

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNALARDA SU KORUNUMU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Nazlı İpek ŞAHİN

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNALARDA SU KORUNUMU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Nazlı İpek ŞAHİN
(502071735)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 08 Haziran 2010

Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Öğr. Gör. Dr. Ş. Filiz AKŞİT (İTÜ)
Y. Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER
(MSGSÜ)

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

Bu çalışmada ülkemizdeki mevcut su kaynaklarını korumak ve su tüketimini azaltmak amacıyla binalarda uygulanabilecek çeşitli su korunumu stratejileri ve uygulanmış örnekler değerlendirilmektedir.

Yüksek lisans eğitimim süresince ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında yakın ilgisini, destek ve sabrını esirgemeyen değerli hocam Y. Doç. Dr. Gülten Manioğlu'na teşekkürlerimi borç bilirim. Tez çalışmam süresince yardımlarından dolayı değerli hocam Öğr. Gör. Dr. Ş. Filiz Akşit'e, hayatım boyunca her konuda bana güvenerek destekleri ile arkamda olan annem ve babam Mediha ve Hasan Yula'ya, öğrenim hayatım boyunca bilgisi ve tecrübesiyle hep yanımda olan ağabeyim Özgür Savaş Yula'ya, bilgisi, desteği ve sabrı için eşim Mustafa Bahadır Şahin'e teşekkür ederim.

Mayıs 2010

Nazlı İpek ŞAHİN
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE SUYUN ÖNEMİ	3
2.1 Dünya'da Su Potansiyeli	3
2.2 Türkiye'de Su Potansiyeli	6
2.3 Küresel Ölçekte Yaşanılan Su Sorunları	9
3. SU TÜKETİMİ.....	11
3.1 Su Tüketimini Etkileyen Faktörler	12
3.1.1 Gereksinmeyi etkileyen faktörler	12
3.1.1.1 Çevresel faktörler	12
3.1.1.2 Su ile ilgili faktörler	13
3.1.1.3 Toplumsal ve kişisel faktörler	14
3.1.1.4 Teknolojik faktörler	15
3.1.1.5 Fonksiyonel faktörler	16
3.2 Türkiye'de Su Tüketimi	17
3.3 Su Korunumu	19
4. BİNALARDA SU KORUNUMU İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER.....	21
4.1 Yerleşme Ölçeğinde Evsel Nitelikli Atıksuyun Arıtılması	22
4.2 Bina Ölçeğinde Gri Suyun Yeniden Kullanılması	25
4.2.1 Gri suyun arıtılmadan kullanılması	26
4.2.2 Gri suyun arıtılarak kullanılması	28
4.3 Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması	31
4.3.1 Yağmur suyu tesisatı elemanları	32
4.3.2 Binalarda yağmur suyu dağıtım sistemi	34
4.3.2.1 Yağmur suyunun bina dışında kullanılması	35
4.3.2.2 Yağmur suyunun bina içerisinde kullanılması	36
4.4 Sağlık Donatımı Sisteminde Alınabilecek Önlemler	40
4.4.1 Akış organlarında alınabilecek önlemler	40
4.4.2 Sağlık gereçlerinde alınabilecek önlemler	42
4.5 Makro Ölçekte Alınabilecek Önlemler	47

5. BİNALARDA SUYUN KORUNUMUNA İLİŞKİN DÜNYA'DAKİ GELİŞMELER, UYGULAMALAR VE TÜRKİYE'DEKİ ÖRNEKLER.....	51
5.1 Binalarda Suyun Korunumu Konusunda Dünya'daki ve Türkiye'deki Yasalar, Yönetmelikler	51
5.2 Binalarda Suyun Korunumu Konusunda Dünya'daki ve Türkiye'deki Teşvikler	56
5.3 Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri	58
5.3.1 Leed Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi	58
5.3.2 Breeam Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi	61
5.4 Binalarda Su Korunumuna İlişkin Dünya'daki Örnekler	66
5.5 Binalarda Su Korunumuna İlişkin Türkiye'deki Örnekler	75
6. BİNALARDA SU KORUNUMU SAĞLANMASINA İLİŞKİN BİR YAKLAŞIM.....	89
6.1 Binalarda Su Korunumunu Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi.....	90
6.1.1 Binalarda bulunduğu bölgenin su potansiyelinin belirlenmesi	90
6.1.2 Binaya ilişkin verilerin belirlenmesi	91
6.1.3 Kullanıcıya ilişkin verilerin belirlenmesi	93
6.1.4 Suya ilişkin verilerin belirlenmesi.....	93
6.1.5 Binada kullanılan arıtma sistemine ilişkin verilerin belirlenmesi	94
6.1.6 Binalarda su korunumuna ilişkin yasa ve yönetmeliklerin belirlenmesi	94
6.2 Farklı Ölçeklerde Binada Su Korunumu Stratejilerinin Belirlenmesi	94
6.3 Belirlenen Su Korunumu Stratejilerinin Uygulanması	95
6.4 Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri İle Su Korunumu Stratejilerinin Değerlendirilmesi.....	95
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR.....	103

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
YAS	: Yeraltı Suyu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
EPA	: Enviroment Protection Agency
USGBC	: United States Green Building Council
WHO	: World Healty Organization
SKKY	: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
TS	: Türk Standartları
EN	: European Norm
CEN	: European Committee for Standardization
BASIX	: Building and Sustainability Index
LEED	: The Leadership in Energy and Environmental Design
BRE	: Building Research Establishment
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
İZSU	: İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Konut dışı binalarda su ihtiyacı.....	16
Çizelge 4.1 : Yağmur suyu gelir katsayısı	33
Çizelge 5.1 : Leed ve Breeam Yeşil Bina Değerlendirme Sistemlerinde su korunumuna ilişkin kredilerin karşılaştırılması	64
Çizelge 5.2 : Yıllara bağlı olarak değişen su tüketim oranları	84
Çizelge 6.1 : Dört kişilik bir konutta standart ve su tasarrufu sağlayan sağlık gereci ve akış organları ile bir yılda sağlanan su tasarrufu.....	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	: 2008 yılı sektörel su dağılımı.....	2
Şekil 2.1	: Yeryüzünde su kaynakları dağılımı.....	4
Şekil 2.2	: Su kaynaklarının kıtalara ve nüfusa göre dağılımı.....	4
Şekil 2.3	: Su kısıtı altında bulunan ülkeler.....	5
Şekil 2.4	: Dünya’da kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı.....	6
Şekil 2.5	: Türkiye’de su kaynakları potansiyeli.....	6
Şekil 2.6	: Havzaların su potansiyeli.....	8
Şekil 3.1	: Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin su tüketimine etkisi.....	11
Şekil 3.2	: 2008 yılı ve 2023 yılı sektörel su tüketimi.....	17
Şekil 3.3	: Günlük evsel su tüketim oranları.....	18
Şekil 4.1	: Atıksuyun arıtılarak bahçe sulamasında kullanılması.....	24
Şekil 4.2	: Atıksuyun doğal arıtma sistemleri ile arıtılması.....	25
Şekil 4.3	: Arıtılmamış gri suyun yeraltı sulamasında kullanılması.....	26
Şekil 4.4	: Yönlendirici vanalar ile gri suyun bahçe ve kanalizasyona verilmesi	27
Şekil 4.5	: Yönlendirici vanalar ile çamaşır makinasından gelen gri suyun yeraltı sulamasında kullanılması.....	27
Şekil 4.6	: Gri suyun konut içerisinde kullanılması.....	28
Şekil 4.7	: Gri suyun fiziksel arıtmadan sonra bahçe sulamasında kullanılması..	29
Şekil 4.8	: Gri suyun arıtılarak rezervuarlarda kullanılması.....	30
Şekil 4.9	: Rezervuarlarda kullanılan gri suyun arıtılma süreci.....	30
Şekil 4.10	: Yağmur suyu toplama sistemi elemanları.....	32
Şekil 4.11	: Yağmur suyunun bahçe sulamasında kullanılması.....	35
Şekil 4.12	: Direkt besleme sistemi ile yağmur suyunun bina içerisinde kullanılması	36
Şekil 4.13	: Çift beslemeli tuvaletler.....	37
Şekil 4.14	: Yerçekimi sistemi ile dağıtım.....	38
Şekil 4.15	: Ticari binalarda yağmur suyu toplama sistemi.....	39
Şekil 4.16	: Kontrollü duş sistemleri.....	42
Şekil 4.17	: Sayaçlı duş başlığı, musluk, rezervuar.....	42
Şekil 4.18	: Yıllara göre klozetlerde su kullanımı.....	43
Şekil 4.19	: Çift akışlı tuvaletler.....	43
Şekil 4.20	: Vakum tuvaletler.....	44
Şekil 4.21	: Kompost tuvalet.....	45
Şekil 4.22	: Susuz pisuar.....	46
Şekil 4.23	: Harekete duyarlı pisuar.....	46
Şekil 4.24	: Ters ozmos sistemi ile deniz suyundan içme-kullanma suyu elde edilmesi	49
Şekil 5.1	: Solaire Binası.....	66
Şekil 5.2	: Arıtılmış atıksuyun bina içerisindeki dağıtımı.....	67
Şekil 5.3	: Çift dağıtım sistemi.....	68
Şekil 5.4	: Bedzed Konutları.....	69
Şekil 5.5	: Bedzed Konutları atıksu arıtma ve dağıtım sistemi.....	70

Şekil 5.6	: Daimler-Chrysler Complex "Potsdamer Platz", Berlin	70
Şekil 5.7	: Yağmur suyu toplama ve kullanma sistemi	71
Şekil 5.8	: Southampton Üniversitesi Yönetim ve Öğrenci İşleri Binası	72
Şekil 5.9	: Gri suyun arıtılmadan bahçe sulamasında kullanılması	73
Şekil 5.10	: Çamaşır makinasından çıkan gri suyun bahçe sulamasında kullanılması	73
Şekil 5.11	: Gri suyun arıtılarak bahçe sulaması ve tuvalet rezervuarında kullanılması	74
Şekil 5.12	: Millenium Dome	74
Şekil 5.13	: Borusan Oto İstinye Tesisleri	75
Şekil 5.14	: 1. tank	76
Şekil 5.15	: 2. tank ve yağ ayırıcı filtre	76
Şekil 5.16	: 3. Tank(çökelme tankı)	77
Şekil 5.17	: Yağmur suyu ile arıtılmış gri suyun karıştırılarak araç yıkamada kullanılması	77
Şekil 5.18	: Atıksu içerisinden sıyrılan yağ (zehirli atık) tankı	78
Şekil 5.19	: Arıtılmış fazla su tankı	78
Şekil 5.20	: Yeşilyamaç Sitesi	78
Şekil 5.21	: Yeşilyamaç Sitesi biyolojik atıksu arıtma tesisi	79
Şekil 5.22	: Yeşilyamaç Sitesi biyolojik atıksu arıtma tesisi planı	79
Şekil 5.23	: Çökelme havuzu	80
Şekil 5.24	: Havalandırma havuzu	80
Şekil 5.25	: Dengeleme havuzu	81
Şekil 5.26	: Sealight Otel, Kuşadası	81
Şekil 5.27	: Sabancı Center	83
Şekil 5.28	: Sabancı Center 1994-2006 yılları arası m ³ /yıl su tüketimleri	84
Şekil 5.29	: Siemens Gebze Tesisleri	84
Şekil 5.30	: Yağmur suyunun toprakta filtre edilmesi	85
Şekil 5.31	: Diyarbakır Güneş Evi	86
Şekil 6.1	: Binalarda su korunumu akış diyagramı	97

BİNALARDA SU KORUNUMU

ÖZET

Bu tez çalışmasında, binalarda su korunumunun önemini vurgulamak ve su korunumu stratejileri konusunda tasarımcılar ile kullanıcılar için bir rehber oluşturabilmek amacıyla; Dünya’da yaygın olarak kullanılan su korunumu teknolojileri ele alınarak, bu çerçevede konuya ilişkin önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Birinci bölümde, suyun yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen nüfus artışı, çevre kirliliği, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim gibi sebeplerden ötürü çevrimini tamamlamadan tüketilmesi nedeniyle, Dünya’nın pekçok yerinde su sıkıntısının yaşandığı, bu sorunun aşılabilmesi için alternatif su kaynakları arayışına girildiği ve bu nedenle farklı teknolojilerin geliştirildiği vurgulanmıştır.

İkinci bölümde, suyun önemini vurgulamak amacıyla Dünya’daki ve Türkiye’deki su potansiyeli incelenmiş ve buna bağlı olarak küresel ölçekte yaşanan su sorunları vurgulanmıştır.

Üçüncü bölümde, su tüketimini etkileyen faktörler, Türkiye’deki sektörel tüketim oranları ve su korunumuna ilişkin hedefler vurgulanmıştır.

Dördüncü bölümde, binalarda su korunumuna ilişkin geliştirilen atıksuyun ve gri suyun arıtılarak yeniden kullanılması, yağmur suyunun toplanılarak kullanılması, binalarda sağlık donatımı sisteminde alınabilecek önlemler ile su tasarrufu sağlanması ve makro ölçekte deniz suyundan arıtılarak içme ve kullanma suyu elde edilmesi gibi teknolojiler hakkında bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde, binalarda su korunumuna ilişkin geliştirilen teknolojilerin dünyada ve Türkiye’deki uygulama örnekleri incelenmiş ve teşvik ve yönetmelikler değerlendirilmiştir.

Altıncı bölümde, binalarda su korunumunun sağlanması için bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Yedinci bölümde, çalışmanın sonuçları açıklanmış ve binalarda su korunumu konusunda geliştirilebilecek önerilere yer verilmiştir.

WATER CONSERVATION IN BUILDINGS

SUMMARY

In this study, in order to highlight the importance of water conservation in buildings and prepare a guidelines for users and designers about water conservation strategies, it is targeted to improve proposals about the water conservation technologies which are commonly used in worldwide.

In the first part, despite water is a renewable source, due to population growth, environmental pollution, cost, excessive water consumption and climate changes, it is consumed without recycling which cause water shortages in many regions of the world and it has been highlighted that to solve this problem, alternative water sources have been searched and consequently different technologies are developed.

In the second part, to express the water vitality, the water potential in the world and in Turkey has been analyzed and water problems in global scale have been highlighted.

In the third part, the factors that affect water consumption, sectoral water consumption rates in Turkey and targets about water conservation has been highlighted.

In the fourth part; informations about the technologies of reuse of wastewater and graywater for water conservation in buildings, rainwater harvesting, providing water savings by taking precautions in sanitary systems, gaining potable water by seawater desalination have been given.

In the fifth part; buildings construction examples in the world and in Turkey, concerning improving technologies of water conservation have been analyzed and incentives and regulations have been evaluated.

In sixth part; a new approach about water conservation in buildings has been developed.

In seventh part; the results of the study are explained and proposals that can be developed about the water conservation in buildings are presented.

1. GİRİŞ

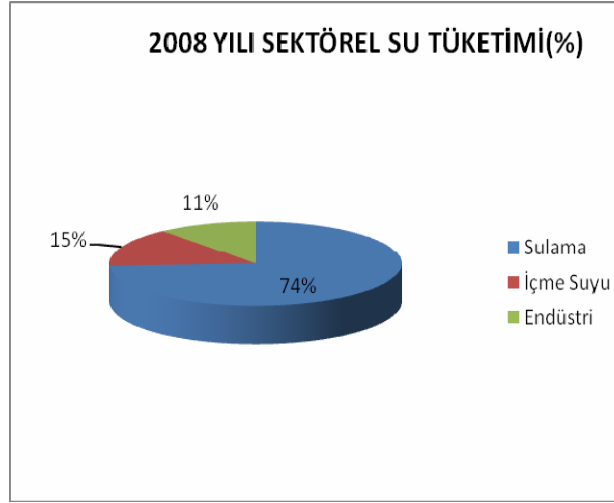
Dünya nüfusunun ve sanayileşmenin hızla arttığı günümüzde sınırlı olan doğal kaynaklar giderek azalmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların endüstrileşme çabaları sonucunda enerji kaynaklarının büyük bir bölümünü oluşturan fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) tüketimi artmıştır. Bunun sonucunda küresel ısınmaya yol açan CO2 gazı atmosfere salınarak iklim değişikliğine yol açmaktadır. Ekolojik dengenin bozulmasına ve fosil yakıtların tükenmesine engel olmak için, çevreye zarar vermeyecek yenilenebilir alternatif enerji kaynakları araştırılmaya başlanmıştır.

Her geçen gün daha da azalmakta olan fosil kaynakların yerini alternatif enerji kaynakları almakta iken, yaşamsal bir öneme sahip olan su kaynaklarının hızla azaldığı gözlenmektedir. Tarihin çeşitli dönemlerinde suyun uygarlıkların gelişiminde ne kadar önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Uygarlıkların su zenginliği sayesinde gösterdikleri gelişme aynı şekilde su yokluğu sayesinde çöküşlerine de sebep olmuştur. Özellikle Mezopotamya Uygarlıkları ile Mısır, Çin ve Hindistan'da hanedanlıkların gücü ile sahip olunan su kaynakları arasında bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Su, sürekli bir döngü içinde yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen nüfus artışı, çevre kirliliği, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim gibi sebeplerden ötürü çevrimini tamamlamadan tüketilmektedir. Tarımsal, endüstriyel, içme ve kullanma suyunun elde edilmesi tüm dünya ülkeleri için giderek daha da zorlaşmaya başlamıştır. Bu nedenle 21. yüzyılda suyun dünya tarihinde bilinen stratejik önemi artarak devam etmektedir.

Su ihtiyacının artmasına karşın, su kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle ülkeler arası anlaşmazlıklarda da artışlar gözlenmektedir. Küresel iklim değişikliğinden etkilenen Türkiye diğer bölge ülkelerine oranla daha avantajlı durumda görünmekle birlikte kişi başına düşen su miktarı ile dünya ülkelerinin gerisinde kalmaktadır. Ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su kaynaklarının akılcı bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

2008 yılı itibariyle Türkiye’de toplam su tüketiminin %74’ü (34 milyar m³) tarım sektöründe sulama suyu, %15’i (7 milyar m³) binalarda içme ve kullanma suyu, %11’inin endüstri (5 milyar m³) amaçlı kullanılmaktadır (Şekil 1.1) [1].



Şekil 1.1 : 2008 yılı sektörel su dağılımı [1].

Binalarda tüketilen su miktarı azımsanmayacak ölçülerdedir. Kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyelinin yılda 1,500-1,600 m³ olduğu ülkemizde 2030 yılında bu oranın 1,000 m³/yıl’a düşeceği tahmin edilmekte olup kullanılabilir tatlı su kaynaklarının giderek azalmasına engel olmak için binalarda farklı su tasarrufu stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir [2].

Bu amaçla, su korunumu stratejilerinin hızla hayata geçirilmesi ve çeşitli ölçeklerde su kullanım metodlarının iyileştirilmesi, sağlık donatımında ekolojik yöntemlerin geliştirilmesi, binalarda kullanılan atıksu ve gri suyun geri dönüştürülerek yeniden kullanılması, yağmur suyunun toplanarak ve arıtılarak kullanılması ve hatta özellikle son yıllarda su sıkıntısı çeken Ortadoğu ülkelerinde kullanılan bir yöntem olan deniz suyundan tatlı su temini gibi yöntemler geliştirilmiştir.

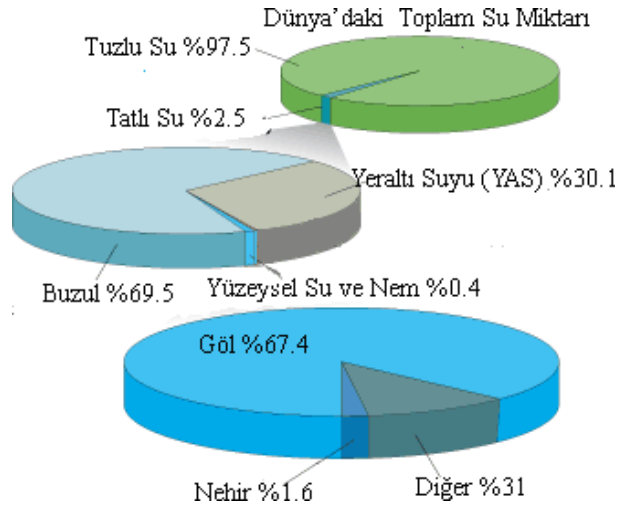
Bu çalışmada, su korunumu yöntemleri ve çeşitli uygulama örnekleri bütünlük bir yaklaşımla ele alınarak, mimarlar için rehber kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE SUYUN ÖNEMİ

Dünya nüfusunun hızla artması su kaynaklarının önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır. Su, insanın temel ihtiyacını karşılaması yanında; sürdürülebilir tarım, enerji üretimi, endüstri, ulaşım ve turizm gibi konularda da gelişmenin kaynağıdır. Çağımızda birçok ülke su fakiri haline gelmiştir. Dünya genelinde sağlıklı suya erişim oranı Afrika ve Asya kıtalarında oldukça düşük oranlardadır. Bunun yanı sıra su kaynaklarının yerküre üzerinde eşit dağılmaması da suyu giderek daha da kıt bir kaynak haline getirmektedir. Türkiye su kaynakları açısından değerlendirildiğinde henüz su sıkıntısı çeken ülkeler arasında yer almamakla birlikte su zengini bir ülke de değildir. Ancak nüfus artışı, çevre kirliliği, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim sebebiyle yenilenebilir tatlı su kaynakları oranı her geçen gün azaltılmaktadır.

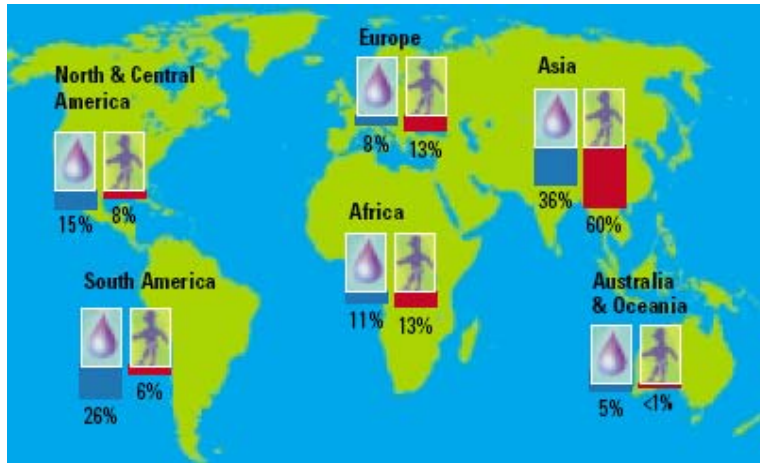
2.1 Dünya'da Su Potansiyeli

Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km³ olup yerkürenin dörtte üçünü kaplamaktadır. Bu miktarın tamamı kullanılamamaktadır. Çünkü suların %97,5'i deniz ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunmakta olup, sadece %2,5'lik kısmı tatlı sudur [3]. Tatlı suyun önemli bölümü ise (%69,5) kutuplarda buzul olarak veya donmuş toprak tabakasında (permafrost) bulunmaktadır. Tatlı suların yaklaşık %30,1'i yeraltı suyu (YAS), kalan %0,4'lük bölümü ise yüzey ve atmosfer suları olarak tatlı su gölleri, yüzeysel sular, sulak alanlar, atmosfer, toprak ve canlılardadır (Şekil 2.1.) [2].



Şekil 2.1 : Yeryüzünde su kaynakları dağılımı

Su kaynaklarının yeryüzündeki dağılımı eşit değildir. Su kaynağı varlığı bakımından Amerika Kıtası, Asya'nın kuzeyi, Avustralya ve Orta Avrupa ön plana çıkarken, Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Güneydoğu Asya'da su sıkıntıları yaşanmaktadır. Şekil 2.2'de su kaynaklarının yeryüzündeki dağılım oranı, nüfus dağılım oranları ile karşılaştırıldığında Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya ve Okyanusya'da su kaynaklarının nüfusa oranla daha yüksek olduğu görülmektedir [4]. Ayrıca su kaynakları bölgesel olarak da eşit dağılmamıştır. Örneğin Güney Amerika'da yeterli oranda su mevcutken bazı bölgelerinde (Paraguay, Arjantin) su stresi yaşanabilmektedir [2].

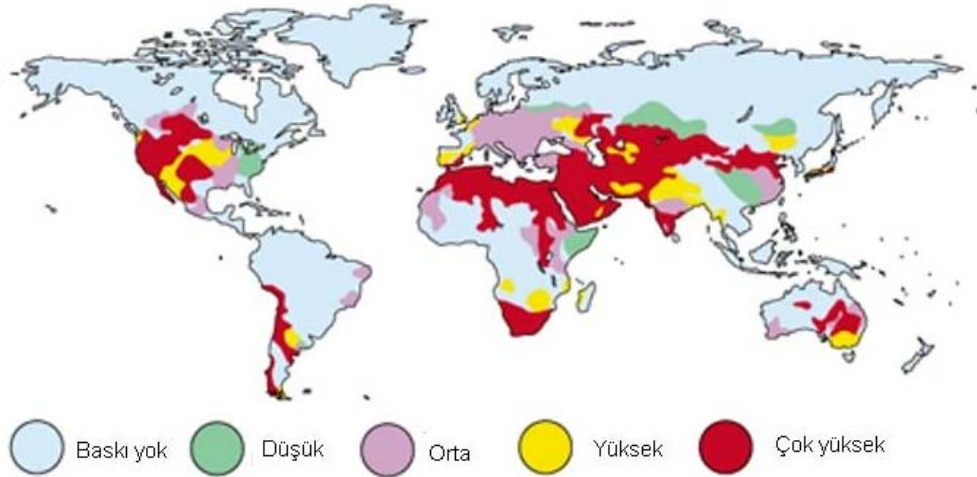


Şekil 2.2 : Su kaynaklarının kıtalara ve nüfusa göre dağılımı [2].

Dünya genelinde sağlıklı suya erişen nüfusun toplam nüfusa oranı %82'dir. Sanayileşmiş ülkelerde bu oran %99, gelişmekte olan ülkelerde %66, Afrika'da %38, Asya ve Pasifik'te %63, Latin Amerika - Karaipler ile Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da %77, Türkiye'de ise %93'tür. Türkiye'de bu oran her geçen gün azalmaktadır. Sağlıklı suya erişim bedeli ise gün geçtikçe artmaktadır [5].

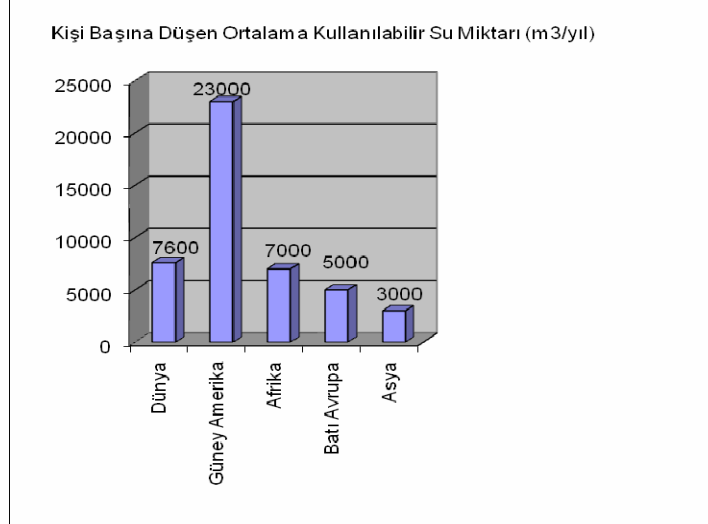
Su varlığına göre ülkeler sınıflandırıldığında; yılda kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1,000 m³'ten az olan ülkeler "su fakiri", 1,000-3,000 m³ olan ülkeler "su sıkıntısı çeken ülke", 3,000-10,000 m³ olan ülkeler suyun yeterli olduğu ülkeler, 10,000 m³'ten fazla olan ülkeler ise "su zengini" olarak kabul edilmektedir [2].

Dünya genelinde farklı bölgelerde farklı derecelerde su sıkıntısı yaşanmaktadır. Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Orta Amerika'daki ülkeler yüksek oranda su sıkıntısı içerisinde (Şekil 2.3)[2].



Şekil 2.3 : Su sıkıntısı yaşanan bölgeler [2].

Kişi başına düşen ortalama su miktarını incelediğimizde Güney Amerika 23,000 m³/yıl, Afrika 7,000 m³/yıl, Batı Avrupa 5,000 m³/yıl, Asya 3,000 m³/yıl, Dünya ortalaması ise 7,600 m³/yıl'dır (Şekil 2.4.) [6].

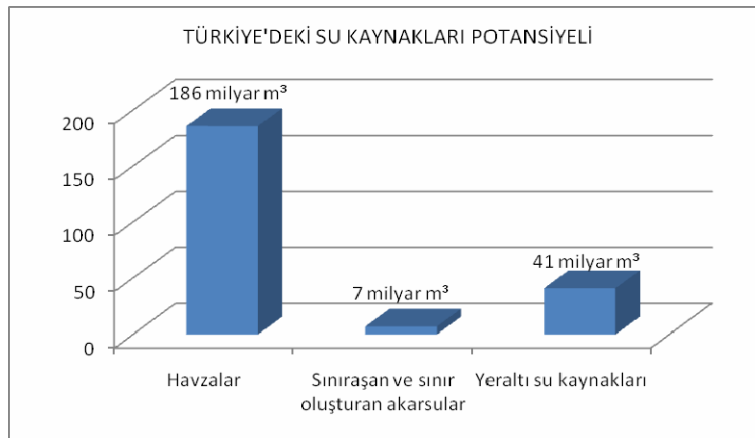


Şekil 2.4 : Dünya’da kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı (m³/yıl)

Türkiye, 1,500-1,600 m³/yıl kişi başına düşen ortalama su miktarı bakımından dünya ortalamasının oldukça gerisinde kalmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmektedir. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1,000 m³/yıl civarına düşebileceği söylenebilir [2].

2.2 Türkiye’de Su Potansiyeli

Ülkemizin yenilenebilir su potansiyeli 234 milyar m³ olup, bunun 41 milyar m³’ü yeraltı suyu, 186 milyar m³’ü akarsuların su topladığı alan olarak tanımlanan nehir havzalarından ve 7 milyar m³ ‘ü uluslararası sulardan kaynaklanan toplam 193 milyar m³ yerüstü su potansiyeli bulunmaktadır. (Şekil 2.5) [7].



Şekil 2.5 : Türkiye’de su kaynakları potansiyeli

Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartlarda, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yüzeysel (yerüstü) su potansiyeli, yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden ülkemize gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür [1]. Yeraltı su potansiyelinin ekonomik ve teknik anlamda kullanılabilir potansiyeli 12 milyar m³' tür [7].

