

T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

KIRKLARELİ'NDE EVSEL SU KULLANIMI VE KORUNUMUNA
YÖNELİK BİR UYGULAMA ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GÖZDE BUÇAK
131401102

Danışman Öğretim Üyesi:
Prof. Dr. Demet IRKLI ERYILDIZ

İstanbul, Haziran 2015

**T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**KIRKLARELİ'NDE EVSEL SU KULLANIMI VE KORUNUMUNA
YÖNELİK BİR UYGULAMA ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GÖZDE BUÇAK
131401102**

**Danışman Öğretim Üyesi:
Prof. Dr. Demet IRKLI ERYILDIZ**

İstanbul, Haziran 2015

ÖZET

Dünya genelinde su kaynakları tarım, sanayi ve evsel su tüketimi olarak kullanılmaktadır. Birçok ülkede toplam su kullanımı içerisinde evsel su kullanımı küçük bir oran oluşturmasına karşı, binalarda kullanılan bu suyun miktarı azımsanmayacak bir orana sahiptir. Bu nedenle, konutlarda evsel kullanım sonucu oluşan suları kirletici olarak değil, yeniden değerlendirerek kullanılabilir bir kaynak haline getirmek, su kaynaklarının korunması ve su tasarrufunun sağlanmasında büyük önem kazanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, konutlarda gündelik kullanım sonucu oluşan evsel atık suların kaynağından suyun kirlilik seviyelerine göre ayrılarak yeni arıtma teknolojileri sayesinde tekrardan kullanımının sağlanabileceği gösterilmektedir. Yağmur suyu gibi alternatif su kaynaklarının da dâhil edilmesiyle birlikte mevcut veya yeni yapılacak konutlar da su geri kazanım sistemlerinin uygulanabilirliği ve su tasarrufu sağlamadaki etkilerinin gösterilmesi hedeflenmiştir. Kırklareli’nde bir apartman örneği üzerinden bir uygulama önerisi yapılarak, konutlarda uygulanan geri kazanım sistemlerinin su korunumu ve tasarrufu üzerindeki etkilerine dikkat çekilmiş, toplu konutlar için uygulanması gerektiği belirtilerek öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Su Kullanımı, Su korunumu, Gri Su, Yağmur Suyu Toplama, Tekrar Kullanımı, Geri Kazanım sistemleri

ABSTRACT

Water sources are consumed/used worldwide for agricultural, industrial and residential needs. In many countries, residential water consumption has a small proportion in total water consumption, however, the amount used in buildings is substantial. Therefore, waste waters from domestic use should not be considered as pollutants, by re-consideration, making them usable sources come into question for supply of water sources and water conservation.

In this thesis study, reuse of domestic waste waters from residential daily use is shown by separating waste waters based on contamination levels and through new filtration systems. By adding alternative water sources like rain water, demonstration of feasibility of water reuse/recycle systems and effects on supply and water conservation on existing or new buildings is aimed. Through proposing an implementation example for an apartment in Kirklareli, this study offers suggestions by pointing out water supply of residential recycling systems and effects on water conservation, and stating the necessity of implementation on large housing projects.

Keywords: Water Use, Water Protection, Grey Water, Rain Water Harvesting, Re-Using,,Recycling Systems.

ÖNSÖZ

Tezimin oluşması ve sonuca varmasında benden desteğini ve bilgi birikimini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Demet IRKLI ERYILDIZA, tezimin gelişmesinde değerli katkıları için Prof. Dr. Semih ERYILDIZA ve yüksek lisans eğitimim boyunca emeği geçen ve bana katkı sağlayan Maltepe üniversitesindeki bütün hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte uzakta olmalarına rağmen benim her zaman arkamda olan, sevgilerini hissettiğim ve bana tüm imkânlarını sunan babam İbrahim BUÇAK, annem Vildan BUÇAK ve kardeşim Gamze BUÇAK'a, çalışmam boyunca bana cesaret verip destekleyen Abdul Samet ENGİN'e ve yanımda olan tüm arkadaşlarıma teşekkür etmeyi borç bilirim.

Ayrıca çalışmamda görüş ve önerileri ile bana her zaman yol gösteren, mimar Hasan Serdar NALBANTOĞLU'na ve çevre mühendisi Bilge SULTAN'a teşekkür ederim.

Mimar Gözde Buçak

İÇİNDEKİLER

ÖZET	V
ABSTRACT	VI
ÖNSÖZ	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XI
ŞEKİL LİSTESİ	XII
TABLOLAR LİSTESİ	XVI
1.GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	2
1.3 Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı.....	2
2. DÜNYA VE TÜRKİYE İÇİN SUYUN ÖNEMİ	4
2.1 Dünyada Su kaynakları, Su Dağılımı ve Suyun Kullanımı	4
2.2 Türkiye'nin Su Kaynakları, Su Dağılımı ve Suyun Kullanımı.....	11
2.3 Dünyada Su Üretimi Üzerine Yapılmakta olan Çalışmalar	17
3. EVSEL SU KULLANIMI VE KORUNUMUNUN SAĞLANMASI	20
3.1 Evlerimizde Ne Kadar Su Tüketiyoruz?.....	22
3.2 Evsel Su Tüketimini Etkileyen Faktörler	24
3.3 Konutlarda Su Tasarrufunun Sağlanması İçin Alınabilecek Önlemler.....	26
3.3.1 Su Kullanım Alışkanlıklarının Değiştirilmesi.....	26
3.3.2 Şehir Şebekelerinde Su Kayıplarının Kontrolü.....	28

4. EVSEL ATIK SU (GRİ SU) VE YAĞMUR SUYUNUN KONUTLARDA YENİDEN KULLANIMININ SAĞLANMASI.....	29
4.1 Gri Suyun İçeriği, Özellikleri ve Bileşenleri	31
4.2 Gri Suyun Arıtılmadan Kullanılması.....	32
4.3 Gri Suyun Arıtılarak Kullanılması	34
4.4 Gri Suyun Uygulama Aralığı ve Kullanım Suyu İçin Kalite Gereksinimleri.....	36
4.5 Gri Su Arıştırmada Kullanılan Sistemler	39
4.6 Membran Biyoreaktör (MBR) ve Çalışma Prensibi.....	40
4.7 Gri Su Sistem Dizayını.....	44
4.7.1 Sistem Boyutları.....	45
4.7.2 Su, Drenaj ve Havalandırma Hatlarının Bağlantı Şekli.....	46
4.7.3 Tesisat, Borulama ve Pompalar.....	46
4.7.4 Kirlı ve Temiz Su Depoları.....	46
4.8 Villa Tipi Projelerde Gri Su Geri Kazanım Sistemleri.....	47
4.9 Merkezi Sistem Gri Su Geri Kazanım Sistemleri.....	48
4.9.1 Gri Su Otomasyon Sistemi ve Çalışma Prensibi.....	49
4.9.2 Sistemlerin Maliyeti, amortisman Süreleri ve Bakımı	50
4.2 Konutlarda Yağmur Suyunun Kullanımı.....	51
4.2.1 Yağmur Suyunun Konutun Dış Mekanlarında Kullanılması.....	53
4.2.2 Yağmur Suyunun Konutun İç Mekanlarında Kullanılması.....	54
4.2.2.1 Tek Yağmur Suyu Sistemi	54
4.2.2.2 Şebeke ve Yağmur Suyu Hattının Birleşik Olduğu Sistemler.....	55
4.2.2.3 Ticari Sistemler.....	57
4.2.3 Yağmur Suyu Toplama Sistemleri ve Çalışma Prensipleri	59
4.3 Konutlarda Gri Su ve Yağmur Suyunun Birlikte Kullanılması.....	63
4.4 Konutlarda Su Tasarrufu Sağlayan Teknolojik Ürünlerin Kullanılması.....	64
4.4.1 Tuvaletlerde Su Tasarrufu ve Kullanılan Ürünler.....	65
4.4.2 Musluklarda Su Tasarrufu ve Kullanılan Ürünler.....	71
4.4.3 Duşlarda Su Tasarrufu ve Kullanılan Ürünler.....	73
4.5 Su Korunumu Sağlayan Peyzaj Tasarımının Yapılması	75
4.6 Konutlarda Su Korunumu Konusunda Dünya’da ve Türkiye’deki Teşvikler....	75
4.7 Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin Su Korunumunu Değerlendirme Kriterleri...77	

5. KIRKLARELİ'NDE BİR KONUTA SU KORUNUMU VE GERİ KAZANIMI SAĞLAYAN SİSTEMLERİN UYGULANABİLİRLİĞİ.....	80
5.1 Kırklareli İli Hakkında Genel, Coğrafi ve İklimsel Bilgiler	80
5.2 Kırklareli İli Su Kaynaklarının Kullanım ve Korunum Durumlarının İncelenmesi..	83
5.3 Çalışma Yapılacak Alan ve Apartmanın Belirlenmesi	84
5.4 Apartmanda ki Dairelerin Kullanıcı Profili ve Yıllık Su Tüketim Değerleri	85
5.5 Su Geri Kazanım Sistemleri Kurulmadan Önce Alınan Tasarım Kararları.....	96
5.5.1 Özlem Apartmanı İçin Yapılan Gri Su Debisi Hesaplamaları.....	96
5.5.2 Özlem Apartmanı Çatıdan Toplanan Yağmur Suyu Debisi Hesaplamaları.....	100
5.5.3 Özlem Apartmanına Yağmur Suyu toplama ve Gri Su Geri Kazanım Sistemlerinin Kurulumu.....	103
5.5.4 Özlem Apartmanı Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Yaklaşık Olarak Maliyet ve Amortisman Süresi Hesabı.....	105
5.5.5 Kat Planlarında Temiz Su, Pis Su ve Gri Su Tesisatının Gösterimi	108
5.5.6 Kesit Üzerinde Pis su, Gri Su ve Yağmur Suyu Kolon Şeması Gösterimi.....	112
5.6 Bölüm sonucu.....	115
6. SONUÇ	117
KAYNAKLAR.....	119
İNTERNET KAYNAKLARI.....	125
ÖZGEÇMİŞ.....	128

KISALTMALAR LİSTESİ

AB:	Avrupa Birliği
A.B.D:	Amerika Birleşik Devletleri
BM:	Birleşmiş Milletler
BOİ:	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BREEAM:	Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi
CASBEE:	Bina Çevre Verimliliği İçin Kapsamlı Değerlendirme
DGNB:	Sürdürülebilir Bina Alman Birliği
DKM:	Doğa Koruma Merkezi
DMİ:	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ:	Devlet Su İşleri
EPA:	Çevre Koruma Ajansı
FAO:	BM Gıda ve Tarım Örgütü
SBTOOL:	Sürdürülebilir Bina Aracı
IISBE:	Sürdürülebilir Yapılı Çevre İçin Uluslararası Girişimi
KOİ:	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
LEED:	Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik
TS:	Türk Standartları
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD:	Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
UNESCO:	Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Organizasyonu
USEPA:	ABD Çevre Koruma Ajansı
USGBC:	Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Bina Konseyi
WWC:	Dünya Su Konseyi
WWF-Türkiye:	Doğal Hayatı Koruma Vakfı
WHO:	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Yeryüzünde Su Kaynaklarının Dağılımı.....	5
Şekil 2.2. 2000 Yılında Ve 2025 Yılında Dünyadaki Su Sorunu.....	6
Şekil 2.3. Dünyada Sektörlere Göre Temiz Su Kullanımı.....	8
Şekil 2.4. Sağlıklı Suya Erişen Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı.....	9
Şekil 2.5. Ülkelerin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Sektörel Su Kullanımı.....	9
Şekil 2.6. Türkiye Havzalarının Su Potansiyeli	12
Şekil 2.7. Yılında Ülkemizde Kişi Başına Düşen Su Miktarı	14
Şekil 2.8. Türkiye Nüfus Hareketleri.....	16
Şekil 2.9. Şili’de Sisten Su Elde Eden Dikey Kolektörler.....	18
Şekil 2.10. Watair Projesi Sunumundan Görünüm.....	19
Şekil 2.11. Ters Ozmos Sistemi İle Deniz Suyundan İçme - Kullanma Suyu Elde Edilmesi.....	20
Şekil 3.1. Kişi Başına Günlük Ortalama Kentsel Su Tüketimi.....	21
Şekil 3.2. Günlük Evsel Su Tüketim Oranları.....	22
Şekil 3.3. Farklı Konut Türlerinin Yıllık Su Tüketimleri	25
Şekil 3.4. Şehir Şebekelerinde Su Kayıpları.....	28
Şekil 4.1. Evsel Atık Su Fraksiyonları.....	29
Şekil 4.2. Başlıca Gri Su Kaynakları.....	30
Şekil 4.3. Yönlendirici Vanalar İle Gri Suyun Bahçe Ve Kanalizasyona Verilmesi.....	33
Şekil 4.4. Başlıca Arıtılmış Gri Su Kullanım Yerleri.....	34
Şekil 4.5. Gri Suyun Fiziksel Arıtmadan Geçirilmesi	35
Şekil 4.6. Gri Suyun Konut İçerisinde Kullanılması.....	36
Şekil 4.7. Arıtma Teknolojileri Karşılaştırması.....	39
Şekil 4.8. Sistemin Akış Diyagramı.....	40
Şekil 4.9. Membran Biyoreaktörün Yapısı.....	41
Şekil 4.10. Membran Biyoreaktörün (MBR)’Nin Çalışma Prensibi.....	42
Şekil 4.11. Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Çalışma Prensibi.....	43
Şekil 4.12. Standart Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Kurulum Şeması.....	45
Şekil 4.13. Villa Tipi Projelerde Gri Su Geri Kazanım Sistemi.....	47

