House :2013 yılında Danimarka Nyborg’da inşa edilen bir yapı olan Upcycle Evi türünün ilk örneği olma özelliğini taşımaktadır. Enerji ve kaynak verimli çözümler ile desteklenen evde, doğal ışık, yağmur suyu kullanımı, sebze üretimi, erişilebilirlik ve diğer pasif özellikler ile değişken İskandinav iklimine göre optimizasyonu gerçekleştirilmiştir (“İlk Upcycle Ev”,2013).



Şekil 7.7: Upcycle Evi (archdaily.com).

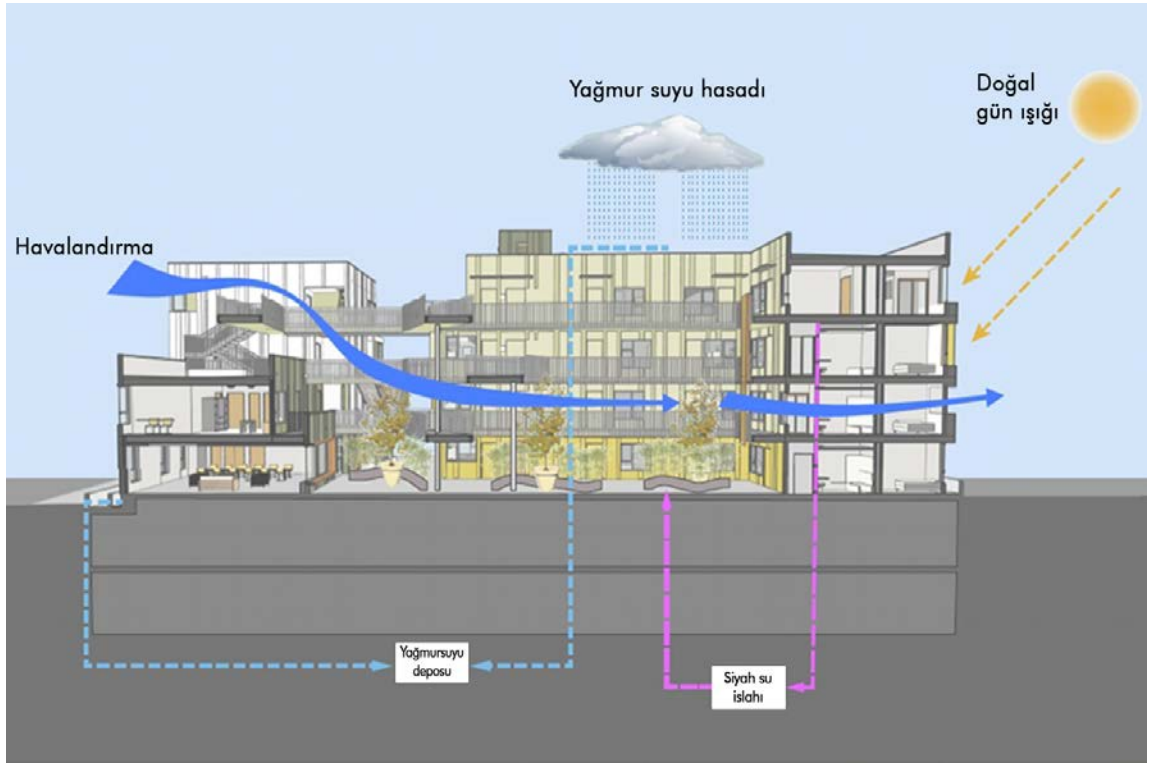


Şekil 7.8: Upcycle Evi Sistemik Şeması (archdaily.com)

Pico Housing: Santa Monica, California’da bulunan konut binası, proje belgelendirme maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı herhangi bir resmi yeşil bina değerlendirme belgesine sahip olmamasına rağmen, yüksek bir sürdürülebilirlik seviyesine ulaşmaktadır. Binanın kademeli tasarımı her dairenin doğal aydınlatmaya sahip olmasına ve merkezi avlu da doğal esintilerle havalandırmaya yardımcı olmaktadır. Yağmur suları çatıdan toplanıp depolanmakta ve bina içerisine dağılmaktayken siyah su yerinde işlenmektedir (Inhabitat, 2014).



Şekil 7.9: Pico Housing, California (inhabitat.com)



Şekil 7.10: Pico Housing Sürdürülebilir Sistem Şeması (inhabitat.com).

BedZED Konutları (İngiltere): Londra’da bulunan ve “sıfır karbon” prensibiyle tasarlanan BedZed, su, enerji, ulaşım, atık gibi konu başlıkları üzerine yoğunlaşmış, yenilenebilir enerji ile karbon salınımını azaltmayı amaçlamıştır (Şekil 8.11)(Şahin,2010).