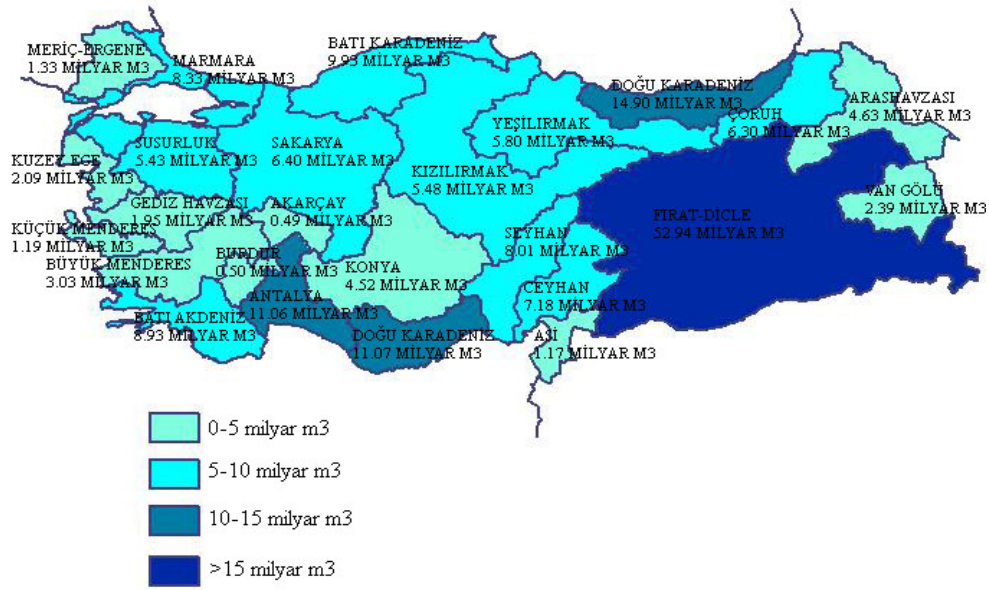
Türkiye'de su potansiyelinin önemli bir bölümü de uluslararası suların sağlanmaktadır. Birleşmiş Milletler Hukuk Komisyonu uluslararası suları "çeşitli devletlerde bölümleri bulunan su" şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanıma göre uluslararası sular;

- Sınır Oluşturan Sular
- Sınır Aşan Sular

şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Komşu ülkelerden akarsularla ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır.

Su kaynaklarımızın neredeyse tamamını oluşturan havzalarımızın, Türkiye Coğrafyası üzerinde eşit dağılmamış olması ve kırsal kesimden endüstrileşmiş şehirlere göç, bu şehirlerin yer aldığı havzalarda su sıkıntısı yaşanmasına neden olmaktadır. Türkiye, 26 adet hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Havzalardaki su potansiyeline baktığımızda Fırat-Dicle Havzası, Batı Akdeniz, Orta Akdeniz (Antalya), Doğu Akdeniz, Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz Havzalarında yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 2.6) [8]. Ancak ülkemizin en yoğun nüfusuna sahip kenti İstanbul'un bulunduğu Marmara Havzası, Başkent Ankara'yı içerisine alan Sakarya Havzası, yoğun nüfusa sahip ve endüstrileşmiş şehirlerimizden birisi olan İzmir'in yer aldığı Küçük Menderes Havzası, su miktarı nüfus yoğunluğuna oranla oldukça düşük olduğu havzalardır. Bu havzalarda kişi başına düşen su miktarı 1,000 m³/yıl değerinin altındadır.



Şekil 2.6 : Havzaların su potansiyeli

Havzalarımızdaki nüfus yoğunluğu ve su potansiyeli arasındaki düzensiz dağılımın yanı sıra özellikle büyük kentlerimizde havza içerisinde yapılaşmalar ve endüstriyel yerleşimlerin kontrolsüz bir biçimde yayılması, su kaynaklarının kirlenmesi açısından büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Pekçok havzada aşırı kirlenme sonucu su kalitesi değerlerinin sürekli kötüye gittiği, havzada içmesuyu artıtımı için kurulan tesislerin ise yetersiz kaldığı görülmektedir [9].

Yüzey sularının içme ve kullanma amaçlı hızla tüketilmesi, cumhuriyetin ilanından sonra yeraltı suyu kullanılmaya başlanmış ve sondajcılık gelişmiştir. Günümüzde ise nüfus artışı, çevre kirliliği, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim gibi nedenlerle yeraltı suyu kullanımı artmıştır [10].

Artan nüfusla birlikte su tüketiminin de artması ve bununla birlikte su kaynaklarının azalması gibi sebeplerden ötürü su giderek daha fazla değer kazanmaktadır. Küresel ölçekte uluslararası sular boyutunda ülkeler karşı karşıya gelebilmektedir. Çok uluslu şirketlerin suyu özelleştirerek büyük oranda kar sağlama çabaları da günümüzde küresel ölçekte yaşanan su sorunlarının bir başka boyutunu oluşturmaktadır.

2.3 Küresel Ölçekte Yaşanılan Su Sorunları

Bilinçsiz su kullanımı, su kaynaklarının kirlenmesi gibi sebeplerden ötürü su bölgesel ve ülkelerarası ölçekte giderek daha da önemli bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle su, 21. yüzyılın politik ve ekonomik anlamdaki şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Artan su taleplerinin karşılanması için alternatif su kaynakları bulma çabasının yanısıra ekonomik ve politik baskılar sonucu dünyanın farklı ülkelerinde farklı su politikaları izlenmeye başlamıştır. Küresel şirketler uluslararası platformlarda su kaynaklarının daha etkin ve verimli kullanılmasını öne sürerek özelleştirme politikalarını destekleyen politikaları savunmaktadır. Dünya’da 2000 yılına kadar 100 ülkede özel su şirketleri işletmeye girmiş ve su hizmetlerinin bir bölümü özelleştirilmiştir [6]. Ancak suyun özelleştirilmesi ile ilgili düzenlemeler Bolivya, Meksika, Şili, Peru, Endonezya, Güney Afrika Cumhuriyeti, Filipinler-Manila, İngiltere, Fransa’da halk tarafından büyük tepki toplamış ve tüm Dünya’da geniş yankı uyandıran protestolara sebep olmuştur [5]. Ülkemizde ise Antalya, Bodrum-Güllük’te suyun özelleştirilmesi ile birlikte pekçok sorunla karşılaşmıştır. Ülkemizde ve Dünya’nın pekçok farklı bölgesinde özelleştirme sonrasında;

- Su fiyatlarında %290-%692 oranında artma yaşanmasına rağmen suyun kalitesinde %40 oranında azalma ve şebeke suyu kesintilerinde %177 oranında artış gözlenmesi,
- Su fiyatlarındaki büyük artış sonrası kendi bahçelerinde kuyu açarak ya da yağmur suyunu toplayarak kullananlardan imtiyazlı sözleşmelere dayanarak suyun bedelinin istenmesi,
- Bu olayların neden olduğu ayaklanma ve isyanların ölümlere yol açması,

gibi olaylar kamuoyunda yankı uyandırmıştır [5].

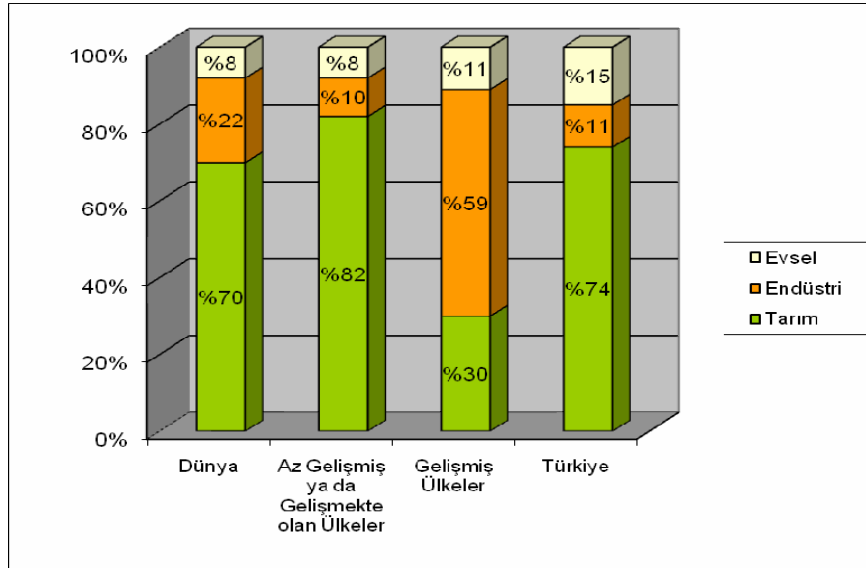
Uluslararası kamuoyunda, özellikle ciddi boyutlarda su sıkıntısının yaşanmakta olduğu Ortadoğu Ülkelerinde, gelecek dönemlerde petrol yerine su savaşlarının çıkacağı belirtilmektedir. Çatışma potansiyeli barındıran su kaynaklarının çoğu “sınıraşan” ve “uluslararası su” konumundaki sulardır. Örneğin; Güney Lübnan-İsrail-Ürdün üçgeninde uzun yıllardır su sıkıntısı yaşanmaktadır. Bölge’de yer alan Golan Tepeleri’nin özelliği ise Suriye, Lübnan ve Ürdün’ün yükseklikten kaynaklanan büyük akarsu kaynaklarını içinde barındırıyor olmasıdır. İsrail, Golan Tepeleri’nin işgal nedenini meşru müdafa ve güvenlik olarak göstermek istese de su kaynaklarının stratejik önemini de dikkate almak gerekir [7].

Bölgesel düzeyde anlaşmazlık konusu olan su havzalarından birisi de Fırat ve Dicle havzasıdır. Bu havzayı paylaşan Türkiye, Suriye ve Irak arasında halen su anlaşmazlıkları bulunmaktadır. Bu ülkeler arasında bugüne kadar yapılan geçici anlaşmalar sorunu çözmek için yeterli olmamıştır. Türkiye’nin Fırat ve Dicle havzasında gerçekleştirmekte olduğu dev su projelerinin (GAP gibi), aşağı havza ülkesi olan Suriye ve Irak’ın su varlıklarını azaltacağı, tarımsal sulamadan dönen ve enerji santrallerinden geçen suların kalite olarak bozulacağı ve kirlenmiş olarak bu ülkelere akacağı, Suriye ve Irak’ın çok ciddi su sıkıntısına düşeceği kaygılarını dile getirilmekte ve sonuçta, eğer bir anlaşma yapılmazsa, sıcak çatışmalara kadar varabilecek sorunlar yaşanacağı görüşü ileri sürölmektedir. GAP projesi bittiğinde Suriye ve Irak’ın su haklarından yoksun kalacakları, Türkiye’nin yükömlendiği ve halen vermekte olduğu su miktarının yarıya düşeceği yönünde yayınlar yapılmaktadır [11].

Dünya’da ve ölkemizde yaşanan tüm bu problemler göz önüne alındığında su kaynaklarının bilinçli kullanımı ve su korunumu stratejilerinin her geçen gün daha da önem kazandığı görölmektedir. Bu nedenle su korunumu stratejilerinin endüstri, tarım, içme ve kullanma suyu ölçeklerinde tek tek yeniden ele alınarak geliştirilmesi gerekmektedir. 2008 yılı itibariyle Türkiye’de evsel su tüketim miktarı, toplam su tüketiminin %15’ini oluşturmaktadır [1]. Toplam su tüketiminde önemli bir paya sahip olan binalarda, su korunumu stratejilerini geliştirmek bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmada ölkemizdeki mevcut su kaynaklarını korumak ve su tüketimini azaltmak amacıyla binalarda uygulanabilecek çeşitli yöntemler ve uygulanmış örnekler değeriendirilmektedir.

3. SU TÜKETİMİ

Su tüketim miktarı tarımsal, endüstriyel ve evsel olarak 3 farklı grupta incelenmekle birlikte bu miktar Dünya'nın farklı bölgelerinde değişmektedir. UN World Water Development Report'un 2003 yılı verilerine göre Dünya ortalaması tarımsal su tüketimi için %70, endüstriyel su tüketimi için %22, evsel su tüketimi için %8 'dir. Günümüzde, yeterli ve temiz su kaynaklarına ulaşabilme imkanı ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. 2003 yılı rakamlarıyla, evsel su tüketimi dünya ülkeleri ortalaması olarak %8 düzeyinde olmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerde bu oran %11 düzeyine kadar çıkmaktadır [2]. Türkiye'de 2003 yılı verilerine göre tarımda sulama suyu %74 (29,6 milyar m³) , binalarda içme ve kullanma suyu %15 (6,2 milyar m³) ve endüstride %11 oranında (4,3 milyar m³) su tüketilmiştir (Şekil 3.1) [5].



Şekil 3.1 : Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin su tüketimine etkisi

Evsel su tüketiminin farklı bölgelerde değişkenlik göstermesinin nedeni, sahip olunan temiz su kaynakları ve bu kaynaklara erişebilmenin yanısıra su gereksiniminde ihtiyaç duyulan faktörlerin farklı olmasıdır.

3.1 Su Tüketimini Etkileyen Faktörler

Su gereksinmesi şehir ölçeğinde; ev gereksinimleri, endüstri ve atölyeler gereksinimleri, genel gereksinimler ve su kayıpları (hizmeti yaparken su döşeminin kendisinin kullandığı su ile döşemde oluşan kayıplar) olarak ele alınmaktadır.

Gereksinmeyi etkileyen faktörler ise farklı toplumlarda değişkenlik göstermektedir.

3.1.1 Gereksinmeyi etkileyen faktörler

Su gereksinmesini etkileyen faktörler beş ana bölümde ele alınabilmektedir. Bunlar;

- Çevresel faktörler
- Su ile ilgili faktörler
- Toplumsal faktörler
- Teknolojik faktörler
- Fonksiyonel faktörler'dir.

3.1.1.1 Çevresel faktörler

Çevresel faktörler, çevreyle ilgili faktörler olup bunlar;

- Doğal çevresel faktörler
- Yapma çevresel faktörler

şeklinde ele alınmaktadır.

Doğal çevresel faktörler: Su gereksinimini dolaysız etkileyen iklimsel faktörlerdir. Toprak ve hava sıcaklıkları ve nemi, yağış miktarı, barometrik ve buhar basınçları, rüzgar hızı ve güneş radyasyonu gibi gereksinimi dolaysız etkileyen iklimsel faktörler (ya da fiziksel çevresel faktörler) dir. Sıcak-kuru iklim bölgesinde çevre serinletilmesi için de kullanılan suyun buharlaşması ya da donma olayı sonucu döşemin zarara uğramasını önlemek için suyun sürekli akım halinde tutulması ve bunun yanı sıra çevre sıcaklığının sıcak su ile maskelenmeye çalışılması iklimsel faktörlerin su gereksinimi konusundaki etkilerine örnek olarak gösterilmektedir.

Yapma çevresel faktörler: Yapma çevresel faktörler bina ve bina grupları ölçeğinde; yakın çevreyle ilgili faktörler, yapının teknik sistemleriyle ilgili faktörler olarak ele alınmaktadır.

Yakın çevreyle ilgili faktörler: Yapma çevresel faktörler bina ve bina gruplarının içinde bulundukları yakın ve uzak çevrede; yeşil alanların ve bahçelerin varlığı ve bunların büyüklüğü, süs havuzlarının varlığı, otopark, garaj yerlerinin varlığı ve büyüklüğü, çevrenin (toz vb. gibi) oluşturduğu, dolaylı veya dolaysız biçimde kullanıcılar tarafından taşınan kirleticilerin varlığı, zirai ilaçlama olayının tür ve şiddeti, çevrenin çöp uzaklaştırma sistemi ve diğer söz konusu olabilecek kirletici kaynakların durumudur.

Yapının teknik sistemleriyle ilgili faktörler: Isıtma mevsiminde bacalardan çıkan is ve dumanların oluşturduğu kirleticilerin varlığı, havalandırma bacalarının yetersizliği nedeniyle su aracılığıyla koku maskeleymesi yoluna gidilmesi yapının kendi sağlığının korunması sonucu oluşan kirleticilerin varlığı ve teras-balkonlarda oluşan yıkama sularını uzaklaştırma donatımı biçimi gibi etkenlere bağlı olarak ele alınabilmektedir [12].

3.1.1.2 Su ile ilgili faktörler

Suyun kendisi ile ilgili faktörler olup suyun kalitesi, suyun sağlanması, suyun iletimi ve kullanımı, suyun taşıyıcı olarak kullanılması, kullanılan suyun atımı şeklinde ele alınabilmektedir.

Suyun kalitesi: Suyun kalitesi, suyun sıcaklığı, sertliği ve pH değeri ile belirlenmektedir. 5°C den düşük sıcaklığa sahip su çok soğuk, 15°C den büyük sıcaklığa sahip su çok sıcak olarak tanımlanıp özellikle, 5°C-15°C arasındaki sıcaklığa sahip su, içme suyu olarak (tatsız) kabul edilmektedir.

Suyun sağlanması: Buradan suyun yapı veya yapı gruplarına yeterli bir basınçla mı geldiği ve de aynı zamanda fiyatı anlaşılmaktadır. Çünkü basıncın fazla olması, donatımda önleyici elemanlar kullanılması gerektirdiği gibi musluklardan daha fazla suyun akmasına neden olmakta, basınç yetersizliği durumları ise ek depolama ve basınç yükseltici sistemlerin yapımını gerektirmektedir. Suyun fiyatı da su tüketimini kullanıcının ödeme gücüne göre etkilemektedir.

Suyun iletimi ve kullanımı: Suyun yapı veya yapı gruplarına sürekli mi yoksa kesintili mi geldiği, gelen suyun kullanıcılara merkezi bir sistemle mi yoksa her kullanıcıya bir su saati aracılığı ile mi iletildiği anlaşılmaktadır.

Suyun kesintili gelmesi ana şebekede oluşabilecek kirlenmelerin yanısıra bina veya bina gruplarında genel veya bireysel depo yapımına, dolayısıyla binada strüktürel zorlamalara neden olacak, kesinti süresine göre suyun kalitesinde oluşacak değişiklik nedeniyle de su her amaç için kullanılmayacak sık sık yenilenmesine çalışılacaktır. Suyun götürü kullanılmasıysa, kişisel tüketimde ortak ödemeyi oluşturduğu için suyun fiyatı kimi kullanıcıya daha ucuz kimine ise daha da pahalı gelebilecektir. Kullanımı giderek daha da yaygınlaşan, ülkemizde de özellikle öğrencilerin yoğunlukta olduğu Ankara ve Eskişehir'deki binalarda, İstanbul'da yeni yapılan konutlarda ve yazlık konutların bulunduğu belediyelerde de kullanılmakta olan kontrollü sayaç uygulaması ile su faturası olmadan sayaca kontör yükleyerek su kullanılmaktadır. Kullanılan su miktarı elektronik sayaç üzerinden okunmakta, kontör bittiğinde sayacın içindeki elektrikli vana kapanarak su kesilmektedir.

Suyun taşıyıcı olarak kullanılması: Özellikle vücut boşaltımı fonksiyon alanında üretilen katı ve sıvı atıkların uzaklaştırılmalarında taşıma aracı olarak suyun kullanılması ve sulu alafranga veya alaturka hela taşlarında bir yıkama düzenine bağlı olarak oluşması su tüketimini arttıran büyük bir sorun olarak görülmektedir.

Kullanılan suyun atımı: Suyun kullanıldığı bina veya bina gruplarının uzaklaştırma sistemine bağlı olup olmaması da gereksinimi etkileyici bir faktör olarak görülmektedir. Çünkü suyun gideceği yer olmayınca suyu bilinçli kullanmak zorunluluğu da oluşacaktır [12].

3.1.1.3 Toplumsal ve kişisel faktörler

Nüfus, toplumun hayat standardı, kültür düzeyi, bayram ve tatil günlerinin sayısı, kişiyle ilgili olarak toplumsal miras sonucu olarak görülen suyun kullanılma biçimi ve alışkanlığı ve psikolojik ve fizyolojik gereksinmelerin karşılanması olayı söz konusu olmaktadır.

Toplumsal faktörler: Yapı ve yapı gruplarında gereksinme duyulan suyun yukarıda incelenen faktörler ve gereksinmesi karşılanmak istenen toplum kesiminin yanısıra bu kesimin kültür ve refah derecesi ile orantılı olduğu başka bir deyişle gereksinimin kültür düzeyi ve refah seviyesinin karesinin çarpımı ile doğru, ekonomik sıkıntısı ile de ters orantılı olduğu belirtilmektedir.

Toplumumuzun vücut bakımı, temizliği ve vücut boşaltımı alışkanlıkları batıya göre temelde bazı önem farklılıkları göstermektedir. Batının durgun suda yıkanma alışkanlığı sonucu bugünkü lavabo ve banyo küveti kullanımı yaygınlaşmıştır. Ülkemizde ise akar suda yıkanma alışkanlığı vardır.

Buna bağlı olarak taharetlenme olarak bilinen suyla temizlenme alışkanlığı su kullanımını etkileyen toplumsal bir farklılıktır. Özellikle ülkemizde kullanılan hela taşları da bu alışkanlığı etkilemektedir. Hela taşlarında ıslak temizlenmeye olanak sağlayan temiz su borusu hela taşı ile bütünleşik üretilmektedir. Ayrıca bayram ve tatil günlerinde de suya karşı gereksinim yoğunlaşmaktadır.

Kişisel faktörler: Yaşına, cinsiyetine, sağlık durumuna, kişinin yaptığı eylemin tür ve etkinliğine göre temizlenme gereksinmesine bağlı olmaktadır. Ayrıca kişinin utanma duygusu da önemli bir faktör olarak kendini göstermektedir. Özellikle vücut boşaltımı fonksiyon alanında oluşan gürültüyü maskelemek amacıyla su kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, kişinin sahip olduğu bilinçli veya bilinçsiz titizlik duygusu ve benzeri diğer çeşitli faktörlerin de su tüketimi üzerinde önemli bir etkisi vardır [12].

3.1.1.4 Teknolojik faktörler

Teknolojik faktörler sağlık donatımı ve tüketimi son zamanlarda çok artan ve üzerinde önemle durulan temizlik malzemeleriyle ilgili olarak ele alınmaktadır.

Sağlık donatımı ile ilgili faktörler: Boru, batarya ve armatürler, sağlık gereçleri zinciri içinde tanımlanan sağlık donatımının kullanım şekli ve donatımın kalitesi birbirlerini tamamlayıcı faktörler halindedir. Batarya ve armatürlerin kullanım şekilleri ülkemizde elle yapılmakta olup özellikle son yıllarda su tüketimi konusunda daha da bilinçlenmemizle tüm Dünya’da kullanılan sensörlü armatürler bizde de giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu sayede su tasarrufu %50 den fazla oranlarda artmaktadır. Ayrıca armatür ve bataryaların su sızdırmayacak şekilde yapılmaları da suyun boşuna tüketilmesini önlemektedir.

Eylem sonucu sağlık gereçlerinin temizlenme kolaylığı ve sağlık gereci armatür ilişkisi de önemle üzerinde durulması gereken bir faktördür. Buna örnek olarak ülkemizdeki varolan genel temizlenme alışkanlığıyla ilgili olarak alaturka hela taşı, taharet musluğu ilişkisi gösterilebilir.

Yapay temizlik malzemeleriyle ilgili faktörler: Deterjan olarak tanımlanan yapay temizlik malzemeleri yıkanma kolaylığı sağlamasının yanı sıra en büyük etkisini çamaşır dokusu üzerinde göstermekte, doku büyümesi nedeni ile kirlenecek yüzey artmakta ve aynı zamanda çamaşır daha çabuk kirlenmekte dolayısıyla yıkama eylemi çoğalmaktadır. Deterjan, şampuan ve kişisel temizlik ürünleri kimyasal madde grubunda yer aldığı için temizlik işlevinin yanısıra vücuttan iyi arındırılmaması durumunda önemli deri hastalıklarına neden olabilmektedir. Bu nedenle iyi durulanması gerekmekte olup bu işlem sırasında çok fazla su harcanmaktadır [12].

3.1.1.5 Fonksiyonel faktörler

TS 1258 Temiz Su Tesisatı Hesap Kuralları Standardına göre; birim su tüketim miktarı, farklı fonksiyonlara sahip binalara göre farklılık göstermektedir. Konutlarda su gereksinmesi; banyosuz konutlarda bir günde kişi başına su ihtiyacı en az 60 litre/gün, yalnız duşu olan konutlarda en az 80 litre/gün, küvetli konutlarda en az 100 litre/gün olarak alınmalıdır.

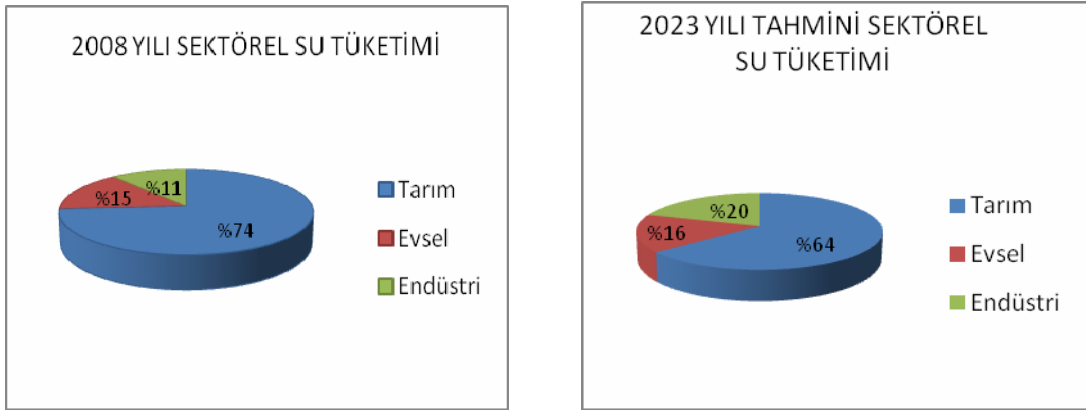
Bu gereksinme, yerel özellikler, konutun bahçesine, konutun boyutları ile kullanım şekline , sıcak su hazırlayıcılarının tipine göre özel olarak hesaplanmalıdır. Konut dışı binalarda su ihtiyacı Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Konut dışı binalarda su ihtiyacı

YAPI TİPİ	SU İHTİYACI (litre/gün×kişi)
Fabrikalar	45
Hastaneler(Çamaşırhanelerle birlikte)	
Her Yatak için	135
Görev başındakiler için	45
Hemşireler (lojman ihtiyacı ile birlikte)	135
Duşlu Otel	90
Küvetli Otel	150
Bürolar	45
Lokantalar	7
Okullar	
Gündüzlü	45
Yatılı	135
Bahçe Sulama	1.5 litre/m ²
Binek Otosu (Temizlik)	100 litre/günlük

3.2 Türkiye’de Su Tüketimi

Suyun başlıca kullanım alanları; evsel (içme ve kullanma amaçlı), endüstri ve tarımsal kullanımlardır. 2008 yılı itibariyle ülkemizdeki su tüketiminin %74’ü tarımda (34 milyar m³), %15’i evsel tüketim (7 milyar m³), ve %11’u (5 milyar m³) endüstri sektöründe gerçekleşmektedir. 2023 yılında ise sulamada kullanılan su miktarının %64 ‘e (72 milyar m³), evsel tüketimin %16’ya (18 milyar m³) ve endüstride tüketilen suyun %20’ye (22 milyar m³) yükseleceği tahmin edilmektedir (Şekil 3.2) [1].



Şekil 3.2 : 2008 yılı ve 2023 yılı sektörel su tüketimi

Türkiye’de sektörel kullanıma bakıldığında %72’lik oranla tarımsal su tüketiminin oldukça yüksek olduğu görülmektedir [7]. Bu oranın düşürülerek tarımsal sulamada su kullanım etkinliğinin sağlanması için uygun sulama yöntemlerinin modern tarım yöntemlerine geçilmesi ve bunun yanı sıra evsel nitelikli atıksuların belli ölçülerde arıtılarak çeşitli tarımsal amaçlarda kullanılması yöntemleri ile tarımsal su tüketimi önemli ölçüde düşürülmesi hedeflenmektedir.

Ülkemizde endüstriyel amaçlı su tüketim oranı %11 olmakla birlikte su tüketimi ya da deşarjı kayıt dışı olan tesisler de bulunduğu için bu oran tam olarak gerçek değeri yansıtmamaktadır.

Ülkemizde endüstriyel atıksuların arıtılarak kullanılması ve sonrasında yine arıtılarak dış ortama deşarjı hem su ekonomisinin sağlanması hem de çevre kirliliğinin önüne geçilmesi bakımından son derece büyük öneme sahiptir. Ülkemizde endüstride kullanılan suyun yaklaşık %34’lük kısmı geri kazanılarak yeniden kullanılmaktadır [7]. Ancak sahip olduğumuz su kaynaklarının hızla tükendiğini göz önünde bulundurursak bu oranın yükseltilmesi gerektiğini söyleyebiliriz.

Evsel su tüketimi, evlerde, otellerde, lokantalarda ve çamaşırhanelerde içme suyu, besin hazırlama suyu, temizlik, çim ve bahçe sulama ve hizmet üretimi amaçlı olarak binalarda kullanılan su miktarıdır. Birçok ülkede toplam su tüketimi içerisinde küçük bir oran oluşturmaktadır. Evsel su tüketim oranı günde kişi başına 75 litre ile 380 litre arasında değişmekte olup genellikle ekonomik düzeyin ve yaşam standartlarının artışı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Türkiye de evsel su tüketimi kişi başına 111 litre/gün olarak verilmektedir [6].

Binalarda evsel nitelikli atıksular, insanların yaşamsal faaliyetlerindeki ihtiyaç ve kullanımları sonucu oluşmaktadır. İklimsel şartlar, yaşam standartları ve kültürel alışkanlıklar evsel nitelikli atıksu özelliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Genel olarak günlük evsel su tüketimi; duş, lavabo ve banyolarda %40, mutfakta %12, çamaşır yıkamada %13, rezervuarlarda %25, bahçede %5, temizlikte %5 oranındadır (Şekil 3.3) [13].



Şekil 3.3 : Günlük evsel su tüketim oranları

Konut binalarında kullanılan suyun miktarı azımsanmayacak bir orana sahiptir. Bu nedenle binalarda su tüketiminin azaltılması bir gereklilik haline gelmektedir. Binalarda kullanılan su normalde bir kullanımdan sonra atıksu olarak şebekeye geri verilmektedir. Ancak su kaynaklarının giderek daha da kışlaşmaya başladığı günümüzde suyun sürdürülebilir bir kaynak olarak değerlendirilebilmesi açısından dönüştürülerek tekrar kullanılması gerekliliği gündeme gelmiştir. Konut binalarında kullanıldıktan sonra atıksular arıtılarak bahçe sulaması, tuvalet rezervuarları ve arıtma derecesine göre çamaşır makinelerinde kullanılabilir. Evsel nitelikli atıksuların arıtılarak tekrar değerlendirilmesi uygulamaları Almanya, İngiltere, Japonya, ABD gibi dünya'nın pek çok farklı ülkesinde mevcuttur. Ancak sadece

atıksuyun geri dönüştürülerek kullanılması yeterli olmamaktadır. Deniz suyundan içme ve kullanma suyu elde edilmesi ya da yağmur suyunun arıtılarak kullanılması gibi alternatif su kaynaklarından faydalanılacak teknolojilerin geliştirilmesi, bunun yanı sıra doğru armatür seçimi, tesisatta bakım ve onarım ile kayıp ve kaçakların engellenmesi temiz su kullanımının azaltılmasını sağlayan çeşitli yöntemlerdir.