Şekil 4.14. Merkezi Sistem Gri Su Geri Kazanım Sistemi.....	48
Şekil 4.15. Gri Su Otomasyon Sistemi Ve Çalışma Prensibi.....	49
Şekil 4.16. Ev Tüketiminde Kullanılan Su Dağılımı.....	52
Şekil 4.17. Yağmur Suyunun Bahçe Sulamasında Kullanılması.....	53
Şekil 4.18. Yağmur Suyunun Evsel Kullanımı.....	54
Şekil 4.19. Direk Besleme Sistemi İle Yağmur Suyunun Bina İçerisinde Kullanılması.....	55
Şekil 4.20. Yerçekimi Sistemi İle Dağıtım.....	56
Şekil 4.21. Ticari Binalarda Yağmur Suyu Toplama Sisteminin Çalışma Prensibi.....	57
Şekil 4.22. Ticari Binalarda Yağmur Suyu Toplama Sistemi.....	58
Şekil 4.23. Konutta Yağmur Suyu Toplama Sistemi.....	59
Şekil 4.24. Yaprak Tutucu Filtre Ve Oluk Süzgeci.....	60
Şekil 4.25. Yağmur Suyu Filtre,Depo Ve Diğer Ekipmanları.....	61
Şekil 4.26. Yağmur Suyu Filtresi,Sakinleştirici Giriş,Taşma Sifonu,Yüzer Emme Filtresi.....	61
Şekil 4.27. Yağmur Suyu Ve Gri Suyun Birlikte Kullanılması.....	63
Şekil 4.28. Konutlarda Ve Ticari Binalarda Yağmur Suyu İle Kombine Edilmiş Gri Su Geri Kazanım Sistemleri	64
Şekil 4.29. Farklı Tip Klozetlerde Yıllık Su Tüketimi.....	65
Şekil 4.30. Çift Kademeli Gömme Tip Rezervuar Tuvalet.....	66
Şekil 4.31. 3,8 Lt'lik Kademeli Yeni Nesil Klozet.....	66
Şekil 4.32. Vakum Tuvaletler.....	66
Şekil 4.33. Çeşitli Drenaj Seçenekleriyle Sabit Vakum Sistemi Tasarım Örneği.....	67
Şekil 4.34. Kompost Tuvaletlerin Çalışma Şekli.....	68
Şekil 4.35. Kuru Tuvaletlerin Çalışma Şekli.....	69
Şekil 4.36. Yeni Nesil Akıllı Klozetler	69
Şekil 4.37. Lavabo Rezervuarlı Klozet.....	70
Şekil 4.38. Fotoselli Pisuarlar.....	70
Şekil 4.39. Susuz Pisuarlarda Temizleme Sistemi.....	71
Şekil 4.40. Musluktan Akan Suyun Havalandırıcılar İle Havalandırılması Ve Püskürtülmesi.....	72
Şekil 4.41. Zaman Ayarlı Musluk.....	72
Şekil 4.42. Kademeli Muslukta Su Tasarrufu.....	72
Şekil 4.43. Sabit Ve Fotoselli Musluklarda Su Tüketim Değerleri.....	73

Şekil 4.44. Düşük Akımlı Duş Başlıkları.....	74
Şekil 4.45. Termostatik Batarya.....	74
Şekil 4.46. Su Tasarrufu Sağlayan Küvet.....	74
Şekil 4.47. Kurakçıl Peyzaj Düzenlemesi Yapılmış Peyzaj Alanı	75
Şekil 4.48. Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri.....	78
Şekil 5.1. Kırklareli'nin Türkiyede Ki Konumu Ve Kent Merkezi Sınırları.....	80
Şekil 5.2. Kırklareli 2012 Yılı Belediyeler Tarafından Temin Edilen Su Miktarının Kaynaklara Göre Dağılımı.....	83
Şekil 5.3. Kırklareli Merkez Yerleşimi Ve Mahalleleri.....	84
Şekil 5.4. Özlem Apartmanının Karaca İbrahim Mahallesiindeki Konumu.....	85
Şekil 5.5. A Blok 1 Nolu Dairenin Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	86
Şekil 5.6. A Blok 2 Nolu Dairenin Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	86
Şekil 5.7. A Blok 3 Nolu Dairenin Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	87
Şekil 5.8. A Blok 4 Nolu Dairenin Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	87
Şekil 5.9. A Blok 4 Daireye Ait 2013 Yılı Yaz Ayları Su Tüketim Grafiği.....	88
Şekil 5.10. A Blok 4 Daireye Ait 2013-2014 Yılı Kış Ayları Su Tüketim Grafiği.....	88
Şekil 5.11. A Blok 4 Daireye Ait 2014 Yılı Yaz Ayları Su Tüketim Grafiği.....	88
Şekil 5.12. A Blok Tüm Dairelerin Kişi Başı Tüketilen Su Miktarı Karşılaştırma Grafiği.....	89
Şekil 5.13. A Blok Tüm Daireler 2013 Yılı Su Tüketim Miktarları Karşılaştırma Grafiği.....	89
Şekil 5.14. A Blok Tüm Daireler 2013-14 Yılı Su Tüketim Miktarları Karşılaştırma Grafiği.....	89
Şekil 5.15. B Blok 1 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	90
Şekil 5.16. B Blok 2 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	90
Şekil 5.17. B Blok 3 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	91
Şekil 5.18. B Blok 4 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	91
Şekil 5.19. B Blok 5 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	92
Şekil 5.20. B Blok 6 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	92
Şekil 5.21. B Blok 7 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	93
Şekil 5.22. B Blok 8 Nolu Daire Kullanıcı Profili Ve 2013 Yılı Su Tüketim Grafiği.....	93
Şekil 5.23. B Blok 8 Daireye Ait 2013 Yılı Yaz Ayları Su Tüketim Grafiği.....	94
Şekil 5.24. B Blok 8 Daireye Ait 2013-2014 Yılı Kış Ayları Su Tüketim Grafiği.....	94
Şekil 5.25. B Blok 8 Daireye Ait 2014 Yılı Yaz Ayları Su Tüketim Grafiği.....	94

Şekil 5.26. B Blok Tüm Dairelerin Kişi Başı Tüketilen Su Miktarı Karşılaştırma Grafiği.	95
Şekil 5.27. B Blok Tüm Daireler 2013 Yılı Su Tüketim Miktarları Karşılaştırma Grafiği.	95
Şekil 5.28. B Blok Tüm Daireler 2013-14 Yılı Su Tüketim Miktarları Karşılaştırma Grafiği.	95
Şekil 5.29. Yağmur Suyu Toplamak İçin Çatı Alanı Gösterimi.	100
Şekil 5.30. Uygulanması Düşünülen Yağmur Suyu Ve Gri Su Geri Kazanım Sistemleri.	104
Şekil 5.31. Uygulanması Düşünülen Yağmur Suyu Ve Gri Su Geri Kazanım Sistemlerinde Kullanılan Ekipmanların Kesit Gösterimi.	104
Şekil 5.32. Özlem Apartmanı Gri Su Ve Yağmur Suyu Geri Kazanım Sistemlerin 3D Gösterimi.	114
Şekil 5.33. Özlem Apartmanı Gri Su Ve Yağmur Suyu Geri Kazanım Sistemleri Depo 3D Gösterimleri.	114

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Su Kaynaklarının Küresel Dağılımı.....	5
Çizelge 2.2. Dünya’da Bir Kişi İçin Arz Edilen Ve Tüketilen Günlük Ortalama Su Miktarının Seyri.....	7
Çizelge 2.3. Ükelere Göre Tatlı Su Çekimi Ve Sektörel Kullanımı.....	10
Çizelge 2.4. Türkiye’nin Su Kaynakları Potansiyeli.....	11
Çizelge 2.5. Türkiye Su Kaynakları Ve Kullanımının Özeti.....	13
Çizelge 2.6. Kişi Başına Düşen Yıllık Kullanılabilir Su Miktarı	14
Çizelge 2.7. Türkiye’de Toplam Su Çekimi Ve Sektörel Dağılımı	15
Çizelge 4.1. Arıtılmamış Gri Suyun Bileşenleri.....	31
Çizelge 4.2. Arıtılmamış Gri Su Ve Evsel Atık Sudaki Toplam Koli Formlar Ve E-Koli Miktarları.....	32
Çizelge 4.3. Tuvalet Rezervuarı İçin Gerekli Kalite Şartları.....	37
Çizelge 4.4. Sulama Sularının Ve Uygulamalarının Hijyenik/Mikrobiyolojik Niteliklerinin Sınıflandırılması.....	38
Çizelge 4.5. Arıtılmış Suyun Kalite Gösterge Tablosu Ve Sistemden Giren-Çıkan Su.....	41
Çizelge 4.6 Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin Su Korunumu Değerlendirme Tablosu.....	79
Çizelge 5.1. Kırklareli İli Sıcaklık Ve Yağış Verileri.....	82
Çizelge 5.2. Konutlar İçin Gri Su Hesaplamalarında Kullanılan Standart Bilgiler.....	97
Çizelge 5.3. Özlem Apartmanı İçin Üretilen Gri Su Hesaplamaları Gösterimi.....	98
Çizelge 5.4 Özlem Apartmanı İçin Tüketilen Gri Su Hesaplamaları Gösterimi.....	99
Çizelge 5.5 Apartmanda Tüm Gri Suyun Değerlendirilmesi Durumunda Ödenen Aylık Su Faturası Tutarı.....	105
Çizelge 5.6. Sistemde Kullanılan Ekipman, Elektrik Harcamaları Ve Tutarları.....	106
Çizelge 5.7. Sistemin Harcadığı Elektrik Miktarı Ve Aylık Ödenen Fatura Tutarı.....	106
Çizelge 5.8. Gri Su Geri Kazanım Ve Yağmur Suyu Filtresi Sistemleri Yatırım Maliyeti Ve Amortisman Süresi Hesaplamaları	107
Çizelge 5.9. Artan Daire, Blok Sayısına Göre Yatırım Maliyeti Ve Amortisman süreleri.....	116

1.GİRİŞ

1.1 Problemin Tanımı

Günümüzde su, yaşantımızın ve küresel ekosistemin vazgeçilmez bir parçası olarak önemini giderek arttırmaktadır. Suyun, insanın temel ihtiyaçlarını karşılaması yanında; sürdürülebilir tarım, enerji üretimi, endüstri, ulaşım, turizmin ve ülkelerin varlığı, güvenlik çıkarları, ekonomik gelişimleri açısından da büyük bir öneme sahip olan doğal bir kaynak konumundadır. İnsanlık tarihinde de her zaman güç unsurlarının dengesini ve uygarlığın kalitesini belirleyen su kaynakları olmuştur. Bu nedenle Dünyada petrol ve doğal enerji kaynakları üzerinde asırlardır süren egemenlik savaşı artık su kaynakları üzerinde de başlamış bulunmaktadır.

Dünyanın büyük bir bölümü su kaynaklarıyla çevrili olsa bile, bu kaynakların ancak %3'ü içilebilir özellikte ve dağılımları yere, zamana göre değişmektedir. Su, sürekli bir döngü içinde yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen kullanılabilir su kaynaklarının bu kadar az olması, hızlı nüfus artışı, çevre kirliliği, endüstriyel gelişim, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim gibi nedenler suyun çevrimini tamamlamadan tüketilmesi su tüketim oranlarını hızla arttırmaktadır. Buna bağlı olarak insanlar ileride susuz kalma riskiyle karşı karşıyadır. Bu risk azaltılarak ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişmelerinin sağlama yolu mevcut kaynakların verimli kullanılması ve bilinçli su tüketiminden geçmektedir.

(çevre ve orman bakanlığı, 2010)

Türkiye’de kişi başına düşen su miktarı 1.430 m³’tür ve su zengini bir ülke değildir. 2030 yılında, bu miktar 1100 m³ olacak, 2050 ve sonraki yıllarda, ülkemizin çok ciddi bir su sorunu olacaktır. Bu yalnızca ülkemizin sorunu değil küresel anlamda çözüme ulaştırılması gereken bir dünya sorunudur. Su kullanımının en fazla yer olduğu konutlarda, tüketilen su miktarı azımsanmayacak ölçülerdedir. Bu nedenle evsel atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılması sorunu gün geçtikçe daha da fazla önem kazanmakta ve sürekli artış gösteren su gereksinimlerinin karşılanabilmesi için, su tüketim oranlarının düşürülmesine ilişkin yöntemlerin belirlenmesi, sürdürülebilir su ve atık su yönetimi için su tasarrufu modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Suyun hayatın vazgeçilmez kaynaklarından biri olduğu ve birçok nedenlerden dolayı kullanırken bilinçli, önlemler alarak tüketmek zorunda olduğumuzun gerçeği problemin tanımı bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır. Suyun konut içindeki yaşamında vazgeçilmez bir elemanı olduğunu ve konutlardaki su kullanımının azımsanamayacak ölçülere ulaşmasından dolayı bu tez çalışmasının ilk amacı, su kaynaklarımızın verimli kullanımı ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için, konutlarda su tüketim ve tasarrufu konusunda kullanıcıları bilinçlendirmek, tasarımcılara da kaynak oluşturmak ve suyun konut içindeki sürdürülebilir tasarımını incelemektir. Çalışmanın ikinci amacı ise, Kırklareli’nde seçilen bir apartman üzerinde çevre ve kullanıcı verileri doğrultusunda, konutlarda gündelik kullanım sonucu oluşan evsel atık suların kaynağından kirlilik seviyelerine göre ayrılarak yeni arıtma teknolojileri sayesinde tekrardan kullanımının sağlanabileceğini göstermek ve yağmur suyu gibi alternatif su kaynaklarının da dahil edilmesiyle birlikte mevcut veya yeni yapılacak konutlar da su geri kazanım sistemlerinin uygulanabilirliğini çevreye ve doğaya zarar vermeden su tasarrufu sağlamadaki etkilerinin gösterilmesini hedeflemektedir.

Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı

Tez çalışmasının yapısını kaynak taraması oluşturmaktadır. Bu doğrultuda anahtar kelimelerin yardımıyla kitap, makale, dergi, bildiriler ve elektronik kaynaklardan taramalar yapılmıştır. Tez’de suyun önemi, su kaynaklarının korunması, evsel su tüketimleri ve korunumunun sağlanması, konutlarda gri su ve yağmur suyunun yeniden kullanımı için, sistemlerin tasarlanmasını içeren yöntemlerin bir arada ele alınması ve tüm su kaynakların korunması şeklinde bir çerçeve belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk üç bölümlerinde, su sorunu, su üretimi üzerine yapılan çalışmalar, su tüketim miktarları, konutlarda su korunumu sağlama, su tüketimini etkileyen faktörler ve alınabilecek önlemler hakkında geniş çaplı literatür taraması yapılarak anlatılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, evsel nitelikli atık suların neler oldukları ve nasıl ayrılması gerektiği, gri suyun tanımı, özellikleri, kullanım alanları ve kalite gereksinimleri açıklanarak arıtılmasını sağlamak için kullanılan sistemler üzerinde

durulmuştur. Bu sistemlerin kurulmadan önceki tasarım aşamaları, çalışma prensipleri, maliyet bakım ve amortisman süreleri şekil ve tablolar yardımıyla aktarılmaya çalışılmıştır. Bu sistemlere ek olarak yağmur suyunun da toplanıp geri kazanılabileceği anlatılarak, gri su geri kazanım sistemlerinde olduğu gibi şekil ve tablolar yardımıyla konut içinde ve dışında nasıl kullanıldıkları gösterilmiştir. Kurulan sistemler haricinde konutlarda teknolojik su tasarrufu sağlayan tek tek ürünler tanıtılmış ve avantajlarından bahsedilmiş ve su korunumunu büyük ölçüde sağlayan peyzaj tasarımına değinilmiştir. Dünyanın birçok ülkesinde su tüketimlerini azaltmaya yönelik teknolojiler geliştirilmiş ve bu teknolojilerin etkin kullanımının sağlanması için oluşturulan yasalar, yönetmelikler ve devlet teşvikleri anlatılmıştır. Her ülkenin kendi yasal dokümanları dikkate alarak geliştirdiği yeşil bina sertifika sistemlerinin su değerlendirme kriterlerini tablo oluşturularak karşılaştırma yapılması sağlanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, Kırklareli ilinde Su geri kazanım sistemlerinin konuta entegre edilmeden önce ki araştırmalar yapılmıştır. İlk olarak kente ait genel, coğrafi, iklimsel bilgiler verilmiş ardından yoğun konut bölgesi olan karaca İbrahim mahallesinde bir apartman seçilerek kullanıcı ve yıllık su tüketim değerlerine ait grafikler oluşturulmuştur. Bu veriler doğrultusunda geri kazanım sistemlerinin uygulanması için tasarım aşamaları maliyet hesapları ile birlikte sunulmuştur. Her bir kat planı için pis su ve gri su boruları gösterilerek atık sular yerinde ayrılmıştır. Kesitler üzerine kolon şemaları işlenerek sistemin anlatımı sağlanmıştır. Bölüm sonucunda çeşitli iyileştirme önerileri sunularak su kullanımı ve korunumu konusunda apartman için geri kazanım sistemleri haricinde yapılması gerekenleri belirtmiştir.

Çalışmanın altıncı ve son bölümü olan sonuç başlığında; konutlarda su tüketimin neden azaltılması gerektiği gri su ve yağmur suyu toplama sistemlerinin faydaları üzerinde durularak, sistemlerin maliyet, yatırım değerlendirmeleri ve geri dönüş süreleri hesaplanmalar yapıldıktan sonra tablo üzerinde aktarılmıştır. Ayrıca bu geri kazanım sistemlerinin kullanılması konularında tasarım ve uygulamalara ilişkin standart ve yönetmeliklerin oluşturulup tüm binalara uygulanması sağlanmalıdır şeklinde görüş ve önerilerle tamamlanmıştır.

2. DÜNYA VE TÜRKİYE İÇİN SUYUN ÖNEMİ

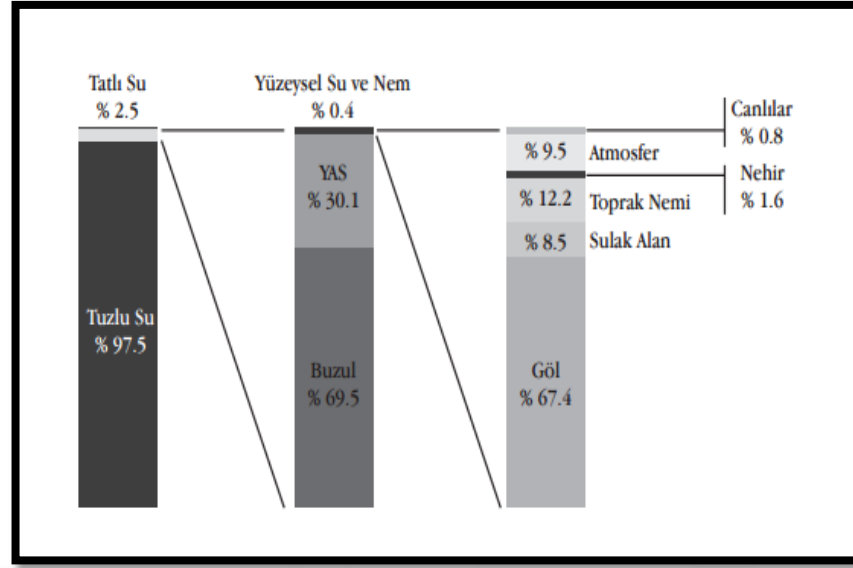
SU, insanın hayatta kalması ve sağlıklı yaşaması için zorunlu olmasıyla birlikte ekonominin birçok sektörü içinde önemlidir. Ancak Dünya üzerinde ki kaynaklar, yer ve zaman olarak düzensiz bir şekilde dağılmıştır ve insanoğlunun faaliyetleri nedeniyle baskı altındadır. Su kaynakları üzerindeki baskılar özellikle – kentleşme, nüfus artışı, artan yaşam standartları, su için artan rekabet ve kirlilik gibi insan faaliyetleri sonucunda artmaktadır. Bunlar iklim değişimi ve doğal koşullardaki değişiklikler ile daha da şiddetlenmektedir. Bu nedenlerden dolayı küresel ölçekte su kaynaklarının önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır.

Hızla artış gösteren dünya nüfusunun içme ve kullanma suyu, tarımsal sulama ve sanayi amaçlı su ihtiyacının ne şekilde karşılanacağı henüz kesin olarak bilinmemekte, dünyadaki tatlı su kaynaklarının yetersizliği ve suya olan yoğun talep ülkelerarası anlaşmazlıklara sebep olmaktadır. Türkiye, su kaynakları açısından dünya çapında yapılan değerlendirmeler ışığında, su sıkıntısı çeken ülkeler arasında yer almamaktadır. Bununla birlikte nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme olgularına bağlı olarak artan su tüketim değerleri dikkate alındığında, nicelik açısından yenilenebilir tatlı su kaynaklarında bir azalma ile karşı karşıyadır.

2.1 Dünyada Su Kaynakları, Su Dağılımı ve Suyun Kullanımı

Dünya'daki su doğal olarak farklı şekillerde ve yerlerde bulunur. Yeryüzünde en geniş alanları kaplayan su nedeniyle dünya için “Mavi Küre” adı da kullanılmaktadır.

Dünyanın % 97,5'nin suyla kaplı olmasına karşın, ancak bu suyun % 2,5'i kullanılabilir durumdadır. Bu kısıtlı miktarın % 2'lik kısmının Antarktika ve Grönland'da, 16 km kalınlığında buz kütleleri halinde, kalan kısmın büyük bölümü ise derin yeraltı suküresinde bulunduğu düşünüldüğünde, suyun sadece % 0,5'lik bölümü kullanılabilir niteliktedir. (Şekil 2.1), (Ulusoy, 2007:5).



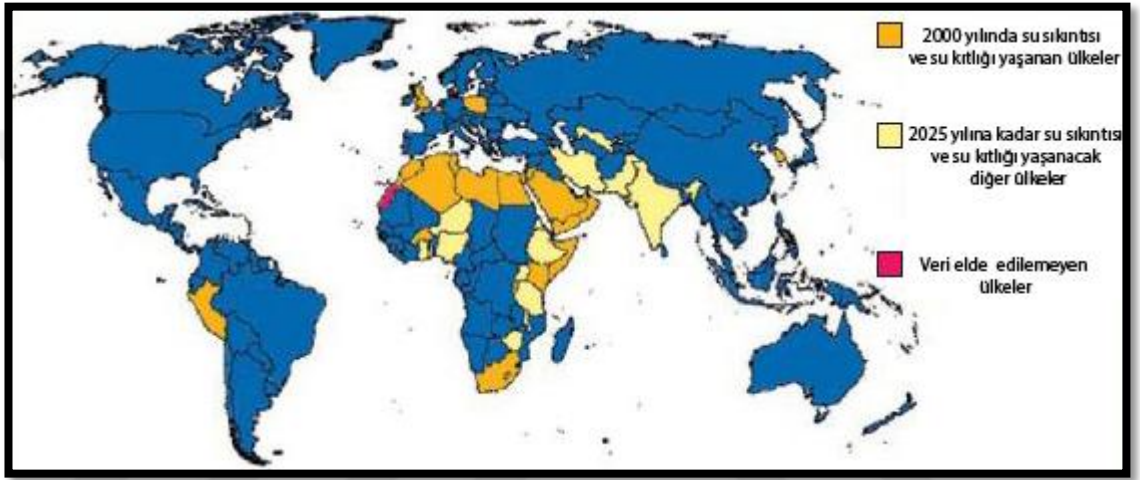
Şekil 2.1. Yeryüzünde Su Kaynaklarının Dağılımı [1]

Kullanılabilir tatlı suyun kaynağı, okyanuslardan yılda yarım milyon kilometre küpten fazla miktarda buharlaşan sudur. Buharlaşan suyun %90'ı yağmur olarak denizlere düşmekte ve yeryüzüne geri dönen suyun büyük kısmı daha insan kullanımına hazır duruma gelmeden buharlaşmaktadır. Aşağıda yer alan Tablo 1'de tüm kıtalardaki yağış miktarı, buharlaşma oranları ve aralarındaki farkını göstermektedir. (Özsoy.S,2009).

Çizelge 2.1. Su kaynaklarının küresel dağılımı (Pamukçu, Konuralp, su politikası,2000)

KITA	YAĞIŞ		BUHARLAŞMA		FARK (AKIŞ)	
	(mm)	(km ³)	(mm)	(km ³)	(mm)	(km ³)
AVRUPA	790	8290	507	5320	283	2970
ASYA	740	32200	416	18100	283	2970
AFRİKA	740	22300	587	17700	153	4600
K.AMERİKA	756	18300	418	10100	339	8180
G.AMERİKA	1600	28400	910	16200	685	12200
OKYANUSYA	791	7080	511	4570	280	2510
ANTARTİKA	165	2310	0	0	165	2310
DÜNYA	800	119000	485	72000	315	47000

Talebin artması, su kaynaklarının kirletilmesi ve kötü yönetilmesi, suyu giderek daha da kıt bir kaynak haline getirmektedir. Bu özelliklere, suyun yerküre üzerindeki eşitsiz dağılımı da eklenmektedir. Brezilya ve Çin Dünya su kaynaklarının yarısından fazlasına sahiptir. Zaten kıt olan kaynağın böylesine eşitsiz dağılımı sağlıklı ve yeterli suya ulaşma konusundaki mevcut olumsuz tablonun her geçen gün daha da kötüye gitmesine neden olmaktadır. (TUSIAD, su raporu, 2007), (şekil 2.2).



Şekil 2.2. 2000 Yılında ve 2025 Yılında Dünyadaki Su Sorunu (USIAD su raporu,2007)

Su kıtlığı gelecekte en önemli problemlerden biri olacaktır. Geçtiğimiz 50 yılda, su kaynaklarının miktarı aynı kalmasına rağmen, su çekimi üç katına çıkmıştır.

(WWAP, 2012). Birçok bölgede yeraltı suyu çekimleri geri beslemenin veya sürdürülebilir miktarın üzerindedir. Su kaynakları küresel değişimlerden önemli bir şekilde etkilenmektedir. Dünya üzerinde insan aktivitelerinden etkilenmemiş olan çok az yüzey ve yeraltı suyu sistemi kalmıştır. Dünya nüfusunun yüzde 40'ı su sıkıntısı içinde yaşıyor. Küresel ısınmanın yanı sıra, su tüketiminin nüfusa oranla üç kat fazla artıyor olması nedeniyle bu oranın 20-25 yıl içinde gıda, su ve enerji gibi ihtiyaçlarının yaklaşık %50 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bunun en önemli sebepleri nüfus artışı ve tüketim ihtiyaçları artan orta sınıf olacaktır. İklim değişikliği bu kaynakların mevcut durumlarını daha da kritik hale getirecektir. İklim değişikliğinin etkileri en şiddetli şekilde, Dünya'daki su varlığı dağılımındaki değişiklikler ile suyun mevsimsel ve yıllık değişimlerinde hissedilecektir (Stern, N.,2007).

İklim tahminleri, aşırı hava şartları oluşumlarının artacağını, yağışlı bölgelerin daha yağışlı ve kurak bölgelerin daha da kurak olacağını öngörmektedir. Yağışlardaki düşüşlerin en ciddi olarak beklendiği bölgeler arasında Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Güney Avrupa ön sıralarda yer almaktadır. (National Intelligence Council, 2012).

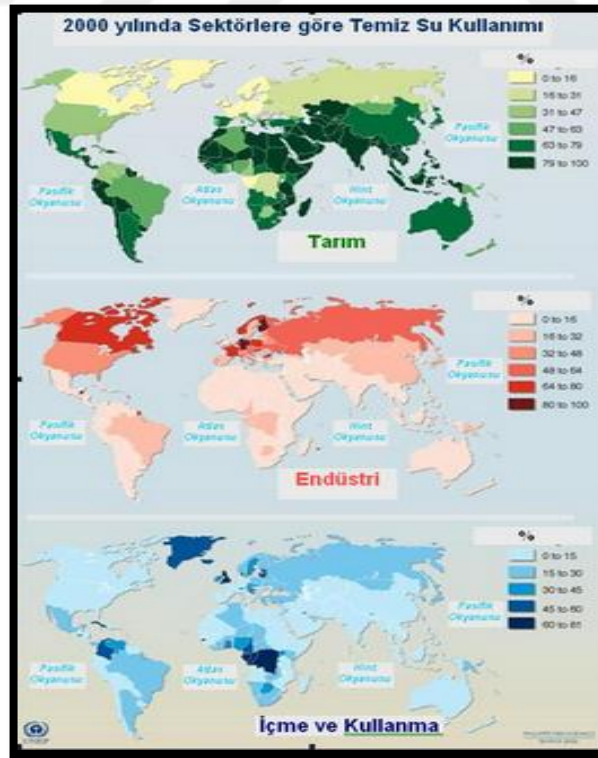
Çizelge 2.2. Dünya’da bir kişi için Arz Edilen ve Tüketilen Günlük Ortalama Su miktarının Seyri
(Karakaya N.,Gönenç .E.)