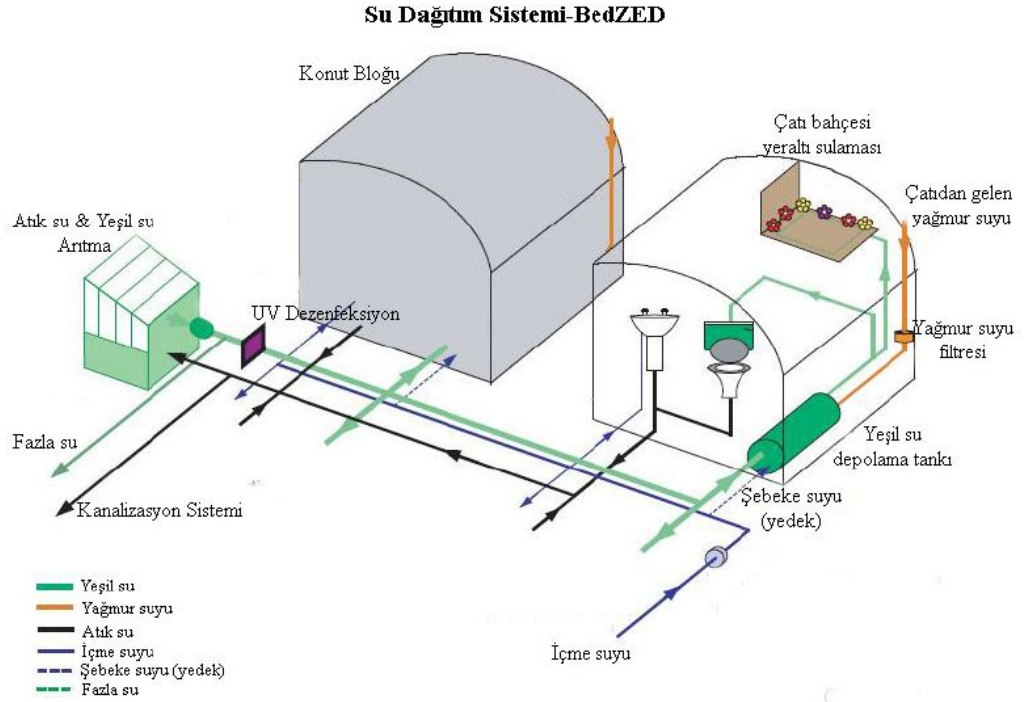


Şekil 7.11: BedZED Konutları, İngiltere (openbuildings.com)

BedZED konutlarında kullanılan bataryalar su tasarrufu özelliği barındırmaktadır. Düşük akışlı duş başlıkları, debi ayarlayıcı musluklar bunlara örnek olarak gösterilebilir. Bunun yanında çatılardan toplanan yağmur suları depolanarak tuvalet rezervuarında ve peyzaj için gerekli olan suyun karşılanmasında kullanılmaktadır (Şahin,2010).

Şahin'in (2010: 69) ifade ettiği gibi:

“Yaşayan Makine” olarak adlandırılan arıtma sistemi sayesinde atıksu arıtılarak tuvalet rezervuarı ya da bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Arıtma işleminden sonra dönüştürülmüş olan su “yeşil su” olarak adlandırılmaktadır. Bu su, çatıdan toplanan yağmur suyu ile karıştırıldıktan ve UV dezenfeksiyonundan geçtikten sonra, tuvalet rezervuarları ile bahçe sulamasında kullanılmaktadır (Şekil 8.12). Bu sistem 2004 yılında kullanılmasına rağmen 2007 yılında ekonomik olarak cazip bir seçenek olmadığı için tercih edilmemiştir.



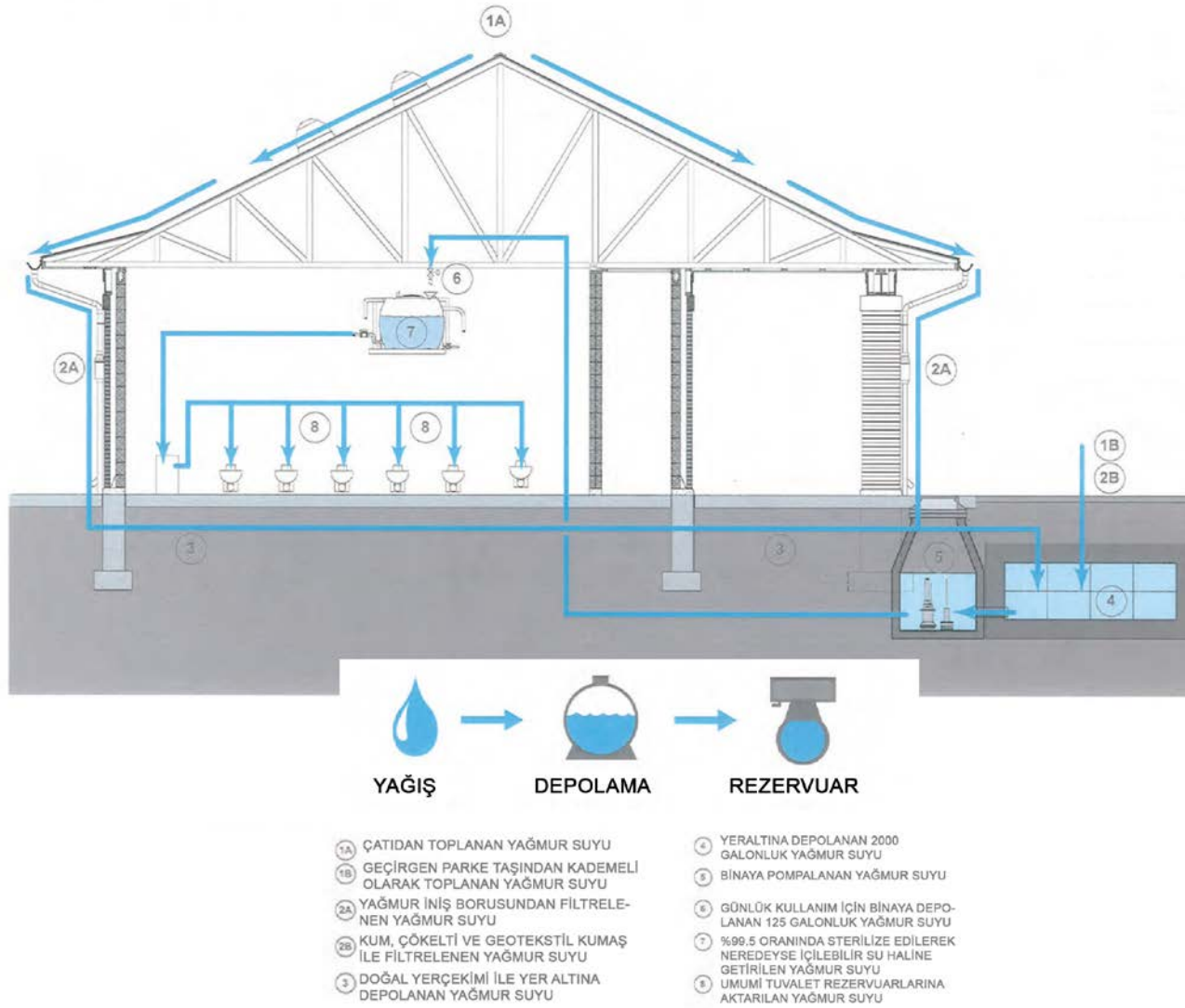
Şahin'in (2010: 70) ifade ettiği gibi:

2007 yılında 40 konutta su sayaçlarına bakılarak yapılan incelemede; bedZED konutlarında 72 litre su tüketildiği, 15 litre yağmur suyunun kullanıldığı görülmüştür. Toplam olarak günlük kişi başına su tüketimi 87 litredir. İngiltere'de bu oran 143 litredir. İngiltere ortalamasına göre yaklaşık su tüketimi %40 daha azdır.