3.3 Su Korunumu

Evsel su tüketimi, bir insanın içme, yıkanma, temizlik, tuvalet ve bahçe bakımı için harcadığı suyun toplamıdır. Ülkemizde bu oran kişi başına 111 litre/gün'dür [6]. Nüfus ile sahip olunan su kaynakları arasında büyük fark olan Afrika ya da Ortadoğu ülkelerinde kişinin günlük gereksinimlerinden kaynaklanan su miktarına ulaşamamasından dolayı salgın hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Su, artan dünya nüfusu sebebiyle doğal çevrimini tamamlayamadan tüketilmektedir. Sürdürülebilir çevrenin korunabilmesi için su döngüsünün tamamlanması gerekmektedir. Bunun için de tatlı su kaynaklarının minimum ölçüde kullanılması ve kullanıldıktan sonra oluşan atıksuyun arıtılarak bina ortamından doğal ortama verilmesi gerekmektedir. Böylece kullanmış olan suyun, çevrimine tekrar katılması sağlanmaktadır.

Temiz su tesisatından gelen su tüketiminin azaltılması, suyun dönüştürülerek yeniden kullanılması, yağmur suyunun toplanarak kullanılması ya da deniz suyundan tatlı su elde edilmesi gibi yöntemlerle farklı ölçeklerde su korunumunun sağlanması mümkün olmaktadır. Bu gibi yöntemler ile hedeflenen;

- Su tüketimini azaltan armatür, çift akışlı rezervuarlar, susuz pisuarlar ile temiz su kullanımında gereksiz harcamaların ortadan kaldırılması,
- Atıksuyun dönüştürülerek yeniden kullanılması ile tatlı su kaynaklarının kullanımının azaltılması ve ekolojik dengenin korunması,
- Yağmur suyunun kullanılması ile özellikle son yıllarda dengesiz yağışlar nedeniyle sel ve taşkınların yol açtığı etkilerin azaltılarak ekosistem üzerindeki etkisinin minimize edilmesi,
- Deniz suyu kullanımı ile su sıkıntısı yaşanan bölgelerde su ihtiyacının sağlanmasıdır.

Dünya'nın pekçok farklı ülkesinde binalarda su korunumu için değişik örnekler incelendiğinde hergeçen gün bu konuda daha da yeni teknolojilerin gelişmekte ve uygulanmakta olduğu görülmektedir. Ülkemizde henüz yaygın olarak kullanılmayan bu stratejilerin gelecek yıllarda karşılaşılabilecek olan su problemlerini çözebilmek, suyu sürdürülebilir bir kaynak haline getirebilmek ve atıksuyu dönüştürerek su korunumunu sağlayabilmek amacıyla incelenmesi ve ülkemiz koşullarına göre yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada binalarda su korunumu için alınabilecek önlemler tartışılarak uygulanan stratejiler değerlendirilecektir.

4. BİNALARDA SU KORUNUMU İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Alternatif su kaynaklarına ilişkin teknolojilerin kullanılması, su sıkıntısının etkilerinin giderek daha da hissedilmeye başlandığı son dönemde, tüm Dünya’da giderek daha da yaygınlaşmaktadır. Sahip olduğumuz su potansiyeli ve gelecek 20 yıl içerisinde öngörülen su miktarı henüz ülkemizde aktif olarak kullanımı yeterli düzeyde olmayan bu teknolojilerin biran önce kullanılmaya başlanılmasını gerekli kılmaktadır. Binalarda su korunumu için alınabilecek önlemleri; yenilikçi teknolojilere sahip sağlık gereçleri ve akış organları ile su tüketiminin azaltılması, binalardaki su tesisatlarındaki kayıp ve kaçakların giderilmesi, yağmur suyu gibi alternatif kaynakların kullanılması, evsel nitelikli atıksuların arıtılarak tekrar kullanılması, su sıkıntısının yoğun olarak yaşandığı bölgelerde deniz suyundan tatlı su elde edilerek kullanılması şeklinde sıralayabiliriz.

Sağlık donatımı gereçlerinde son dönemlerde kullanımı giderek daha da yaygınlaşan yeni teknolojilere sahip duş başlıklarındaki perlatörler ile %60 oranında su tasarrufu sağlanmaktadır. Dakikadaki su akışını yarı yarıya azaltan sensörlü musluklar ve çift akışlı tuvaletlerle ise yine %60'lara varan su tasarrufu sağlanmaktadır. Vakum ve kompost tuvaletler ile yine büyük oranda su tasarrufu sağlanırken, susuz pisuarlar ile su tüketimi sıfıra indirilmektedir.

Binalarda kullanıldıktan sonra ortaya çıkan evsel nitelikli atıksular, içerisindeki kirletici parametrelerine göre “gri su” ve “siyah su” olarak iki farklı kategoride incelenmektedir. Gri su, fosseptik atığı içermeyen duştan, lavabodan ve küvetten az kirlenmiş evsel atıksudur. Siyah su ise fosseptik atık içeren, tuvaletlerden kanalizasyona verilen atıksudur. Konutlarda gri su arıtılarak bahçe sulaması, tuvalet rezervuarı ya da çamaşır makinelerinde kullanılabilmektedir [13]. Siyah su ise uygun arıtmadan geçtikten sonra bahçe sulamasında ya da tuvalet rezervuarında kullanılabilmektedir.

Günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi yağmur suyu gibi alternatif kaynakları yeniden gündeme getirmiştir. Özellikle yağışın fazla olduğu ancak su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde yağmur suyu toplanarak kullanılmaktadır. Toplanan yağmur suyu bina yıkamaları, yangın söndürülmesinde, ev temizliği, sulama, çamaşır yıkamada, havuz veya gölet doldurmada, tuvalet sifonlarında, araç yıkamada kullanılabilir. Özellikle büyük sızdırmaz alanların olduğu hava limanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, turistik tesislerde ve çatı alanı yeterince büyük olan binalarda yağmur sularının toplanarak, basit arıtma işlemlerinden geçirilip kullanıma sunulması su korunumu bakımından çok önem taşımaktadır [14].

Dünya'nın pekçok yerinde kullanılmakta olan bir yöntem olan deniz suyundan tatlı su elde edilmesi Ortadoğu'da çeşitli farklı ülkeler ile ABD, İtalya, İspanya, Japonya gibi pekçok farklı ülkede kullanılmaktadır. Ülkemizde de özellikle yaz aylarında sıkıntısının yüksek oranda hissedildiği Ege ve Akdeniz kıyılarında özellikle yazlık siteler ve otellerde tercih edilmektedir. Maliyeti yüksek bir yöntem olmakla birlikte yine de turistik bir otel bir yaz döneminde sistemi amorti edip aynı dönem içerisinde kar sağlayabilmektedir.

4.1 Yerleşme Ölçeğinde Evsel Nitelikli Atıksuyun Arıtılarak Kullanılması

Atıksu, evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ve yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzeyaltı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sularıdır. Evsel nitelikli atıksu ise, konutlardan ve okul, hastane, otel gibi küçük işletmelerden kaynaklanan, insanların günlük normal yaşam faaliyetlerindeki ihtiyaç ve kullanımları nedeniyle oluşan atıksularıdır [15]. Evsel nitelikli atıksu fiziksel, biyolojik ve kimyasal arıtma kademelerinden geçtikten sonra bahçe sulamasında ya da tuvalet rezervuarında kullanılabilir.

Fiziksel Arıtma: Atıksu içerisinde ve daha sonraki arıtma kademelerinde işlemleri yavaşlatacak, engelleyecek ve donanımları bozacak özellikte yüzen ve çökebilen maddeler giderilmektedir. Fiziksel arıtma ekipmanları ızgara, elek, öğütücü, kum

tutucu, yağ tutucu, çökeltme havuzu, yüzdürme (flotasyon) havuzundan oluşmaktadır.

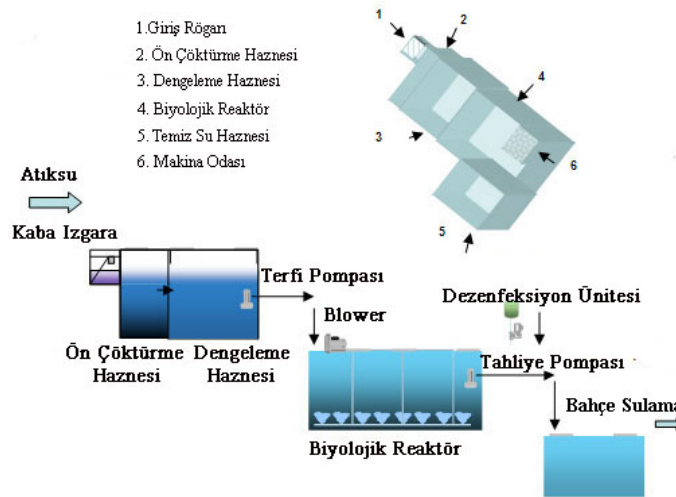
Biyolojik Arıtma: Atıksuda çözünmüş ve kolloidal yapıda bulunan kirletici maddelerin aerobik ya da anaerobik şartlarda giderilmesi ve organik maddelerin yok edilmesini sağlamaktadır.

Kimyasal Arıtma: Evsel nitelikli atıksuların kimyasal işlemlerle arıtımında normal olarak kendi halinde çökelemeyen maddelerin kimyasal madde ilavesi ile çökmesi ve zararlı mikroorganizmaların yok edilmesi (dezenfeksiyon) gerçekleştirilebilmektedir [16].

Atıksu arıtma elemanları;

- Izgaralar: Atıksuyun fiziksel olarak arıtılmasını sağlamaktadır. Su içerisinde kaba bulunan maddelerin atıksudan ayrılarak pompa ve diğer teçhizata zarar vermelerini önlemek ve diğer arıtma ünitelerine gelecek yükü hafifletmek veya yüzücü kaba maddelerin sudan ayrılması gibi amaçlarla kullanılan arıtım üniteleridir.
- Ön Çöktürme Havuzları: Sudan daha fazla yoğunluğa sahip katı maddelerin durağan koşullarda yer çekimi etkisi ile çöktürülerek uzaklaştırılması amacı ile kullanılmaktadır.
- Dengeleme Havuzları: Dengeleme havuzları, atıksularda debi, bileşim ve kirlilik yükünün zaman içindeki değişimlerinin dengelenmesini ve arıtma tesisine giden atıksu debisinin düzenli olmasını sağlamaktadır.
- Biyolojik arıtma ünitesi: Atıksu bünyesinde bulunan organik ve kısmen de anorganik kirletici maddelerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atıksudan uzaklaştırılmaları esasına dayanan metotlardır [17]. Bakterilerin arıtma işlemini gerçekleştirebilmeleri için pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, toksik maddeler gibi parametrelerin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Genellikle bu işlem havalandırıcılar yardımı ile atıksu ortamına hava verilerek mevcut bakterilerin çözünmüş oksijeni ve organik maddeleri tüketmesi şeklindedir. Böylece atık su içerisinde organik madde tüketilmektedir. Ancak bakteri sayısında artış olmaktadır.

- Dezenfeksiyon ünitesi: Bu bölümde arıtmanın son aşaması gerçekleştirilmektedir. Hastalık yapan bakterilerin ya da mikroorganizmaların giderilmesi işlemidir [16]. Atıksuyun depolanmadan ve kullanılmadan önce klor, ultraviyole ışınları ya da ozon yardımı ile dezenfeksiyon işleminden de geçmektedir. Sonrasında ise arıtılmış olan su, bahçe sulamasında kullanılabilir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Atıksuyun arıtılarak kullanılması [18].

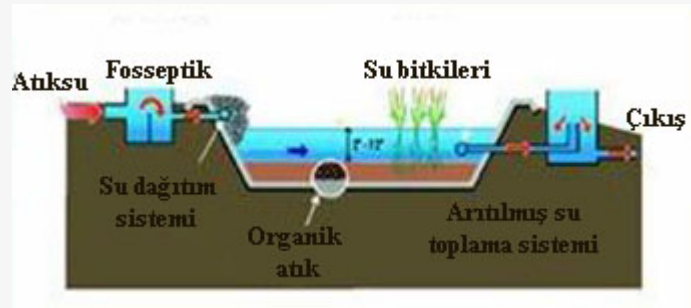
Bu sistemler ile arıtılan evsel nitelikli atıksular binalarda tuvalet rezervuarlarında kullanılacaksa doğal arıtma sürecinden sonra, ultrafiltrasyon ve ters ozmos (kalan organik madde, mikroorganizma ve askıdaki katıların arıtılması için) ile dezenfeksiyon işlemlerinden geçmesi gerekmektedir [16].

Foseptik atığı içeren siyah suyun, içerisinde hastalık yapıcı mikrop ve bakterilerin yüksek oranda olması sebebiyle her arıtma tekniğinin son derece hassas bir şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra “gri su” da benzer arıtma süreçlerinden geçerek farklı amaçlarla kullanılabilir.

Kanalizasyonsuz ya da nüfus yoğunluğunun az olduğu yerleşim yerlerinde, atıksuyun taşınması ve toplanması gerekmektedir. Bunun için doğadaki mevcut biyolojik sistemler kullanılmaktadır. Doğal arıtma yöntemleri; yüzey altı sızdırma sistemleri, sızdırma yatakları, sızdırma hendekleri, sulamada kullanma, buharlaştırma yatakları, sulak alanlardır [16].

70'li yıllardan itibaren Almanya'da kullanılmaya başlanılmış ve sonradan da yaygınlaştırılmış yapay sulak alanlar ile gerçekleştirilen arıtma sistemlerinin kullanımı tüm Dünya'da hızla yaygınlaşmaya başlamıştır.

Doğal Arıtma Sistemleri; “Yapay Sulak Alanlarda Bitkiler ile Atık Suların Arıtılması” olarak tanımlanabilir. Bu tip sistemlerde, konutlardan çıkan atıksu önce septik tankta (fosseptikte) biriktirilmekte, sonrasında ise sulak alanlara verilmektedir. Burada yer alan su bitkileri ile biyolojik arıtma sistemlerinde olduğu gibi atık su içindeki organik maddeler parçalanmaktadır (Şekil 4.2). Bu sistemin avantajları; inşaat ve işletme maliyetleri ucuz, işletme bakımından basit, enerji giderleri düşük ve çevre ile uyumlu olmasıdır [19].



Şekil 4.2 : Atıksuyun doğal arıtma sistemleri ile arıtılması [19].

Avrupa'da doğal arıtma sistemlerinden sazlık yatakları sistemleri ile 1000 eşdeğer nüfusa kadar olan yerlerde ikincil arıtma (biyolojik arıtma) sağlanmaktadır [20].

4.2 Bina Ölçeğinde Gri Suyun Yeniden Kullanılması

Gri su evsel atıksuyun %50-%80'ini oluşturmaktadır [21]. Gri su içerisinde tuz, besin parçaları, evsel deterjan, sabun ya da kimyasalları, bakteri ve hastalık yapıcı mikroplar bulunmaktadır.

Gri su özellikleri binalarda çıktığı sağlık gereğine göre farklılık göstermektedir. Çıkış noktasına göre gri su özelliklerini inceleyecek olursak;

Banyo ve tuvaletlerden gelen gri su; banyo yapmak ve el yıkamak için kullanılan su toplam gri su oranının %50-%60'ını oluşturmaktadır. Sabun ve şampuan gibi genel kimyasal maddeleri, saç, diş macunu gibi kirleticileri içermektedir. Aynı zamanda çeşitli bakteri ve virüs de içermektedir.

Çamaşır makinasından gelen gri su; toplam gri suyun %25-%35'ini oluşturmaktadır. Çamaşır makinasından çıkan gri suyun kalitesi değişebilmektedir. Örneğin yıkama suyu ile birinci ve ikinci durulama suyu arasında kirletici parametreleri değişebilmektedir. Bakteri gibi patojen ve parazit içermektedir. Bunun yanısıra içinde deterjan gibi kimyasallar da bulunmaktadır.

Mutfaktan gelen gri su; toplam gri su oranının %10'unu oluşturmaktadır. Yiyecek parçaları, yağ ve diğer atım maddeleri bulunmaktadır. Organik madde yönünden oldukça zengin olduğu için bakteri üremesi bakımından da elverişli bir ortamdır. Bunun yanısıra deterjan gibi temizleyici kimyasallar da içerir. İçerdiği tüm bu kirletici maddelerden ötürü mutfaktan gelen gri su arıtmada tıkanıklık ve kokuya sebep olacağı için kullanılması çok da uygun olmamaktadır [22]. Gri su arıtmadan ve arıtılarak iki farklı şekilde kullanılabilir.

4.2.1 Gri suyun arıtmadan kullanılması

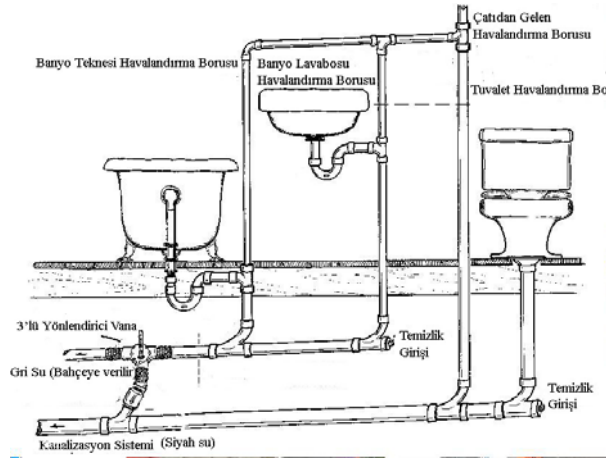
Arıtmadan bahçe sulamasında (yeraltından) kullanılmaktadır. Bu tip kullanımlarda gri su herhangi bir arıtmadan geçmeden, bakteri oluşumunun artması ve koku gibi nedenlerden ötürü en fazla 24 saat içerisinde kullanılmak zorundadır [23]. Ayrıca hastalık yapıcı bakteri ve mikroplar da yok edilmediği için insan temasından kaçınılması gerekmektedir. Amerika'da bazı eyaletlerde (North Carolina) tesisatçılık yönetmeliğinde arıtılmamış gri suyun kullanılması illegal ve sağlıksız olarak tanımlanmaktadır [24].

Gri suyun herhangi bir arıtmadan geçmeden bahçe sulamasında kullanılması yönlendirici vanalar sayesinde yapılmaktadır. Bu sistemde yönlendirici vanalar ile konutta farklı kaynaklardan gri su toplanarak dışarıya verilmektedir (Şekil 4.3) [25].



Şekil 4.3 : Gri suyun arıtmadan kullanılması [25].

Bu sistemde siyah su ve gri su hatları ayrı döşenmektedir. Duş teknesi ve banyo lavabosundan gelen gri su yönlendirici vana ile bahçeye verilmektedir. Toprağın altında bulunan kanallar yoluyla damlama sulama ile bahçe sulaması gerçekleştirilmektedir. Yönlendirici vanalar tekli ana bir boru şeklinde olabileceği gibi çoklu vanalar şeklinde de olabilirler. Şekil 4.4’de görüldüğü gibi üçlü yönlendirici vana lavabo, banyo ve tuvalet arasındaki bağlantıyı sağlayarak gri suyun bahçeye, tuvaletlerden gelen siyah suyun kanalizasyona yönlendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca gri su hattı ile siyah su hattı arasında da bağlantı bulunmaktadır. Gri suyun fazla olduğu ya da gri su hattının temizlenmesi gereken dönemlerde bu hattaki su açılarak kanalizasyon sistemine gönderilmektedir [26].



Şekil 4.4 : Yönlendirici vanalar ile gri suyun bahçe ve kanalizasyona verilmesi [26].

Gri su artırılmadan yine yönlendirici vana yardımıyla çamaşır makinasından bahçeye de Yeraltından damlama yöntemiyle verilebilmektedir. (Şekil 4.5) [27].



Şekil 4.5 : Yönlendirici vanalar ile çamaşır makinasından gelen gri suyun yeraltı sulamasında kullanılması [28].

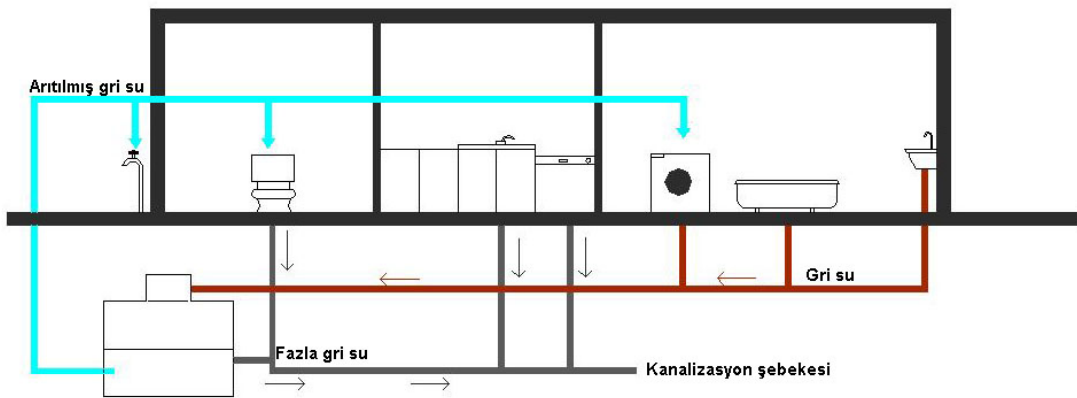
Ancak kimyasallar ya da sabunlar toprakta yetişen bitkilere zarar verebilmektedir. Özellikle sodyum bitkileri yakıcı özelliğe sahip olduğu için sodyum miktarı çok daha az olan sıvı sabunlar kullanılmakta ya da bu tip sistemler için özel deterjanlar kullanılmaktadır [29].

4.2.2 Gri suyun arıtılarak kullanılması

Konutlarda gri su arıtılarak bahçe sulaması, tuvalet rezervuarı ya da arıtma seviyesine göre çamaşır makinalarında kullanılabilir [13]. Gri suyun arıtılarak yeniden kullanılması teknolojisi yeni bir teknoloji değildir. Dünya'nın pek çok farklı ülkesinde 80 'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanılmış olan çift dağıtım sistemi ile gri suyun kullanılması oldukça yaygınlaşmıştır. Bu sistemde özellikle çok katlı ticari binalarda temiz su tesisatına ek olarak gri su tesisatı da kullanılmaktadır.

Gri su yerinde arıtma ve yeniden kullanma seçenekleri, arıtılan suyun nerede kullanılacağı ya da maliyet gibi faktörler göz önünde bulundurularak farklı sistemlerde tercih edilebilir. Gri suyun arıtıldıktan sonra kullanıldığı alanlar;

- Bahçe sulaması (Yeraltı ve yerüstünden sulama),
- Tuvaletlerin rezervuarları,
- Çamaşır makinaları, şeklinde sıralanabilir (Şekil 4.6) [30].



Şekil 4.6 : Gri suyun konut içerisinde kullanılması

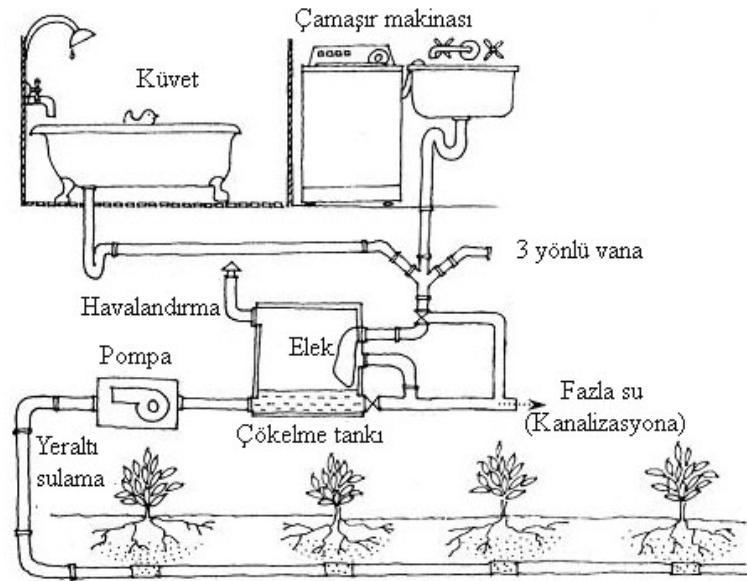
EPA (Enviroment Protection Agency) kılavuzunda, gri suyun kullanım alanlarına göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri ile dönüştürülerek, yeniden kullanılması gerektiğini belirtmektedir. Tuvalet rezervuarlarında kullanılacaksa ileri arıtma (aerobik ya da anaerobik arıtma, kimyasal koagülasyon, filtrasyon, ileri dezenfeksiyon v.b.,) bahçe sulamada kullanılacaksa birincil (ızgaralar, filtreler,

sedimentasyon (çökelme) tankı, filtreler, ızgaralar) ya da ikincil arıtmadan (biyolojik oksidasyon ya da dezenfeksiyon) geçmesi gerektiği belirtilmektedir.

Farklı seviyelerdeki bu arıtma seçenekleri mekanik (fiziksel), kimyasal ya da biyolojik arıtma tekniklerini içerebilmektedir. Birinci kademede fiziksel işlemler sonucunda yüzen ve çökebilan maddeler, ikinci kademede biyolojik ve kimyasal reaksiyonlar sonucu organik maddelerin büyük bir kısmı, üçüncü kademede ise önceki kademelerde arıtılmayan maddeler ile yeteri kadar arıtılmamış azot ve fosfor giderilmektedir.

Gri suyun arıtılmasında arıtma tekniklerinin bir ya da birkaçı kullanılabilir. Her arıtma tekniği birbirini tamamlamakta olup insan ve çevre sağlığı için her kademenin uygulanarak arıtmanın tamamlanması gerekmektedir.

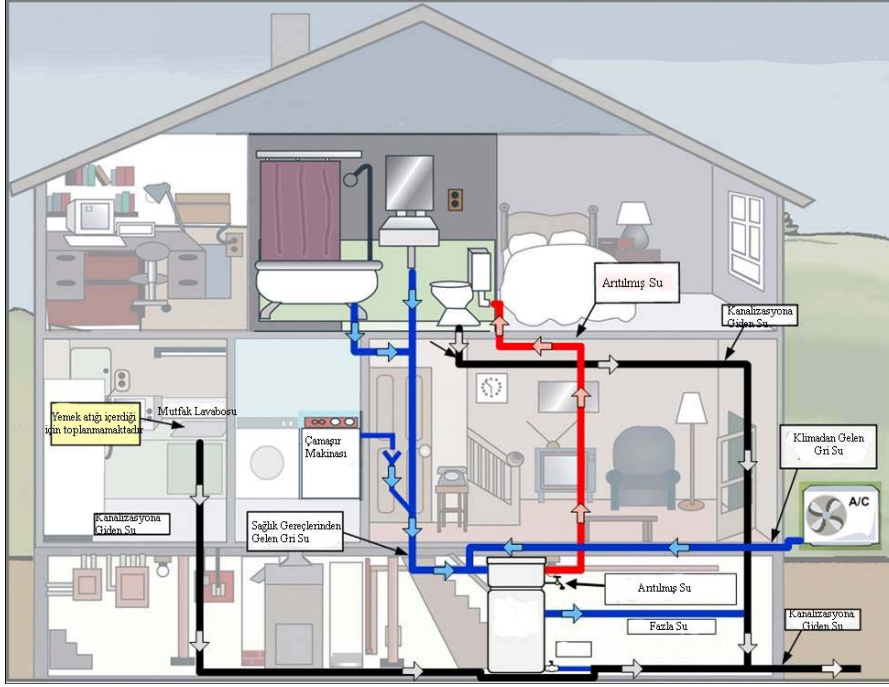
Basit bir fiziksel arıtma ile gri su bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Gri suyun bahçe sulamasında kullanılmasında; öncelikli olarak tortu ya da kaba pislikleri tutan bir elek ya da ızgara bulunmaktadır. Buradan sonra su bahçeye pompalanmaktadır (Şekil 4.7) [31].



Şekil 4.7 : Gri suyun fiziksel arıtmadan sonra bahçe sulamasında kullanılması [31]

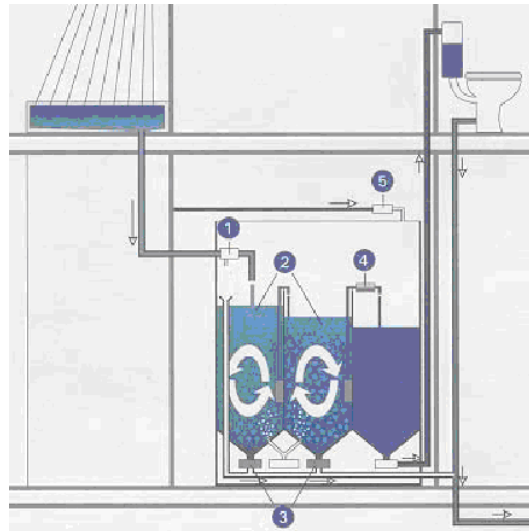
Binalarda gri su, ileri bir arıtmadan geçerek tuvalet rezervuarlarında da kullanılmaktadır (Şekil 4.8). Gri su tuvalet rezervuarlarında kullanılacağı için fiziksel arıtmaya ek olarak kimyasal, biyolojik arıtmadan da geçmesi gerekmektedir. Duş, banyo küvetleri ya da çamaşır makinasından gelen gri su öncelikle bir tortu tankında toplanır. Depolanan gri su rezervuarlarda kullanılacağı için belli oranda arıtılması

hijyen sağlanması ve koku oluşmaması için daha uygundur. Bu tip uygulamalar için genel olarak arıtma, sedimentasyon (çökelme), filtrasyon (kaba filtre ve kum filtresi), havalandırma ve dezenfeksiyon bölümlerinden oluşmaktadır.



Şekil 4.8 : Gri suyun arıtılarak rezervuarlarda kullanılması [32]

Arıtma oranının istenilen düzeyde olmamasında ise temiz su takviyesi yapılarak geri dönüştürülmüş su seyreltilmektedir (Şekil 4.9) [33].



1.Filtrasyon, 2. Birincil ve İkincil Arıtma Çemberi, 3. Çamur Biriktirme, 4.Dezenfeksiyon, 5. Temiz Su ile Besleme

Şekil 4.9 : Rezervuarlarda kullanılan gri suyun arıtılma süreci

4.3 Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması

Günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi gibi sebeplerden ötürü gri suyun arıtılarak kullanılmasının yanında alternatif bir kaynak olan yağmur suyunun da kullanılması gündeme 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 önlemler arasındadır [2].

Su sıkıntısının fazlaca hissedildiği kurak bölgelerde toplam su tüketiminde büyük bir orana sahip olan bahçe sulamasında, yağmur suyu kullanımı su tüketimini büyük oranda düşürmektedir. Bu tip kullanımlar için sarnıç uygulaması oldukça etkin bir yöntem olmaktadır.