YIL	Arz Edilen Su Miktarı (m ³ /kişi/yıl)	Arz Edilen Su Miktarı (L/kişi/gün)	Net Su Tüketimi (m ³ /kişi/yıl)	Net Su Tüketimi (L/kişi/gün)
1950	544	1489	302	828
1960	650	1780	358	982
1970	701	1921	372	1020
1980	720	1972	382	1047
1990	687	1883	375	1027
1995	661	1810	361	991
2000	643	1761	352	967
2010	623	1707	337	924
2025	665	1821	350	961

Örneğin, küresel ısınma yüzünden klimaların daha çok kullanılması ile daha çok elektrik enerjisi kullanılacağı ve yüksek buharlaşma oranlarının gelecekte tarımsal su ihtiyacını artıracığı öngörülmektedir. 2030 yılında, ortalama ekonomik gelişme dikkate alınarak hazırlanan senaryolar ışığında ve diğer etkin kullanım mekanizmaları dikkate alınmadan, günümüzde 4.500 km³ olan küresel su ihtiyacının 6.900 km³ 'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu miktar mevcut ulaşılabilir ve güvenilir tedarik miktarının %40 üzerindedir. (2030 Water Resources Group, 2009). 2012 yılında 7,1 milyar olan Dünya nüfusunun 2030 yılında 8,3 milyar olması beklenmektedir. Nüfus artışı ile birlikte kentleşmenin de artması ve nüfusun yaklaşık %60'ının kentlerde yaşaması öngörülmektedir (UNDESA, 2009). Bu durum su kaynaklarının miktarı ve kalitesi üzerindeki baskıları daha da artıracaktır. Dünya nüfusunun yaklaşık %20'sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan yoksun olup, 2,3 milyar kişi sağlıklı suya hasrettir. 2050 yılında 9,3 milyarlık dünya nüfusunun %75'inin, yani 60 ülkede 7 milyar insanın su kıtlığı ile karşı karşıya kalacağı beklenmektedir.

Başka bir konu ise yapay su kütleleridir. Enerji ve sulama amaçlı su tutmaya yarayan baraj ve rezervuarlardan kaynaklanan buharlaşma kullanıma hazır suyun kaybını artırmaktadır. Bu yolla kaybolan kullanılabilir su miktarı evsel ve sanayide kullanılan su miktarından fazla olmaktadır. (UNESCO,1999). Sanayi açısından gelecekte su kaynaklarının azalması ve su kirliliğinin artması enerji tüketimini de artıracaktır. Bu durum özellikle metal, maden, petrol ve enerji sektörlerinde bulunan ve yüksek oran ve kalitede su tüketen firmalar için sorunlar oluşturacaktır. Artan su kirliliği ve su kullanımı sanayide, tarımsal ve evsel su kullanımında rekabete neden olacaktır.

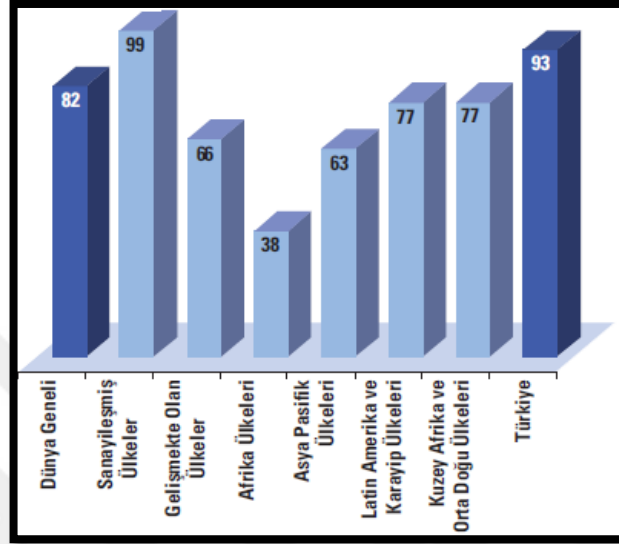
Dünya üzerinde su kullanımı 3 ana başlık altında toplanabilmektedir. Bunlar gıda ve tarım, (küresel olarak en çok su kullanan sektörler), Enerji ve Sanayi, Yerleşim alanları (evsel kullanım ve içme suyu amaçlı kullanımlar), Ekosistemlerin su ihtiyaçlarıdır. Su Kaynaklarının eşitsiz dağılımı konusunda kuzey- güney arasındaki fark suyun sektörel kullanımı açısından da kendisini göstermektedir. Küresel olarak Dünya su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu %19 ve %11 ile sanayi ve evsel kullanım izlemektedir. (FAO Aquastat, 2013).



Şekil 2.3. Dünyada Sektörlere Göre Temiz Su Kullanımı
(World Resources 2000-2001)

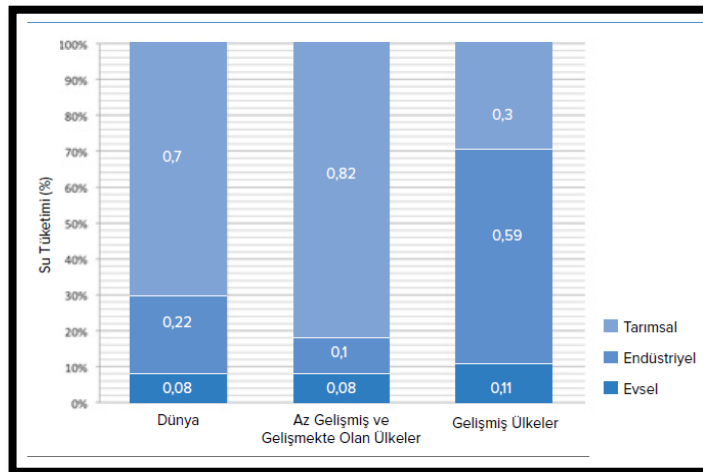
Günümüzde, yeterli temiz su kaynaklarına ulaşabilme imkânı sektörel su kullanımları ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Dünya genelinde sağlıklı suya erişen nüfusun toplam nüfusa oranı şekil 4’te verilmiştir. Bu oranın dünya ortalaması %82 olup, Türkiye’de bu oran %93’tür.



Şekil 2.4. Sağlıklı Suya Erişen Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı (Su Raporu, 2007)

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere tarımsal su tüketimi ortalaması yaklaşık %82 iken, gelişmiş olan ülkelere bu oran %30'lara kadar düşmektedir. (WWAP, 2003). Gelir düzeyi yüksek ülkeler de tarımsal su kullanımının yerini sanayi sektörü almaktadır. (Aküzüm , 2010a).



Şekil 2.5. Ülkelerin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Sektörel Su Kullanımı (Aküzüm, 2010a).

Çizelge 2.3. Ülkelere Göre Tatlı Su Çekimi ve Sektörel Kullanımı (Gleick ,2011)

Ülke	Toplam tatlısu çekimi (km ³ /yıl)	Kişi başı tatlısu çekimi (m ³ /kişi/yıl)	Evsel kullanım (%)	Sanayii kullanım (%)	Tarımsal kullanım (%)	2010 nüfusu (milyon)
Angola	0,4	18	23	17	60	19
Mısır	68,3	809	8	6	86	84
Somali	3,3	352	0	0	99	9
Kanada	45,1	1.330	20	69	12	34
ABD	482,2	1.518	13	46	41	318
Brezilya	58,1	297	28	17	55	195
Çin	578,9	425	12	23	63	1.362
Hindistan	761,0	627	7	2	90	1.214
İsrail	2,0	268	36	6	58	7
Japonya	88,4	696	20	18	62	127
Türkiye	40,1	530	15	11	74	76
Fransa	33,2	529	16	74	10	63
Rusya	76,7	546	19	63	18	140
İngiltere	11,8	190	22	75	3	62
Avustralya	59,8	2.782	15	10	75	22

Küresel olarak sulu tarım verimi kuru tarımdan (yağmura bağlı) yaklaşık 2,7 kat daha fazladır. Bu durum gelecekte daha fazla alanın sulu tarıma açılma ihtimalini güçlendirmektedir. Dünyadaki tarım alanlarının %16'sı sulanmakta, %84'ünde ise yağışa bağlı (kuru) tarım yapılmaktadır. (Muluk. Ç.B, 2013) 1995 yılında 262 milyon hektar olan sulanan tarım alanlarının, 2010 yılında 290 milyon hektara, 2025 yılında ise 330 milyon hektara ulaşması beklenmektedir. Tarımda verimliliğin artışına katkıda bulunmak için, sulamanın en etkin şekilde yapılması ve su kaynaklarının durumu göz önüne alınarak fazla sulamadan kaçınılması gerekmektedir. Fazla sulama hem tarıma, hem de su kaynaklarına zarar vermektedir. Ayrıca tarımda kullanılan kimyasal ilaç ve gübrelerin suları kirletmesine engel olmak için, bu tür ilaç ve gübrelerin kullanımının engellenmesi gerekmektedir.

Küresel ölçekte, sanayide kullanılan su miktarı tarımda kullanılanla kıyasla daha az olsa da, ulaşılabilir, düzenli ve çevresel olarak sürdürülebilir su kaynaklarına olan ihtiyaç devam etmektedir. Dünya genelinde, bölgeden bölgeye değişiklik göstermekle birlikte su kaynaklarının yaklaşık %20'si sanayi amaçlı kullanılmaktadır. Suyun endüstriyel kullanımı, enerji üretimi, santral soğutma suyu, endüstriyel üretimde kullanılan su, endüstriyel atıkları yıkama ve temizleme suyu alanlarını kapsar. Çok büyük miktarda soğutma suyuna ihtiyaç duyan Nükleer ve Fosil yakıtlı santraller endüstriyel suyun önemli bir bölümünü kullanırlar. Ancak endüstri amaçlı kullanılan suyun büyük bir bölümü su çevirimi içerisine girer. (Muluk.Ç.B,2013).

Gelişmiş ülkelerde ortalama kişi başı günlük su tüketimi (500-800 m³) gelişmekte olan Ülkelerde ki su tüketiminin yaklaşık on katıdır. Diğer sektörlerle karşılaştırıldığında evsel su kullanımı oldukça azdır. Nüfusun artması ile birlikte artan su ihtiyacı yeraltı su kaynaklarının aşırı kullanılmasına ve kentlerden uzaktaki kaynakların da tüketilmesine neden olmaktadır. (UNESCO, 2000)

2.2 Türkiye'nin Su Kaynakları, Su Dağılımı ve Suyun Kullanımı

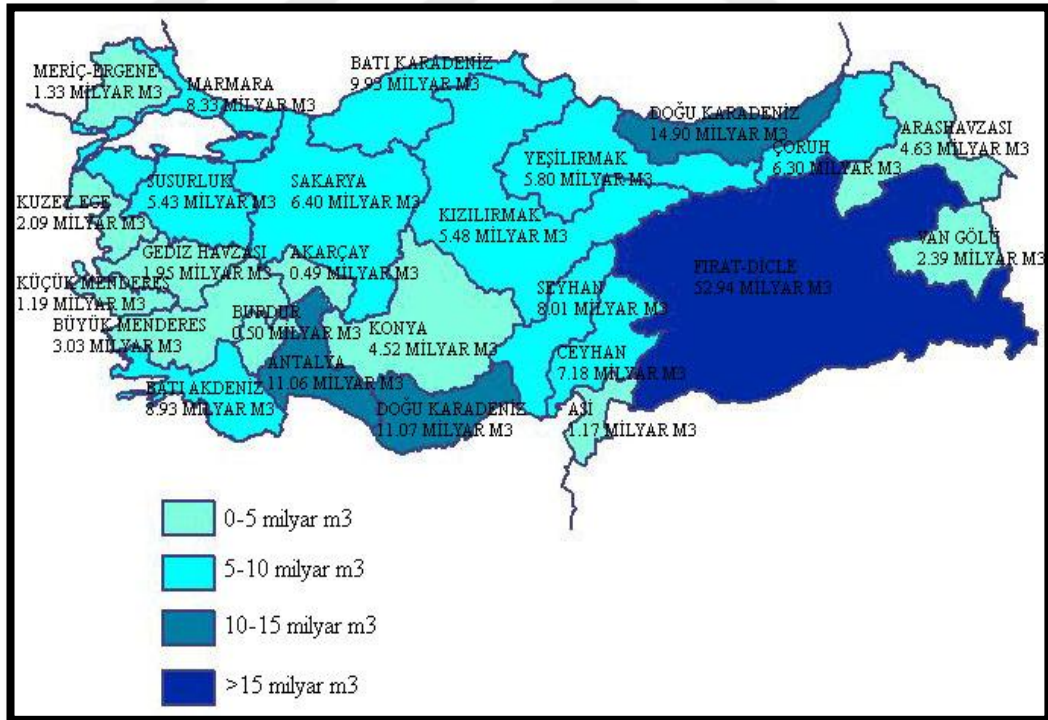
Ülkemiz üç tarafı su ile çevrili bir ülke olsa da tatlı su varlığı açısından zengin bir ülke değildir. Türkiye genelinde yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm olup, dünya ortalamasının (800 mm) altındadır. Bu miktar, yılda ortalama 501 km³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 km³'ü toprak ve su yüzeyi ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 km³'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 km³ 'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 km³'lük suyun 28 km³ 'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden gelen yılda ortalama 7 km³ su bulunmaktadır. Böylece Türkiye'nin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 km³ olmaktadır. Bu miktarın bölgesel ve mevsimsel dağılımındaki dengesizlik önemli bir sorundur. (Muluk.Ç.B,2013).

Çizelge 2.4. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli (DSİ,2009)

YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	643 mm/yıl
YILLIK YAĞIŞ MİKTARI	501 km ³
BUHARLAŞMA	274 km ³
YERALTINA SIZMA	41 km ³
KULLANILAMAYAN SU	88 km ³
KULLANILABİLİR YÜZEYSEL SU	98 km ³
ÇEKİLEBİLİR YERALTI SUYU	14 km ³
TOPLAM KULLANILABİLİR SU (NET)	112 km ³

Türkiye hidrolojik olarak, ortalama yıllık yağışların, buharlaşmanın ve yüzeysel su akışlarının büyük farklılıklar gösterdiği, 25 büyük havzadan oluşmaktadır.(Şekil 2.4) Havzalardaki yıllık yağış miktarları ve yıl içi yağış miktarı dağılımları büyük değişiklikler göstermektedir.

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. Pek çok havzada aşırı kirlenme sonucu su kalitesi değerlerinin sürekli kötüye gittiği, havzada içme suyu arıtımı için kurulan tesislerin ise yetersiz kaldığı görülmektedir (Filibeli,A.,1999).



Şekil 2.6. Türkiye Havzalarının Su Potansiyeli (DSİ, 2009)

Türkiye’de su kaynakları, su kaynaklarının kullanımı ve bu kullanımın sektörlere göre dağılımına dair tablolar aşağıda ki gibidir.