Plaj Evleri, Chicago: Sadece yaz aylarında kullanılan bu plaj evlerinin her birinde 11 tuvalet, 4 pisuar bulunmaktadır. Yazlık mekanların en çok su harcanılan mekanlar olduğunu düşünerek, bu iki plaj evine yağmur suyu hasat teknolojisini getiren Chicago merkezli mimarlık firması Muller + Muller, su korunumu sağlarken aynı zamanda doğal havalandırmayı, gün ışığı almak için çatı pencerelerini kullanmaktadır (Water Reuse Handbook,2011).



Şekil 7.13: 41. Cadde ve Osterman Plaj Evleri, Chicago (Water Reuse Handbook,2011).



Şekil 7.14: 41. Cadde ve Osterman Plaj Evleri Sistem Diyagramı (Water Reuse Handbook,2011).

7.2Ülkemizde Çatı Yağmur Suyu Hasadı Teknolojisine İlişkin Örnekler

Ülkemizde yeterince yaygın olmayan yağmur suyu hasadı yöntemi aniden düşen ve uzun süren yoğun yağışların olumsuz etkilerini azaltmak için, içme suyu kaynaklarının kullanımını azaltmak için ve arıtma tesislerindeki kirli su yükünü azaltmak adına özellikle yüksek miktarda yağış alan bölgelerde kullanılması için ideal bir yöntemdir (Silkin,2014).Aşağıda, ülkemizde yapılan projeler ve uygulamalarda yağmur suyu hasadı örnekleri incelenecektir.

Diyarbakır Güneş Evi:Kültür, sanat ve eğitim merkezi olarak planlanan Sümerpark'ta bulunan Diyarbakır Güneş Evi, ev kurgusu ile planlanmıştır. Ev kurgusu ile planlanmasının temel sebebi temiz enerji çalışmalarının yapılabilmesi ve sonuçlarının görülebilmesi ile bilinçlendirme ve benimsementmesini sağlamaktır (Şekil 8.15) (Şahin,2010).



Şekil 7.15: Diyarbakır Güneş Evi (solarportall.com)

Diyarbakır Güneş Evi'nde, su korunumuna ilişkin;

- Yağmur suyunu depolanmaktadır.

- Bahçe sulaması ve klozet rezervuarlarında arıtılmış atıksu kullanılmaktadır.

- Diyarbakır Güneş Evi'nde, evsel atıksu, dönen biyolojik disk (rotating biological disk) yöntemiyle, plastik dairesel levhalar üzerinde üreyen bakteriler sayesinde, çok düşük bir enerji kullanımı ile %90-95 oranında arıtılmakta ve bahçe sulamasında kullanılmak üzere yağmur suyu deposuna aktarılmaktadır(Şahin,2010).

Güneş Evi'nde çatıya düşen yağmur suları toplanarak su deposuna aktarılmakta, arıtmadan geçen evsel atıksu ile birlikte karbon filtreden süzülerek bahçe sulamasında ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır. Çakıl ve benzeri malzemeler ile su geçirimli bir tabaka oluşturularak ve drenaj kanalları kullanarak bahçe toprağı ve bitki köklerinin ihtiyaç duyduğu yağmur suyunun fazlası geri kazandırılmaktadır (Şahin,2010).

Gaziantep Pasif Ev:Bu ev, Gaziantep Eko-Kent projesinin bir parçası olarak, yenilenebilir enerji teknolojilerini barındıran, pasif ev standartları ile birlikte sıfır karbon salınımını hedeflemektedir. Gaziantep Pasif Ev'de ısı geri kazanımlı mekanik havalandırma sistemi, su kaynaklı ısı pompası, güneş kırıcısı, alüminyum doğramalı üçlü pencere sistemleri, yeşil çatı, gri su arıtma, yağmur suyu toplama sistemi ve fotovoltaiik paneller bulunmaktadır ("Gaziantep Pasif Ev",2013).



Şekil 7.16: Gaziantep Pasif Ev

Tekfen Bomonti Apartmanları:Binalardaki tüm ıslak hacimler için su tasarruflu, yüksek verimli armatürler ile %30 su tasarrufu yapılmakta, yağmur suyu toplanıp depolanarak bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Araziye düşen yağmur suyunun yeniden kullanılması sağlanarak, şebekeye karışan su oranında %47 oranında düşüş sağlanmaktadır. Bina aynı zamanda Leed sertifikası için aday konumundadır (“Tekfen Bomonti Apartmanları”,2013).



Şekil 7.17: Tekfen Bomonti Apartmanları (arkitera.com, 2012)

Ekolojik İkiz Ev:Diyarbakır Güneş Evi'nin de mimarı olan Yüksek Mimar Çelik Erengöz tarafından hazırlanan proje, “enerji mimarlığı” olgusuna dikkat çekmek, sürdürülebilir, doğanın içinde, doğaya uyumlu, tüm kaynakları verimli bir şekilde kullanabilen ve kendi enerjisini üreten ekolojik bir konut projesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Projenin,kapalı alanı 150 m²'yi geçmeyen ekonomik konut örneği sunmak üzere hazırlanmıştır (Erengöz, 2000).