Sarnıç uygulamaları özellikle yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının kısıtlı olduğu, buna karşın yeterli yağışın bulunduğu yerler ve merkezi su temini altyapısı bulunmayan yerleşimler için ideal çözüm olarak sunulmaktadırlar [34].

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;

- Yağmurun binaların çatılarından veya zeminden toplanması,
- Oluk sistemi ile iletiminin sağlanması,
- Yağmur suyu deposunda biriktirilmesi,
- Arıtılarak bina içine iletilmesidir.

Basit bir yağmur suyu deposu ile;

- Araba yıkama
- Yüzme havuzu ya da süs havuzunu doldurma

Ek boru tesisatı ve borularla;

- Bahçe sulama (yeraltından ya da yer yüzeyinden),
- Tuvalet rezervuarlarında kullanım

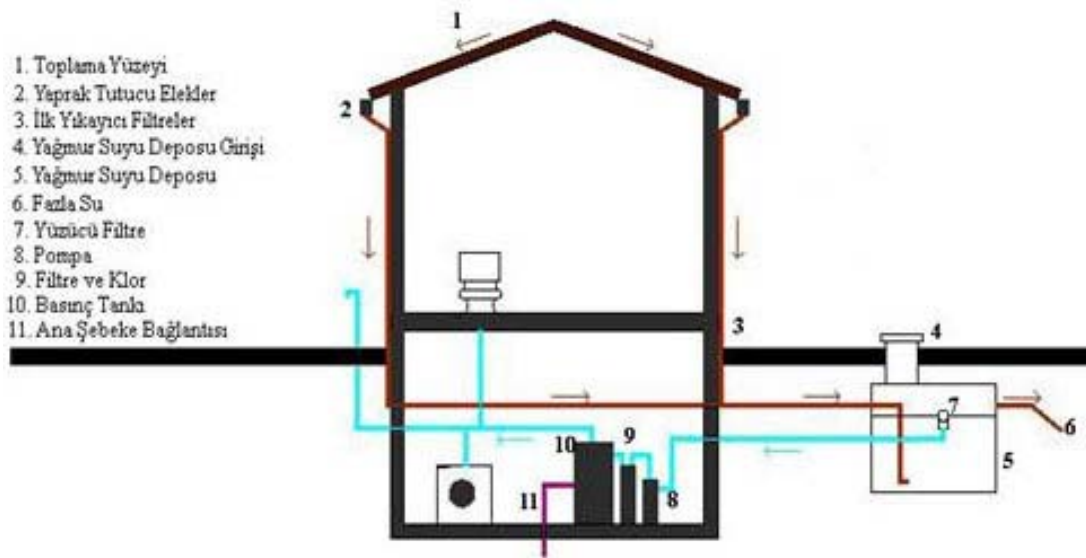
Suyun kalitesi için yapılan dikkatli kontroller ve arıtma ile;

- Çamaşır makinelerinde kullanım
- Duş ve banyolarda kullanım

işlemleri gerçekleştirilebilmektedir [35].

4.3.1 Yağmur suyu tesisatı elemanları

Yağmur suyu toplama tesisatı; toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, filtreler, pompa, yağmur suyu deposu ve dağıtıcı sistemlerden oluşmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 : Yağmur suyu toplama sistemi elemanları

Toplama Yüzeyi: Yağmur suyunun toplandığı yüzeyleridir. Yağmur suyunu toplamak için çatılar, avlular ve balkonlar en elverişli alanlar olup eğimli yüzeylerde de yağmur suları toplanabilmektedir. Yüzeylerdeki emilme sebebiyle yağmur suyu %100 kapasiteyle toplanamamaktadır. Yağmur suyunun toplanması, toplama alanının genişliğine ve yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak değişmektedir. Örneğin; beton, asfalt veya tuğla yüzeylerde ve pürüzlü çatı kaplama malzemelerinde emilim oldukça azdır. Bu nedenle yağmur suyu en iyi bu yüzeylerde toplanmaktadır. Toprak, çakıl ve çimen yüzeylerde daha fazla oranda emilim olduğu için bu yüzeylerde daha az yağmur suyu toplanmaktadır. Çizelge 4.1’de farklı malzemelere ait yağmur suyu gelir katsayısı oranları belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 : Yağmur suyu gelir katsayısı

YAĞMUR SUYU GELİR KATSAYISI		
TOPLAMA YÜZEYİ ÇEŞİDİ	YÜKSEK	DÜŞÜK
ÇATI Metal, çakıl, asfalt, shingle, fiber glass, mineral kağıt	0.95	0.90
TUĞLA Beton, asfalt	1.00	0.90
ÇAKIL	0.70	0.25
TOPRAK Çıplak toprak Ekilmiş toprak	0.75 0.60	0.20 0.10
ÇİMEN Kumlu toprak Balcıklı toprak	0.10 0.17	0.05 0.13

Yatay ve dikey oluklar: Çatı, balkon v.b. yüzeylerden gelen yağmur suyunu, yağmur suyu deposuna yönlendiren sistemlerdir. Oluklar için en fazla tercih edilen malzemeler PVC, vinil, alüminyum ve galvanize çeliktir.

Filtreler (Yaprak tutucu elekler, oluk filtreleri, çatı yıkayıcılar): Yaprak tutucu filtreler, yağmur suyunun akarken toplamış olduğu büyük parçaların ya da yaprakların, olukların içerisine geçmesine engel olmaktadır. Filtrelere gelen yağmur suyunun tamamı yağmur suyu deposuna iletilememekle beraber %90'ından fazlası iletebilmektedir. Bu oran filtre verimine bağlı olarak değişebilmektedir. Yaprak tutucular yağmur suyundaki yaprak parçalarını tutarken, oluk içerisinde yer alan filtreler, yağmur suyunun içerisinde bulunan daha küçük parçaların tutularak depo içerisine girmesine engel olmaktadır. Böylece yağmur suyu deposuna temiz su girişi sağlanmaktadır.

Çatı yıkayıcılar: Yağmur suyu deposu ile olukların arasında bulunan, yaklaşık 113 ile 200 litrelik kapasiteye sahip filtre hazneleridir. Depoya giren suyun içerisindeki küçük gözenekli partikül ve tozları tutarak suyun filtrelenmesini sağlamaktadır.

Yağmur Suyu Deposu: Elekler ve ayırıcılardan geçen su, yağmur suyu deposunda toplanmaktadır. Bu depo yerüstünde ya da yeraltında olabilir. Ancak bakteri üremesini azaltacak uygun bir sıcaklıkta korunmalıdır. Bu nedenle genellikle yağmur suyu depoları binaların yakınında, yeraltına kurulmaktadır [36].

Yağmur suyu deposunun üzerinde bir menfez bulunmaktadır. Bu menfez üstünde sivrisinek ve çeşitli böceklerin düşmesine engel olmak için koruyucu ızgara bulunmaktadır [37].

Yağmur suyu deposu içerisinde bir pompa ve bu pompaya bağlı yüzücü filtre bulunmaktadır. Yağmur suyu çeşitli filtrelerden geçtikten sonra depoya gelmektedir. Depo içerisindeki su, pompaya zarar vermemesi için, pompa girişindeki yüzücü filtreden geçmektedir [38].

Yağmur suyu deposunun büyüklüğü; yağış miktarı, ihtiyaç duyulan su miktarı (evde yaşayan kişi sayısı, bugün geçerli olan su kullanım oranları), öngörülen yağmursuz geçen süre, yağmur suyu toplama yüzeyi alanı, filtrelerin etkinliği, estetik, kişisel tercih, ekonomik nedenler gibi etkenlere bağlıdır.

Yağmur suyu deposu; dış yüzeyi güneşliğini geçirmemeli, opak olmalı (bakteri üremesine engel olmak için), depo girişleri ve kanallar mutlaka sivrisinek ya da benzeri canlıların girmesine engel olacak şekilde perdelenmeli, deponun içi temizlenebilecek şekilde erişilebilir olmalıdır.

Yağmur suyu deposu fiberglass, propilen, ahşap, galvanize çelik, metal, beton, ferrosement ve ahşap malzemeden yapılabilmektedir [39].

Arıtma: Toplanan yağmur suyu içme suyu olarak ya da binalarda evsel amaçlı kullanılacaksa sağlık ve güvenliği sağlamak için gerekli yerlere dağıtılmadan önce filtrasyon ve dezenfeksiyon gibi işlemlerden geçirilir. Arıtma sürecinde UV ışınları, ozon, membran filtrelemesi (ters ozmos) ve klorlama gibi yöntemler kullanılabilmektedir [38]. Ancak genellikle etkinliği ve kimyasal bir madde olmaması sebebiyle UV ışınları ile dezenfeksiyon yöntemi tercih edilmektedir [37].

Dağıtıcı Sistem: Yerçekimi ya da pompalar yardımıyla toplanan yağmur suyu son olarak binalarda kullanılacak yerlere doğru gönderilmektedir [39].

4.3.2 Binalarda yağmur suyu dağıtım sistemi

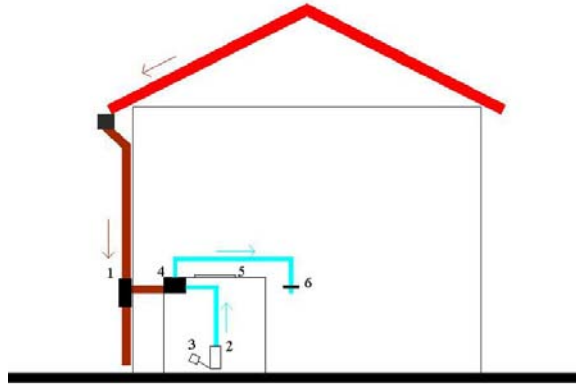
Binalarda kullanım ihtiyacına göre suyun niteliği, içme ve kullanma suyu (içme suyu kalitesinde olmayan su) olarak ikiye ayrılmaktadır. Çatılardan toplanan su, genellikle kullanım suyu olarak kullanılmakla birlikte, arıtılarak içme suyu seviyesine de getirilebilmektedir. Kullanım suyu ihtiyacının olduğu alanlar, ev temizliği, yangın söndürme, çamaşır yıkama, bahçe sulama, havuz doldurma, tuvalet yıkama, araç

yıkama, soğutma kuleleri ve endüstriyel işlemlerin gerçekleştirildiği alanlardır. İçme suyu ihtiyacının olduğu alanlar ise, yemek pişirme, banyo-duş, bulaşık yıkamadır. Yağmur suyu bina içinde ya da bina dışında kullanım suyu amaçlı olarak kullanılabilir. Yağmur suyu bina dışında; bahçe sulama, araç yıkama ve süs havuzlarını doldurma, bina içerisinde ise çamaşır makineleri ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır [38].

4.3.2.1 Yağmur suyunun bina dışında kullanılması

Konutlarda, kullanma suyu miktarı evsel kullanım miktarının %78'ini oluşturmaktadır. Bu oranın %59'u konut dışında bahçe sulamasında, %19 'luk kısmı ise konut içerisinde kullanılmaktadır. Yağmur suyu konut içerisinde kullanım suyu olarak kullanıldığı için, kullanım ve içme suyu tesisatını ayırmak gerekmektedir. İki farklı döşemin kurulması ise maliyet artışına neden olmaktadır. Bu nedenle yağmur suyunu, konut dışında kullanmak maliyet açısından daha uygun olmaktadır [38].

Çatı yüzeyinden toplanan yağmur suyu oluklardaki filtreden geçerek yağmur suyu deposunda toplanmaktadır. Yağmur suyu buradan dalgıç pompa ile depo dışına, bahçeye verilmektedir (Şekil 4.11).



1.Filtre, 2.Dalgıç pompa, 3.Emici filtre, 4.Bağlantı kutusu, 5.Yağmur suyu deposu kapağı, 6.Bahçe musluğu ile bahçe sulama

Şekil 4.11 : Yağmur suyunun bahçe sulamasında kullanılması

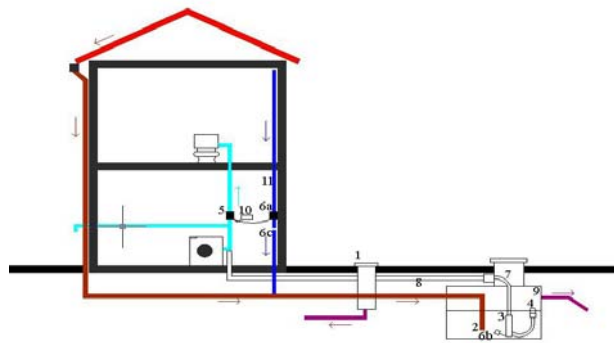
Şebeke suyu döşeminin, yağmur suyu döşemini kuraklık olduğu dönemlerde deponun boş kalmasına karşı beslemesi kullanıcının isteğine bağlı olarak değişmektedir.

4.3.2.2 Yağmur suyunun bina içerisinde kullanılması

Yağmur suyu bina içerisinde kullanım suyu olarak çamaşır makinaları ile tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır. Eğer şebeke döşemi, yağmur suyu döşemini besleyen yedek bir kaynak olarak kullanılacaksa, yağmur suyunun şebeke suyu ile karışmaması gerekmektedir. Bunun için yağmur suyu depolama tankının girişinde, yağmur suyu ile şebeke döşeminin birleştiği yerde hava boşluğunun bulunması, ya da alternatif olarak basınç düşürücü geri akış önleyici vananın kullanılması gerekmektedir. Binalarda yağmur suyunun kullanılması genel olarak, yağmur suyunun filtrelerden geçtikten sonra depoda toplanarak bina içerisinde kullanılacağı yere pompalanmasıdır. Bina içerisinde yağmur suyunun dağıtılması iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlar;

- Ana şebeke döşemi ile yağmur suyu döşemini besleyerek (Direk besleme sistemi),
- Ana şebeke suyu ile yağmur suyu döşemini bina içerisinde (çatı arasında) bir depoda birleştirerek (Yerçekimi sistemi ya da çatı deposu sistemi)[36].
- Ticari Sistemler

Ana şebeke döşeminin yağmur suyu döşemini besleyerek bina içerisinde kullanılması (Direkt Besleme Sistemi): Bu tip sistemlerde ihtiyaç duyulan dönemlerde yağmur suyu döşemi şebeke döşemi ile beslenmekte ve bu su bina içerisinde kullanım suyu olarak çamaşır makinaları ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır (Şekil 4.12).



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. Basınç hortumu, 8. Drenaj borusu, 9. Taşma borusu Borusu, 10. Elektronik gösterge, 11. Ana şebeke döşemi

Şekil 4.12 : Direkt besleme sistemi ile yağmur suyunun bina içerisinde kullanılması

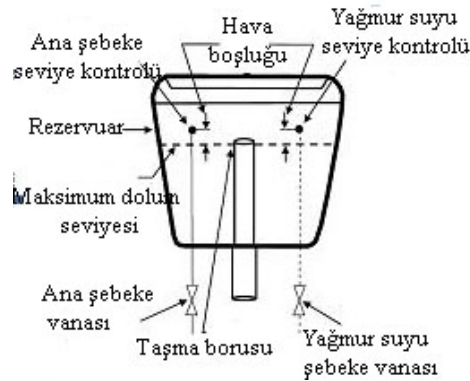
Sistemin avantajları:

- Bina içerisinde ek bir alana ihtiyaç yoktur.
- Yağmur suyu belli bir pompa basıncı ile pompalanmaktadır.

Sistemin dezavantajları:

- Yağmur suyu kullanılmadığı zamanda, gereksiz bir enerji kullanılarak ana şebeke döşemindeki su pompalanır.
- Eğer pompa arızalanırsa, su, yağmur suyu döşemini beslemek için kullanılamaz.
- Kontrol mekanizması daha pahalı ve karışıktır.
- Bina içerisinde su kullanımının olduğu her zaman pompa çalışmaktadır [36].

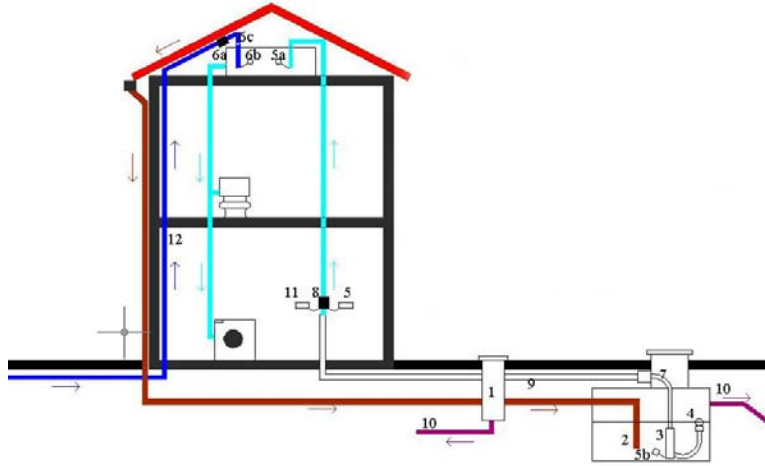
Bu tip sistemlerde şebeke suyu ihtiyaç duyulan dönemlerde yağmur suyu deposuna eklenmektedir. Çift döşeme sahip tuvalet rezervuarlarında ve çamaşır makinalarında yağmur suyu, şebeke suyu ile beslenmektedir (Şekil 4.13). Çift beslemeli tuvaletlerin kullanımı yaygın olmamakla birlikte, kullanışlı bir teknolojidir. Bu sistem ile yağmur suyunun olduğu dönemlerde rezervuarlarda yağmur suyu kullanılabilmekte, yağmur suyunun olmadığı dönemde ise ek bir pompaya ihtiyaç duymadan şebeke suyu kullanılabilir. Ana şebeke döşemi tuvalet rezervuarlarına kadar uzatılabildiği için ek bir maliyete yol açmaktadır [40].



Şekil 4.13 : Çift beslemeli tuvaletler [40].

Ana şebeke suyu ile yağmur suyu döşemini bina içerisinde (çatı arasında) bir depoda birleştirilmesi (Yerçekimi sistemi ya da çatı deposu sistemi): Bu sistemde çatı arasında bulunan depoya hem yağmur suyu döşemi hem de şebeke döşemi girmektedir. Sistem yağmur suyunun depoya dolması ve sonrasında bina içerisinde

Çamaşır makinası ve tuvalet rezervuarlarına yerçekimi ile iletilmesi ęeklinededir. Depo binanın st kotunda yer aldığı için dağıtımda ek bir pompaya ihtiyaç duyulmadan yerçekimi ile çamaşır makinası ve tuvalet rezervuarlarına iletilmektedir (Şekil 4.14).



1.Filtre, 2. Yağmur suyu deposuna giriş, 3. Dalgıç pompa, 4. Yüzücü-emici filtre, 5. Kontrol paneli, 5a. Yüzücü anahtar (atı tankındaki yağmur suyu ihtiyaını belirler), 5b. Yüzücü anahtar (yağmur suyu deposunun boş durumda çalışmasına engel olur), 6a. Solenoid vana (ęebeke suyunun tanka dolmasını sağlar), 6b. Yüzücü anahtar (ęebeke suyu ihtiyaını ölçer.), 6c. Tundish (AA tipi hava boşluğunun oluşmasını sağlar), 7. Bası hortumu, 8. Tek yönlü vana, 9. Drenaj borusu, 10. Taşma borusu, 11. Yağmur suyu deposu seviye göstergesi, 12. Ana ęebeke döşemi,

Şekil 4.14 : Yerçekimi sistemi ile dağıtım

Sistemin avantajları:

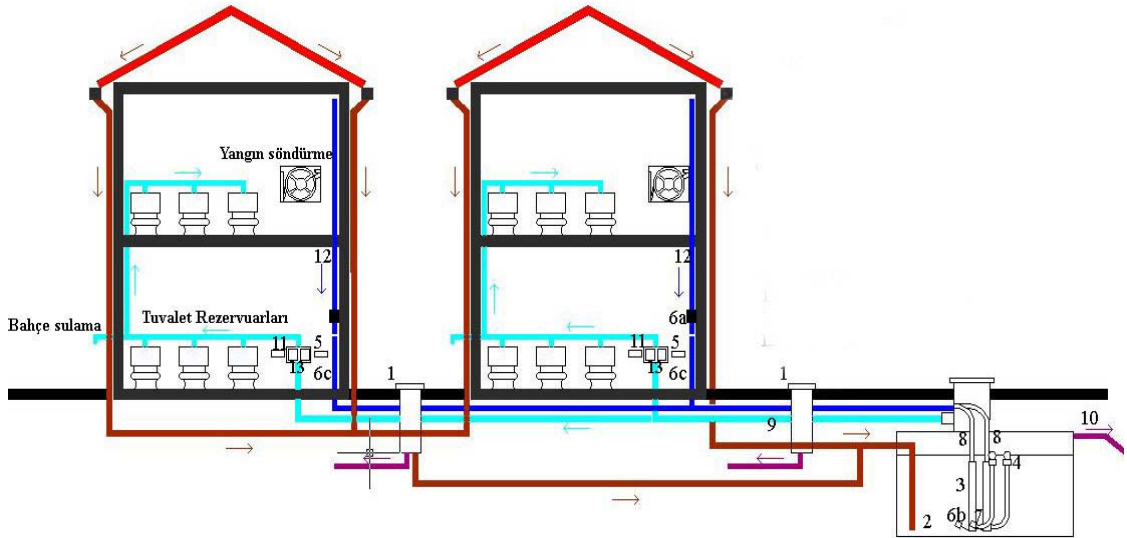
- Bina içerisinde herhangi bir elektrik kesintisi durumunda ya da yağmur suyu deposunda su olmadığı durumda kontrol paneli (5) yardımıyla, solenoid vana ile (6a) atı tankına ana ęebeke dşeminden su ilave edilmektedir.
- Düşük pompa maliyeti ve basit kontrol sistemi.
- atı deposu tamamen boşalınca, pompa çalışır ve yağmur suyu deposundan, çatıdaki depoya su pompalanır (yaklaşık 100 litrelik depo günde ortalama bir defa çalışmaktadır). Bina içerisindeki dağıtım ise yerçekimi ile sağlandığı için enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Sistemin dezavantajları:

- Bası modern çamaşır makinası ve bahçe sulaması için çok düşük olabilir. Tuvalet rezervuarı yavaş dolabilir.

- Çatı arasında depo için alana ihtiyaç vardır.
- Ticari kullanılabilir sistemler için sınırlı alana sahiptir [36].
- “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007”de 7.10. Betonarme Yapıların Güçlendirilmesi başlığı altında, “7.10.7. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması” maddesinde çatıda bulunan su deposu vb. tesisat ağırlıklarının zemine indirilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Ticari sistemler: Ticari binalarda ya da çatı alanı daha büyük konutlarda kullanılmaktadır. Ticari binalarda genellikle yağmur suyu kullanım suyu olarak tuvalet rezervuarlarında, yangın söndürme ve yeşil alan sulamasında kullanılmaktadır. Bu gibi binalarda yağmur suyunun toplandığı alan konutlara göre çok daha büyük olduğu için maliyeti konutlardaki maliyet oranlarına göre çok daha düşük olmaktadır. Sistem olarak küçük ölçekli binalarda kullanılan sistemlerle aynıdır. Ticari binalarda da yerçekimi sistemi ve direkt besleme sistemi seçenekleri bulunmaktadır. Bu tip sistemlerde bina alanı büyüdüğü için sistem elemanları ve sistem kapasitesi de büyümektedir (Şekil 4.15) [41].



1.Filtre, 2. Yağmur suyu deposuna giriş, 3. Dalgıç pompa, 4. Yüzücü-emici filtre, 5. Kontrol Paneli, 6a. Solenoid vana (şebeke suyunun yağmur suyu deposuna dolmasını sağlar), 6b. Yüzücü anahtar, 6c. Tundish (AA tipi hava boşluğunun oluşmasını sağlar), 7. Yüzücü anahtar (depo boş iken pompanın çalışmasını engeller), 8. Basınç hortumu, 9. Drenaj Borusu, 10. Taşma Borusu, 11. Seviye göstergesi (yağmur suyu deposu için), 12. Ana şebeke döşemi, 13. Çift pompa

Şekil 4.15 : Ticari binalarda yağmur suyu toplama sistemleri

4.4 Sağlık Donatımı Sisteminde Alınabilecek Önlemler

Sağlık donatımı sisteminde alınabilecek önlemleri, akış organlarında alınabilecek önlemler ve sağlık gereçlerinde alınabilecek önlemler olarak iki grupta inceleyebiliriz. Akış organlarında sızıntının engellenmesi ile su tüketimindeki kaçaklar engellenebilmektedir. Su tasarrufu sağlayan sağlık gereçleri ve akış organlarından çift akışlı tuvaletler, lavabo, eviye, duş bataryalarında perlatör (aerator) ya da debi (akış) regülatörü kullanılması, harekete duyarlı armatürler, vakumlu ve kompost tuvaletler, susuz pisuarlar ile su tüketimi azaltılabilmektedir.

4.4.1 Akış organlarında alınabilecek önlemler

Suyun akışını, hızını, basıncı, karışımını (sıcak su ile soğuk su) ayarlayıp aynı zamanda tüm döşemin gereğinde bakım ve onarımının gerçekleştirilebilmesi için suyun kesilmesini sağlayan elemanların tümüne akış organları denilmektedir. Bunlar; borular, armatürler (musluk ve bataryalar) ve vanalardır. Özellikle son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte yenilikçi su tasarrufu sağlayan ürünler ile su kullanım miktarı büyük oranda azaltılmıştır.

Borular: Şebeke sistemindeki fiziksel kayıpların başlıca nedenleri; şebeke sistemindeki basınç artışı ile boruların tahrip olması, eskiliği, bağlantı ve birleşim yerlerinin deformasyonu, korozyonu, vanaların bozulmasıdır. Bu nedenlerden ötürü, borulardaki çatlaklardan, vanaların bağlantı yerlerinden, bina içerisindeki musluklardan sızıntılar oluşmaktadır. Kayıplara engel olabilmek için, gerekli bakım ve onarımın yapılması, borular ile ek birleşim yerleri ve vanalarda korozyonu engelleyici malzemelerin kullanılması, şebekelerde düzensiz basınç oluşumunun engellenmesi gerekmektedir.

Perlatörler (aerator): Lavabo, eviye, banyo bataryalarında kullanılan su ile havayı karıştırarak, suyun eşit basınçta akmasını ve böylece suyun daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Lavabo bataryalarında bu perlatörler sayesinde su tüketimi dakikada 12 litreden 5 litreye kadar düşürülebilmektedir [42].

Debi (akış) regülatörü: Şebeke suyu, bina içerisinde aynı anda farklı yerlerde kullanılabilmekte (tesisatta basınç farklılıkları oluşabilmekte) bu nedenle debisinde düşme görülebilmektedir. Debi regülatörü suyun basıncı değişse de sabit debide su akışı sağlayan aparatlar olup suyun daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

Düşük akışlı duş başlıkları: Günümüzde su korunumunun önemi arttığından su tasarrufu sağlayan duş başlıkları tercih edilmeye başlanmıştır. Duş başlığında bulunan perlatör ya da debi regülatörü, hava ile suyun eşit oranda karışması sağlanmaktadır. Böylece daha az su daha etkin bir şekilde kullanılabilir. Duş sistemlerinde kullanılan debi regülatörü ile klasik duş başlıklarında 20 litre/dakika olan su tüketimini 7-8.5 litre/dakika'da tutarak %60 oranında su tasarrufu sağlayabilmektedir [42].

Harekete duyarlı musluklar: Özellikle son yıllarda su kullanımının azaltılabilmesi için harekete duyarlı musluklar ve bataryalar da kullanılmaya başlanılmıştır. Musluklarda kullanıcı ellerini ovalarken önemli ölçüde su harcamaktadır. Bunun yanı sıra normal muslukların ve bataryaların unutulmuş olarak açık bırakılması ile su tüketimi daha da fazla artmaktadır. Harekete duyarlı musluk ve bataryalar, kullanıcının ellerinin aktif bölgede olmadığı zaman çalışmayacak şekilde tasarlanmıştır. Musluklar ve bataryalar ile harekete duyarlı musluk ve bataryaların her ikisinin de 8,3 litre/dakika akış olduğu kabul edilmekte olup, buna göre bir el yıkama işleminde kullanılan su miktarı karşılaştırıldığında, normal musluklarda 4.6 litre su kullanılmakta iken, harekete duyarlı musluklarda 0.6 litre su kullanılmakta olup yaklaşık 4 litrelik bir tasarruf söz konusudur [43].

Kontrollü duş sistemleri: Su korunumu için tüm Dünya'da kullanılmaya başlanan ön ödemeli bir sistemdir. Duş sistemlerinin yanında bulunan cihaza kullanılacak süreye göre jeton atılmakta, duş başlığı aktif duruma geçerek su akıtmaya başlamaktadır (Şekil 4.16) [44]. Her kontör örneğin 5 dakikalık su kullanımına izin vermektedir. Bu sistemde kullanıcı kullanacağı suyun parasını önceden ödemekte dolayısıyla suyu daha bilinçli tüketmektedir.



Şekil 4.16 : Kontrollü duş sistemleri [44].

Sayaçlı duş başlığı, musluk, rezervuarlar: Sağlık gereci ya da akış organlarında ne kadar suyun tüketildiğini göstermektedir. Elektronik gösterge rezervuar, musluk ya da bataryalar ile duş sistemlerinin yakınında kullanıcının görebileceği şekilde monte edilmektedir. Elektronik göstergeler sayesinde ne kadar su tüketildiği görülmekte ve böylece daha bilinçli su tüketilmesi sağlanmaktadır (Şekil 4.17) [45].

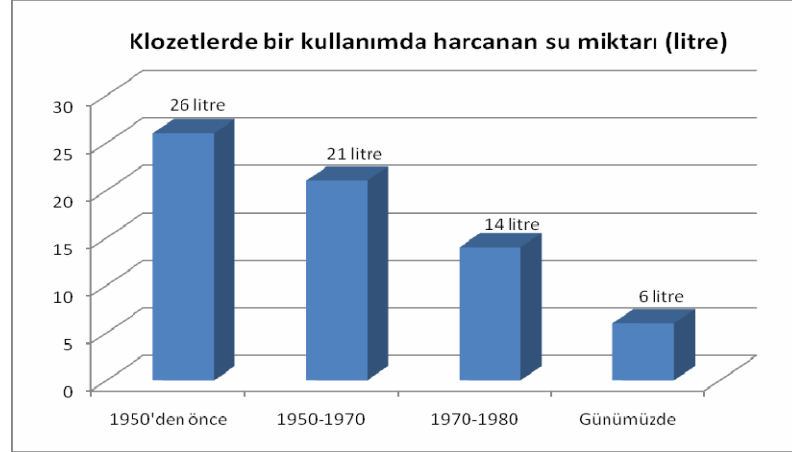


Şekil 4.17 : Sayaçlı duş başlığı, musluk ve rezervuar [45].

4.4.2 Sağlık gereçlerinde alınabilecek önlemler

Su korunumunun öneminin artması ile çeşitli sağlık gereçlerinde suyun kullanımını azaltan sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler ve çalışma prensipleri açıklanmıştır.