Çizelge 2.5. Türkiye Su Kaynakları Ve Kullanımının özeti (USIAD su raporu, 2007)

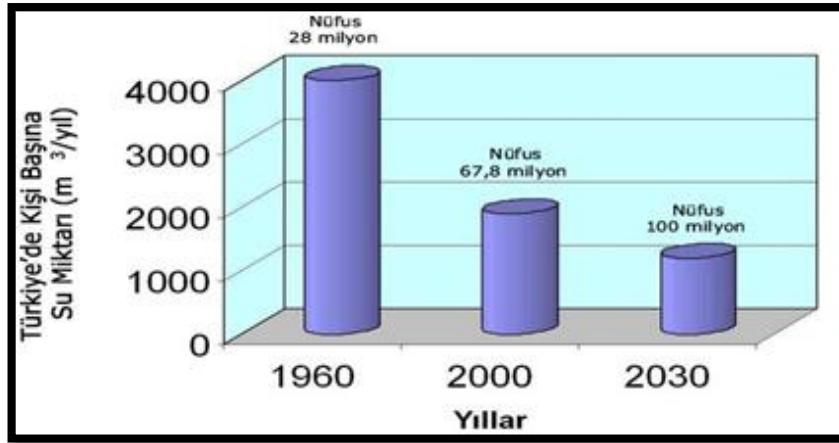
Yıllık Ortalama Yağış Oranı	643 mm
Yağan Yağmurdan Akarsularla Göllere Boşalan Miktar	186 milyar m ³ /yıl
Çeşitli Amaçlar İçin Kullanılabilir Yeraltı Suyu Potansiyeli	41 milyar m ³ /yıl (Brüt)
Ekonomik Olarak Geliştirilebilir Su Potansiyelimiz	110 milyar m ³ /yıl
Su Kullanımımız (2003)	40.2 milyar m ³ 6.2 milyar m ³ yeraltı suyu 34 milyar m ³ yüzeysel su
Suyun Sektörel Kullanımı (2003)	2.9 milyar m ³ sulama (%74) 6.2 milyar m ³ içme-kull. (%15) 4.3 milyar m ³ Endüstri (%11)
Yeraltı Suyundan Kullanılan Sulama Suyu	2.1 milyar m ³
Yeraltı Suyundan Kullanılan İçme Kullanma Suyu	2.0 milyar m ³
Yeraltı Suyundan Kullanılan Endüstri Suyu	2.1 milyar m ³
Yılda Kişi Başına Düşen Yenilenebilir Su Miktarı (65 milyon nüfus ile)	1700 m ³ /kişi/yıl
Kişi Başına Ortalama Günde İçme Kullanma Suyu Tüketimi	250 L/S
1 Ha Sulamanın Baraj ve Sulama Tesisleri Dahil Olmak Üzere Ortalama Maliyeti	8000 \$
Ekonomik Olarak Geliştirilebilir Su Potansiyelimizin kullanılma Oranı (2003)	% 36

Genel olarak bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10.000 m³ su potansiyeline sahip olması gerektiği kabul edilmekte, su potansiyeli 1000 m³'ten az olan ülkeler ise "Su Fakiri" olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 2.6. Kişi Başına Düşen Yıllık Kullanılabilir Su Miktarı (DSİ, 2009)

KİŞİ BAŞINA SU TÜKETİMİ (M ³)	ÜLKENİN DURUMU
10.000' den fazla	Su Zengini
3.000- 10.000	Yeterli Suyu Olan
1.000- 3.000	Su Sıkıntısı Olan
1.000 ' den az	Su Fakiri

Bu çerçevede su zengini bir ülke olmayan Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli 3690 m³'dür. Dünya ortalaması olan 7600 m³'ün yaklaşık yarısına karşılık gelen bu değer nedeniyle ülkemiz, su fakiri olmamakla birlikte, su kısıtlı bulunan ülkeler arasında sayılmaktadır. Kişi başına düşen yıllık teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir su miktarı 1.735 m³ civarında olan ve ülkemiz su azlığı yaşayan ve su kısıtlı bulunan bir ülke konumundadır.



Şekil 2.7. 2030 Yılında Ülkemizde Kişi Başına Düşen Su Miktarı 1000 (M³/Yıl) (DSİ, 2009)

DSİ'nin tahminlerine göre 2030 yılına kadar ülkemiz nüfusunun 100 milyona ulaşması durumunda, kişi başına düşecek teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir su miktarı 1000 m³'e düşecektir. Bu nedenle gerekli önlemler alınmadığı takdirde, ilerleyen zamanlarda büyük bir su sıkıntısı ile karşılaşma olasılığı oldukça yüksektir. [2]

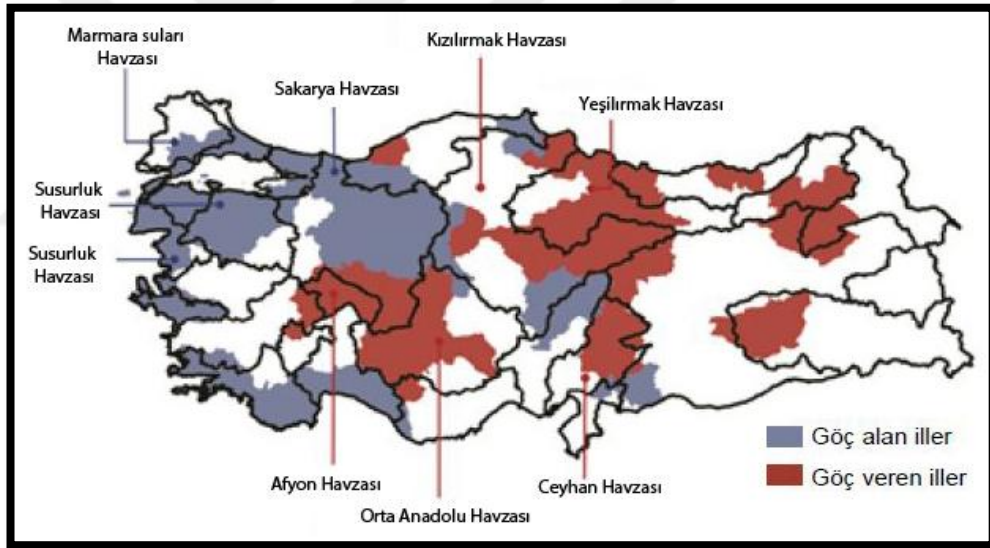
Çizelge 2.7. Türkiye'de Toplam Su Çekimi Ve Sektörel Dağılımı
(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011)

Yıl	Toplam su tüketimi		Sektörler					
			Sulama		Evsel		Sanayi	
	km ³	%	km ³	%	km ³	%	km ³	%
1990	30,6	28	22,0	72	5,1	17	3,4	11
2004	40,1	36	29,6	74	6,2	15	4,3	11
2008	43	38	32	74	6	15	5	11
2023	112	100	72	64	18	16	22	20

Türkiye'nin 2008 yılında toplam su tüketimi 43 km³ olmuştur ve bunun %11'i sanayide, %15'ievsel kullanım suyu olarak kullanılmıştır. Tarım sektörü %75'lik yüzeysel su ve %66'lık yer altı suyu tüketimi ile Türkiye tatlı su kaynaklarının en çok tüketildiği sektör olmuştur. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011)

Tarımda yeni alanların sulamaya açılması yanında modern sulama tekniklerinin kullanılacağı da düşünülerek yılda 72 km³ su kullanacağı öngörülmektedir. Nüfus artışı, kentleşme ve hızla gelişen turizm sektörü göz önünde bulundurularak 2008 yılında 6 km³ olan evsel su kullanımının 2023 yılında 18 km³'e ulaşacağı öngörülmektedir. Sanayi sektöründe de mevcut %4 lük büyüme oranı ile 5 km³'lük su tüketiminin 22 km³ olması beklenmektedir. Türkiye enerji talebi en fazla artan ülkelerden biridir. Su ile doğrudan ilişkisi nedeniyle elektrik enerjisinde son yirmi yıldır yaşanmakta olan tabloya bakıldığında, elektrik enerjisi tüketiminde endüstriyel ve kentsel kullanımın birbirine yakın olduğu görülmektedir. Özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde kıyı kentlerinde yaşanmakta olan yoğun turizm su kaynakları kadar enerji kaynakları üzerinde de yoğun baskılar oluşturmaktadır. Marmara Bölgesi'nde ise benzer bir durum kentsel kullanım içinde yer alan tekstil gibi küçük sanayilerin yoğunluğu nedeniyle yaşanmaktadır. (Muluk.Ç.B,2013)

Evsel su kullanımında kilit parametre ülke, bölge veya kentte kişi başına düşen su miktarıdır. Bu parametre toplam net su miktarı, nüfus, su dağıtım şebeke sisteminin kalitesi ve toplumun yaşam alışkanlıkları ile belirlenmektedir. İnsanlar kentlerde yaşamaya başladıkça yaşam alışkanlıkları değişmekte ve kişi başına kullanılan su miktarı artmaktadır. Günümüzde gelişmiş ülkelerdeki kişi başı su tüketimi gelişmekte olan ülkelerekinden yaklaşık on katıdır. Günümüzde Türkiye nüfusunun yaklaşık %77'si il ve ilçe merkezlerinde ve geri kalanı diğer kent ve yerleşim yerlerinde yaşamaktadır (TÜİK,2012). Gelecekte kent nüfusunun ve dolayısı ile de kişi başı su tüketiminin artması beklenmektedir. (Şekil 8). Bu durum büyük kentlerin etrafındaki su kaynakları üzerinde büyük bir baskı oluşturacaktır. Mevcut durumda da olduğu gibi yakın havzalardan su transferleri gerekebilecektir. Evsel su kullanımı ile ilgili geleceğe yönelik tahminlerin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.



Şekil2. 8. Türkiye Nüfus Hareketleri
(TÜİK 2012 verileri kullanılarak DKM tarafından üretilmiştir.)

Evsel su kullanımı ülke çapında büyük farklılıklar göstermektedir. Evsel su tüketimi Marmara Bölgesi'nde en yüksek, Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde ülke ortalamasının çok altındadır. 2010 yılında evsel su kullanımı 6 km³ ile toplam tüketimin %15'ini oluşturmuştur ve kişi başı çekilen günlük içme ve kullanma suyu miktarı 216 m³ olmuştur (TÜİK,2010). Ne var ki bu rakamlar brüt rakamlardır. Çünkü Türkiye'de su şebekelerinden kayıp miktarları %40 ile %60 arasında değişmektedir. Bu rakam gelişmiş ülkelerde %20 civarındadır.

Ülkemizde tarım, enerji ve endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaştığı bölgelerde ve kentsel yerleşim alanlarında yerüstü ve yeraltı su kaynakları iklim değişikliği nedeni ile tehdit altındadır. İklim koşullarında ani mevsimsel değişiklikler, aşırı sıcaklar, fırtına ve sellerin neden olacağı su kaynakları sorunları ve buna bağlı sektörlerin ekonomik kalkınmasına etkileri (çölleşme, kuraklık nedeniyle yaşanan tarım ekonomisi sorunları vb.) birçok ülkede olduğu gibi Türkiye açısından da artık gündemdedir. Ancak buna rağmen su kaynaklarının verimli kullanıldığımızı söyleyemeyiz.

2.3 Dünyada Su Üretimi Üzerine Yapılmakta olan Çalışmalar

Dünya üzerinde ki tüm hayatsal faaliyetlerin gerçekleşmesi için suya olan zorunlu ihtiyaç durumu ile birlikte; iklim değişimleri, kirlilik, nüfus artışı, su kaynaklarını kullanımında yapılan hatalar gibi birçok faktör suyu geleceğin en değerli kaynaklarından biri haline getirmiştir. Bu durumu farkına varan bilim insanları mevcut olan su kaynaklarını verimli kullanmayı sağlayan sistemlerin üretiminin yanında, gözle görülemeyen şekilde var olan ortamlarda su üretimi için çalışmalar yapmaktadırlar.

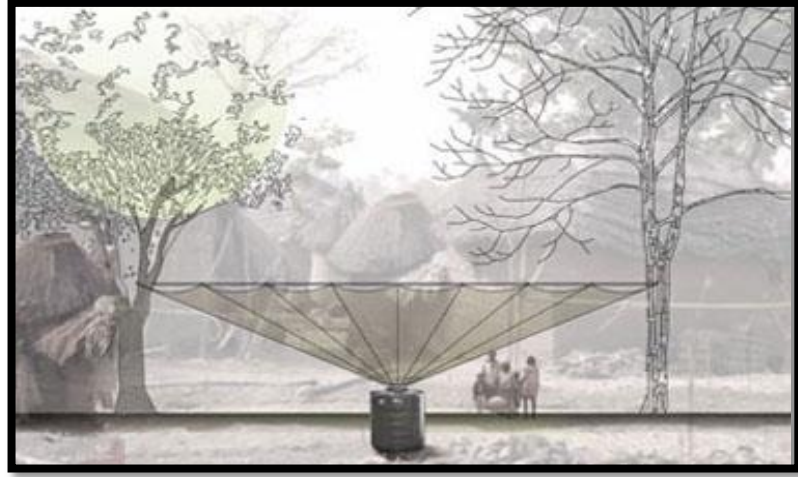
Sisten Su Üretimi: Sisten su üretimi ile ilgili çalışmalar 1900'lerin ortalarına dayanmaktadır. İlk kez Pilar Cerecada ve Waldo Canto 'nun Kanada Çevre Bakanlığın da görevli Robert Schemenauer ile birlikte başlattıkları çalışmaların şili ve Nepal'de uygulanmış örnekleri bulunmaktadır (IDRC,1991). Bu sistem suyun yağmurdan elde edilmesine çok benzemektedir. Temel farklılık yağmur damlalarının çapı ve yeryüzüne düşme hızlarındaki farklılıklardır. Yağmur damlalarına göre daha hafif ve yavaş düşen sis içinde ki su damlacıkları yağmur gibi dikey değil yatay hareket etmektedir. Bu nedenle bu damlacıklar yatay kolektörler sayesinde toplanabilmektedirler. Sis ağların arasından geçerken ağlara çarpıp, damlacıklar haline dönüşmektedir. Bu damlacıklar, ağların hemen arkasında bulunan panodan kayarak suyu toplayan alt bölüme doğru düşmektedirler. Bu kolektörlerin su toplama kapasiteleri sisin oluşum sıklığına ve kalınlığına göre değişmektedir. Yapımı ve uygulanması ucuz olan bu sistem, Güney Amerika, israil, Nepal ve Dominik Cumhuriyeti gibi ülkelerde uygulanmaya başlanmıştır. (FogQuest,2007),(şekil 2.9).