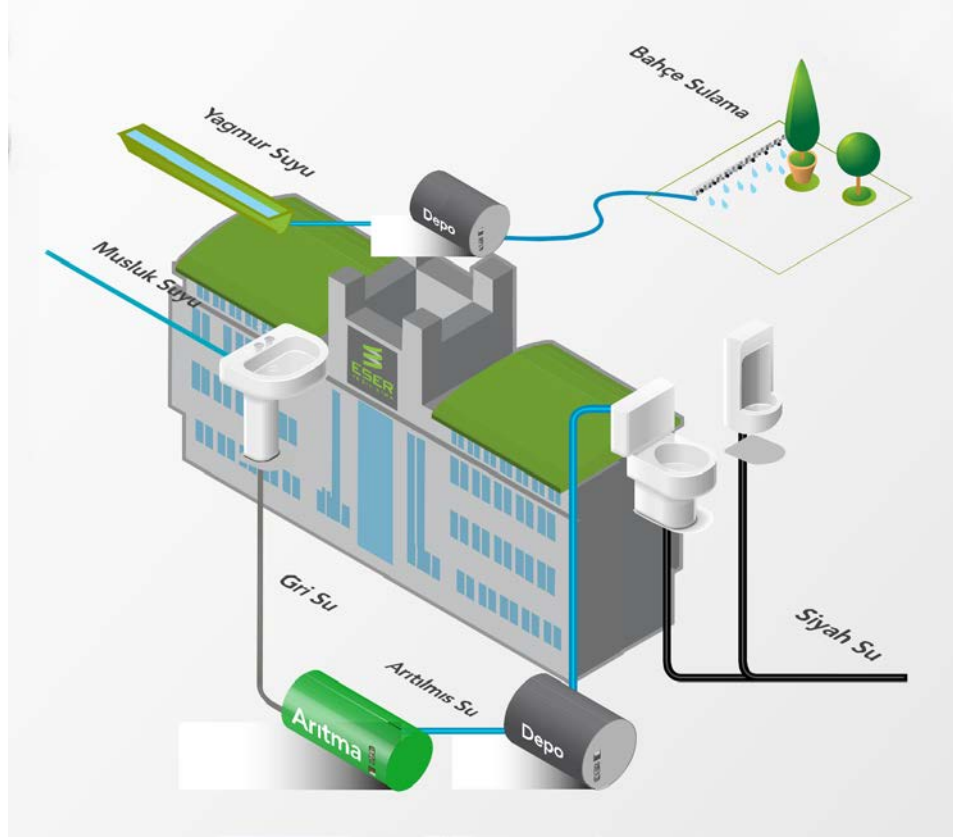
Şekil 7.20: Tekke Kuyumcu Köyü Yağmur Suyu Hasadı (Silkin,2014)

Eser Yeşil Bina: Su ve enerji korunumlu olarak tasarlanan Eser Yeşil Bina, Türkiye’de LEED Platin sertifikasını kazanan ilkbina olma özelliğini taşımaktadır. Termal ve buz depolama sistemleri barındıran bina, elektrik tüketimini düşürerek ısıtma ve soğutmayı desteklemektedir. İç mekanda hava kalitesini arttırmak amacıyla CO₂ sensörleri kullanılmaktadır. Binada bulunan toprak kaynaklı ısı pompası ile zemin altındaki sabit ısı kullanılarak yazın sıcak, kışın da soğuk su elde edilmektedir. Aynı zamanda bu sistemle mekanların iklimlendirmesi sağlanmaktadır (Öncül, 2010).



Şekil 7.21: Eser Yeşil Bina (eseryesilbina.com)

Eser Yeşil Bina’da Proje aşamasında toplam su tüketimini azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme stratejisi ile yağmur suyu planı hazırlanarak şebekeye ulaşan atık su yükünün azaltılması sağlanmıştır. Toplama, depolama tankı, vanalar ve pompalarla oluşturulan yağmur suyu toplama sistemi ile bina çevresine ve çatıya düşen yağmur suları depolama tankında toplanarak damla sulama metoduyla bahçedeki bitkilerin su ihtiyacı karşılanmaktadır. Binanın peyzajında kullanılan bitkilerin az su ihtiyacı duyan bitkiler olması da su tüketimini azaltan faktörler arasındadır. Lavabo, duş ve bulaşık makinelerinden çıkan gri suyun, doğrudan tuvaletlerden oluşan siyah su ile karışmadan dönüştürülerek tuvalet rezervuarlarında yeniden kullanılması Eser Yeşil Bina’nın özellikleri arasındadır (Öncül, 2010).



şekil 7.22: Eser Yeşil Bina Su Yönetim şeması (eseryesilbina.com)

8. BİNALARDA YAĞMUR SUYUNUN KULLANILMASINA İLİŞKİN DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ YASALAR, YÖNETMELİKLER, TEŞVİKLER VE YEŞİL BİNA SERTİFİKASYON SİSTEMLERİ

Su kaynaklarının giderek azaldığı günümüzde, su kullanımı tüm dünyada planlanması ve yönetilmesi gereken önemli bir konu haline gelmektedir. Su tüketiminin azaltılması için kullanılan yöntem ve teknolojilerin yasal zorunluluk ve teşvikler ile desteklenmesi gerekmektedir (Şahin, 2010).

Ülkemizdeki su oranına nazaran daha fazla kaynağa sahip olan Avrupa'da uzun zaman önce su korunumuna yönelik teknolojiler kullanılmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Leed ve Breeams gibi yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin ve bu sertifikalara sahip binaların artması, bunun en önemli kanıtlarındandır. Suyun verimli bir şekilde kullanılması için, su tüketiminin azaltılması ile ilgili yönetmelik, kılavuzlar ile birçok ülke su korunumuna yönelik geliştirilen teknolojilerin kullanım şeklini belirlemiş ve yaygınlaşmasını sağlamıştır. Binalarda suyun korunumu konusunda, ülkemize oranla daha fazla suya sahip olan Avrupa Ülkeleri'nde uzun zaman önce önlemler alınmaya ve yeni teknolojiler geliştirilmeye başlanmıştır. "Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri" ve bu sertifikaya sahip binaların her geçen gün artması da bunun en somut örneğidir. Su tüketiminin azaltılması konusunda gelişen teknolojiler ile birlikte her ülke, yönetmelik, standart ya da bilimsel nitelikteki kılavuzlar ile bu teknolojilerin kullanım şeklini belirlemiş ve kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır (Şahin ve Manioğlu, 2011).