Rezervuarlar veya Hela Taşlarında Kullanılan Rezervuarlar: Alafranga hela taşlarının rezervuarlarında kullanılan su miktarı yıllar içerisinde giderek azalmıştır. 1950’den önce her sifon çekişte 26 litre su tüketilmekte iken 1950-1970 yılları arasında 19-21 litreye, 1980’lerde 12-15 litreye düşmüştür. 90’lı yıllardan itibaren ise 6 litre/kullanım değerinden daha fazla su kullanımı yasaklanmıştır. Günümüzde yaygın olarak 6 litre su ile tam yıkama sağlayan tuvaletler kullanılmaktadır (Şekil 4.18) [43].



Şekil 4.18 : Yıllara göre klozetlerde su kullanımı

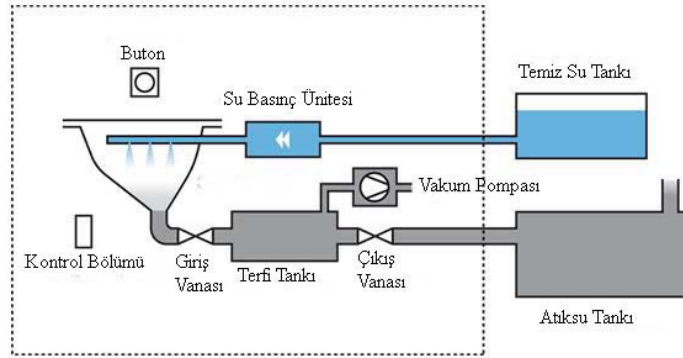
Çift akışlı tuvalet: Ülkemizde de yaygın bir şekilde kullanılan çift akışlı tuvaletlerde katı ve sıvı atıklar için farklı su miktarları öngörülmüştür (Şekil 4.16). Çift butona sahip sifon kolu 3.8 litre ya da 6 litre su kullanmaktadır [43]. Bu oranlardaki su kullanımına sahip çift akışlı tuvaletlerin kullanımı giderek daha da yaygınlaşırken, bu oran 2.5/4 litreye kadar düşürülerek %60'lara varan bir su tasarrufu sağlanmaktadır (Şekil 4.19) [42].



Şekil 4.19 : Çift akışlı tuvalet [46]

Vakum tuvalet: Atıklar, vakum sisteminde oluşturulan basınç ile gönderilmektedir. Yıkama amaçlı olarak az oranda suyun kullanıldığı tuvalet tipidir [47]. Bu tip tuvaletlerde yaklaşık 1-0,5 litre su tüketilmektedir [48]. Klasik bir tuvalette her

yıkama için 6 litre su kullanılmakta iken bu tip tuvaletler ile %80'e varan su tasarrufu sağlanabilmektedir. Gemilerde ve uçaklarda yaygın olarak kullanılmakla birlikte binalarda da kullanılmaktadır. Atıkların depolanması için yine az miktarda suya gereksinim duyulmakta olup tesisat sistemi bir vanayla izole edilir. Pompalara atmosfer basıncının üstünde bir basınç verilerek tüm bu atıklar toplama kanalına gönderilir. Bu tip tuvaletlerde sistem şu şekilde çalışmaktadır; butona basıldığında aktif duruma geçen vakum pompasında, sıkıştırılmış olan hava terfi tankına gönderilir ve burada basınç oluşturulur. Terfi tankında oluşturulan sıkıştırılan havanın yarattığı basınç ile giriş vanası açılmakta ve tuvalet içerisindeki atıklar tanka dolmaktadır. Giriş vanasının kapanması ile birlikte çıkış vanası açılmakta ve atıklar buradan, atık tankına gelmektedir (Şekil 4.20).

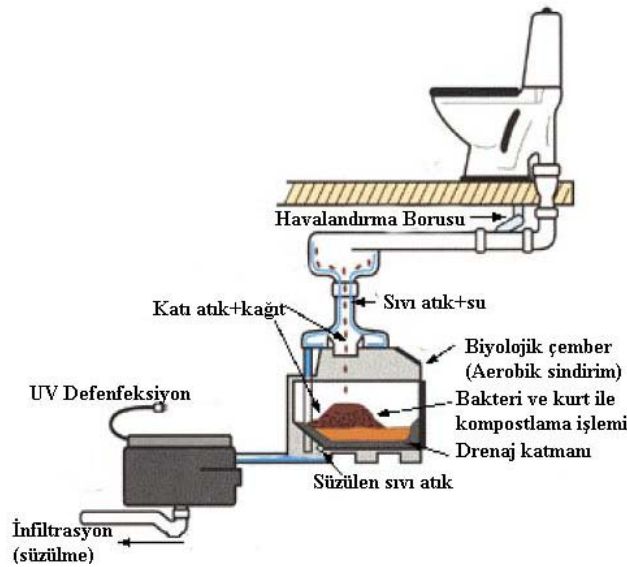


Şekil 4.20 : Vakum tuvalet [47].

Kompost tuvalet: Kompostlama, katı atık ve çamur gibi organik maddelerin, anaerobik çürütme yoluyla bir tür gübreye dönüştürmesini sağlayan biyolojik işlemdir. Kompost tuvaletler, katı atıkların bu şekilde kompostlandığı tuvalet tipidir. Bu tip tuvaletlerde, su ya az miktarda ya da hiç kullanılmamaktadır. Bu nedenle özellikle kanalizasyon altyapısı bulunmayan alanlarda hijyenik ve güvenli bir ortamın oluşturulması açısından tercih edilmektedir [49]. Kompost tuvaletler evsel su tüketiminin azaltılmasında da oldukça etkilidirler. Bu tip tuvaletlerdeki sistem; katı ve sıvı atıkların atıksudan ayrılarak, bitkisel besin ve organik maddeler ile kompostlanmasıdır. Geri kalan atıksu da böylece daha kolay arıtılabilmektedir (Şekil 4.21).

Kompost tuvaletlerin, az miktarda suyun kullanıldığı ya da hiç su kullanımının olmadığı farklı çeşitleri bulunmaktadır [50]. Katı atıklar havalandırması iyi yapılmış olan kompost çembere gelir. Bakteri ve kurtlar tarafından aerobik sindirim ile

parçalanarak kompostlanır (sıkıştırılır). Soğuk, kurtların yok olmasına neden olacağı için kompostlama işlemi için en uygun sıcaklık 12-25°C'tur. Bu tip tuvaletlerde aerobik sindirimi desteklemek, işlem sonucu ortaya çıkan ısı, nem ve CO₂ gazının giderilmesi için havalandırma kanalının bulunması gerekmektedir. Bu kanal, fan ile havalandırılmaktadır. İşlem sonucunda kompostlama yeraltında gübre olarak biriktirilir. Kompost tuvaletlerde katı atıktan ayrılan sıvı atık, bakteri ve virüslerin öldürülmesi için UV ışınları ile dezenfekte edilmektedir (Şekil 4.21) [51]. Bu sistemde, su tüketimi azaltılmasına ve katı atıkların kompostlanarak doğal ortama verilmesine rağmen, havalandırma kanalında kullanılan fan için elektrik tüketiminden dolayı ortaya çıkacak maliyet ve CO₂ çıkışı da göz önünde bulundurulmalıdır [50].

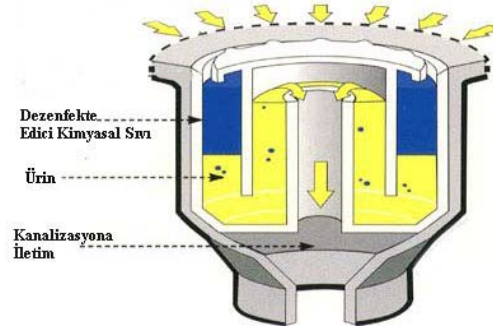


Şekil 4.21 : Kompost tuvalet [51].

Pisuar: Su ile çalışan pisuarlar 3 ile 6 litre arasında su harcamaktadır [43]. Günümüzde su korunumu için geliştirilen teknolojiler farklı pisuar tiplerini ortaya ortaya çıkarmıştır.

Susuz pisuar: Su tüketmeyen bu tip pisuarlarda idrardan daha hafif bir sıvıdan faydalanılmaktadır. Susuz pisuarlarda sifon içerisinde yer alan düşük yoğunluklu sıvı ile dezenfeksiyon için kullanılan kimyasal madde birleşmektedir. Karışımda ortaya çıkan maddenin yoğunluğu daha az olduğu için sıvı atığın üstüne çıkar. Bu sayede sıvı atık kanalizasyon sistemine gönderilmiş olmaktadır (Şekil 4.22). Burada kullanılan yoğunluğu düşük bariyer sıvısının kullanıma bağlı olarak yılda en az 2 ya da 6 defa değiştirilmesi önerilmektedir. Dezenfeksiyon için kullanılan sıvının ise

haftada bir defa değiştirilmesi gerekmektedir. Bu sistem özellikle Hollanda, Belçika ve Almanya gibi ülkelerde daha yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.



şekil 4.22 : Susuz pisuarlar [52].

Harekete duyarlı pisuar: Gizli ve elektronik harekete duyarlı yıkama sistemi sayesinde gereksiz su tüketimini engellenmektedir. Sensör, kişiye sadece kullanım anında algılayarak yıkama yapmaktadır (şekil 4.23). Su tüketimi 1.2-3 litre arasında değişmektedir [53].



şekil 4.23 : Harekete duyarlı pisuar [54].

4.5 Makro Ölçekte Alınabilecek Önlemler

Su tasarrufu sağlayan ekipmanların kullanılması, gri suyun dönüştürülerek kullanılması ve yağmur suyunun binalarda kullanılmasının yanısıra makro ölçekte alınabilecek bir önlemle deniz suyundan tatlı su elde edilmesi yaklaşık 50 yıldır kullanılan bir yöntemdir. Dünya üzerindeki su potansiyelinin %97,5'sini deniz suyu oluşturmakta olup bu suların içilebilecek ya da kullanılabilir evsel nitelikli suya dönüştürülmesi ile su temini açısından sınırsız bir potansiyel elde edilebilmektedir. Gelişen yenilikçi teknolojileri ile deniz suyu tuz giderimi ile içme ve kullanma suyuna dönüştürülmekte ve binalarda içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilir. Özellikle Ortadoğu'daki pek çok ülkede (İsrail, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt, Bahreyn, Katar ve Umman) deniz suyunun tuzsuzlaştırılması uygulaması ile içme-kullanma suyu elde edilmektedir. Türkiye, su varlıklarına göre ülkelerin sınıflandırılmasında "su sıkıntısı çeken ülke" kategorisinde yer almasına rağmen, kıyı bölgelerindeki yazlık konut, tatil köyleri ve oteller dışında henüz bu uygulama yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Deniz suyunun tuzsuzlaştırılarak içme-kullanma suyu elde edilmesi aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

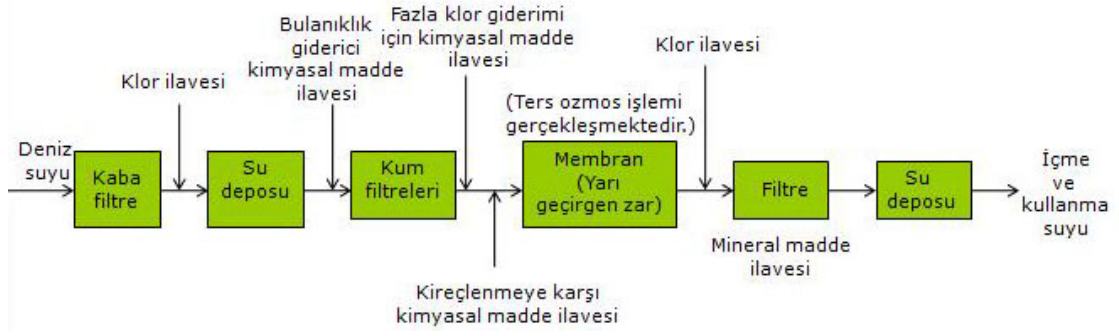
- Termik yöntemler: genleşmeli damıtma, kaynatma, buharlaştırma
- Mekanik enerjili yöntemler: ters ozmos, elektrodiyaliz, iyon değişimi, kristalizasyon

Bu yöntemlerin arasında kullanımı en yaygın yöntem ters ozmos yöntemidir. Ters ozmos yöntemi, sahip olduğu, kesiksiz ve otomatik işletme olanağı, faz ve sıcaklık değişimlerinden az etkilenen düşük enerji kullanımı, boyut sınırlanmasının olmayışı, modüler tasarımın yapılabilmesi, kimyasal katkı ihtiyacının olmayışı, ilk yatırım maliyetinin düşük oluşu gibi avantajları nedeniyle geniş bir kullanım alanına sahiptir [55].

Ters ozmos, farklı konsantrasyonlara sahip iki çözeltinin, membran adı verilen yarı geçirgen bir zarla ayrılarak, konsantre çözelti tarafına (tuzlu deniz suyu) dışarıdan ozmotik basınçtan daha yüksek bir basınç uygulanarak çözelti konsantrasyonunun alçak olduğu tarafa akmasıdır. Bu sistem yardımı ile deniz suyu tuzundan arındırılmaktadır.

Ters ozmos sistemi ile deniz suyundan içme ve kullanma suyu elde edilmesi şu şekilde olmaktadır;

- Deniz kenarında açılan artezyen kuyusundan dalgıç pompalar ile deniz suyu çekilir.
- Dalgıç pompalar ile çekilen deniz suyu ön çöktürme haznesine alınır. Bu haznede denizden gelebilecek kum gibi malzemelerin çökeltilmesi sağlanır. Su deposuna alınmadan önce kaba filtreden geçirilerek kum ve büyük parçalar temizlenir.
- Filtrelerden geçirilen deniz suyu (otomatik dozaj pompası ile) klorlanır ve su deposuna yollanır.
- Su deposundaki klorlanmış su, bir adedi yedek olan basınçlandırma pompaları ile su deposundan alınarak ters ozmos sistemine gönderilir.
- Su deposunda bu pompalar ile basınçlandırılan suya, bulanıklık giderici kimyasal madde katılır ve kum filtrelerine gönderilir. Kum filtreleri, suda bulunan belli bir büyüklüğün üzerindeki büyük parçaları tutup, bulanıklığı gidermektedir. Bu sayede suda bulunan askıda katı madde, bulanıklık gibi fiziksel kirliliklerin giderilmesi sağlanmaktadır.
- Klorun zararlı etkilerini azaltmak ve kireçlenmeyi engellemek için çeşitli kimyasal maddeler katılır.
- Filtrelenmiş ve kimyasallar dozlanmış su, yüksek basınç pompaları ve membranları korumak amacıyla membranlardan önce, suyun kalitesine göre değişen filtrasyon hassasiyetine sahip (kartuş) filtrelerden geçirilmektedir.
- Membranlara giren su ters ozmos ile tuzdan arındırılır. Su deposunda bakteri ürememesi için klor ilave edilir. Ayrıca, membranlardan geçirilen ürün suyu dağıtım sisteminde korozyon (paslanma) problemine neden olabileceği için mineral madde eklenmesi için (dolomit) filtreden geçirip kalsiyum yönünden zenginleştirilerek su deposuna gönderilir ve buradan da içme-kullanım suyu olarak dağıtımı gerçekleştirilir (Şekil 4.24) [56].



Şekil 4.24 : Ters ozmos sistemi ile deniz suyundan içme-kullanma suyu elde edilmesi

Ülkemizde deniz suyunun arıtılarak içme-kullanma suyu olarak kullanılmasına ilişkin uygulamalar daha çok su sıkıntısının yaşandığı Ege ve Akdeniz kıyılarında tercih edilen bir uygulamadır. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde içme ve kullanma suyunu tankerlerle satın alma yöntemi tercih edilmektedir. Oysa bu yöntem deniz suyunun arıtılmasından çok daha yüksek bir maliyete sahiptir. Bu bölgelerdeki yazlık sitelerde, otellerde ve tatil köylerinde, ters ozmos yöntemiyle deniz suyu tuzundan arındırılarak içme-kullanma suyu olarak kullanılmaktadır.

5. BİNALARDA SUYUN KORUNUMUNA İLİŞKİN DÜNYA'DAKİ GELİŞMELER, UYGULAMALAR VE TÜRKİYE'DEKİ ÖRNEKLER

Dünya'da su kaynaklarının hızla azalması nedeniyle su yönetimi giderek daha da önem kazanmaktadır. Suyun sürdürülebilir bir kaynak olmasına rağmen azalması tüm Dünya'da su tüketiminin azaltılması için geliştirilen teknolojilere paralel olarak bu teknolojilerin yaygınlaştırılması için yasal zorunluluklar getirilmekte ya da teşvikler ile kullanılmasının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Yeni geliştirilen teknolojilere paralel olarak bu teknolojilerin yaygınlaştırılması için yasalar, yönetmelikler ve binalarda uygulamalarına ilişkin devlet teşvikleri ile bu teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır.

Bu bölümde, tüm Dünya'da uzun yıllardır kullanılmakta olan, su tüketimini azaltan teknolojiler için hükümetler tarafından getirilen yasal zorunluluklar ile farklı çevre ajansları tarafından hazırlanan yol gösterici kılavuzlar ve konu ile ilgili teşvikler incelenerek, ülkemizde uygulanabilirliği değerlendirilecektir.

5.1 Binalarda Suyun Korunumu Konusunda Dünya'daki ve Türkiye'deki Yasalar, Yönetmelikler

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. Farklı ülkelerde, gri suyun arıtılması, yağmur suyu kullanımına ilişkin esaslar standart, yönetmelik ya da ajanslar tarafından belirlenen kılavuzlarda farklı şekillerde belirlenmiştir.

Almanya: Gri suyun arıtılarak binalarda kullanımı sınırlıdır. Bu sistemin yerine özellikle tuvalet rezervuarlarında daha yüksek kalitede bir kaynak olduğu için, yağmur suyu kullanımı tercih edilmektedir. Yağmur suyu toplama sistemleri konusunda “DIN 1989” pekçok ülkede bu konuda oluşturulan standartlara öncülük etmiştir [36]. Bu standart yağmur suyuna ilişkin, planlama, tesisat, uygulama ve bakım, yağmur suyu filtreleme, yağmur suyu rezervuarları ve ek bileşenleri konularını ele almaktadır.

İngiltere: Gri suyun arıtılarak kullanılması ülke genelinde çok yaygın değildir. Bu nedenle gri su kullanımına ilişkin mevcut yasal herhangi bir yönetmelik bulunmamaktadır [57]. Yağmur suyu kullanımı ise İngiltere’nin bazı bölgelerinde, ilk yatırım ve bakım maliyeti, yağmur suyunun kalitesinin halk sağlığı üzerinde etkileri gibi sebeplerden ötürü, pekçok teşvik programına rağmen yavaş yavaş yaygınlaşmaya başlamıştır [58]. Yağmur suyu kullanımı konusunda “BS-8515: 2009 Yağmur Suyu Toplama Sistemleri, Uygulama Standardı” yeni çıkartılmıştır. Bu standart, İngiltere’de, yağmur suyunun kullanım suyuna eklenmesine ilişkin tasarım, tesisat ve bakımı hakkında bilgi vermektedir.

A.B.D: Gri su kullanımına ilişkin ulusal bir kılavuz bulunmamakla birlikte, her eyalet kendine göre farklı yönetmelikler belirlemişlerdir. Bu yönetmelikler EPA (Environment Protection Agency), USGBC (US Green Building Council Leadership Energy and Environmental Design) gibi ajanslar tarafından hazırlanmış olup, gri suyun farklı kullanım amaçlarına göre su kaliteleri ve arıtma dereceleri belirlenmiştir. Yönetmeliklerde, tekrar kullanım için, sınırlandırılmamış kentsel kullanım, sınırlandırılmış kentsel kullanım, yenilmeyecek tarımsal ürünler için kullanım, yenilebilecek tarımsal ürünler için kullanım, sınırlandırılmamış rekreasyonel kullanım, sınırlandırılmış rekreasyonel kullanım, çevresel kullanım, endüstriyel kullanım, yeraltı suyu besleme, indirekt içilebilir kullanım şeklinde farklı kullanım alanları ele alınmıştır. New Mexico, Santa Fe’de, 232 m²’nin üstündeki yeni binalarda yağmur suyu toplama sistemlerinin kullanılması zorunluluğu getirilmiştir [39].

Fransa: 1991 yılından bu yana atıksular arıtıldıktan sonra tarımsal ve rekreasyonel sulamada kullanılmaktadır. İçerik olarak WHO tarafından yayınlanan kılavuzu takip etmekle birlikte, sulama teknikleri konusunda ek kısıtlamalar getirmektedir [59]. Ulusal Sağlık Yasası'na göre arıtılmamış suların binaların dışında (bahçe sulama ya da araba yıkama gibi), arıtılmış suların bina içerisinde tuvalet rezervuarlarında kullanılmasına izin verilmektedir [60].

Avustralya-Viktorya: 5 Yıldız Standartına göre Haziran 2005 yılından itibaren yeni yapılan binaların enerji etkinliği ve su yönetimine göre inşaa edilmesi gerekmektedir. Su tasarrufu sağlayan musluk ve armatürlerin kullanılması, güneş enerjili sıcak su sistemi ya da tuvalet yıkama amaçlı olarak yağmur suyu tankının kullanılması gerekmektedir [61].

Japonya: 1960'lardaki ekonomik gelişmeyle birlikte hızla büyümeye başlayan Japonya'da kısıtlı olan su kaynaklarından maksimum ölçüde faydalanılmaya başlanması amacıyla çift dağıtım sistemi (arıtılmış su döşemi ile şebeke suyu döşemi) geliştirilmiştir. 1984 yılında Tokyo Hükümeti tarafından 3,000-5,000 m² den büyük yeni binalarda çift dağıtım sistemi kurularak, geri kazanılan su, tuvalet rezervuarlarında ve pisuarlarda kullanılmaya başlanmıştır [62].

30,000 m²'den daha büyük binalarda gri su arıtma sistemleri ya da yağmur suyu toplama sistemlerinin kullanılması Japonya Bayındırlık Bakanlığı tarafından yasa ile zorunluluk haline getirilmiştir [36].

Hindistan: Hindistan'ın çeşitli farklı şehirlerinde yeni binalarda yağmur suyu kullanımına ilişkin yasal zorunluluklar getirilmiştir.

- Yeni Delhi'de 100 m²'den büyük çatı alanına sahip tüm yeni binalarda ve 1000 m²'den büyük inşaat alanına sahip yeni binalarda,
- Gujarat'da tüm resmi binalarda,
- Indore'da 250 m² inşaat alanına sahip tüm yeni binalarda,
- Hyderabad'da 300 m² üzerinde alana sahip tüm yeni binalarda,
- Chennai'de 3 katlı tüm yeni binalarda,
- Mumbai'de 1.000 m² parsel alanına sahip tüm binalarda

- Rajasthan’da 500 m²’den daha büyük parsel alanına sahip altyapısı bulunan şehirsel alanlarda,

yağmur suyu kullanılması kanunen zorunlu hale getirilmiştir [63].

İsrail: Tarımsal ve endüstriyel büyüme ile birlikte su kaynaklarının yetersiz oluşu nedeniyle su sıkıntısının yaşandığı İsrail’de, atıksu, su kaynağı olarak görülmektedir. Ülke sınırları içerisinde ortaya çıkan atıksuyun %70’inden fazlası arıtılarak tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan yönetmeliğe göre çevresel, rekreasyonel, endüstriyel atıksuların kullanım amaçlarına göre parametreleri belirlenmiştir [64]. Ayrıca Ashkelon’da kurulan tesis Dünya’nın en büyük ters ozmos tesisi olup, deniz suyundan yılda 100 milyon m³ tatlı su elde edilmektedir [65].

Türkiye: Ülkemizde 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” (SKKY) Madde 28.’e göre; Sulama suyunun kıt olduğu ve ekonomik değer taşıdığı yörelerde, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğinde” verilen sulama suyu kalite kriterlerini sağlayacak derecede arıtılmış atıksuların, sulama suyu olarak kullanılması teşvik edilir. Bu amaçla uygulanacak ön işlemler ve yapılması gereken incelemeler Teknik Usuller Tebliğine göre yapılır. Bir atıksu kütlesinin bu tür kullanımlara uygunluğu, valilikçe İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, İl Tarım Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğünden oluşturulacak komisyonca belirlenir.

Bunun yanı sıra yine aynı yönetmelikte su ortamlarının kalite sınıflandırması başlığı altında yüzeysel sular kalitelerine göre dört sınıfa ayrılmaktadır. İçme suyu amaçlı kullanılacak suların çevresinde 3 adet koruma kuşağı bulunmasını şart koşmaktadır. Her bir koruma kuşağında izin verilen insan faaliyetleri belirtilmektedir. Alıcı ortama deşarj edilecek endüstriyel ve evsel atıksularda uyulması gerekenler belirtilmiştir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği: Yedinci Bölüm’de “Arıtılmış Atıksuların Sulamada Kullanılması” Madde 46 - Atıksuların araziye vermeye veya sulamaya uygun olup olmadığını belirlemek için incelenmesi gereken parametreler belirtilmektedir. Atıksuların tarımda kullanımı ile ilgili esaslar ve teknik sınırlamalar ile arıtılmış evsel atıksuların dezenfekte edilmeden sulamada kullanılıp kullanılamayacağı bu yönetmelikte belirtilmektedir.

TS-266 Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular: Bu standartta içme ve kullanma suyunun tanımı yapılarak, bu özellikteki suyun kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri hakkında bilgi verilmektedir.

İstanbul İmar Yönetmeliği: 15.06.2007 tarih ve 1512 sayılı Meclis Kararı ile 23.06.2007 tarih itibariyle yürürlüğe girmiş olan İstanbul İmar Yönetmeliği, “ Madde 12.02 Atksu Mecraları’nda”, “.....1,000 m²’nin üzerindeki parsellerde, yüzey sularını toplamak, binaları zemin suyundan korumak ve bahçe sulama işlerinde kullanmak üzere, bir drenaj sistemi olusturularak, yüzey ve zemin sularının tabii zemin altında tesis edilecek bir sarnıçta toplanması sağlanacaktır. Söz konusu drenaj sistemi ve sarnıç bina ön cephe hattı gerisinde yan ve arka bahçe mesafeleri içinde düzenlenebilecek ve vaziyet planında gösterilecektir.

Çatı sularını toplayan yağmur su boruları yukarıdaki madde de belirtilen sarnıçlara ya da yoldaki yağmursuyu sebekesine bağlanacak, atksu şebekesine bağlanmayacaktır. Bağlandığı tespit edildiği takdirde Belediye veya İSKİ tarafından gerekli müdahale yapıp bedeli bina sahibinden tahsil edilecektir” denilmektedir

Ülkemizde atıksuyun arıtılmasına ilişkin standartlar aşağıda belirtilmektedir.

- TS EN 12566-1 Küçük atıksu arıtma sistemleri - Nüfusu 50 eşdeğer nüfusa (EN) kadar olan yerler için - Bölüm 1: Ön yapımlı septik tanklar: Bu standart, nüfusu ≤ 50 EN olan yerlerde evsel atık suların kısmi arıtılmasında kullanılan ön yapımlı septik tankların ve yardımcı ekipmanların gereklerini kapsar. Boruların boyutları, yükler, su sızdırmazlık, işaretleme ve kalite kontrolü ile ilgili şartları belirlemektedir.
- TSE CEN/TR 12566-2 Küçük ölçekli atıksu arıtma sistemleri 50 PT'ye kadar- Bölüm 2: Topraklı süzme sistemleri
- TS EN 12566-3+A1 Küçük atık su arıtma sistemleri - 50 eşdeğer nüfusa kadar olan yerler için - Bölüm 3: Hazır ve/veya yerinde kurulabilen evsel atık su arıtma tesisleri
- TS EN 12566-4 Küçük atık su arıtma sistemleri - 50 eşdeğer nüfusa kadar olan yerler için - Bölüm 4: Prefabrik kitlerden yerinde kurulan Septik Tanklar
- TS EN 12255-16 Atıksu arıtma tesisleri- Bölüm 16: Fiziksel (mekanik) süzme

- TS EN 12255-5 Atıksu arıtım tesisleri - bölüm 5: Lagon prosesi

Ülkemizde, yağmur suyunun toplanması ve gri suyun binalarda kullanılmasına ilişkin, planlama, tesisat, uygulama ve bakım gibi konularının ele alındığı herhangi bir standart ya da yönetmelik bulunmamaktadır.

5.2 Binalarda Suyun Korunumu Konusunda Dünya'daki ve Türkiye'deki Teşvikler

Binalarda su korunumuna ilişkin farklı ülkelerde farklı teşvikler oluşturulmuştur. Su korunumuna ilişkin geliştirilen yeni teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla belirli sürelerde farklı teşvik sistemleri oluşturulmuştur. Finansal teşvik, vergi indirimleri ya da yeşil bina değerlendirme sistemleri sonucunda farklı derecelerde alınan sertifikaların emlak değerlerine yansması gibi her ülkenin belirlediği farklı teşvikler bulunmaktadır.

A.B.D: Yağmur suyu kullanımı A.B.D'de oldukça yaygın olup yaklaşık 100,000 kadar sistemin kurulduğu tahmin edilmektedir. 1970'lerden itibaren kullanılmaya başlanan bu sistemler için geliştirilen teşvikler henüz kısıtlı olmakla birlikte, her eyaletin belirlediği farklı finansal teşvikler bulunmaktadır [66].

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 [67].

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. Virginia eyaletinde sistem maliyetinin yarısını geçmemek şartıyla 2,000 dolara kadar vergi indirimi yapılabilmektedir [67].

Albuquerque, New Mexico: Konut içi kullanımın %30'unu tuvaletlerde kullanım oluşturmaktadır. Yeni binaların tümünde su korunumunda yüksek etkinliğe sahip tuvaletlerin kullanılması Uniform Plumbing Code tarafından kabul edilmiştir. Düşük akışlı tuvaletlerin kullanımı finansal teşvikler ile desteklenmiştir. Teşvik, su faturalarında ekstra bir indirim şeklindedir. İndirim, tek ailenin oturduğu konutlarda düşük akışlı tuvaletle değiştirilen birinci tuvalette 125 dolar, ikinci tuvalette 75 dolar, üçüncü tuvalette 50 dolar, duşbaşıklarında 8 dolar olup, birden fazla ailenin yaşadığı konutlarda tuvalet başına 90 dolar, duşbaşığı için 8 dolardır [68].

Avustralya: Avustralya Hükümeti tarafından yağmur suyu ve gri su kullanımının artırılması için “National Rainwater and Greywater Initiative” programına para aktırmıştır. 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 [69]. Queens Land’da konutlarda yağmur suyu sisteminin kurulumuna hükümet tarafından 1,500 dolara kadar indirim yapılmaktadır. Sidney ve New South Wales’de BASIX (Building and Sustainability Index) Bina Yönetmeliği şebeke suyu kullanımının %40 oranında azaltılmasıyla Konutlarda BASIX kriterlerine su korunumu sağlanmaktadır [61].