Şekil 2.9: Şili’de Sisten Su Elde Eden Dikey Kolektörler [3]

Havadan Su Üreten Sistemler: Bu sistemler atmosferik su jeneratörleri olarak tanımlanmaktadır. Dünya üzerinde birkaç farklı özel girişim tarafından üretilmekte olan sistemlerin temel çalışma prensibi, havadan aldığı nemi içilebilir suya dönüştürmektir. Bu işlemi gerçekleştiren makineler günümüzde kullanılmakta olan su sebillerine benzemektedir. Bu makineler, havayı içlerine çekerek ilk önce elektrostatik bir filtreden geçirmektedir. Filtrede havadaki parçacıkların %93’ü ayrıştırılmaktadır. Yoğuşturulan hava suyu dönüşmektedir. Su 30 dakika boyunca ultraviyole (UV) ışınlar maruz bırakılmaktadır. Bu arıtma yöntemi sudaki bakteri ve mikropların %99’unu yok etmektedir. Bu işlemlerden sonra birkaç farklı arıtma yönteminden daha geçirilen su, içme suyu olarak (sıcak ya soğuk) makineden dışarı verilmektedir. (Air2Water,2007).

Çiğden Su Üreten “wat air” projesi: İsrail Teknoloji Enstitüsün de doktora yapmakta olan Joseph Cory ve Eyal Malka, İsmi “WatAir” olan projede, çiğden su elde etmeyi sağlayan oldukça basit bir düzenek tasarımıdır. Örümcek Ağları ve çiğ damlacıklarını toplayan yapraklardan esinlenilerek tasarlanan proje, temel olarak noktasal bir su tankı üzerinde ters duran bir piramittir. 30m² Yüzeye sahip bu ters piramidi oluşturan düzlemler, her gün havadan 48lt su toplayarak üzerinde durdukları biriktirme tankına akıtmaktadırlar. Hem kırsal hem de kentsel alanlarda Uygulanmaya oldukça uygun olan proje, dünyanın temiz su sıkıntısı çekilen birçok bölgesin de kullanılabilir niteliktedir. (American Technion Society,2007).



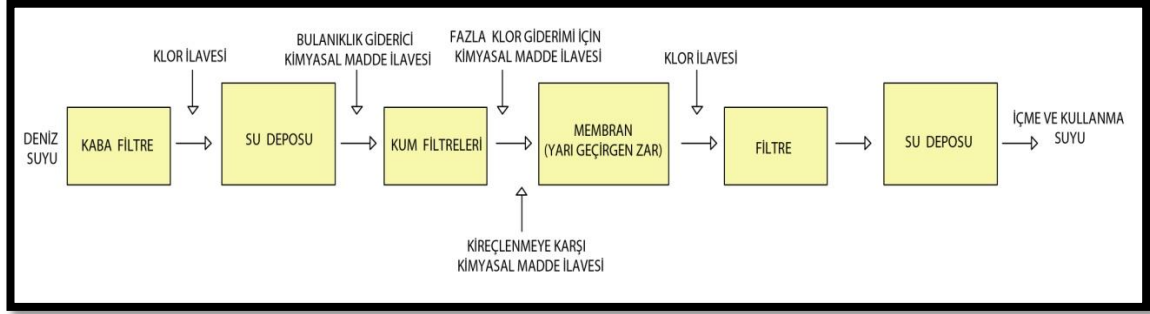
Şekil 2.10. WatAir Projesi Sunumundan Görünüm. [4]

Deniz Suyundan Su Üretimi: Deniz suyundan kullanılabilir su üretimi yaklaşık olarak 50 yıldır kullanılan bir sistemdir. Gelişen teknolojileri ile deniz suyu tuz giderimi ile içme ve kullanma suyuna dönüştürülmekte ve binalarda içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilmektedir. 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.

Deniz suyunun tuzsuzlaştırılarak içme-kullanma suyu elde edilmesi aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. (Şahin, N.,2010)

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

Bu yöntemlerin arasında kullanımı en yaygın yöntem ters ozmos yöntemidir. Ters ozmos, farklı konsantrasyonlara sahip iki çözeltinin, membran adı verilen yarı geçirgen bir zarla ayrılarak, konsantre çözelti tarafına (tuzlu deniz suyu) dışarıdan osmotik basınçtan daha yüksek bir basınç uygulanarak çözelti konsantrasyonunun alçak olduğu tarafa akmasıdır. Bu sistem yardımı ile deniz suyu tuzundan arındırılmaktadır. (şekil11),(Babuçcu,F.O.,Çağlar, S., 2009).



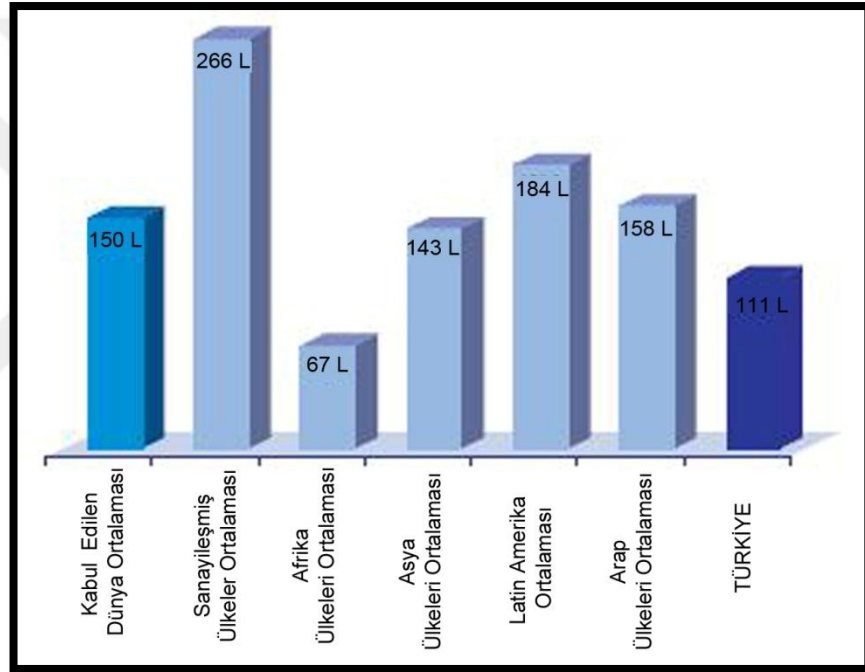
Şekil 2.11. Ters Ozmos Sistemi ile Deniz Suyundan İçme-Kullanma Suyu Elde Edilmesi (Şahin, N.2010)

3. EVSEL SU KULLANIMI VE KORUNUMUNUN SAĞLANMASI

Dünya genelinde su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarım , %19 sanayi ve %11 evsel kullanım, olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise bu oranlar tarım sektörü %75'lik , %11'i sanayi, %15'i evsel kullanım suyu olarak kullanılmıştır. Binalarda tükettiğimiz suların tamamı evsel kullanım başlığı altında incelenmektedir.

Evsel su kullanımı, evlerde, otellerde, lokantalarda ve çamaşırhanelerde içme suyu, besin hazırlama suyu, temizlik, çim ve bahçe sulama ve hizmet üretimi amaçlı olarak kullanılan suyu içermekte olup birçok ülkede toplam su kullanımı içerisinde küçük bir oran oluşturmaktadır. İnsanların yaşam biçimlerine, kültürel ve geleneksel yapılarına, sosyo-ekonomik koşullarına, yaşadıkları bölgelerin iklim özelliklerine, suya erişim kapasitelerine ve beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak suyun kullanımı da değişmektedir. Bu kullanım günde kişi başına *75 L ile 380 L* arasında değişmekte olup genellikle ekonomik düzeyin ve yaşam standartlarının artışı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. (Mc Ghee 1991). Gelişmiş bir ülkede standart bir hayat yaşayan bir İnsanın günlük su tüketimi *150* litredir. (Çepel,2003). Bu 150 litrelik tüketim bir insanın içme, yıkanma, temizlik, tuvalet ve bahçe bakımı için harcadığı suyun toplamıdır. Bu tüketimde en düşük ortalama ise Afrika ülkelerindedir.

Kıtlığa doğru giden bu doğal kaynakların kullanımı gelişmiş ülkelerde bir bolluk havasında sınırsız ve sorumsuzca sürerken, hali hazırda Afrika'nın ve Ortadoğu'nun birçok bölgesinde çoğu insan günde kişi başına 2–3 litre temiz suya ancak ulaşabilmektedir. (Çepel,2003). Gelişmekte olan ülkelerde görülen hastalıkların yaklaşık %80'i pis sulardan kaynaklanmaktadır (Postel,2000) Türkiye'de ise bu evsel su tüketimi kişi başına *111 litre/gün* olarak verilmektedir. Bu değer *266 litrelik* sanayileşmiş ülkeler ortalamasından oldukça düşük bir değer olarak kalmaktadır.

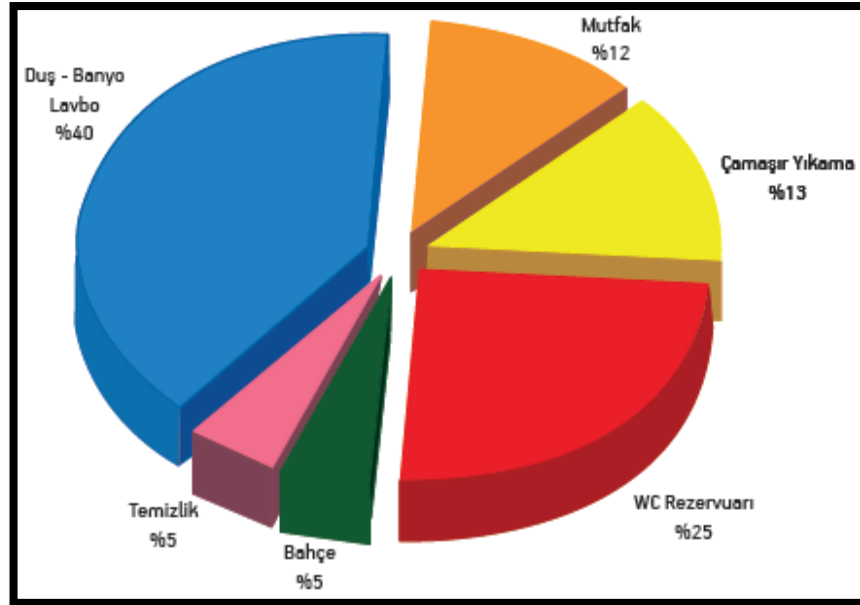


Şekil 3.1. Kişi Başına Günlük Ortalama Kentsel Su Tüketimi.
(USIAD Su Raporu,2007)

3.1 Evlerimizde Ne Kadar Su Tüketiyoruz?

Bir kişinin bir günde içmek zorunda olduğu su miktarı 23 litredir. Diğer ihtiyaçları için kullandığı su miktarı, suya ulaşılma kolaylığıyla alakalıdır. İçme, kullanma ve endüstri suyu hattına bağlı bir su kullanıcısının su tüketimi, ücretlendirmenin nasıl yapıldığına bağlı olarak değişecektir. Yani, ücretlendirmenin kullanılan su miktarını ölçen bir sayaçla yapıldığı durum ile daire başına sabit ücret uygulanan durum arasında su tüketimi açısından fark olacaktır. (Koski, 2011)

Evlerimizde su kullanımına baktığımızda; banyo ve tuvaletlerde su kullanımının %70'lerin üzerinde olduğu görülmektedir. Bahçeli evlerde ise su kullanımı artmaktadır. Eğer suyu tasarruflu bir şekilde kullanmak istiyorsak, tükettiğimiz su miktarının önemli kısmının, tuvalet rezervuarı, banyo, çamaşır ve bulaşık makinelerinde harcanan su olduğunun farkında olmalıyız. Genel olarak günlük evsel su tüketimi; duş, lavabo ve banyolarda %40, mutfakta %12, çamaşır yıkamada %13, rezervuarlarda %25, bahçede %5, temizlikte %5 oranındadır. (Karahan,A.,2009)



Şekil 3.2 : Günlük Evsel Su Tüketim Oranları [5]

Mutfakta Su Tüketimi: Mutfakta tüketilen su miktarı evde tüketilen toplam suyun %12 sini oluşturmaktadır. Genelde mutfakta ki su Pişirme, temizleme, yıkama ve içme amaçlı kullanılmaktadır. Normal musluklarda dakikada 8-27 lt su tüketilirken düşük akımlı aeratörlü musluk kullanıldığında su tüketimi yarı yarıyadır. 4 kişilik bir aile günlük bulaşğını elde yıkarsa, ortalama 85-125 litre su harcanır. Oysa bulaşık makinesi aynı bulaşığı sadece 12 litre su ile yıkar. Bu da bir yılda ortalama 30- 40 ton su tasarrufu demektir. Dakikada 50-100 damla su akıtan bir musluktan ayda 750-1500 lt suyu israf etmektedir. (Koski, 2011)

Banyoda Su Tüketimi: Banyo ve tuvalette tüketilen su miktarı evde tüketilen toplam suyun %70 ni oluşturmaktadır. 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.

Duş alarak 45-60 lt su tüketirken banyo yaparak su tüketimi 120-150 litredir.

Klasik duş başlıkları dakikada ortalama 15-20 lt su akıtırken düşük akımlı aeratörlü duş başlıkları dakikada 9-12 lt su tüketmek mümkündür. 56 dakikalık duş esnasında 90-120 lt sıcak su yerine 45-60 lt sıcak su ile aynı işlemi yapmak mümkündür.

Böylece 4 kişilik bir aile günde 3 defa duş Yaparsa yılda 55 ton su tasarruf edebilir ve duş süresini 1 dakika azaltırlarsa yaklaşık 20 ton suyu kurtarır.

Dış fırçalama ortalama 3 dakika süre alır. Eğer musluk açık bırakılırsa her fırçalama esnasın da ortalama 15 lt suyu ziyan etmiş olursunuz. Günde iki defa dış fırçalanırsa yılda 10.950 lt su tüketirsiniz. Dişlerinizi fırçalarken, tıraş olurken ve yüzünüzü Sabunlarken musluğu kapalı tutarak günde 15-35 lt su tasarruf edebilirsiniz.