Tablo8.1: Yağmur Suyu Kullanımına İlişkin Yasa, Yönetmelik ve Teşvikler

	YASA VE YÖNETMELİK	TEŞVİK
AVUSTRALYA	Sydney ve New South Wales'te BASIX (Building And Sustainability Index) bina yönetmeliğine göre yağmur suyu deposunun konut dışında ya da konut içerisinde (tuvalet veya çamaşır makinaları) kullanılarak su tüketiminin azaltılması gerekmektedir.	National Rainwater and Greywater Initiative” programı kapsamında Ocak 2009’dan itibaren her aileye, evlerinde kullanacağı yağmur suyu deposu ya da gri su arıtması için 500 dolara varan devlet teşviki sağlamaktadır. Teşvikler; 2,000–3,999 litrelik yağmur tankları için 400 dolar, 4,000 litre ya da daha büyük tanklar için 500 dolar, kalıcı olarak kurulan gri su arıtma sistemleri için 500 dolardır. Queens Land’da konutlarda yağmur suyu sisteminin kurulmasına hükümet tarafından 1,500 dolara kadar indirim yapılmaktadır .
A.B.D.	Illinois: Illinois Plumbing License Law tarafından 1 Ocak 2010 tarihinden itibaren yağmur suyu toplama ve dağıtım sistemine ilişkin minimum standartlar (SB 2549) yasa ile zorunlu hale getirilmiştir .	1970’lerden itibaren kullanılmaya başlanılan bu sistemler için geliştirilen teşvikler henüz kısıtlı olmakla birlikte, her eyaletin belirlediği farklı finansal teşvikler bulunmaktadır. Texas: 1993’ten itibaren yağmur suyu sistemi kullanılan binalarda endüstriyel ve ticari tesislerde emlak kredisi yardımı yapılmakta olup, 2001 yılında yağmur suyu kullanılan binalarda vergi indirimleri yapılmıştır. Austin: 2008 yılında konutlarda yağmur suyu sistemlerinin kurulması için 500 dolar, kamu binalarında ya da kar amacı gütmeyen kuruluşlarda kurulum için 5,000 dolarlık bölümünü karşılamaktadır. Austin Ticari Teşvik Programı ticari uygulamalar için 40,000 dolara kadar indirim yapabilmektedir. Virginia eyaletinde sistem maliyetinin yarısını geçmemek şartıyla 2,000 dolara kadar vergi indirimi yapılabilmektedir.
ALMANYA	Yağmur suyu toplama sistemleri konusunda “DIN 1989” pekçok ülkede bu konuda oluşturulan standartlara öncülük etmiştir. Bu standart yağmur suyuna ilişkin, planlama, tesisat, uygulama ve bakım, yağmur suyu filtreleme, yağmur suyu rezervuarları ve ek bileşenleri konularını ele almaktadır.	Su fiyatlarının yüksek olması nedeniyle konutlarda ve çalışma alanlarında 1,5 milyonun üzerinde yağmur suyu toplama sistemi kurulmuştur. Sistemin kurulduğu bölgeye göre 1,200 euroya kadar indirim yapılmaktadır.

İNGİLTERE	Yağmur suyu kullanımı konusunda “BS-8515: 2009 Yağmur Suyu Toplama Sistemleri, Uygulama Standardı” çıkartılmıştır. Bu standart, İngiltere’de, yağmur suyunun kullanım suyuna eklenmesine ilişkin tasarım, tesisat ve bakımı hakkında bilgi vermektedir.	Sistemin uygulandığı ilk yıl %100 vergi indirimi sağlanmaktadır (U.K.) .
JAPONYA	30,000 m ² ’den daha büyük binalarda gri su arıtma sistemleri ya da yağmur suyu toplama sistemlerinin kullanılması Japonya Bayındırlık Bakanlığı tarafından yasa ile zorunluluk haline getirilmiştir.	
HİNDİSTAN	Yeni Delhi’de 100 m ² ’den büyük çatı alanına sahip tüm yeni binalarda ve 1000 m ² ’den büyük inşaat alanına sahip yeni binalarda, Gujarat’da tüm resmi binalarda, Indore’da 250 m ² inşaat alanına sahip tüm yeni binalarda, Hyderabad’da 300 m ² üzerinde alana sahip tüm yeni binalarda, Chennai’de 3 katlı tüm yeni binalarda, Mumbai’de 1.000 m ² parsel alanına sahip tüm binalarda Rajasthan’da 500 m ² ’den daha büyük parsel alanına sahip altyapısı bulunan şehirsal alanlarda, yağmur suyu kullanılması kanunen zorunlu hale getirilmiştir.	

Şahin (2010:57), “Ülkemizde binalarda su korunumuna ilişkin herhangi bir vergi indirimi ya da finansal teşvik bulunmamaktadır.” ifade etmektedir.

LEED ve BREEAM gibi farklı ülkelerin belirlediği “Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri” son dönemlerde ilgi görmekte ve oldukça dikkat çekmektedir. Bu sertifikasyon sistemlerine göre derecelendirilen binalar, maddi değerlerini arttırmakta ve teknolojik değerlendirmelerde prestij sahibi olmaktadır. Bu sistemler ile değerlendirilen binalar, sürdürülebilir projelere dayanmaktadır. Binalarda kaynak tüketimi minimize edilmekte, tekrar kullanılabilirlikte ya da geri dönüşümü sağlanabilmektedir. LEED,1990 yılında İngiltere’de ve BREEAM 1998 yılında A.B.D.’de kullanılmaya başlanmıştır. Binalarda gri suyun arıtılmasına ve yağmur suyunun kullanılmasına ilişkin kriterleri kapsayan bu değerlendirme ve derecelendirme programlarında, su korunumuna ilişkin birçok kriter yer almaktadır (Şahin ve Manioğlu, 2011).

Yukarıda anlatılan değerlendirme sistemlerinde çeşitli ölçütler değerlendirilmektedir. Bunlardan bazıları, yağmur suyu kullanımı, gri ve atık suyun arıtılarak yeniden kullanımı, su verimli peyzaj, su tasarrufu sağlayan gereçlerin kullanılması gibi farklı kredi değerlendirme ölçütleridir. 2008 yılından bu yana BREEAM’in su sıkıntısının yoğun olarak hissedildiği körfez ülkelerine ilişkin versiyonunda su kriterine ilişkin puanı Avrupa ülkeleri için %6 iken, bu versiyonda %30’dur (Şahin,2010).