Japonya: Konutlarda gri su kullanımı ile yağmur suyu kullanımı için herhangi bir teşvik olmamakla birlikte ticari binalarda kullanımı oldukça yaygındır. 30,000 m²’den daha büyük veya kullanım suyu ihtiyacı günlük 100,000 m³’ten büyük binalarda gri su arıtma sistemlerinin kullanılması Japonya Bayındırlık Bakanlığı tarafından yasa ile zorunluluk haline getirilmiş olup, bu sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yaklaşık %50’si devlet teşviki ile karşılanmaktadır [70].

Almanya: 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 [36].

Avusturya: Burgenland eyaletinde yağmur suyu sisteminin kurulmasında 1,800 euroya kadar indirim yapılmaktadır [36].

Türkiye: Ülkemizde binalarda su korunumuna ilişkin herhangi bir vergi indirimi ya da finansal teşvik bulunmamaktadır.

5.3 Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri

Yeşil bina değerlendirme sistemlerinin temeli sürdürülebilir tasarımlara dayanmaktadır. Binalarda sürdürülebilir kaynakların sürekli tüketilmesi yerine tüm kaynakların mümkün olduğunca az tüketilmesi, tekrar kullanılması ya da geri dönüştürülmesini kapsayan değerlendirme sistemleri farklı ülkelerde farklı isimlere sahiptir. Ülkemizde henüz geçerli bir değerlendirme sistemi olmamakla birlikte, 1990 yılında İngiltere’de kullanılmaya başlanılan BREEAM ile 1998 yılında A.B.D.’de yürürlüğe giren LEED değerlendirme sisteminin ön gördüğü kriterlere göre sertifikalandırılmış binalar bulunmaktadır.

5.3.1 LEED Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi

LEED 2009 Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi kategorileri aşağıda belirtildiği gibidir;

- Yeni Binalar ve Ana Yenilikler,
- Mevcut Binalar; İşletme ve Bakım,
- Kurumsal İç Mekan,
- Bina Çekirdeği ve Kabuğu,
- Okullar,
- Kurumsal İç mekan,
- Alışveriş Merkezleri (değerlendirme tablosu 2010 yılı sonunda belirlenecek.),
- Sağlık Kurumları (Süreç devam ediyor)
- Konutlar (Planlanmakta)

şeklindedir.

Her kategorinin altında yedi adet ana başlık bulunmaktadır. Bunlar;

- *Sürdürülebilir çevre,*
- *Su etkinliği,*
- Enerji ve Atmosfer,
- Malzeme ve Kaynak,
- İç Mekan Kalitesi,
- İnovasyon ve Tasarım,
- Bölgesel Öncelik şeklindedir.

Bu yedi ana başlık altında, 56 kredi ve 8 önkoşul bulunmakta olup, 40 ile 110 puan arasında bir puan değerlendirmesi uygulanarak çeşitli sertifikalar (altın, gümüş, platin) verilmektedir. Bu çalışmada su etkinliği ve sürdürülebilir çevre başlıkları incelenmektedir.

Su etkinliği: Bu başlık altında binaya ve çevresine ait çeşitli su korunumu kredileri öngörerek bu kredilerin binalarda ne kadar uygulanabildiğini bir puanlama sistemi ile değerlendirmektedir. Su etkinliğine ilişkin önkoşul ve krediler farklı kategorilerde farklı puana sahiptir. Örneğin “*Yeni Binalar ve Ana Yenilikler*” kategorisi için suyun etkinliğine ilişkin, bir önkoşul ve üç kredi bulunmakta olup bunlar aşağıdaki gibidir;

Önkoşul: Suyun etkin kullanımının arttırılarak şebeke döşemi ve kanalizasyon döşemi üzerindeki yükün azaltılmasıdır. Geliştirilen stratejiler ile binalarda temel kullanım için gerekli olan su miktarının (sulama suyu dahil değildir.) ölçülerek su kullanımının %20 oranında azaltılmasıdır. Bina için yapılacak olan ölçümler ticari ve konut binaları için farklı değerlere sahiptir. Ölçümler kullanıcı sayısı tahminlerine ve projede uygulanabilir armatürlere (tuvalet, pisuar, lavabo musluğu, duş, mutfak lavabosu musluğu ve ön yıkamalı duş bataryaları) göre yapılmaktadır.

Bu önkoşulda “Potansiyel Teknolojiler ve Stratejiler” başlığı altında su ihtiyacının azaltılabilmesi için yüksek etkinliğe sahip sağlık gereçlerinin (klozet ve pisuar) ve kuru tuvaletlerin (kompost tuvalet) seçiminin tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bunun yanısıra uygun kaliteye sahip alternatif su kaynaklarının (yağmur suyu, sel suyu, klimalardan çıkan suların kullanılması) yerinde kullanılması ve gri suyun tuvalet ve pisuarlarda kullanım suyu olarak kullanılmasının da binalarda su korunumuna ilişkin yüksek etkinliğe sahip yöntemler olduğu belirtilmektedir.

1.Kredi: Su verimli peyzaj (2-4 puan): Proje alanında, peyzaj sulamasında kullanılan içme suyunun ya da doğal yüzey suyunun ya da yeraltı suyunun sınırlandırılması ya da hiç kullanılmamasını kapsamaktadır.

- Peyzaj sulamasında kullanılan suyun %50 azaltılması (2 puan): Bitki türleri ve iklimsel faktörler, etkin sulama teknikleri, yağmur suyu kullanımı, arıtılan atıksu kullanımı ile içilebilir su kullanımının azaltılması değerlendirilmektedir.

- Sulamada içme suyunun kullanılmaması (4 puan): Yağmur suyunun ile arıtılmış gri su ile atıksuyun dönüştürülerek sulama suyu olarak kullanımı ile içilebilir su kullanımının sıfıra indirilmesine ilişkin bir kredidir.

Bu kredide, “Potansiyel Teknolojiler ve Stratejiler” başlığı altında; su ihtiyacının azaltılabilmesi, toprak ve iklim analizine göre bir değerlendirme yapılarak az su gereksinimine ihtiyaç duyulan yerel bitkilerin kullanılması, peyzaj sulamasının yüksek etkinlikteki sulama yöntemleri ile yapılması ve su potansiyeline göre peyzaj seçiminin yapılması gerektiği belirtilmektedir.

2. Kredi: Yenilikçi atıksu teknolojileri (2 puan): Bu kredi su kullanılmayan sağlık gereçleri (kompost tuvalet ve susuz pisuar gibi), yağmur suyunun toplanarak kullanılması, çeşitli yöntemlerle arıtılan gri su ya da atıksuyun kullanılarak içilebilir su kullanımını dolayısıyla kanalizasyona giden atıksu miktarının azaltılmasına ilişkin bir kredidir.

3. Kredi: Binanın toplam su tüketimi (2-4 puan): Az su tüketen sağlık gereçleri ve akış organları ile binalarda su tüketiminin azaltılmasına ilişkin bir kredidir. Su tüketimi;

- %30 oranında azaltılmışsa 2 puan,
- %35 oranında azaltılmışsa 3 puan,
- %40 oranında azaltılmışsa 4 puan,

verilmektedir.

Belli puanlar arasında belli sertifika seviyesine sahip binalar, prestijli bina olarak değerlendirilmekte olup, sertifika derecesine göre binaların değerleri de artmaktadır.

Sürdürülebilir çevre: Bu ana başlık altındaki 8 krediden altıncısında “Yüzey Suları Tasarımı” adı altında iki kredi bulunmaktadır.

Kredi 6.1 (1 kredi): Asfalt, tuğla, beton, taş gibi malzemelerin kullanımının azaltılması ve daha fazla suyun kanalizasyona gitmeden toprak tarafından emilmesinin sağlanması, su içerisinde bulunan katı partiküllerin tutularak toprakta çökelme nedeniyle oluşacak tıkanmaların önüne geçilmesinin sağlanarak doğal su döngüsünün bozulmasının engellenmesi üzerine bir değerlendirme yapılmaktadır.

Kredi 6.2 (1 kredi): “*Yüzey Suları Tasarımı*” ile doğal su çevrimindeki bozulmanın ve kirliliğin engellenmesini kapsamaktadır. Su geçirmez yüzeylerin azaltılması, toprağın daha fazla suyu filtre etmesinin sağlanması, yıllık yağışın %90’ının toplanarak arıtılmasının sağlanması konusundaki değerlendirmedir [71].

5.3.2 BREEAM Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi

BREEAM, İlk defa BRE (Building Research Establishment) tarafından 1990 yılında İngiltere’de ortaya çıkmıştır. BREEAM İngiltere Sertifikası’ndaki kategoriler;

- Eğitim yapıları
- Endüstriyel Yapılar
- Ofisler
- Alışveriş Merkezleri
- Hapishaneler
- Adliyeler
- Sağlık yapıları
- Konutlar

şeklindedir

BREEAM ana başlıkları;

- Sağlık ve Refah,
- Enerji,
- Ulaşım,
- Su,
- Malzeme,
- Atık,
- Arazi kullanımı ve Ekoloji,
- Kirlilik

şeklindedir.

Su başlığının altındaki krediler farklı kategorilere göre değişmektedir. Ancak su tüketiminin azaltılması ve su sayacı kullanılması, sağlanması gereken minimum kredilerdir. Örneğin Breeam İngiltere’de “*Ofisler*” 2008 kategorisi için suyun etkinliğine ilişkin krediler aşağıdaki gibidir:

Kredi 1: Su tüketimi (3 kredi): Az su tüketen yüksek etkinlikteki sağlık gereçleri ya da akış organı elemanlarının kullanılması ile içilebilir su tüketiminin azaltılmasına ilişkin kredidir. Yıllık kişi başına su tüketimi;

- 4.5-5.5 m³'e indirilmişse 1 kredi,
- 1.5-4.4 m³'e indirilmişse 2 kredi,
- 1.5 m³'e indirilmişse ise 3 kredi

alınabilmektedir.

Kredi 2: Su sayaçları (1 kredi): Su sayaçları ile su tüketiminin görüntülenerek azaltılmasını amaçlamaktadır.

Kredi 3: Sızıntı alarmları (1 kredi): Saptanamayan sızıntılar nedediyle oluşan su kayıplarının sızıntı alarmları sayesinde azaltılmasını amaçlamaktadır.

Kredi 4: Tuvaletlerde küçük sızıntıların azaltılması (1 kredi): Sızıntı risklerinin azaltılması amacıyla kullanılan solenoid vananın sahip olması gereken özelliklerdir.

Bunun yanısıra farklı kategoriler için;

- Suyun dönüştürülerek kullanılması ile içilebilir su tüketiminin azaltılması,
- Etkin sulama sistemleri ile peyzaj sulamada kullanılan içilebilir su tüketiminin azaltılması,
- Araç yıkama ünitelerinde, suyun dönüştürülerek kullanılması ile içme suyu tüketiminin azaltılması

şeklinde farklı krediler de bulunmaktadır.

BREEAM Değerlendirme Sisteminin de LEED Değerlendirme Sistemi gibi birçok kategorisi mevcuttur. Bu kategorilerden çoğu İngiltere'nin koşulları düşünülerek geliştirilmiş olduğundan başka ülkelerde uygulanabilirliği oldukça zordur. Bu nedenle 2008 yılından itibaren BREEAM'in uluslararası versiyonları oluşturulmuştur. Uluslararası Breeam sertifikası;

- BREEAM Körfez Ülkeleri
- BREEAM Avrupa: Ofisler, Endüstriyel Binalar, Alışveriş Merkezleri, Toyota Satış Üniteleri
- Bespoke (yatırımcının projesine özel sertifikalandırma sistemi)

şeklindedir.

Farklı bölgeler için oluşturulan farklı Breeam değerlendirmesinde “Su” başlığı altındaki krediler farklı puanlara sahiptir.

- BREEAM Avrupa; yeni binalar için “su” başlığı altındaki krediler %6 oranında ağırlığa,
- BREEAM Körfez Ülkeleri; su ile ilgili kredi %30 ağırlığına sahiptir (ağırlığı en yüksek başlık).

Bu değerlendirmede; toplam puanın en az %30’inin sağlanması durumunda “Geçer”, %45’inin sağlanması “İyi”, %55’inin sağlanması “Çok İyi”, %70’inin sağlanması “Olağanüstü”, %85’inin sağlanması “Seçkin” şeklinde sertifikalar alınabilmektedir [72].

Leed ve Breeam Değerlendirme Sistemleri puanlama ve su korunumuna ilişkin kriterler arasında benzer ve farklılıklar bulunmaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1: 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.
Su ile ilgili Değerlendirme Sistemi	Değerlendirme yapılacak başlıklar altındaki krediler toplamı 110 puandır. Su ile ilgili kredilerin toplamı farklı fonksiyonlara göre 10-11 puan arasında değişmektedir.	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.

Çizelge 5.1: (Devamı) Leed ve Breeam Yeşil Bina Değerlendirme Sistemlerinde su korunumuna ilişkin kredilerin karşılaştırılması

Değerlendirme için sağlanması gereken önkoşullar	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)	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.
Su ile ilgili değerlendirme kredileri	• 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	• Su tasarrufu sağlayan sağlık gereci ve akış organı elemanı kullanımı • Su sayacı • Sızıntı sensörleri • Etkin Sulama Sistemleri • Su tüketiminin gözlenmesi • Suyun dönüştürülmesi • Araç yıkamada etkin su kullanımı

5.4.Binalarda Su Korunumuna İlişkin Dünya'daki Örnekler

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 ya da Japonya'da mevcut su potansiyeli oranı, ülkemizdeki oranın oldukça üstünde olmasına rağmen gri suyun arıtılarak kullanılması, yağmur suyunun toplanarak kullanılması ve sağlık donatımı sistemlerinde alınabilecek önlemler ile su farklı şekillerde yönetilerek daha tasarruflu kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra su sıkıntısının fazlaca yaşandığı Körfez ülkelerinde son 20 yıl içerisinde gelişen teknolojiler ile birlikte maliyetlerin düşmesi, deniz suyundan içme-kullanma suyu elde edilmesini daha da yaygın hale getirmiştir. Su korunumuna ilişkin pekçok ülkede, konutlardan, sağlık ya da eğitim yapılarına kadar farklı fonsiyonlara sahip yapılarda değişik uygulama örneklerinden bazıları aşağıda ele alınmıştır.

- **Solaire**

Manhattan'da bulunan ilk yeşil yüksek katlı rezidans özelliğine sahip olan yapı aynı zamanda LEED Gold sertifikasına da sahiptir (Şekil 5.1).

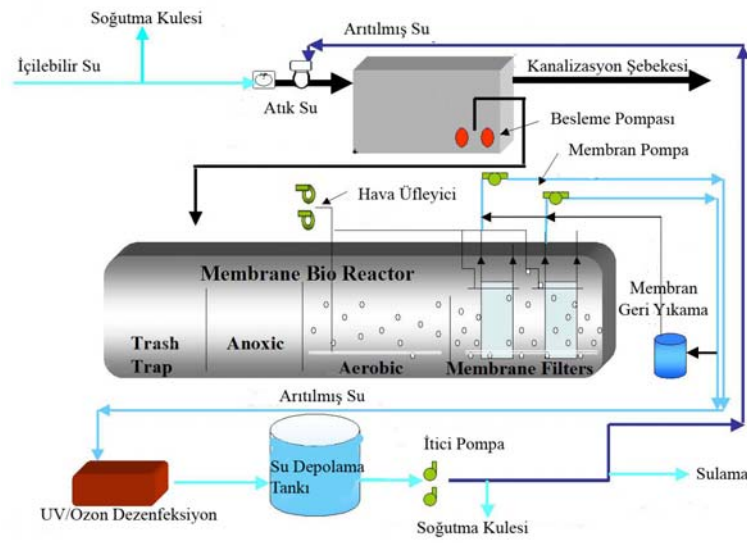


Şekil 5.1 : Solaire binası [73]

Bu binada suyun korunumuna ilişkin farklı stratejiler uygulanmaktadır. Bina dışında (yeşil çatılarda sulama amaçlı kullanım) içilebilir su tüketilmemektedir. Bina içerisinde ise geleneksel yüksek katlı yapılara göre % 50 oranında daha az içme suyu tüketilmektedir.

Bina içerisinde su tasarrufu sağlayan sağlık gereçleri kullanılmaktadır. Bunun yanısıra yağmur suyu, 38 m³'lük yer altı tankında toplanıp, çökeltme ve arıtma işlemlerinden geçtikten sonra 1., 17. ve 27. katlarda bulunan yeşil çatıların peyzaj sulamasında kullanılmaktadır.

Tesisat gri suyun ayrılması şeklinde tasarım aşamasında ayrılmıştır. Siyah su %100 oranında arıtılarak soğutma kulesi, tuvaletler, sulamada ve ekstra 19 m³ su yakındaki park alanında sulama amaçlı kullanılmaktadır [74]. Günde 95 m³'den fazla atıksu arıtılmaktadır. 34m³ tuvaletlerde, 44 m³ soğutma kulelerinde, 23 m³ peyzaj sulamasında kullanılmaktadır (Şekil 5.2) [75].



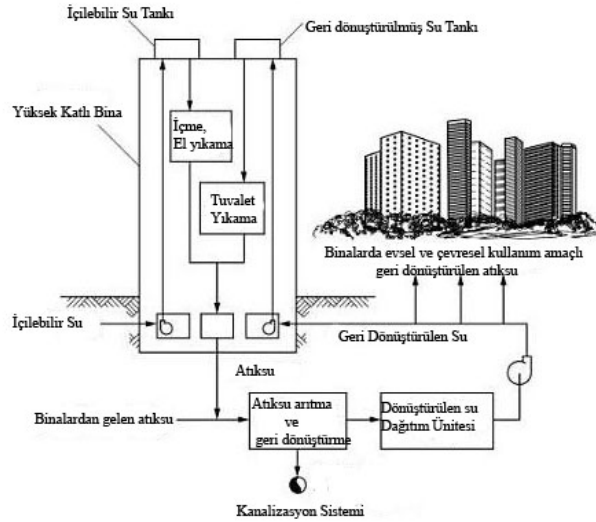
Şekil 5.2 : Arıtılmış atıksuyun bina içerisindeki dağıtımını [76].

Solarie'nin yıllık işletme maliyeti yaklaşık yılda 75,000 dolar olup günde 95 m³ su için 1,35 m²'ye ihtiyaç vardır [74]. Solaire Binası kanalizasyona giden su oranında %25 azalma sağladığı için New York City Department of Enviromental Protection Comprehensive Water Reuse Programı tarafından finansal teşvik almıştır [62]. Yapının su arıtma sistemi 1 milyon dolara mal olmuştur. Ancak amortisman süresi henüz ölçülememiştir. Bu sistem pahalı olmakla birlikte yaşam ömrü 25-50 yıl arasında değişmektedir. Gelişmekte olan teknoloji ile birlikte fiyatlarının düşmesi ve atıksu atılım fiyatlarının yükselmesi sistemi daha ekonomik ve uygulanabilir hale getirmiştir. Şu anda pahalı bir sistem olmakla birlikte doğruluğu kabul edilmiş bir sistemdir. Ancak üreticiler geri ödeme süresini 5 seneye kadar çekebileceklerini belirtmektedir [74].

- **Japonya (Shinjiku, Tokyo)**

Tokyo’da Shinjuku Bölgesi’nde 1984 yılından beri kullanılmakta olan çift dağıtım sistemi (Şekil 5.3) ile içme suyu niteliğindeki su ile, arıtılmış atık su bina içerisinde dağılmaktadır. Tokyo’da geri kazanılan toplam atık suyun ($200 \times 10 \text{ m}^3/\text{yr}$ 2001) büyük bir bölümünü rekreasyonel olarak kullanılan su oluşturmaktadır (%60). Tuvalet rezervuarlarında ise %6 oranında su kullanılmaktadır

Ortalama akış $2,700 \text{ m}^3/\text{gün}$ ve maksimum akış $4,300 \text{ m}^3/\text{gündür}$. Geri dönüştürülerek arıtılan atık su ile bölgede yer alan 19 yüksek katlı binada yer alan tuvaletler için kullanım suyu sağlanmaktadır. Ochiai Belediye Atık Su Arıtma Tesisinde kum filtreleri ile ileri arıtmadan geçen atıksu Shinjuku Geri Dönüşüm Merkezine pompalanır. Tokyo Hilton Oteli altında yer alan bu merkezde atıksu dağıtılmadan önce klor ile dezenfekte edilir ve geri dönüştürülmüş suyun dağıtım hattından binalara verilir.



Şekil 5.3 : Çift dağıtım sistemi [62].

Tokyo Metropolitan Government çift dağıtım sistemini kullanan binalara örnektir. Bu sistem 2003 yılında kurulmuş olup $8,000 \text{ m}^3/\text{gün}$ atıksu geri dönüştürülerek tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır [62].

- **Kaliforniya- Irvine Ranch Su Bölgesi**

1987’ de yapılan bir araştırmada, ticari alanlarda ve ofislerde kullanılan suyun %70-85 oranındaki kısmının tuvaletlerde tüketildiği saptanmıştır. Bu nedenle, binaların tuvalet ve rezervuar suları için arıtılmış suyun verileceği ikinci bir su şebekesi

yapılması konusunu gündeme getirmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; tuvaletlerde rezervuarında arıtılmış atıksuyun kullanımının uygun olduğu belirlenerek, geri kazanılmış suyun temin edilebileceği yerlerde bulunan 17 m’ den daha yüksek tüm yeni binalarda, ikili bir dağıtım sisteminin kurulması, 1990’da bu bölgede bir yönetmelikle yasal zorunluluk haline getirilmiştir [77].

- **BedZED Konutları (İngiltere)**

Londra’da ‘sıfır-karbon’ prensibiyle tasarlanan eko-köy “BedZed”de (Beddington Zero Energy Development) su, enerji, ulaşım, atık gibi konularda yenilenebilir enerji ile karbon tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir (Şekil 5.4).

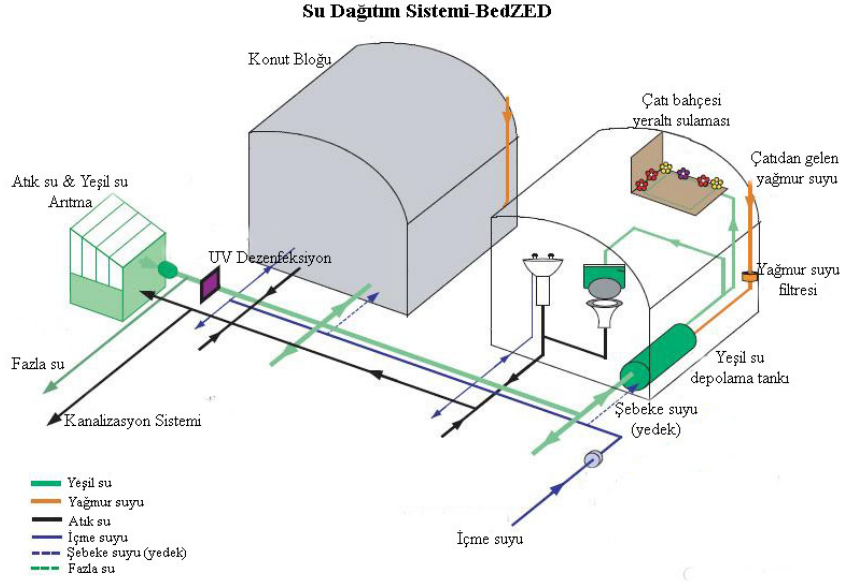


Şekil 5.4 : Bedzed Konutları [78].

Su tasarrufu sağlayan sağlık gereçleri (2/4 litrelik çift akışlı tuvaletler, düşük akışlı duş başlıkları, debi ayarlayıcı (regülatörlü) musluklar kullanılmaktadır.

Çatılardan gelen yağmur suyu, yağmur suyu deposunda toplanarak tuvalet rezervuarında, peyzaj sulamada kullanılmaktadır.

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 5.5) [78]. Bu sistem 2004 yılında kullanılmasına rağmen 2007 yılında ekonomik olarak cazip bir seçenek olmadığı için tercih edilmemiştir.



Şekil 5.5 : Bedzed Konutları atıksu arıtma ve dağıtım sistemi [78].

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.

- **Daimler-Chrysler Complex "Potsdamer Platz", Berlin**

Berlin’de yeterli miktarda içme suyu temin edilmesi, atık suyun uzaklaştırılması ve yağmur suyu yönetimi konuları giderek daha da artan bir problem haline gelmektedir. Berlin’deki Daimler-Chrysler binası yağmur suyunun etkin bir şekilde kullanılarak yönetilmesinin en iyi örneklerindendir (Şekil 5.6).



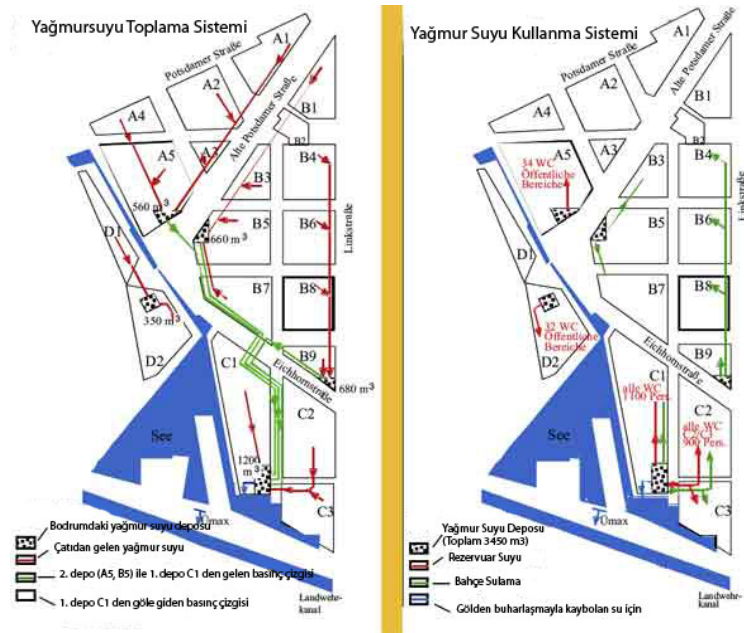
Şekil 5.6 : Daimler-Chrysler Complex "Potsdamer Platz", Berlin [79]

19 binadan oluşan kompleks 48,000 m² çatı alanına sahip olup, 23.000 m³ yağmur suyunun toplanarak kullanılmasını sağlamaktadır. Binada yağmur suyu yönetimi;

- 19 binanın yeşil çatılarında,
- Toplanan yağmur suyunun tuvalet rezervuarları ve peyzaj sulamasında kullanılması,
- Yağmur suyunun toplanması için yapay bir göl oluşturulması

şeklinde sağlanmaktadır.

48,000 m² çatı alanının %34'ü yeşil çatıdan oluşmaktadır. Bu çatılardan toplanan yaklaşık 20,000 m³ yağmur suyu, 3,500 m³ kapasiteli depolarda (5 binada) toplanmaktadır. Bu suyun yaklaşık 750 m³'ü bahçe sulamasında, 9,300 m³'ü tuvalet rezervuarlarında kullanılmakta olup yaklaşık 12,200 m³'ü gölden buharlaşarak yok olmaktadır (Şekil 5.7) [79].



Şekil 5.7 : Yağmur suyu toplama ve kullanma sistemi [79]

- **Southampton Üniversitesi Yönetim ve Öğrenci İşleri Binası**

2005 yılında tamamlanan binada su korunumuna geliştirilen strateji yağmur suyunun bina içerisinde kullanılmasıdır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 : Southamton Üniversitesi Yönetim ve Öğrenci İşleri Binası [80].

1,000 m²'lik çatı alanından toplanan yağmur suyu 15,000 litrelik yer altı tankında toplanmakta ve yapı içerisinde 21 adet tuvalet rezervuarı ile 3 pisuarda yaklaşık 150 kişi tarafından kullanılmaktadır. Sistemin maliyeti 4,325 pound (10,380 tl) olup tahmin edilen geri ödeme süresi: 5.3 yıldır (2006 fiyatlarına göre) [80].

- **Avustralya'da bir konutta gri suyun arıtılmadan bahçe sulaması'nda kullanılması**

Yönlendirici vanalar bu konutta, konuttan çıkan gri su herhangi bir arıtmadan geçmeden, bahçede kazılmış olan hendeklerin içerisinden direkt olarak bahçeye verilmektedir. İstenmeyen sızıntılara karşı, kullanılan yönlendirici vana konut dışında yer almaktadır (Şekil 5.9). Bu evde kullanılan sistemin tercih edilmesinin sebebi ana şebekeden gelen suyun en fazla bahçe sulamasında kullanılmasıdır. İlk yatırım maliyeti (1,500 dolar) oldukça uygun olan sistemin sonraki dönemlerde gereken bakım maliyeti de düşüktür. Su faturalarına bakılarak yapılan değerlendirmede bir önceki yaz döneminde ortalama günde 750 litre su tüketen ailenin bu sistem kurulduktan sonra harcaması 600 litre/gün'e düşmüştür. %20 oranında tasarruf edilmiştir [27].



Şekil 5.9 : Gri suyun arıtılmadan bahçe sulamasında kullanılması [27].

- **Avustralya’da bir konutta gri suyun çamaşır makinasından çıkan gri suyun bahçe sulamasında kullanılması**

Konutun sahip olduğu bahçe alanı küçük olduğu için gereken su miktarı da daha azdır. Bu nedenle çamaşır makinasından gelen gri su konut dışındaki bir tankta depolanarak bahçeye verilmektedir (Şekil 5.10). Bu sistemin de ilk yatırım (2,000 dolar) ve bakım maliyetleri çok düşüktür. Bu sistem kurulmadan önce günlük su tüketimi 800 litre iken sistem kurulduktan sonra 700 litreye düşmüş olup %13 lük bir su kazancı sağlanmıştır [27].



Şekil 5.10 : Çamaşır makinasından çıkan gri suyun bahçe sulamasında kullanılması

- **Avustralya’da bir konutta gri suyun (Mutfak lavabosu haricindeki gri su) arıtılarak bahçe sulaması ve tuvalet rezervuarında kullanılması**

Konutun tasarım ve yapım aşamasında arıtma sistemi tasarlandığı için önerilen sistem diğerlerinden daha kompleks ve yüksek maliyetli olmasına rağmen daha kolay ve uygun maliyetle uygulanmıştır (Şekil 5.11). Bu sistemde kum filtresi ile arıtma

yapılmakta olup kum filtrelerinin aylık temizliği, atık kontrolü, biosolid tanklarının 3 ayda bir düzenlenmesi ve yıllık su testlerinin yapılması gerekmektedir.

Bu sistemde arıtılan su fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtmadan ve dezenfeksiyondan geçmekte olup evde kullanılacak olan su temiz ve kokusuzdur. Yeni yapılan bir konutta uygulandığı için önceki harcama değerleri bilinmemekte olup evin kullanım alanı, yaşıyan kişi sayısı (2 yetişkin, 3 çocuk) gibi faktörler göz önünde bulundurularak evin potansiyel su harcaması yaklaşık 390 litre/gün kabul edilmiştir. Sistem ile birlikte yapılan su tüketimi ortalama olarak 290 litre/gün 'dür. Bu durumda %20 oranında bir su tasarrufu sağlanmışır. Sistemin kurulum maliyeti yaklaşık 14,500 dolardır [27].