Tuvalet rezervuarlarının su depolama kapasitesi 16 lt 'dir. 4 kişilik bir aile 16 lt' lik bir rezervuarı ile ayda tuvalette 7 ton su tüketir. Bunun yerine 7 litrelik tuvalet rezervuar ile hem tuvaleti temizlemek hem de su tüketimini 2.5-3 tona düşürmek mümkündür.

Tuvalet rezervuarınız su sızdırabilir. Bu miktar günde 700 lt suya ulaşabilir.

Bir çamaşır makinesi tek bir çalıştırmada 176 litre su harcar. (Koski, 2011)

Makinenizi haftada bir kez bile az kullanırsanız, yılda 9 ton suyu kurtarırsınız.

3.2 Evsel Su Tüketimini Etkileyen Faktörler

Evsel su tüketimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar toplumsal ve kişisel faktörler, teknolojik faktörler, fonksiyonel faktörler, kayıp ve kaçaklardır.

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.

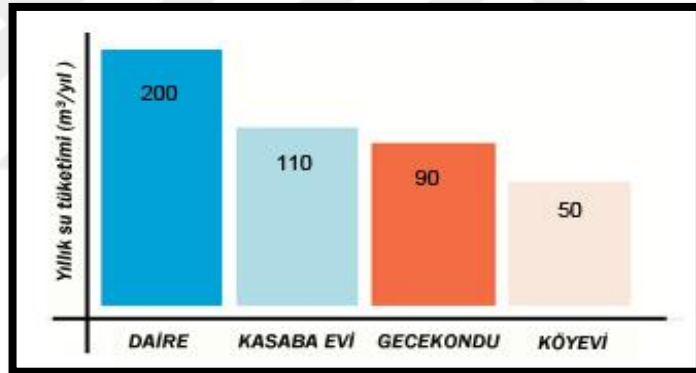
Örneğin; Batının durgun suda yıkanma alışkanlığı sonucu bugünkü lavabo ve banyo küveti kullanımı yaygınlaşmıştır. Ülkemizde ise akarsuda yıkanma alışkanlığı vardır. Buna bağlı olarak taharetlenme olarak bilinen suyla temizlenme alışkanlığı su kullanımını etkileyen toplumsal bir farklılıktır. Özellikle ülkemizde kullanılan helâ taşları da bu alışkanlığı etkilemektedir. Helâ taşlarında ıslak temizlenmeye olanak sağlayan temiz su borusu helâ taşı ile bütünleşik üretilmektedir. Ayrıca bayram ve tatil günlerinde de suya karşı gereksinim yoğunlaşmaktadır. Kişisel faktörlere gelindiğinde ise; yaşına, cinsiyetine, sağlık durumuna, kişinin yaptığı eylemin tür ve etkinliğine göre temizlenme gereksinmesine bağlı olmaktadır ve kişinin sahip olduğu bilinçli veya bilinçsiz titizlik duygusu ve benzeri diğer çeşitli faktörlerin de su tüketimi üzerinde önemli bir etkisi vardır. (Alphan, A.,1985)

Teknolojik Faktörler: Teknolojik faktörler; sağlık donatımı, gereçleri ve evlerimizde kullandığımız makineler üzerinden ele alınmaktadır. Boru, batarya ve armatürler, sağlık gereçleri zinciri içinde tanımlanan sağlık donatımının kullanım şekli ve donatımın kalitesi birbirlerini tamamlayıcı faktörler halindedir. 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 yapılması da suyun boşuna tüketilmesini önlemektedir.(Şahin.N,2010).

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

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte farklı marklara ait firmalar çamaşır ve bulaşık makinelerinde su tasarrufunu destekleyici özellikler geliştirmişlerdir. Bu sayede %10' luk bir tasarrufla yılda 3000 ton su israfına engel olunmaktadır. Kullanıcıların tercihine göre seçilen makineler farklı tasarruf özellikleri barındırması nedeniyle tasarruf edilen su miktarında da değişimler olmaktadır.

Fonksiyonel Faktörler: TS 1258 Temiz Su Tesisatı Hesap Kuralları Standardına göre; birim su tüketim miktarı, farklı fonksiyonlara sahip binalara göre farklılık göstermektedir. Konutlarda su gereksinimleri; 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. (Şahin.N,2010).



Şekil 3.3. Farklı konut türlerinin yıllık su tüketimleri (Deniz, V.2012)

Kayıp ve Kaçaklar: Türkiye’de su şebekelerinden kayıp miktarları %40 ile %60 arasında değişmektedir. Bu rakam gelişmiş ülkelerde %20 civarındadır. İçme ve kullanma suyu şebekelerinde meydana gelen kayıplar fiziksel olarak, boru hatlarında ve rezervuarlarda meydana gelen sızıntılar ve kaçaklar nedeni ile olmaktadır. Tesislerin eskiliği ve yetersizliği; belediyelerde içme ve kullanma suyu şebekesi haritalarının olmaması veya mevcut olanlarının sağlıklı olmaması; belediyeler tarafından iletim hatlarında ve dağıtım şebekelerinde gerekli bakımın ve onarımın zamanında ve yeterli düzeyde yapılmaması; abone bağlantılarının tekniğine uygun olarak gerçekleştirilmemesi sızıntılardan ve kaçaklardan kaynaklanan fiziksel su kayıplarının başlıca sebepleridir. (Mc Ghee, 1991)

3.3 Konutlarda Su Tasarrufunun Sağlanması İçin Alınabilecek Önlemler

Su tasarrufu sağlamanın yolları 4 grup içerisinde değerlendirilir.

Birincisi; Su Kullanım Alışkanlıklarının Değiştirilmesi ikincisi; Şehir Şebekelerinde Su Kayıplarının Kontrolü, üçüncüsü; musluk suyunun yerine yağmur suyu ve evsel atık suyun(gri su) yeniden arıtılması ile su kullanımının sağlanması, dördüncüsü ve en önemlisi su tasarrufu sağlayan teknolojik ürünlerin kullanımınıdır. (Wach,F.G., 2006).

3.3.1 Su Kullanım Alışkanlıklarının Değiştirilmesi

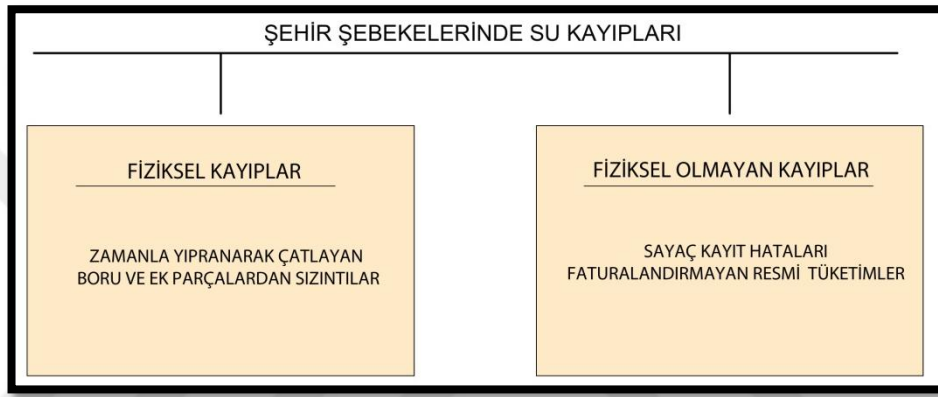
Su tüketicilerinin kullandıkları suyu azaltarak tasarruf yapmayı sağlayacak çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan birisi de su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesidir. Diş fırçalarken, tıraş olurken musluğun açık bırakılmaması, damlayan muslukların tamir edilmesi, duş süresinin azaltılması, sebzelerin musluk altında değil de su dolu bir kapta yıkanması gibi alınabilecek önlemlerle azımsanmayacak miktarlarda su tasarrufu sağlanabilir. Bu nedenle olumsuz su kullanım alışkanlıklarına karşı birçok pratik çözümler vardır. Bunlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir. (Koski,2011)

- Banyo yaparken *120-150 litre* su tüketilirken, duş alırken bunun *40-60 litre* arasında tüketim meydana gelir. Bu yaklaşık %54 ile % 108 arası bir su tasarrufuna denk gelmektedir.
- Tuvalet rezervuarındaki su sızıntılarını mutlaka önleyin ve tuvaleti çöp olarak kullanıp gereksiz yere sifonu çekmeyin. Günde bir kez amacı dışında sifonu çekmeniz halinde yılda 4 ton su harcamış oluyoruz.
- Tuvaletin rezervuarındaki suyu durdurma sistemi, kireçlenme veya pislikler nedeniyle tam kapatma yapamadığı için su sızdırır. Bu da günde *200 litre* suyun boşuna akması demektir. Bu nedenle evlerimizde kullandığımız suyun israfını önlemek için sistemin her zaman temiz tutulması ve arızalarının hemen giderilmesi gerekmektedir.
- *Tuvalet kâğıdı, kâğıt havlu ve sigara izmaritleri* tuvalete atılmamalıdır. Çünkü bunları gidermek için normalden daha fazla su harcamak zorunda kalırız.

- Tıraş bıçağınızı durulamak için, tıpası kapatılmamış bir lavaboda akarsuyun altına tutmak yerine, tıpalı lavaboya biraz su koyun. Eğer bir kişi günde bir kez ortalama *üç dakika* boyunca suyu kapatmadan traş olursa, yılda *10 ton* su harcar.
- Dişlerinizi fırçalarken musluğu açık tutmanız gerekmez. Başlamadan önce diş fırçanızı ıslatın ve ağızınızı çalkalamak için bir bardak su kullanın. Dişlerimizin fırçalanması için bir bardak su yeterlidir. Böylece en fazla *0,1 litre* su harcanır. Aynı işlem için musluktan devamlı akan suyu kullandığımızda *4 litreye* denk gelmektedir. Bir kişinin günde iki kez bir dakika boyunca suyu kapatmadan diş fırçalaması yılda *8 ton su* israfına neden olur.
- Muslukların sızıntı yapan contalarını daima değiştirin ve contaların ömrünü uzatmak için muslukları yumuşak bir şekilde kapatın. Damlayan musluk inanılmayacak derecede su kaybına neden olur. Örneğin; *saniyede* bir damla su damlatan musluktan günde *17 litre* su boşuna akar, bu nedenle damlayan muslukların hemen tamiri yapılmalıdır.
- Evlerde tüketilen suyun *%10'u* mutfakta kullanılır. Kişi başına ortalama *35 litreyi* bulan günlük su miktarını dikkatli kullanarak büyük oranda düşürmek mümkündür. Sebze ve meyveleri önce yarısına kadar su dolu kaba koyup temizleyip sonrasında akar musluk suyunda yıkayın.
- Bulaşık veya çamaşır makineleri el ile yıkamalara nazaran daha az su tüketirler, yalnız makineleri tamamen doldurduktan sonra yıkamaya başlatmanız gerekir.

3.3.2 Şehir Şebekelerinde Su Kayıplarının Kontrolü

Şehir su dağıtım şebekelerinde oluşan kayıpların azaltılması su tasarrufu yöntemlerinden biridir. Bu kayıplar; eskimiş şebeke borularındaki su sızıntıları ve tamirat sırasındaki kayıplardan, sayaç kayıt hatalarından, kayıt dışı aboneliklerden kaynaklanmaktadır. Su kayıpları, gelişmiş ülkelerde % 8-24, yeni sanayileşen ülkelerde % 15- 24, gelişen ülkelerde ise % 25-45 oranlarındadır. (WHO,2000). Su kayıpları fiziksel ve fiziksel olmayan kayıplar olmak üzere 2 kısımda incelenmektedir.

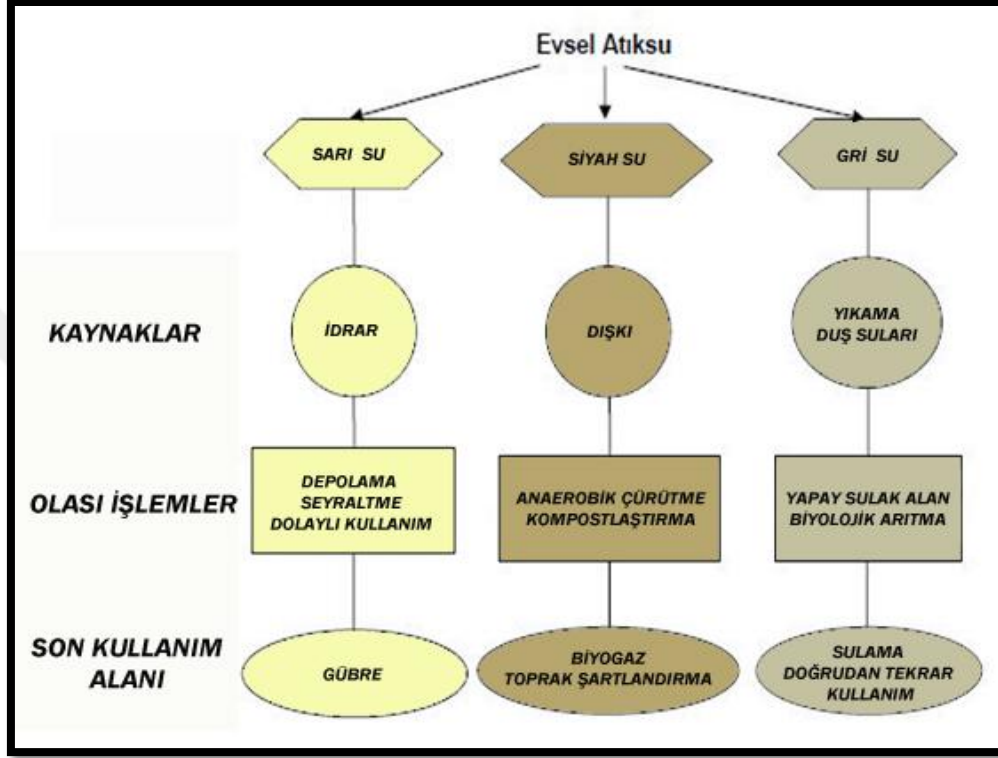


Şekil 3.4. Şehir Şebekelerinde Su Kayıpları (Deniz,V.2012)”

- Fiziksel kayıpların önlenmesi için, su tüketim değerleri şebeke ölçümleri ile doğru olarak tespit edilmeli ve eskiyen borular değiştirilmelidir.
- Fiziksel olmayan kayıpların önlenmesi için kalibre edilmiş sayaçlar yerleştirilmeli, park sulamalarında etkin sulama sistemleri kullanılmalı ve tüketici şikâyetleri dikkate alınmalıdır.
- Su kayıplarının minimum seviyeye indirilmesi için mevcut kaynakların verimli kullanılması, su tüketim oranlarının akılcı kullanımla düşürülmesi hedeflenmektedir.
- Bu konuda toplumun her seviyesinde farkında olma ve bilinçlendirme çalışmalarının arttırılması gerekmektedir.