Tablo 8.2: Leed ve Breeam Yeşil Bina Değerlendirme Sistemlerinde su korunumuna ilişkin kredilerin karşılaştırılması

Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi	LEED	BREEAM
Bina Fonksiyonları	Yeni Binalar ve Ana Yenilikler Mevcut Binalar: İşletme ve Bakım Kurumsal iç mekan Bina çekirdeği ve kabuğu Okullar Alışveriş Merkezleri (değerlendirme tablosu 2010 yılı sonunda belirlenecek.) Sağlık Kurumları: Süreç devam ediyor. Konutlar: Planlanmakta	Breeam İngiltere Eğitim yapıları, Endüstriyel Yapılar, Ofisler, Alışveriş Merkezleri, Hapishaneler, Adliyeler, Sağlık yapıları, Konutlar Breeam Körfez Ülkeleri Breeam Avrupa Ofisler, Endüstriyel Binalar, Alışveriş Üniteleri Breeam Bespoke: yatırımcının projesine özel sertifikalandırma projesi oluşturulmaktadır.

<p style="text-align: center;">Su ile ilgili Değerlendirme Sistemi</p>	<p>Değerlendirme yapılacak başlıklar altındaki krediler toplamı 110 puandır. Su ile ilgili kredilerin toplamı farklı fonksiyonlara göre 10-11 puan arasında değişmektedir.</p>	<p>Değerlendirme yapılacak her başlık %'lik değerler ile belirlenmektedir. Breeam İngiltere ve Avrupa: Su ile ilgili değerlendirme "Yeni binalar, eklentiler, mevcut binaların iyileştirilmesi" (%6) ve "Bina Donanımları" üzerinde değerlendirme (%7) oranında ağırlığa sahip olup kendi içerisindeki su ile ilgili krediler ve değerleri değişebilmektedir. Breeam Körfez Ülkeleri: Belirlenen değerlendirme sistemine göre su ile ilgili değerlendirme %30 oranında ağırlığa sahiptir.</p>
<p style="text-align: center;">Değerlendirme için Sağlanması Gereken Ön Koşullar</p>	<p>ÖNKOŞUL: Su tüketiminin %20 azaltılması; Yeni Binalar ve Ana Yenilikler (Su ile ilgili kredi toplam 10 puan) Okullar (Su ile ilgili kredi toplam 10 puan) Bina çekirdeği ve kabuğu (Su ile ilgili kredi toplam 10 puan) Kurumsal iç mekan (Su ile ilgili kredi toplam 11 puan) kategorileri için ÖNKOŞUL: Su kullanımının azaltılması Mevcut Binalar: İşletme ve Bakım (Su ile ilgili kredi toplam 14 puan)</p>	<p>Gereken Minimum Kredi: Breeam İngiltere ve Breeam Avrupa için: Su tüketiminin azaltılması (3 kredi) ve su sayacı (1 kredi) sağlanması gereken minimum kredilerdir. Breeam Körfez Ülkeleri için: Su tüketiminin azaltılması başlığının altındaki 3 krediden birincisinin (tuvaletlerin 4.5 litre ya da daha az su tüketmesi ile çift akışlı tuvaletlerde kullanıcının anlayabileceği şekilde sembollerin buton üstüne ya da rezervuar yakınına yerleştirilmesi) zorunlu olarak sağlanması gerekmektedir.</p>
<p style="text-align: center;">Su ile ilgili Değerlendirme Kredileri</p>	<p>Su tasarrufu sağlayan sağlık gereci ve akış organı elemanı kullanımı Su sayacı (Kurumsal İç mekan) Su tasarruflu peyzaj kullanımı Su tüketiminin gözlenmesi Yenilikçi atıksu arıtma teknolojileri</p>	<p>Su tasarrufu sağlayan sağlık gereci ve akış organı elemanı kullanımı Su sayacı Sızıntı sensörleri Etkin Sulama Sitemleri Su tüketiminin gözlenmesi Suyun dönüştürülmesi Araç yıkamada etkin su kullanımı</p>

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye su politikaları ile son dönemde ciddi bir atılım yaparak, ‘Su akar Türk bakar’ atasözüyle oluşan kötü algıyı bozarak, ‘Su akar Türk yapar’ algısı oluşturmaya çalışmaktadır. İnsanın var oluşundan itibaren en temel ihtiyaç olarak öne çıkan su bir yaşam kaynağının olmasının yanı sıra gerek temizlik, gerek ulaşım, gerekse de enerji anlamında her zaman kullanılmaktadır. Suyun mimari alanda insan hayatına girişi ise ilk olarak su depoları ile başlamış, ardından su değirmenleri, sarnıçlar ve bendler ile devam etmiştir. Yani yaşamın özü aslında suyun kendisidir. Ancak günümüzde çarpık kentleşme, hızlı nüfus ve doğal yaşam alanlarının azalması nedeniyle su kaynaklarında ciddi bir azalma meydana gelmektedir. Örneğin bir misafirhanede günlük kişi başı su tüketimi 120 litre iken bu rakam otellerde ortalama 450-500 litreyi bulabilmektedir. Lüks bir otelin tam kapasite çalıştığını düşünecek olursak oluşacak maksimum su tüketiminin ne denli yüksek olacağını hesaplamak çok zor değil. Böyle bir istatistik ortadayken yağmur sularının geri kazanımının önemi iki kat artmaktadır.

Yağmur suyu hem temiz oluşu ve hem de kullanmak için herhangi bir bedel ödenmeyecek olması nedeniyle oldukça mantıklı bir çözümdür. Yağmur suyunun toplanarak binalarda kullanımının yaygınlaşması farklı ülkelerde teşvik olsa da ülkemizde bu alanda henüzsomut adımlar atılmamıştır.