Şekil 5.11 : Gri suyun arıtılarak bahçe sulaması ve tuvalet rezervuarında kullanılması

- **Millenium Dome (İngiltere)**

Greenwich'te yer alan yapıda su korunumuna ilişkin pekçok strateji geliştirilmiştir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12 : Milleniyum Dome

Günde 500 m³ dönüştürülen su (%10 gri su, %19 yağmur suyu, %71 yer altı suyu) tuvalet rezervuarları ve pisuarlarda (646 tuvalet, 191 pisuar) kullanılmaktadır [81]. Suyun dönüştürülerek kullanılması işlemi kullanılan sistemler nedeniyle “su döngüsü” ismiyle de tanımlanmaktadır. Dönüştürülerek kullanılan bu su günlük tüketilen 131,000 m³ suyun %55’ini oluşturmaktadır. İçme suyu kullanım oranı 59,000 m³ (%45) ‘tir.

Çatıdan toplanan yağmur suyu, doğal arıtma sisteminden birisi olan “sazlık yatağında” arıtılmaktadır.

Lavabolardan gelen gri su biyolojik havalandırma filtresi kullanılarak arıtılmaktadır. Yeraltı suyu ise yapılan testler sonucunda “acı su” kalitesinde çıktığı için, içerisindeki kirleticilerden ve tuzdan arındırılması için filtrelerden (granül aktif karbon ve membran filtreler) geçirilmektedir [82]. Bu işlemten sonra ise ultrafiltrasyon, ters ozmos ve dezenfeksiyon işlemlerinden geçirilerek bina içerisinde kullanılmaktadır.

5.5.Binalarda Su Korunumuna İlişkin Türkiye’deki Örnekler

Türkiye’de su korunumuna ilişkin teknolojiler binalarda henüz yaygın şekilde kullanılmamaktadır. Dünya’daki örneklerle göre ülkemizde binalarda su korunumuna ilişkin örnekler oldukça kısıtlı sayıdadır. Bu örneklerden bazıları aşağıda ele alınmıştır.

- **Borusan Oto İstinye Tesisleri**

Çatılardan toplanan yağmur suları, ayrı depolarda toplanıp, arıtılarak, wc ve ıslak hacim ve araç yıkama ile bahçe sulamada ve yangın deposunda kullanılmaktadır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 : Borusan Oto İstinye Tesisleri

Bu, sürekli dönüşümle halledilmiştir. Atıksular ise, geri dönüşümlü arıtma ile tekrar kullanıma kazandırılmaktadır.

Yıkama ile temizlik amaçlı kullanılan bu sular, daha sonra biyolojik işlemle arıtılıp %95 oranında geri kazanılarak yeniden kullanılmaktadır. Araçların yıkamasında kullanıldıktan sonra, atıksu arıtma sistemine gelir. İlk tankta, içerisinde yağ atığı bulunan atıksuya blowerlarla hava verilerek atıksu içerisinde bulunan yağ moleküllerinin yüzeyde toplanması sağlanmaktadır (Şekil 5.14).



Şekil 5.14 : 1. tank

1. tanktan 2. tanka taşarak geçen atıksu buradaki metal filtrelerden geçirilmekte böylece yüzeydeki yağ parçaları tutulmaktadır (Şekil 5.15).



Şekil 5.15 : 2. tank ve yağ ayırıcı filtreler

Yağ ayırıcı filtrelerin hergün temizlenmesi gerekmektedir. Burada tutulmuş olan yağ atıklarının vidanjör yardımıyla 6 ayda bir ya da fazla birikmesi durumunda daha kısa sürede temizlenmesi gerekmektedir.

Yağlardan ve içerisindeki belli büyüklükteki tortulardan arındırılmış olan su 3. tankta dinlendirilmek üzere toplanmaktadır (Şekil 5.16).



Şekil 5.16 : 3. tank (çökelme tankı)

Hidrofor ile su üst kotta yer alan filtreye, bu filtreden geçen su başka bir hidrofor ile diğer filtreye pompalanmaktadır. Son filtrede ise, arıtılan ve belli oranlarda klorlanan su, kullanılacak olan alana yani araç yıkanacak olan musluklara verilerek burada kullanılmaktadır. Bu sayede atıksu biyolojik arıtma ile araç yıkamada kullanılmaktadır (Şekil 5.17).

Yağmur suyu sistemi atıksu arıtma sistemi ile bağlantılı olarak kurulmuştur. Çatıdan gelen yağmur suyu borularla önce 1. kum filtresinden ve 2. kum filtresinden geçmekte ve son olarak belli oranda arıtılmış atıksu ile karıştırılmaktadır.



Şekil 5.17 : Yağmur suyu ile arıtılmış gri suyun karıştırılarak araç yıkamada kullanılması

Bu sistem ilk kurulduğunda sadece biyolojik olarak arıtılan suyun araç yıkamalarında kullanılması üzerine oluşturulmuştur. Ancak istenmeyen koku oluştuğu için müşterilerden gelen şikayetler üzerine yangın deposu ya da rezervuarlarda kullanılmak üzere depolanan yağmur suyu ile belli oranlarda karıştırılarak kullanılmaya başlanmış. Bunun yanısıra arıtma suyunun analizi aylık olarak yapılmaktadır.

Arıtılan su içerisinde yağ (zehirli atık grubu) olduğu için direkt olarak fosseptiğe verilmemektedir. Başka bir tankta toplanarak ve tehlikeli atık madde şeklindeki sınıflandırması ile özel bir şirket tarafından belli dönemlerde buradan alınarak imha edilmektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18 : Atıksu içerisinde sıyrılan yağ (zehirli atık) tankı

Çökelme tankında arıtılmış olan fazla su kanalizasyona verilmektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.19 : Arıtılmış fazla su tankı

- **Yeşilyamaç Sitesi-İstanbul**

Biyolojik olarak arıtılan evsel nitelikli atıksular peyzaj sulamasında kullanılmaktadır (Şekil 5.20).

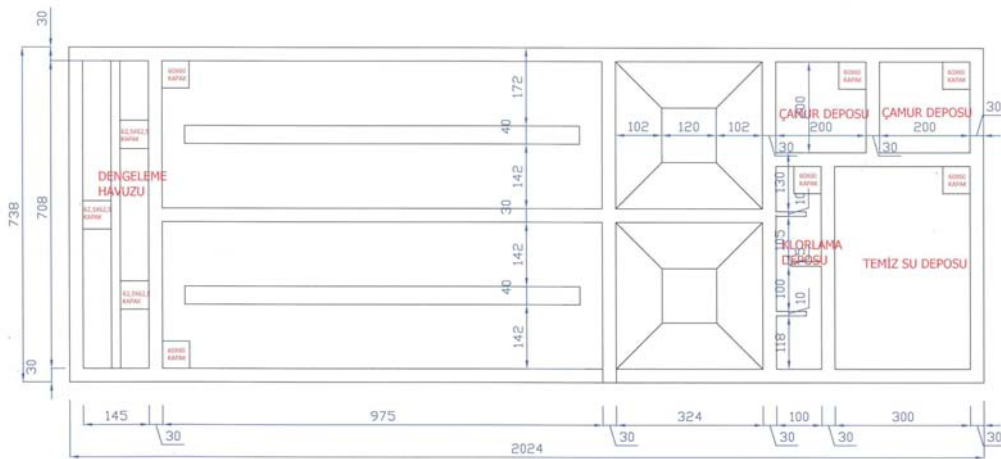


Şekil 5.20 : Yeşilyamaç Sitesi

Sitede arıtma tesisi evsel atıkların toplandığı rögara yakın bir alanda kurulmuş böylece sistemin maliyetinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Atıksu arıtma tesisinin düşük kotta yer alması da rögardan tesise gelen atıksuyun doğal çekim taşınmasını sağlamaktadır (Şekil 5.21) (Şekil 5.22).



Şekil 5.21 : Yeşilyamaç Sitesi biyolojik atıksu arıtma tesisi



Şekil 5.22 : Yeşilyamaç Sitesi biyolojik atıksu arıtma tesisi planı

Ön Çökelme Havuzu: Atıksuda bulunan kum, mil, çamur ve çökebilen diğer maddelerin arıtma ünitelerine gitmesini önlemek için ön çökelme havuzunda dinlendirilmektedir.

Çökelme havuzundan sonra suyun içinde yer alan bazı atıkların (özellikle saç, kıl gibi) ızgaralar tarafından da tutulması sağlanmaktadır. Buradaki katı atıklar belli aralıklarla vidanjörle çekilmektedir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23 : Çökelme havuzu

Havalandırma Havuzu: Havalandırma bölümünde biyolojik arıtma için gerekli olan hava blowerlar (hava üfleyen borular) yardımıyla homojen bir şekilde verilmektedir (Şekil 5.24).



Şekil 5.24 : Havalandırma havuzu

Havuz içinde bulunan mikroorganizmalar, blowerın suya kazandırdığı çözünmüş oksijeni kullanarak, atıksuyun içindeki erimiş ve katı halde bulunan organik maddeleri okside ederek CO₂ ve suya (H₂O) dönüştürmekte ve böylece biyolojik arıtma gerçekleşmektedir.

Dezenfeksiyon (Klorlama): Evsel nitelikli atıksuların arıtılması biyolojik yöntemle gerçekleştiği çıkan duru suda çok miktarda bakteri bulunmaktadır. Eğer arıtılan su kullanma suyu olarak düşünülüyor ise suyun mutlaka dezenfeksiyon işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Su klorlandıktan sonra, temiz su deposundan bahçe sulamasının yapıldığı üst kotlardaki musluklara hidroforlar ile gönderilmektedir [83].

Dengeleme Havuzu: Depoyu tamamen boşaltmamız gerektiğinde ya da arıtılmış su fazla ise bekletilmeden yağmur suyu şebekesine terfi edilmektedir (Şekil 5.25).



Şekil 5.25 : Dengeleme Havuzu

- **Bargilya Sitesi-Bodrum**

900 kişilik Bargilya Sitesi’nde evsel nitelikli atıksuların arıtılması için bir tesis yapılmıştır. Arıtılan su bahçe sulamasında kullanılmaktadır.

Atıksu arıtma tesisi, 31 Aralık 2004 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede Yayınlanan “Çevre Kanunu Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği “evsel nitelikli atıksular için “Tablo 21.1 Alıcı Ortalama Deşarj Standartlarını” sağlamaktadır.

Bargilya Sitesinde atıksu arıtılmasının yanı sıra, deniz suyu arıtılarak konutlara içme ve kullanım suyu olarak verilmektedir. Kıyı bölgelerde su kıtlığı yaşanmasından dolayı tankerlerle su taşınmakta olup, litre başına deniz suyu arıtımının çok daha üzerindedir. Maliyet hesaplarına;

- Elektrik maliyetleri,
- Yıllık kimyasal ve kartuş yenileme maliyetleri

dahil edilerek yıllık deniz suyu ters ozmos maliyeti bulunmuştur [84].

- **Sealight Otel-Kuşadası**

Kuşadası’nda bulunan Sealight Otel’inde, deniz suyundan ters ozmos sistemi ile içme ve kullanım suyu temin edilmektedir (Şekil 5.26).



Şekil 5.26 : Sealight Otel-Kuşadası

Denizden (emiş) pompalar ile çekilen su, ters ozmos sisteminden geçirilerek arı su deposuna yollanmakta ve buradan da dağıtımı gerçekleştirilmektedir.

Maliyet hesaplarına;

- Kimyasallar (klor, koagülant, smbs, antiscalant, dolomit),
- Pompalar (Ters ozmos pompası, basınç pompası, ön pompa, doz pompaları),
- Membran, kartuş, personel (aylık),
- Bakım giderleri (yıllık) dahil edilmiştir.

Bu sistemde giderler;

- Kullanılan kimyasal maddelerden,
- 60 bar basınçla çalışan yüksek basınç pompalarında ve diğer pompalardaki enerji gereksiniminden,
- Gelen suyun kalitesine ve ön arıtmaya bağlı olarak belli zamanlarda değişmesi gereken kartuş filtrelerden,
- Personel, bakım ve sair giderlerden
- Yaklaşık 4 yılda bir değişmesi gereken membranlardan kaynaklanmaktadır.

Tüm sistemin yatırım maliyeti göz önüne alınmadan yapılan hesaplamalar sonucunda; ters ozmos sistemi ile deniz suyundan içme suyu üretiminde ton başına su maliyetinin 0,45 euro'dur. Sistemin yatırım maliyeti ise 218,000 euro'dur.

Günde 600 ton su harcayan bir otelin aylık su gideri, ters ozmoz sistemine sahip ise;

$$600 \text{ (ton / gün)} \times 0.451 \text{ (€ / ton)} \times 30 \text{ (gün/ay)} = 8,118 \text{ € / ay}$$

$$= 8,118 \times 1,90^* \text{ YTL / €} = 15,425 \text{ YTL / ay}$$

*euro 2008 yılı değeri.

IZSU internet sitesinden alınan bilgilere göre ayda 101 tonun üzerinde su kullanımı olan turistik tesislerde uygulanan tarife 6,13 YTL / ton'dur. Bu durumda, ters ozmos sistemi olmayan ve günde 600 ton su ihtiyacı olan bir turistik tesisin aylık su gideri şebeke suyu kullanılması durumunda;

$$600 \text{ (ton / gün)} \times 6.13 \text{ (YTL / ton)} \times 30 \text{ (gün/ay)} = 110,340 \text{ YTL / ay}$$

Bir aydaki su tüketimi farkları;

$$\text{Şebeke} - \text{Ters ozmos} = 110,340 - 15,425 \text{ (YTL/ay)} = 94,915 \text{ YTL / ay}$$

Günde 600 ton su tüketen bir turistik tesisin, ters ozmos sistemine geçmesi durumunda ayda 100,000 YTL'ye yakın bir tasarruf sağlayabilmektedir. Günde 600 ton kapasiteli bir sistemin ilk yatırım maliyetinin de 218,000 € olarak belirtildiği düşünülürse sadece bir yaz sezonunda otelde kurulan sistemin maliyeti çıkartılmaktadır [85].

- **Sabancı Center**

Su tasarrufu sağlayan sağlık gereçleri ve akış organı elemanları ile binalarda su korunumuna ilişkin bir strateji geliştirilmiştir (Şekil 5.27).



Şekil 5.27: Sabancı Center [86].

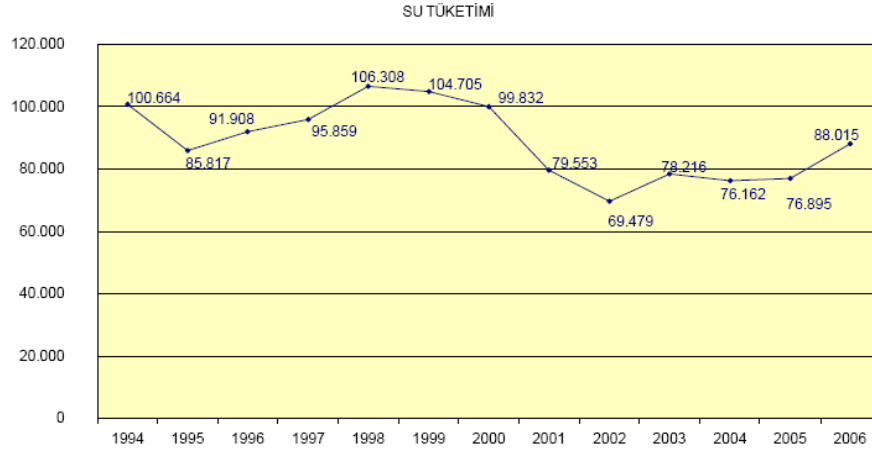
Su kullanımında 2000 yılında WC rezervuarların 8 litrelik su kapasiteleri, 4 litreye düşürülmüştür. Toplam 400 WC' de, bir kullanımda su, 3,2 tondan, 1,6 tona düşürülmüştür.

14 litre/dakika su harcayan lavabo batarya perlatörleri ise 5,000 dolar harcama yapılarak, 7 litre/dakikalık perlatörler ile değiştirilmiştir.

Su tüketimi için yapılan tasarruf çalışmaları sonucunda, binadaki çalışan sayısındaki ve sistemlerdeki artışa rağmen, tüketimin dengeli devam ettiği yıllara bağlı olarak gözlenebilmektedir (Çizelge 5.2) (Şekil 5.28) [86].

Çizelge 5.2: Yıllara bağlı olarak değişen su tüketim oranları [86].

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Yıllık Su Tüketimi (m³/yıl)	104.705	99.832	79.559	69.479	78.216	76.162	76.895	88.055
m²'ye Düşen Su Tüketimi(m³/m²yıl)	0.978	0.933	0.743	0.649	0.73	0.71	0.718	0.829



Şekil 5.28 : Sabancı Center 1994-2006 yılları arasında m³/yıl su tüketimi [86].

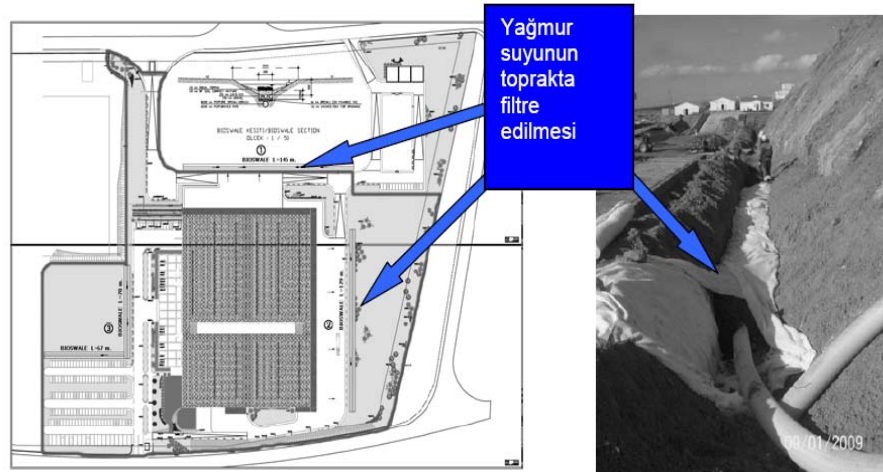
- **Siemens Gebze Tesisleri**

Siemens Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde "Yeşil Bina Kopsepti" içerisinde yer alan suyun verimli şekilde kullanılması binada su korunumunu minimuma indirecek şekilde düzenlenmiştir (Şekil 5.28).



Şekil 5.29 : Siemens Gebze Tesisi [87]

- Bina çevresinde yerel ve az su gereksinimi olan bitkiler kullanılarak peyzaj oluşturulmuştur.
- Bunun yanısıra sprinkler yerine toprak altından damlama yöntemi ile daha etkin bir sulama şekli tercih edilmiştir.
- Yeraltı su kaynaklarını ve kalitesini korumak için sahaya gelen yağmur suyunun sahada toprağa geçmesini ve toprak tarafından emilmesini sağlamak amacı ile otoparkta delikli taşlar ve yeşil alan kullanımı artırılmıştır.
- Yine aynı amaçla, çatıdan gelen yağmur suyu, depolandıktan sonra bina içerisinde yeniden kullanılmaktadır. Su kalitesinin korunması ve arıtılması amacıyla, sert peyzaj (özellikle asfalt yollar) alanlarına gelen yağmur suyu, yağmur kanalları yerine toprağa yönlendirilmiş ve burada filtre edilmesi sağlanmıştır(Şekil5.30).



Şekil 5.30 : Yağmur suyunun toprakta filtre edilmesi [87]

- Peyzaj alanlarında su tüketimini düşürmek için ithal çim yerine, yerel bitkiler tercih edilmiştir.
- Arıtmadan elde edilen su, bahçe sulamasında kullanılmıştır.
- Peyzaj alanlarında şebeke suyu yerine, çatı yağmur suyu ve arıtma sisteminden elde edilen su kullanılacaktır. Bu stratejilerin uygulanması ile peyzaj sulamasında %50 su tasarrufu sağlanmıştır.
- Çatı yağmur suları filtreden geçirilerek ham su deposuna gönderilmektedir. Bu su bahçe sulama, ya da yangın suyu olarak kullanılmakta ve yumuşatılarak tüm alan içerisinde kullanım suyu olarak da değerlendirilmektedir.

- Düşük debili klozetler, yüksek verimli ve sensörlü bataryalar ile susuz pisuarlar seçilerek bina kullanım suyu %50 tasarruf edilmektedir.
- Doğal su kaynaklarının tüketimi minimumda tutularak ve kullanılan su yeniden geri kazandırılarak çevrenin korunması amaçlanmıştır. Biyolojik arıtma ile gri su arıtılarak tekrar kullanılmaktadır [87].

• Diyarbakır Güneş Evi

Diyarbakır Güneş Evi, kültür, sanat ve eğitim merkezi olarak planlanan Sümerpark içinde yer almaktadır. Küçük bir ev kurgusuna sahip “Güneş Evi”nin, uygulama sonuçlarının görülebildiği ve bilinçlendirme faaliyetleri ve temiz enerji çalışmalarının yapıldığı bir “araştırma merkezi” olması hedeflenmektedir (Şekil 5.31).



Şekil 5.31: Diyarbakır Güneş Evi [88].

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.

Disklerin yüzeyinde oluşan bakteriler tümüyle doğal olarak oluşmakta ve ani değişkenlik gösteren organik yüke çok hızlı uyum sağlamaktadır. Arıtmayı

gerçekleştiren bakterilerin çoğalabileceği yüzeyin, dönen disklerden ibaret olması küçük bir alana daha fazla yüzeyin sığdırılmasını olanaklı kılmaktadır. Sistemin, disklerin yağlanmasıdan başka bir maliyeti bulunmamaktadır.

Çatılardan toplanarak su deposuna gelen yağmur suyu ile evsel atıksu arıtılmasından elde edilen su, karbon filtreden geçirilerek bahçe sulamasında ve tuvalet rezervuarlarda kullanılmaktadır.

Toprağın 50-60 cm altına yerleştirilecek çakıl benzeri süzek malzeme ve drenaj kanalları kullanarak bahçe toprağı ve yüzey bitkilerinin köklerini ıslatan yağmur suyunun fazlasının geri kazandırılmaktadır [88].

6. BİNALARDA SU KORUNUMUNUN SAĞLANMASINA İLİŞKİN BİR YAKLAŞIM

Hızla artan Dünya nüfusuyla birlikte, insan yaşamı için hayati bir öneme sahip olan su kaynakları giderek azalmaktadır. Sağlıklı yaşam şartlarının sağlanabilmesi için büyük bir öneme sahip olan su kaynaklarının; nüfus artışı, çevre kirliliği, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim gibi sebeplerden ötürü hızla tükenmesi nedeniyle su, küresel ölçekte önemli bir doğal kaynak durumuna gelmiştir. Artan su sıkıntısı, ülkelerin sürdürülebilir su politikaları oluşturmasını zorunlu hale getirmiştir. Su kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle suyun daha verimli kullanılması konusundaki çalışmalar da giderek önem kazanmıştır. Ülkemizde su tüketiminin sektörel dağılımı incelendiğinde binaların su tüketiminde önemli bir orana sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle binalarda su korunumu özellikle mimarların tasarım kararları aşamasında dikkat etmek zorunda oldukları bir konu olmuştur.

Binalarda kullanılan atıksuyun ya da fosseptik atığı içermeyen gri suyun arıtılarak tekrar kullanılması, yağmur suyunun kullanılması, deniz suyundan arıtılarak içme ve kullanma suyu elde edilmesi, binalarda su tasarrufu sağlayan yenilikçi sağlık gereçleri ya da akış organı elemanlarının kullanılması ile su tüketiminin azaltılması tüm dünya’da yaygın olarak kullanılan teknolojiler haline gelmiştir.

Ülkemizde binalarda su korunumu konusundaki en büyük eksiklik, yasal zorunlulukların olmayışı, uygulamalar için gerekli teknik bilgilerin standartlaştırılamaması, bu konudaki teknolojik yeniliklerin yaygınlaştırılmasını sağlayacak finansal teşviklerin çok sınırlı olmasıdır. Ancak ülkemizin yıllara oranla azalan su potansiyeli, su korunumu konusunda gecikmekte olduğumuzun bir belirtisidir. Bu nedenle binalarda su korunumunun sağlanması konusunda mimarların tasarım kararları aşamasında kullanabilecekleri bir yaklaşım geliştirilmiştir. Yaklaşımın adımları aşağıda açıklanmıştır.

6.1 Binalarda Su Korunumunu Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi

Binalarda su korunumu stratejilerinin belirlenebilmesi için binaya ilişkin bazı verilerin belirlenmesi gerekmektedir. Binanın bulunduğu bölgenin su potansiyeline ilişkin, binaya ilişkin, kullanıcıya ilişkin, suya ilişkin, binada kullanılacak arıtma sistemine ilişkin veriler ile binada su korunumuna ilişkin yasa ve yönetmeliklerin belirlendikten sonra bir değerlendirme yapılarak uygulanması gereken su korunumu stratejisinin oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir.

6.1.1 Binanın bulunduğu bölgenin su potansiyeline ilişkin verilerin belirlenmesi

Aylık ve yıllık yağış potansiyelinin, su havzaları ve yeraltı suyu potansiyeli ve bölgeye ilişkin iklimsel veriler ve coğrafi konumun belirlenerek birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin Türkiye'nin sıcak-kuru iklim bölgesinde yer alan Güneydoğu Anadolu Bölgesini kapsayan Fırat-Dicle Havzası 52.94 milyar m³ su potansiyeli ile Türkiye'nin en yüksek su potansiyeline sahip havzasıdır. Ancak bölgedeki sıcaklık değerlerinin yüksek, buharlaşmanın fazla ve yağışın ise az olması gibi iklimsel faktörler nedeniyle su sıkıntısı yaşanmaktadır. Sıcak-nemli iklim bölgesinde yer alan Ege Bölgesinde, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Kuzey Ege Havzalarında su potansiyeli oldukça düşük, düzeyde olduğu için tankerlerle su alınarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra bölgenin coğrafi konumu da önem taşımaktadır. Örneğin Ege Bölge'sinde deniz suyunun arıtılarak kullanılması daha etkin bir çözüm iken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki herhangi bir şehirde aynı çözüm denize olan uzaklığı nedeniyle uygun bir çözüm olmayabilmektedir. Aynı durum yağmur suyunun toplanılarak kullanılması konusunda da geçerlidir. Yağışın az olduğu sıcak-kuru iklim bölgesinde yağmur suyunun kullanılması önerilemez. Bu nedenle farklı ölçeklerde su korunumu stratejilerinin belirlenmesinde iklimsel faktörler ve bölgenin konumu gri suyun arıtılarak kullanılması, yağmur suyunun toplanarak kullanılması, deniz suyunun arıtılarak kullanılması gibi daha büyük ölçekteki su korunumu stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Farklı ölçeklerde su korunumuna ilişkin stratejilerin belirlenmesinde tüm bu faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir.

6.1.2 Binaya ilişkin verilerin belirlenmesi

Binaların fonksiyonlarına göre su tüketim oranları farklı olabilmektedir. Bu nedenle bina fonksiyonunun belirlenmesiyle, bu fonksiyona sahip binada, suyun nerede kullanılacağına belirlenmesi, dolayısıyla su tüketim miktarlarının belirlenmesi olanaklı olup buna bağlı olarak da hangi ölçekte önlem alınabileceği de belirlenmiş olmaktadır.

Bölüm 3.1.1.5.'te açıklanan "TS 1258 Temiz Su Tesisat Kuralları Standardına" göre her fonksiyon için kişi başına düşen günlük su ihtiyacı farklıdır. Bunun yanı sıra farklı fonksiyonlar için tercih edilen teknolojiler de farklı olabilmektedir. Örneğin kullanıcı sayısının fazla olduğu ofis ya da alışveriş merkezlerinde sağlık donatımı ölçeğinde su korunumuna ilişkin teknolojiler tercih edilmekte olup gün içerisinde kullanıcı sirkülasyonun yoğun olarak yaşandığı tuvaletlerde perlatör, harekete duyarlı musluk ve pisuarların kullanılması, maliyet açısından çok yüksek olmayan ancak su korunumuna ilişkin oldukça etkin çözümlerdir.

Örneğin konutlarda yerleşme ölçeğinde atıksuyun ya da gri suyun peyzaj sulamasında kullanımı ile kullanılarak içilebilir su tüketiminin yaklaşık %20 oranında azaltılması mümkündür. Ayrıca 4 kişilik ailenin yaşadığı bir konutta 6 litre su ile tam tıkama yapan standart tuvalet, perlatör kullanılmayan lavabo ve eviye bataryası, debi düzenleyici (regülatör) kullanılmayan duş başlığı yerine çift akışlı tuvalet (2,5/4 litre), duş başlıklarında debi düzenleyici (regülatörü), lavabo ve eviye bataryalarında perlatör kullanımı ile yaklaşık %60'lara varan su tasarrufu sağlanabilmektedir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1: Dört kişilik bir konutta standart ve su tasarrufu sağlayan sağlık gereci ve akış organları ile bir yılda harcanan su miktarları [89].

Kullanılan sağlık gereci ya da akış organı	Kullanıcı sayısı	1 Kişinin Günlük kullanım sayısı/süresi	Kullanılan su miktarı (litre)	Günlük toplam su tüketimi (litre)	Yıllık toplam su tüketimi (ton)
Standart tuvalet	4	6	6	144	51,840
Standart duş başlığı	4	1	20 litre/dakika* 8,2 dakika	656	236,160
Lavabo bataryası (perlatörsüz)	4	20 dakika	12 litre/dakika	240	86,4
Eviye bataryası (perlatörsüz)	4	18 dakika	12 litre/dakika	216	77,760
TOPLAM					452,16
Çift akışlı tuvalet 4 litre	4	1	4	16	5,760
Çift akışlı tuvalet 2,5 litre	4	5	2,5	50	18,000
Debi regülatörlü duş başlığı	4	1	7,5 litre/dakika* 8,2 dakika	246	88,560
Lavabo bataryası (perlatörlü)	4	20 dakika	5 litre/dakika	100	36
Eviye bataryası (perlatörlü)	4	18 dakika	5 litre/dakika	90	32,4
TOPLAM					180,72

6.1.3 Kullanıcıya ilişkin verilerin belirlenmesi

Bina kullanıcılarına ilişkin Bölüm 3.1.'de açıklanan toplumun kültür ve refah seviyesi, yaş, cinsiyet, yaptığı eylemlerin türü ve etkinliği v.b. kişisel faktörlerin su tüketim miktarlarını etkilediği bilinmektedir. Bir önceki adımda belirlenmiş olan fonksiyona ve binanın kullanıcılarına ait bu tür bilgilerin derlenmesi, su tüketimine ilişkin alınabilecek önlemlerin belirlenmesinde önemli bir adım olacaktır.

6.1.4 Suya ilişkin verilerin belirlenmesi

Suyun kalitesi, suyun sağlanması, suyun iletimi ve kullanımı, suyun taşıyıcı olarak kullanılması, kullanılan suyun atımına ilişkin verilerin derlenmesi belirlenecek su korunumu stratejisi için karar verilebilmesi konusunda önem kazanmaktadır.

Suyun sağlanması istenilen düzeyde değilse yani basıncın fazla ya da az olması su kullanımında etkinliğin azalmasına, bunun yanı sıra kalitesinin düşmesi suyun boşuna akmasına neden olmaktadır. Böyle bir durumda akış düzeleyicilerin (akış regülatörü) ya da su ile havanın eşit oranda karıştıran perlatörlerin kullanılması su korunumu konusunda etkin bir çözüm sağlayacaktır.

Su, su saati aracılığıyla her daireye ayrı olarak iletiliyorsa kullanıcının elektronik su sayaçları ile tükettiği suyu görmesi ya da kontrollü sayaç ile ön ödemeli olarak suyu kullanması, suyun bilinçli olarak kullanılması dolayısıyla tüketim oranının azaltılması konusunda önemli bir adım olacaktır.

Atıksuyun uzaklaştırılması sürecinde, kanalizasyon sisteminin bulunmadığı yerleşim alanlarında fosseptik çukurunda biriktirilerek gerçekleştiriliyorsa için önemli bir sorun olabilmektedir. Bu nedenle bu bölgelerde kanalizasyona gönderilen su miktarının azaltılması, dolayısıyla suyun sürekli çevrim ile tekrar kullanılması önem kazanmaktadır. Atıksuyun ya da gri suyun arıtılarak kullanılması yöntemi ile daha az su, daha uzun dönemde kullanılmaktadır.

6.1.5 Binada kullanılan arıtma sistemine ilişkin verilerin belirlenmesi

Su tüketimine ilişkin alınabilecek önlemlerin belirlenmesi çalışmanın mevcut bir binada veya tasarım aşamasında olan bir projede uygulanmasına bağlı olarak değişim göstermektedir. Özellikle Japonya’da örneklerine fazlaca rastladığımız çift dağıtım sistemi (arıtılmış gri suyun kullanım suyu olarak ayrı bir hatla tuvaletlerde kullanılması) uygulamasının mevcut binalarda uygulanmasının daha zor ve maliyetli olması nedeniyle yağmur suyunun toplanılarak kullanılması ya da sağlık donatımında alınabilecek önlemleri etkin kılmaktadır. Tasarım aşamasındaki binalarda ise çift dağıtım sistemi de seçeneklere dahil edilebilmektedir.

6.1.6 Binalarda su korunumuna ilişkin yasa ve yönetmeliklerin belirlenmesi

Dünya’da binalarda su korunumu konusunda geliştirilen teknolojilere ilişkin uygulamaların yaygınlaştırılabilmesi için her ülke farklı yasal zorunluluklar ya da teşvik programı geliştirmiştir. Bu programlar, ulusal nitelikte olabildiği gibi eyaletler ve şehirler arasında da farklılık gösterebilmektedir. Bunun yanı sıra ülkelerin farklı şehirlerde belirlediği yüksek fiyat politikaları da kullanıcıların su tüketimi konusunda daha bilinçli davranmasını sağlamaktadır. Bu adımda tasarımın yapıldığı ülkeye, bölgeye veya eyalete ait su korunumuna ilişkin standart, yasa ve yönetmeliklerin öngördüğü sınırlar içinde kalacak şekilde binalarda su tüketimine ilişkin alınabilecek önlemler belirlenmelidir. Bu konuda ülkemizde belirlenmiş olan herhangi bir yasa ya da yönetmelik bulunmamakta olup Bölüm 5.1’de açıklanan farklı ülkelerin yasa ve yönetmelikleri incelenebilir.

6.2 Farklı Ölçeklerde Binada Su Korunumu Stratejilerinin Belirlenmesi

Binanın bulunduğu bölgeye, binaya, kullanıcıya, suya, binada kullanılacak arıtma sistemine, standart, yasa ve yönetmeliklere ilişkin verilerin derlenmesi sonucunda; yerleşme ölçeğinde, bina ölçeğinde, sağlık donatımı ölçeğinde ya da makro ölçekteki su korunumu stratejilerinin bir ya da birkaçı ile binada su tüketimini azaltmak için önlemler alınabilir.

6.3 Belirlenen Su Korunumu Stratejilerinin Uygulanması

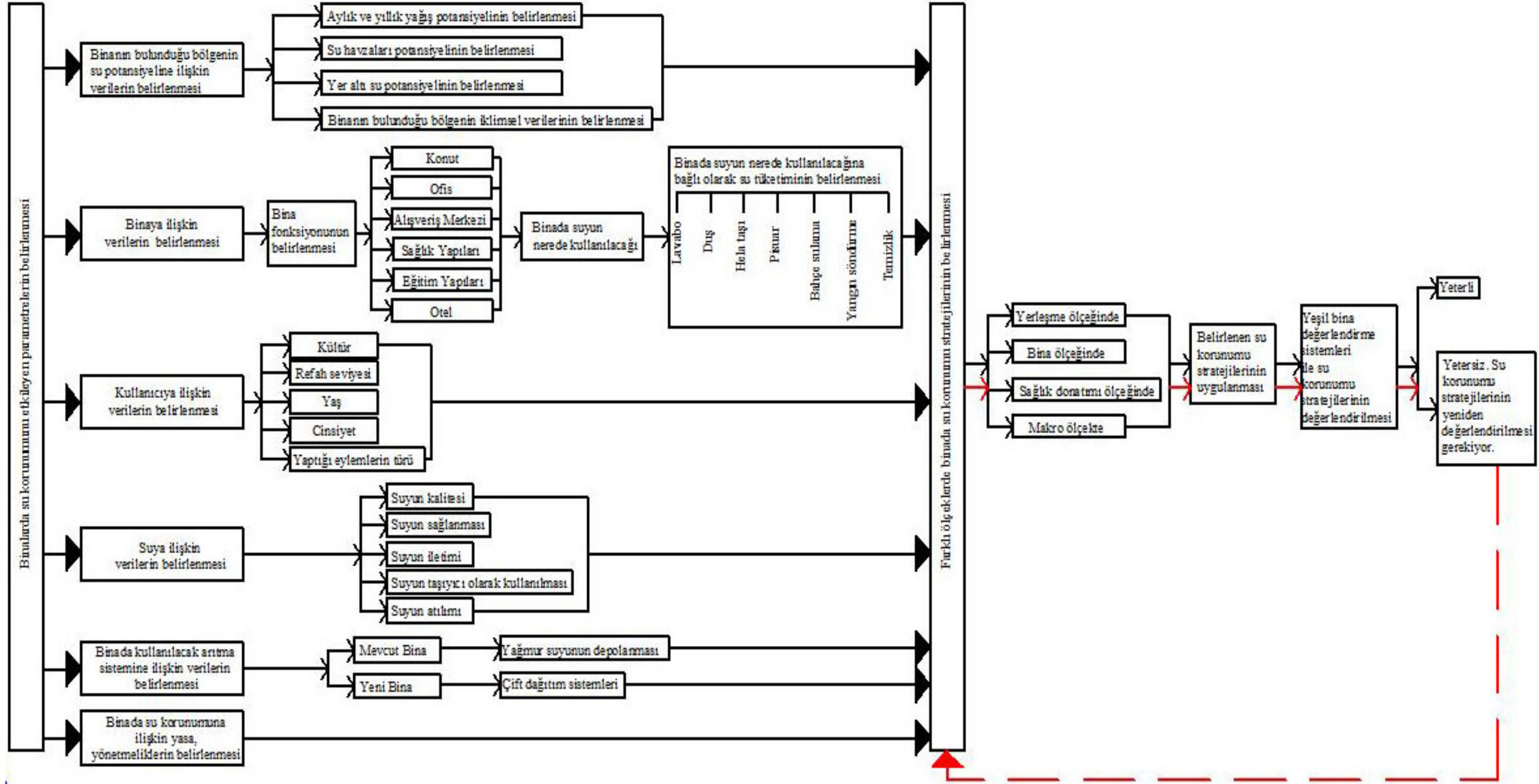
Bu adımda binalarda su tüketimini azaltmak amacıyla alınan önlemlere ilişkin kararların uygulanması gerçekleşmektedir. Bir önceki adımda belirlenmiş olan su korunumu stratejileri bir veya birkaç ölçekte uygulanarak binalarda kullanılan su miktarı azaltılması amaçlanmaktadır.

6.4 Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri İle Su Korunumu Stratejilerinin Değerlendirilmesi

Yeşil bina değerlendirme sistemleri sürdürülebilir kaynakların korunmasına yönelik olup, binalarda su korunumuna ilişkin krediler ile içilebilir su tüketiminin azaltılması amaçlanmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda giderek daha da yaygınlaşan BREEAM ile LEED Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri bunlardan bazılarıdır. Bu değerlendirme sistemlerinde, su verimli peyzaj, yağmur suyu kullanımı, gri ve atıksuyun arıtılarak yeniden kullanılması, sağlık donatımı ölçeğinde su tasarrufu sağlayan sağlık gereci ve akış organları ile su tüketiminin azaltılması gibi farklı kredileri bulunmaktadır. Bu sertifikasyon sistemlerinin su tüketimi ile ilgili önkoşulu ise binalarda su tüketiminin azaltılmasıdır. Daha önceki adımlar doğrultusunda belirlenmiş olan su korunumu stratejilerinin uygulanmasından sonra, kullanım aşamasında binalarda ve yerleşme ölçeğinde su tüketim oranları su sayaçları ile ölçülerek binalardaki su tüketiminin hangi oranlarda azaltabildiği belirlenir.

Belirlenen su korunumu stratejileri ile binalarda ölçülen azaltma oranı mevcut yeşil bina değerlendirme sistemlerindeki kredilerle karşılaştırılarak minimum kredinin sağlanması gerekmektedir. Su korunumuna ilişkin minimum kredi sağlanmıyorsa önerilen yöntemin adımları tekrar edilmelidir.

Önerilen yaklaşım şekil 6.1’de bir akış diyagramı yardımıyla anlatılmıştır.



Şekil 6.1: Binalarda su korunumuna ilişkin akış diyagramı şeması

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su, insanın temel ihtiyaçlarını karşılayanın yanında gelişmenin de kaynağıdır. Sürekli bir döngü içinde yenilenebilen bir kaynak olmasına rağmen; endüstriyel kirlilik, nüfus artışı, su kaynaklarının bilinçsizce kullanılması ve kirlenmesi, yanlış tarımsal uygulamalar, su kaynaklarına ve su havzalarına zarar veren yanlış ve hızlı kentleşme ve iklim şartlarındaki değişimler nedeniyle çağımızda birçok ülke su fakiri haline gelmiştir. Bu tablo içinde Türkiye bölge ülkelere nazaran daha iyi durumda görünmekle birlikte kişi başına düşen su miktarı ile dünya ülkelerinin gerisinde kalmaktadır. Ancak hızlı kentleşme ve nüfus artışı nedeniyle yerleşmelerin artması ve buna bağlı olarak da binalarda su tüketiminin artması bu sürecin doğal bir sonucudur. Binalarda su korunumu teknolojileri dünyanın pekçok yerinde yaşanan su sıkıntılarına çözüm olabilmesi için her geçen gün geliştirilmekte ve yenilenmektedir.

Bu çalışmada binalarda su korunumunun önemini vurgulamak ve su korunumu stratejileri konusunda tasarımcılar ve kullanıcılar için bir rehber oluşturabilmek amacıyla bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşım yardımıyla tasarım veya kullanım aşamasındaki binalar için farklı ölçeklerde su korunumu stratejileri belirlemek olanaklıdır.

Binalarda su tüketimini azaltmak amacıyla su korunumu stratejilerinin belirlenmesi sürecini içeren yaklaşıma ilişkin elde edilen genel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- Binanın bulunduğu yer, binanın fonksiyonu, kullanıcı özellikleri, suyun özellikleri, arıtma sistemlerinin özellikleri ve su korunumuna ilişkin yasa ve yönetmelikler binalarda su tüketimi miktarlarının dolayısıyla su korunumu stratejilerinin en temel belirleyicileridir.
- Binalarda su korunumu stratejilerine ilişkin kararlar yerleşme ölçeği, bina ölçeği, sağlık donatımı ölçeği ve makro ölçekte; ayrı ayrı veya birkaç ölçek bir arada olmak üzere ele alınabilir.

- Türkiye’ye ait yeşil bina değerlendirme sistemlerine ilişkin yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Farklı ülkeler tarafından belirlenen yeşil bina değerlendirme sistemleri oluştururken, o ülkeye ilişkin iklim, kültür, tarih, coğrafya, yönetmelikler, politik kararlar, inşaat uygulamaları ve malzemeleri, altyapı gibi faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Dolayısıyla başka ülkelerin değerlendirme sistemlerini kendimize uyarlamaya çalışmak yerine yerel bir sertifika sistemi oluşturmak daha doğru olacaktır.

Oluşturulacak yeşil bina değerlendirme sisteminde;

- Türkiye’de su potansiyeli ve yağış ve nüfus dağılımlarının incelenmesi sonucunda, su sıkıntısının yaşanma oranına göre bölgelemeler yapılması, su sıkıntısının yaşandığı bölgelere göre, su korunumuna ilişkin belirlenen parametrelerin farklı ağırlıkta puanlanması; örneğin su sıkıntısının daha yüksek yaşandığı bir bölgede (sıcak iklim bölgeleri ya da nüfus yoğunluğunun çok fazla olduğu bölgeler) su tüketiminin azaltılmasına ilişkin kredilerin daha yüksek olması,
- Binalarda su korunumuna ilişkin kriterlerin belirlenerek yaygınlaştırılabilmesi için yasal zorunlulukların oluşturulması,
- Binalarda su tüketiminin azaltılmasına ilişkin susuz pisuar, çift akışlı tuvalet, perlatörlü duş ve musluk başlıkları kullanımının yaygınlaştırılması ve yeni binalarda, su tasarrufu sağlayan bu ürünlerin kullanımının zorunlu olması, mevcut binalarda ise sağlık gereçleri ve akış organları elemanlarının, su tasarruflu ürünler ile belli bir süre içerisinde değiştirilmesi için yönetmelikler hazırlanması,
- Binalarda yağmur suyu kullanım sistemleri ve gri suyun arıtılarak kullanılması konularında tasarım ve uygulamalara ilişkin standart ve yönetmeliklerin oluşturulması,
- Tüm bu uygulamaların, yaygınlaştırılması için vergi indirimleri vb. yöntemlerle finansal devlet teşviklerinin sağlanması,
- Yerel bir “Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi” ve bu değerlendirme sisteminin alt başlıklarında “binalarda su korunumuna” ilişkin kredilerin bulunması,

- Değerlendirme sisteminin öncelikli olarak “Yeni Binalar” ve “Mevcut Binalar” olmak üzere 2 farklı şekilde ele alınması; her iki kategoride de su tüketiminin standart değerlerin altında olması yani su tüketiminin azaltılması önkoşulunun getirilmesi,
- Yeni binalarda, tasarımdan uygulama aşamasına kadar su korunumuna ilişkin tasarım parametrelerinin belirlenmesi ve tüm bu parametrelerin farklı ağırlıkta puanlandırılması,
- “Mevcut Binalar”da içme suyu tüketiminin azaltılma oranına göre puanlama yapılması, ancak mevcut binalarda bu teknolojilerin uygulanması daha zor ve pahalı olduğundan yeni binalara göre puanlama sisteminin daha yüksek olması,
- Binalarda peyzaj sulamasında oldukça yüksek oranda su tüketildiğinden, uygun sulama seçenekleri ya da yağmur suyu ile gri suyun arıtılarak tekrar kullanılmasına ilişkin kriterlerin farklı krediler ile değerlendirilmesi,

gibi konuların ele alınması önerilebilir.

Yukarıda değerlendirilen çalışmalar ve önerilen yaklaşım su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve su tasarrufunun sağlanması açısından önem taşımaktadır. Bu tür teknolojilerin geliştirilmesi, ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için su kaynakların daha verimli kullanılması için önemli bir adım atılmasını olanaklı kılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <<http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>>, alındığı tarih 13.02.2010.
- [2] **Alpaslan, N., Tanık, A., Dölgen, D.**; 2008: “Türkiye’de Su Yönetimi Sorunlar ve Öneriler” *TÜSİAD* Yayın No: T/2008-09/469.
- [3] **Shiklomanov, I. A. ve Rodda, J. C.**; 2003: *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*. Cambridge, UK, *Cambridge University Press*.
- [4] **UN World Water Development Report-WWDR**; 2003; *Water For People, Water For Life Executive Summary*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), UN Water, World Water Assessment Programme, *UNESCO Publishing*, ISBN: 92-3-103881-8.
- [5] **Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Küresel Su Politikaları ve TMMOB Su Raporu**; 2009: 1. Baskı ISBN: 978-9944-89-682-5.
- [6] **USIAD Su Raporu**; 2007: *Ada Strateji*, 1. Baskı ISBN: 978-9944-89-682-5.
- [7] **Url-2** <http://savunma.birbolbasaran.com/pdf/Dijital_Ekler/D_Ek_07_Usiad_Su_ve_Toprak_Bitti.pdf.pdf>, alındığı tarih 13.02.2010.
- [8] **Akın, M., Akın, G.**; 2007: Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su havzaları ve Su Kirliliği, Akın, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47, 2 (2007) 105-118.
- [9] **Filibeli, A.**; 1999; İçme Suyu Koruma Havzası’nın Kirlenmeye Karşı Korunması, *Su Kirliliği Kontrolü Dergisi* Cilt 9 Sayı 2.
- [10] **Dağdemiren, Murat**; 2006: *Dünya Su Krizine Doğru Gidiyor Makalesi*, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü (GYTE) İşletme Fakültesi Dekan Yardımcısı Yrd. Doç. Dr. Cemal Zehir ile Murat Dağdeviren Röportajı.
- [11] **Karakılçık, Y.**; 2008: “Bölgesel Su Anlaşmazlıklarının Küresel Çatışmaya Dönüşme Riski: Fırat ve Dicle Örneği”, *Uluslararası Hukuk ve Politika*, Cilt: 4, Sayı: 16, ss.19-56.
- [12] **Alphan, A.**; 1985: *Yapıda Sağlık Donatımı*, Teknik Üniversite Matbaası, Gümüşsuyu.
- [13] **Karahan, A.**; 2009: Gri Suyun Değerlendirilmesi, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- [14] **Dölgen, D., Alpaslan, M.N., Sarptaş, H.**; 2006: Use of Rainwater Cistern Systems (RWCS), As An Alternative For Freshwater Augmantation, Sustainable Water Management, 1, 11-13.
- [15] **Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)**, 2008: *T.C. Resmi Gazete*, Tarih: 13.02.2008, No:26786.

- [16] Samsunlu, A., 2006: *Atık Suların Arıtılması*, Birsen Yayınevi.
- [17] Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği; 1991: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği – Teknik Usuller Tebliği, *T.C. Resmi Gazete*, Tarih: 07.01.1991, No: 20748.
- [18] Url-3<http://www.arsimak.com/img/p_akim.jpg>, alındığı tarih 11.03.2010.
- [19] Url-4<http://www.menementopraksu.gov.tr/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=227>, alındığı tarih 23.04.2010.
- [20] Url-5<<http://www.adb.org/Documents/Events/2005/Sanitation-Wastewater-Management/paper-kanzler.pdf>>, alındığı tarih 25.04.2010.
- [21] Url-6<<http://www.watematicltd.co.uk/greywater-recycling.html>>, alındığı tarih 21.02.2010.
- [22] Url-7<<http://www.neeri.res.in/pdf/greywater.pdf>>, alındığı tarih 19.04.2010.
- [23] Url-8<www.deq.mt.gov/wqinfo/Sub/documents/SubrulesGraywaterDraft.pdf>, alındığı tarih 21.02.2010.
- [24] Url-9<www.deh.enr.state.nc.us/images/GraywaterFACTS-103007.pdf>, alındığı tarih 21.02.2010.
- [25] Url-10<<http://www.greywatersaver.com>>, alındığı tarih 21.02.2010.
- [26] Url-11<http://www.dcat.net/workshoptoolkit/Workshop_Toolkit/Water_Issues_files/Lighthouse%20Research%20on%20Greywater%20Recycling%20Oct%2022%2007%20_2_.pdf>, alındığı tarih 21.02.2010.
- [27] Url-12<http://www.ata.org.au/wp-content/projects/smartwater_final_report.pdf>, alındığı tarih 25.02.2010.
- [28] Url-13<http://www.sydneywater.com.au/Water4Life/InYourHome/GreyWater/images/Greywater_2.bmp>, alındığı tarih 17.02.2010.
- [29] Url-14<<http://frontierassoc.net/greenaffordablehousing/FactSheets/GAHCfactsheets/28%20Graywater%20final.pdf>>, alındığı tarih 22.02.2010.
- [30] Url-15<http://shoalwater.nsw.gov.au/Saving_water/pdfs/All_About_Greywater_Use.pdf>, alındığı tarih 22.02.2010.
- [31] Url-16<<http://www.doh.wa.gov/ehp/ts/www/greywater/rule/CrookTechMem.pdf>>, alındığı tarih 14.03.2010.
- [32] Url-17<<http://bracsystemswnw.com/data/storage/attachments/04afb7c6ae42e8796dfde3c27ef3d297.jpg>>, alındığı tarih 27.02.2010.
- [33] Alkhatib, R. Y., Roesner, L. A., Marjoram, C., 2007: An Overview of Graywater Collection and Treatment Systems, *American Society of Sivil Engineers*.
- [34] Alpaslan, N.; 1992: Turistik yerleşimlerin su ihtiyacı için sarnıç seçeneğinin irdelenmesi, *Datça Çevre Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Datça.
- [35] Url-18 <http://www.actpla.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/3378/Rainwater_tank_Sept_2008_updated_regulations_Oct_2009.pdf>, alındığı tarih 02.03.2010.

- [36] Url-19 < <http://www.chs.ubc.ca/archives/files/Harvesting%20rainwater%20for%20domestic%20uses%20an%20information%20guide.pdf>>, alındığı tarih 02.03.2010.
- [37] Url-20 < <http://library.state.or.us/repository/2009/200902121225234/index.pdf>>, alındığı tarih 12.03.2010.
- [38] Url-21 < http://www.radford.edu/rugreen/Publications/Rainwater_Manual2009.pdf>, alındığı tarih 23.02.2010.
- [39] Url-22 < http://www.twdb.state.tx.us/publications/reports/rainwaterharvestingmanual_3rdedition.pdf>, alındığı tarih 15.03.2010.
- [40] Url-23 < http://www.hunterwater.com.au/files/HWC_RainwaterTank_Guidelines_Jan_08.pdf>, alındığı tarih 20.03.2010.
- [41] Url-24 < <http://www.gslplumbers.com/services/sustainable-water-systems/commercial-systems.aspx>>, alındığı tarih 15.03.2010.
- [42] **Artema Blue Life Ürün Kataloğu**; 2009; *Vitra*.
- [43] **Enerji Ekonomisi**; 2005; Kasım; Isısan Çalışmaları No:351, *Isısan Yayınları*.
- [44] Url-25 < <http://www.watercon.com/pdf/WCS%20small%20sales%20pack.pdf>>, alındığı tarih 11.04.2010.
- [45] Url-26 < <http://www.core77.com/grenergadgets/entry.php?projectid=28#img80>>, alındığı tarih 21.04.2010.
- [46] Url-27 < http://livegreenlivesmart.org/sitefiles/1000/tech/aquia_inside.jpg>, alındığı tarih 02.04.2010.
- [47] Url-28 < <http://www.evac-train.com/Vacuumtoiletsystems.php>>, alındığı tarih 15.04.2010.
- [48] Url-29 < <http://www.evds.org.uk/projects.html>>, alındığı tarih 15.04.2010.
- [49] Url-30 < <http://www.gtz.de/en/dokumente/gtz2009-en-technology-review-composting-toilets.pdf>>, alındığı tarih 20.04.2010.
- [50] Url-31 < <http://www.epa.gov/owm/mtb/comp.pdf>>, alındığı tarih 20.04.2010.
- [51] Url-32 < http://www.crd.bc.ca/reports/water_/2004_/crdgreywaterreusestu-1/CRDGreywaterReuseStudyFinalReport.pdf>, alındığı tarih 20.03.2010.
- [52] Url-33 < <http://www.designbuild-network.com/contractors/interior/waterless/waterless2.html>>, alındığı tarih 20.04.2010.
- [53] Url-34 < http://www.valtech-group.com/sensor_urinals_toilet_flushers.html>, alındığı tarih 26.04.2010.
- [54] Url-35 < [http://www.geberit.com.tr/geberit/inet/tr/wcmstr.nsf/files/usr-pdf-Geberit_Public_TR.pdf/\\$file/Geberit_Public_TR.pdf](http://www.geberit.com.tr/geberit/inet/tr/wcmstr.nsf/files/usr-pdf-Geberit_Public_TR.pdf/$file/Geberit_Public_TR.pdf)>, alındığı tarih 17.04.2010.
- [55] **Can, M., Etemoğlu, A. B., Avcı, A.**; 2002; Deniz Suyundan Tatlı Su Eldesinin Teknik ve Ekonomik Analizi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1.

- [56] **Babuçu, F. O., Çağlar, S.;** 2009; *Avşa (Balıkesir) Belediyesine İçme-Kullanma Suyu Temini Amaçlı Deniz Suyundan Ters Osmoz Yöntemi İle Arıtma Tesisi Projelendirilmesi Ve Yapımı, Membran Teknolojileri Uygulama Sempozyumu*, 2-3 Kasım.
- [57] **Url-36**<http://www.csbe.org/graywater/report/graywater_reuse_other_countries_3.htm#2.2>, alındığı tarih 08.04.2010.
- [58] **Url-37**<http://www.harvesth2o.com/rainwater_harvesting_UK.shtml>, alındığı tarih 08.04.2010.
- [59] **Angelakis, A.N., Durham, B., Marecos do Monte, M.H.F., Salgot, M., Wintgens, T. and Thoeve, C.;** 2007: *Wastewater Recycling and Reuse in Eureau Countries: With Emphasis on Criteria Used*.
- [60] **Url-38**<<http://www.cmhc.ca/publications/en/rh-pr/tech/03-100-e.htm>>, alındığı tarih 26.04.2010.
- [61] **Url-39**<http://www.rainwaterharvesting.org/policy/Legislation_international.htm>, alındığı tarih 30.03.2010.
- [62] **Asano, T., Burton, F.L., Leverenz H.L., Tsuchihashi, R., Tchobanoglous, G.;** 2006: *Water Reuse Issues, Technologies, and Applications*, Metcalf&Eddy/AECOM, s.751-752-755-756-757-758.
- [63] **Url-40**<http://enviroscope.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/1565/attach/09_chapter7.pdf>, alındığı tarih 05.04.2010.
- [64] **Url-41**<http://www.environment.gov.il/Enviroment/Static/Binaries/ModulKvatzim/P0521_1.pdf>, alındığı tarih 09.04.2010.
- [65] **Goichon, Bruno Sauvet;** 2007: *Ashkelon desalination plant - A successful challenge*; Elsevier.
- [66] **Url-42**<<http://www.rainharvest.com/more/StateRainwaterHarvestingUS.pdf>>, alındığı tarih 02.04.2010.
- [67] **Url-43**<http://www.sustainabletechnologies.ca/Portals/_Rainbow/Documents/Cistern_fullreport_2007_final.pdf>, alındığı tarih 07.04.2010.
- [68] **Url-44**<<http://www.glc.org/wateruse/conservation/pdf/BestTechnologiesReport.pdf>>, alındığı tarih 13.04.2010.
- [69] **Url-45**<<http://www.environment.gov.au/water/publications/action/pubs/nrgi.pdf>>, alındığı tarih 06.04.2010.
- [70] **Url-46**<http://courses.cit.cornell.edu/crp384/2009reports/White&Chung_Gray%20Water%20Reuse.pdf>, alındığı tarih 06.04.2010.
- [71] **Url-47**<<http://www.usgbc.org/>>, alındığı tarih 01.04.2010.
- [72] **Url-48**<<http://www.breeam.org/>>, alındığı tarih 01.04.2010.
- [73] **Url-49**<<http://www.aiatopten.org/hpb/overview.cfm?ProjectID=273>>, alındığı tarih 01.04.2010.
- [74] **Jubilee, D.;** 2005: *A Sustainable Plan for the University of California Berkeley*.
- [75] **Url-50**<http://www.amwater.com/files/AMER0158_Project%20Sheets_Solaire-2.22.pdf>, alındığı tarih 11.04.2010.

- [76]Url-51<<http://www.hpbmagazine.com/images/stories/articles/NYCs%20Living%20Lesson.pdf>>, alındığı tarih 01.04.2010.
- [77] **Büyükkamacı, N.;** 2009: Su Yönetiminin Etkin Bileşeni: Yeniden Kullanım, *İzmir Kent Sorunları Sempozyumu*.
- [78]Url-52<http://www.bioregional.com/files/publications/BedZED_toolkit_part_2.pdf>, alındığı tarih 18.04.2010.
- [79] Url-53< <http://www.rainwater-toolkit.net/index.php?id=21>>, alındığı tarih 15.04.2010.
- [80]Url-54<<http://www.rainharvesting.co.uk/pdfs/University%20Building%20in%20Southampton.pdf>>, alındığı tarih 15.04.2010.
- [81] **Hills, S., Birks, R., McKenzie, B.;** 2002: *The Millennium Dome “Watercycle” experiment: to evaluate water efficiency and customer perception at a recycling scheme for 6 million visitors*; Water Science and Technology Vol 46 No 6–7 pp 233–240 © IWA Publishing 2002.
- [82] **Lazarova, V., Hills, S., Birks, R.;** 2003: *Using recycled water for non-potable, urban uses: a review with particular reference to toilet flushing*; Water Science and Technology: Water Supply Vol 3 No 4 pp 69–77 © IWA Publishing 2003.
- [83] **Özgünler, M;** 2009: Kişisel Grüşme.
- [84] **Güngör, Yavuz;** 2009: Kişisel Grüşme.
- [85] **İzer, E.;** 2008: *Deniz Suyundan İçme Suyu Üretimi*; Lisans Bitirme Tezi; Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü.
- [86] **Çizer, E.;** 2007: Yüksek Binalarda Enerji Yönetimi; Sabancı Center Örneği; *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- [87] **Yaman, C.;** 2009: Siemens Gebze Tesisleri Yeşil Bina; *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- [88] **Erengözgin, Ç.;** 2009: *Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji Eki*; Diyarbakır Güneş Evi
- [89] **Kardeş, B.;** 2009: Kişisel Grüşme.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Nazlı İpek ŞAHİN

Doğum Yeri ve Tarihi: Yalova, 21.05.1982

Adres: Küçükçekmece/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: Balıkesir Üniversitesi