Özellikle en temel yaşam alanlarımız olan konut binalarında kullanılan suyun miktarı önemli bir orana sahiptir. Yağmur suyu hasadı, şebeke suyu kullanımını azaltmakta, varolan kaynakları korumaya yardımcı olmaktadır. Önemli miktarda yağış düşen ülkemizde yağmur sularının toplanarak basit arıtma işlemlerinden geçirilip kullanıma sunulması su korunumu bakımından bir gereklilik haline gelmektedir. Suyun sürdürülebilir şekilde kullanılması ve su korunumunun sağlanması için binalarda yağmur suyunun toplanarak kullanılması önem taşımaktadır. Yağmur suyu aslında kazandıracakları göz önünde bulundurulduğunda çok ciddi yatırımlar yapılması gereken bir doğal kaynaktır. Bugüne kadar yeterince kullanılmayan bu doğal kaynağın hem ekonomik olarak hem de sürdürülebilir bir kaynağın oluşturulması anlamında ciddi şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde son zamanlarda artan ve binalara prestij kazandıran çevreye duyarlı yapı değerlendirmeleri ve belgelendirmelerinin birçoğu İngiltere'nin BREEAM ve Amerika Birleşik Devletleri'nin LEED isimli sertifikalarına sahiptir. Türkiye, oluşan yeşil bina pazarında, belgelendirme ve değerlendirme yapacak bir sisteme ne yazık ki sahip değildir. Ülkemizin kültürü ve yaşam şartlarına çok uzak olan ülkelerin sertifikasyon sistemleri tarafından yapılan değerlendirme ve puanlama sistemlerini kendimize uyarlamak yerine, ülke olarak yerel bir değerlendirme sistemi oluşturmamız gerekmektedir.

Yağmur suyunun kazandırılması adına üniversiteler ve teknik okullarda müfredata alınması, devlet kurumlarının yağmur suyu toplanmasını su kaynakları stratejileri dahilinde değerlendirmeleri ve mimari alanda bu konseptin kullanılmasına gerekli destekler verilmelidir.

10. KAYNAKLAR

- Alpaslan, N., Tanık, A., Dölgen, D., “Türkiye’de Su Yönetimi Sorunlar ve Öneriler”, TÜSİAD Yayın No: T/2008-09/469, 2008. s:27-39.
- Gaziantep Pasif Ev.(2013, Haziran). Tasarım, 232, 42-43.*
- Gleick, P.H., 2000, The Changing Water Paradigm a Look at Twenty-First Century Water Resources Development, Water International, c.25/1, ss.127-138.
- Gleick,P., 1998. The world’s water .Island Press, Washington DC.
- Güler, F. (1996). Kalkınmada Su Faktörü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.s: 1.
- Hi Design Publishing,(2014). *Sustainable & Green Building Vol.2 Research + Education*. Dalian University of Technology Press, Çin.
- NYC’s Living Lesson. (2008,Yaz). High Performing Buildings, 56-64.*
- İlhan A (2011). *Yeni Bir Su Politikasına Doğru*. (1. Baskı). Eylül Ofset,İstanbul. s: 24-25
- İlk Upcycle Ev. (2013, Haziran). Tasarım, 232, 76-79.*
- 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.s: 52-59. 72-73
- Kantaroğlu, Ö., “Yağmur Suyu Hasadı Plan ve Hesaplama Prensipleri”, *IX.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 1147-1150, (2010)
- Karakaya N, Gönenç İ.E, (2008).Alternatif Su Kaynakları,Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Müh. Fak., Çevre Mühendisliği Bölümü,İGEM Portal,Çorlu/Tekirdağ.s:1-8
- Örs İ, Safi S, Ünlükara A, Yürekli K (2011). Su Hasadı Teknikleri, Yapıları ve Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*.4 (2): 65-71.
- Öztürk, Kemal. "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri." *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 22.1 (2002).
- Sert, E. (2013). Enerji Etkin Peyzaj Tasarımında Yağmur Suyu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.s: 33-34.
- Silkin H. (2014). *İklim Değişikliğine Uyum Özelinde Bazı Uygulamaların Türkiye*

Açısından Değerlendirilmesi. Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği (2014). T.C Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı 2014/2018, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara 2014.

Şahin, Nİ. (2010). Binalarda Su Korunumu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şahin Nİ ve Manioğlu G (2011). Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, s. 527, Nisan 2011

T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ulusal Havza Yönetim Stratejisi, 2014. s:4

Yaman, C., “Siemens Gebze Tesisleri Yeşil Bina”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2009. s:4-5.

İnternet Kaynakları

Akbulut, U. (2014).Su Ve Kanalizasyon Sistemi: Mezopotamya'dan Anadolu'ya<http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2014/02/Su-Ve-Kanalizasyon-Sistemi-Mezopotamya%E2%80%99dan-Anadolu%E2%80%99ya.pdf>

Akifer, Vikipedi. (2014).

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Akifer>

Aksungur N ve Firidin Ş. (2008). Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik.

Sumae Yunus Araştırma Bülteni. Erişim Tarihi: 29.03.2016

http://sumae.gov.tr/yunus/uploads/Makale_080203.pdf

Beyzaparı – The Rooftop Water-Harvesting Project

<http://www.everydropmatters.org/>

DB Mimarlık Tarafından Tasarlanan Tekfen Bomonti Apartmanları'nda Hayat

Başladı. (2012)

<http://www.arkitera.com/haber/11037/db-mimarlik-tarafindan-tasarlanan-tekfen-bomonti-apartmanlari-nda-hayat-basladi>

Erengöz Ç (2000). Eko Yamaç Evi. Erişim Tarihi: 16 Kasım 2016,

<http://www.erengoz.net/xcelik/projeler/EKO-YAMAC/EKOYAMAC%20EVi.html>

Eroğlu, V. (2010). Su Medeniyeti İstanbul

http://www.veyseleroglu.com.tr/belge/su_meselesi.pdf

Forest House Apartments. Erişim Tarihi:15 Kasım 2016,

<http://macaulay.cuny.edu/eportfolios/nycgreenbuilding12/case-studies/case-study-thatt-bronx-apartment-thing/>

Geleceğin Suyu

<http://docplayer.biz.tr/8365254-Gelecegin-suyu-sutema-org-tr.html>

Pico Housing is a Community-Oriented Affordable Housing Development in Santa

Monica. (2014). Erişim Tarihi:15 Kasım 2016,

<http://inhabitat.com/pico-housing-is-a-community-oriented-affordable-housing-development-in-santa-monica/>

Kavacık İş Merkezi Projesi. (2016). Erişim Tarihi: 21 Şubat 2016

<http://proplan-pmc.com/>

Mayer, P.W., DeOreo W.B. vd., 1999. Residential End Uses of Water. AWWA Research

http://www.sdu.dk/en/Om_SDU/Institutter_centre/ITI/Forskning/Forskningsprojekte_r/NATO_ARW/~/_media/484CB39B4E4349AFA01FC8E3EFAF4813.pdf

Ortadoğuda Su Politikaları. (2013).

<http://www.ozgurlukdunyasi.org/arsiv/288-sayi-149/881-ortadoguda-su-politikalari>

Osmanlı Döneminde İstanbul'un Su Kaynakları Ve İsale Hatları.(2015).

<http://abihayatsergisi.com/?portfolio=osmanli-doneminde-istanbulun-su-kaynaklari-ve-isale-hatlari>

Öncül S (2010). Leed Platin Sertifikalı Türkiye'nin İlk Binası. Erişim Tarihi: 16

Kasım 2016, http://www.emo.org.tr/ekler/76441652bb56f52_ek.pdf

Soyak Çatımız. (2014). Erişim Tarihi:17.10.2016,

https://issuu.com/soyakholding/docs/catimiz_ekim_2014

Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu 2'nin Özeti. (2009).

<http://www.greenfacts.org/tr/water-resources/water-resources-foldout-tr.pdf>

The Potterrow Development, University of Edinburgh

<http://www.rias.org.uk/directory/practices/bennetts-associates-architects/the-potterrow-development-university-of-edinburgh/>

Toprak ve Su Kaynakları.(2014).

<http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2016). Erişim Tarihi: 21 Şubat 2016

<http://www.unep.or.jp/ietc/publications/urban/urbanenv-2/9.asp>

Upcycle House / Lendager Arkitekter (2013)

<http://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter/52abe217e8e44ec9e0000081-upcycle-house-lendager-arkitekter-photo>

Water Reuse Handbook.(2011). Erişim Tarihi: 15.11.2016,

<http://www.pbcchicago.com/pdf/WaterReuse.pdf>

11. ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2008 yılında Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü tam burslu olarak kazandı. 2012 yılında mezun olduğu Haliç Üniversitesi'ne 2013 yılında başladığı yüksek lisans programı ile devam etti. 2013 yılından bu yana mimari proje yöneticisi ve proje tasarım lideri olarak çalıştığı Trabzon ve İstanbul merkezli AA Design şirketinde 2017 yılında şirket ortağı olarak iş hayatına devam etmektedir. 2013 yılından beri otel, sağlık merkezi, özellikli konut, restoran, iş merkezi, kütüphane vb. birçok mimari ve iç mimari projeye imza atmış. Bu projelerin bazılarında şantiye şefi olarak görev almıştır.

Türnitin Orjinallik Raporu

YAĞIŞ SULARININ KONUT ÖLÇEĞİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM KAPSAMINDA
İNCELENMESİ Kübra Akaydın tarafından



2016-2017 güz tezler (2016-17 güz tezler) den

- 30-Oca-2017 10:45 EET' de işleme konu
- NUMARA: 764248354
- Kelime Sayısı: 11639

Benzerlik Endeksi

%24

Kaynağa göre Benzerlik

Internet Sources:

%24

Yayımlar:

%2

Öğrenci Ödevleri:

N/A

kaynaklar:

- 1 9% match (14-Oca-2016 tarihli internet)
http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6af0cf6d4b6970c_ek.pdf
- 2 3% match (18-Oca-2015 tarihli internet)
http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/H%c3%bctya_Silkin_Uzmanl%c4%b1k_Tezi_1.sflb.ashx
- 3 2% match (09-May-2016 tarihli internet)
http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Burak_EK%c4%b0NC%c4%b0- Uzmanl%c4%b1k_Tezi.sflb.ashx
- 4 1% match (06-Haz-2014 tarihli internet)
<http://www.suhakki.org/wp-content/uploads/2012/02/yenibirsupolitikasi.pdf>
- 5 1% match (17-May-2011 tarihli internet)
<http://oc.eab.org.tr/eqtconf/pdf/kitap/pdf/213.pdf>
- 6 1% match (04-May-2010 tarihli internet)
<http://www.greenfacts.org/tr/water-resources/water-resources-foldout-tr.pdf>
- 7 1% match (02-Kas-2013 tarihli internet)
<http://dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklar>
- 8 1% match (04-Şub-2016 tarihli internet)
<http://docplayer.biz.tr/237999-Binalarda-yagmur-suyunun-kullanilmasi.html>
- 9 < 1% match (17-Haz-2015 tarihli internet)
http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaedu/article/download/5000063529/pdf_140
- 10 < 1% match (12-Eki-2010 tarihli internet)
<http://www.yunus.sumae.gov.tr/2008/02/03.pdf>
- 11 < 1% match (09-Haz-2016 tarihli internet)
<http://www.forumlordum.net/p-q-r-s/71241-su-donqusu-ile-igili-yazilar.html>
- 12 < 1% match (17-Mar-2016 tarihli internet)
http://topraksuenerji.org/Rainwater_harvesting.pdf
- 13 < 1% match (30-May-2016 tarihli internet)
<http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/8028/276564.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- 14 < 1% match (06-Kas-2014 tarihli internet)
<http://abihayatsergisi.com/?portfolio=osmanli-doneminde-istanbulun-su-kaynaklari-ve-isale-halleri>
- 15 < 1% match (08-Şub-2016 tarihli internet)
http://www.sute.ma.org/resources/Document/FileName/2015-12-01_22-11-14-692%20GeleceginSuyu.pdf
- 16 < 1% match (02-Kas-2015 tarihli internet)