4. EVSEL ATIK SU (GRİ SU) VE YAĞMUR SUYUNUN KONUTLARDA YENİDEN KULLANIMININ SAĞLANMASI

Konutta kullanılan su kullanıldıktan sonra farklı kategorilerde adlanılmaktadır. Bunlar *SARI SU*, *SİYAH SU* ve *GRİ SU* şeklindedir.



Şekil 4.1. Evsel atıksu fraksiyonları (Beler Baykal, 2006)

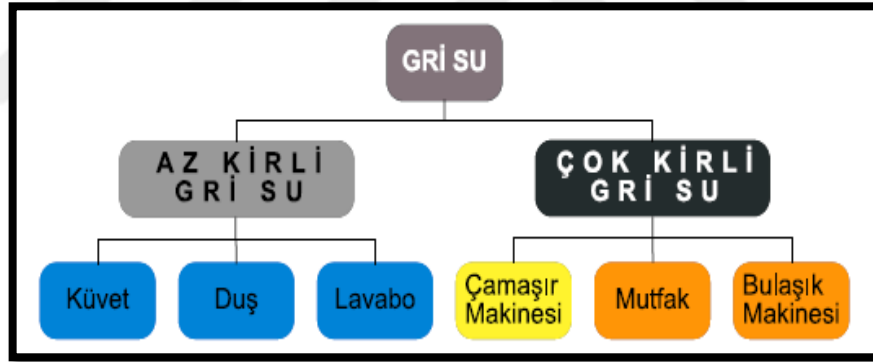
Sarı su ve kahverengi su olarak adlandırılan (kanalizasyon) suları geri kazanımı sağlık açısından uygun olmayabilir ve detaylı arıtma gerektirir.

Sarı su gerçekte ayrı toplanmış idrardan oluşan hacimsel olarak evsel atık suyun %1'den daha az bir bölümünü oluşturmasına karşın, nütrientlerin (besin) çok büyük bir bölümünü bünyesinde barındırmaktadır. Evsel atık su içindeki azotun % 90'a yaklaşan bölümü ile fosfor ve potasyumun yarısından fazlası bu grupta bulunmaktadır. Sarı su organik madde yönünden üç gruptan en zayıfıdır ve tamamen steril olmamasına karşın, önemli miktarda patojenik (hastalık yapan) mikroorganizmalar içermemektedir. Yüksek miktardaki nütrient (besin) içeriğinden dolayı sarı suyun tarımsal alanlarda ya da peyzaj /yeşil alanlarda gübre amaçlı kullanımı ve özellikle hijyenik güvenlik amaçlı olarak uygulamadan önce toplanan idrarın depolanması önerilmektedir.

(Höglund,2001; WHO, 2006)

Kahverengi su, sifon sularından ayrılması halinde hacimsel olarak % 0.1 gibi evsel atık suyun çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu suyun bir miktar azot ve potasyum içermesine karşılık özellikle organik madde ve fosfor açısından zengin olarak bu iki bileşenin yarısına yakın kısmını içermektedir. Öte yandan, evsel atık sulardaki patojenik (hastalık yapıcı) mikroorganizmaların tamamına yakın bir bölümü kahverengi suda bulunmaktadır. Bu grup ya anaerobik proseslerle biyogaz kaynağı ya da kompostlaştırma sonunda gübre olarak kullanımı önerilmektedir.

Gri su tuvalet sularının dışında kalan tüm atık suları içermektedir. Evsel atık su grupları içinde kirlilik yönünden en düşük seviyede bulunan ve en az kirletici içeren su gri sudur. Genel olarak başlıca gri su kaynakları, mutfak atık suları, banyo, lavabo ve çeşitli yıkama sularıdır. %75'lik pay ile hacimsel olarak evsel atık suyun en büyük yüzdesini gri sular oluşturmaktadır. Bunlar da kendi içlerinde az kirli gri su ve çok kirli gri su olmak üzere iki ye ayrılmaktadır. (Belar B.B, Allar D.,2007)



Şekil 4.2. Başlıca Gri Su Kaynakları (Alphan, A.; 1985)

Gri suyun; sarı su ve kahverengi su olarak adlandırılan (kanalizasyon) sularından farklı bir tesisat yolu ile ayrılıp arıtılması ve yeniden kullanılması sağlanmalıdır. Gri suyun arıtılarak kullanılmasına alternatif olarak, yağmur suyunun da toplanarak kullanılmasının sağlanması bir konutun temiz sudan tasarruf etmesini sağlayacak iyi yöntemlerdir. Konutlarda arıtılmış gri sular ve yağmur suları bahçe sulaması, tuvalet rezervuarı, çamaşır makineleri, araba yıkama ve temizlik işlerinde kullanılabilir. Bu sayede içme suyu kalitesinde olması gerekmeyen suların yerine gri su kullanarak içme suyu tüketim oranımızı yarı yarıya azaltabiliriz. Böylece hem su faturamızın düşmesini sağlarken diğer yandan doğal kaynaklarımızın tükenmesini engellemiş oluruz.

4.1 Gri Suyun İçeriği, zellikleri ve Bileşenleri

Gri suyun kirlilik derecesi evsel aktivitelerin bir yansımasıdır ve nitelikleri yaşam standardına, sosyal ve kültürel alışkanlıklara, evde yaşayan insan sayısına ve evde kullanılan kimyasallara bağlıdır. Banyodaki lavabo, duş ve küvetten gelen gri su en az kirlenmiş gri su kaynağıdır.

Gri su, deterjan, cilt yağı, sa, cilt ve kepek parçacıkları gibi kolaylıkla indirgene bilen maddelerden meydana gelmektedir. Bu kolay biyolojik indirgenmeye bağlı olarak, eğer gri su hemen işlenmezse, bozulma süreci sülfatlarla sürer buda istenmeyen kokulara sebep olur. Organik maddeler BOİ(Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) ve KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) parametrelerinin ortalamalarıyla ölçölür. Organik maddelerin içerikleri biriken (toplanan) gri suyun kısmi akışının kaynağına bağlıdır. Ortalama bir gri suyun toplam organik yüke (BOİ) %40-%50 gibi bir katkısı vardır.

Çizelge 4.1 Arıtılmamış Gri Suyun Bileşenleri (Nolde,1999; Bullermann, 2001)

Parametre	Birim	Küvetten, duştan ve lavabodan gelen su (ökeltme deposundan sonra ölçölün değerlerdir.)	Küvetten, duştan, lavabodan ve çamaşır yıkamadan gelen su	Küvetten, duştan, lavabodan, çamaşır yıkamadan ve mutfaktan gelen su
KOİ	[mg/l]	150 – 400 Ø 225	250 – 430	400 – 700 Ø 535
BOİ5	[mg/l]	85 – 200 Ø 111	125 – 250	250 – 550 Ø 360
AFS	[mg/l]	30 – 70 Ø 40	n/a	n/a
PtotalA)	[mg/l]	0,5 – 4 Ø 1,5	n/a	3 – 8 Ø 5,4
NtotalA)	[mg/l]	4 – 16 Ø 10	n/a	10 – 17 Ø 13
pH	[-]	7,5 – 8,2	n/a	6,9 – 8

Tablo 4.1’ de öngörülen konsantrasyonlar bulunmaktadır. Duştan ve banyodan gelen gri su az kirlidir. Bulaşık ve çamaşır deterjanları gri sudaki fosforun ana kaynağıdır. Mutfak lavabosundan gelen su, çamaşır yıkamadan, duştan ve lavabodan gelen gri suya göre çok daha kirlidir. Bu yüzden bütün gri sular tam olarak gri su statüsünde değildir ve gri suyun özelliğine göre farklı temizleme metodu kullanmak gerekmektedir. Bu nedenle çamaşır yıkamadan gelen gri su ek olarak kullanıldığında, gri sudaki maddelerin konsantrasyonları yükselir ve bununla birlikte suyun temizlenmesinin maliyeti artar. Mutfakta kullanılan atık sular (lavabo, bulaşık makinesi) eklendiğin de ise bu maliyet daha da artacaktır. (Karahana,A,2009).

Çizelge 4.2. Arıtılmamış Gri Su ve Evsel Atık Sudaki Toplam Koli Formlar ve E-Koli Miktarları (Nolde, 1995, Bullermann 2001).

Parametre	Birim	Küvetten, duştan ve lavabodan gelen gri su	Küvetten, duştan, lavabodan ve çamaşır yıkamadan gelen gri su	Küvetten, duştan, lavabodan, çamaşır yıkama ve mutfaktan gelen gri su	Fosseptik atığı içeren evsel atık su
Toplam koli form bakterisi	1/ml	101 – 105 medyan: 105	102 – 106	102 – 106	104 – 107
e-koli (kolibasili)	1/ml	101 – 105 medyan: 104	101 – 105	102 – 106	104 – 107

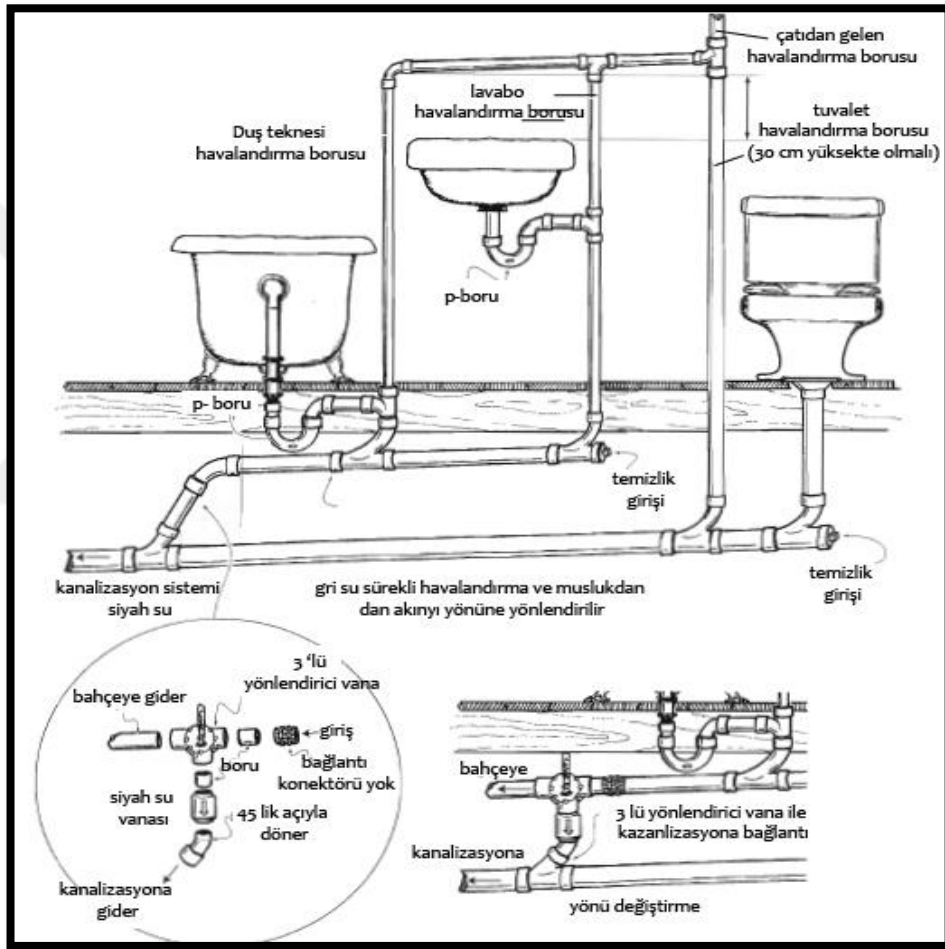
Geçtiğimiz yıllarda yapılan çok miktardaki mikrobiyolojik araştırma banyodan ve lavabodan gelen sulardaki E.koli miktarının toplam evsel atık sulara göre 100 kat daha az olduğunu göstermiştir.(Tablo4.2) Çamaşır yıkamadan gelen gri suların toplanmasıyla yıkama sıcaklığına bağlı olarak gri suda yüksek bakteri konsantrasyonu ölçülmüştür.

4.2 Gri Suyun Arıtılmadan Kullanılması

Gri sular arıtılmadan 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.

Ayrıca hastalık yapıcı bakteri ve mikroplar da yok edilmediği için insan temasından kaçınılması gerekmektedir. 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.(Ludwig,A.,2007),(şekil 4.3).

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 olabilmektedirler. 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.



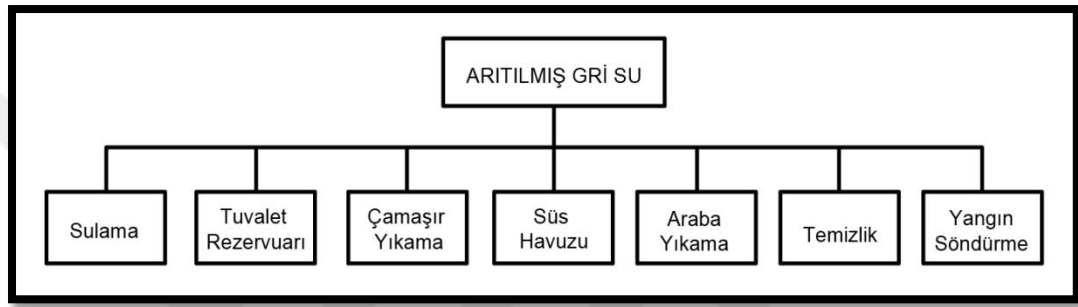
Şekil 4.3. Yönlendirici Vanalar ile Gri Suyun Bahçe ve Kanalizasyona Verilmesi (Ludwig, A., 2007)

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. (Ludwig, A., 2007)

4.3 Gri Suyun Arıtılarak Kullanılması

Konutlarda gri su arıtıldıktan sonra bahçe sulaması, tuvalet rezervuarında ve arıtma seviyesine göre çamaşır makinelerin de kullanılabilir. Çift dağıtım sistemi sayesinde gri suyun kullanılması gün geçtikçe yaygınlaşmıştır. Bu sistemin uygulanabilmesi için, temiz su tesisatına ek olarak gri su tesisatı da kullanılmaktadır.

Gri suyun arıtıldıktan sonra kullanıldığı alanlar (şekil 4.4)'te gösterilmektedir.

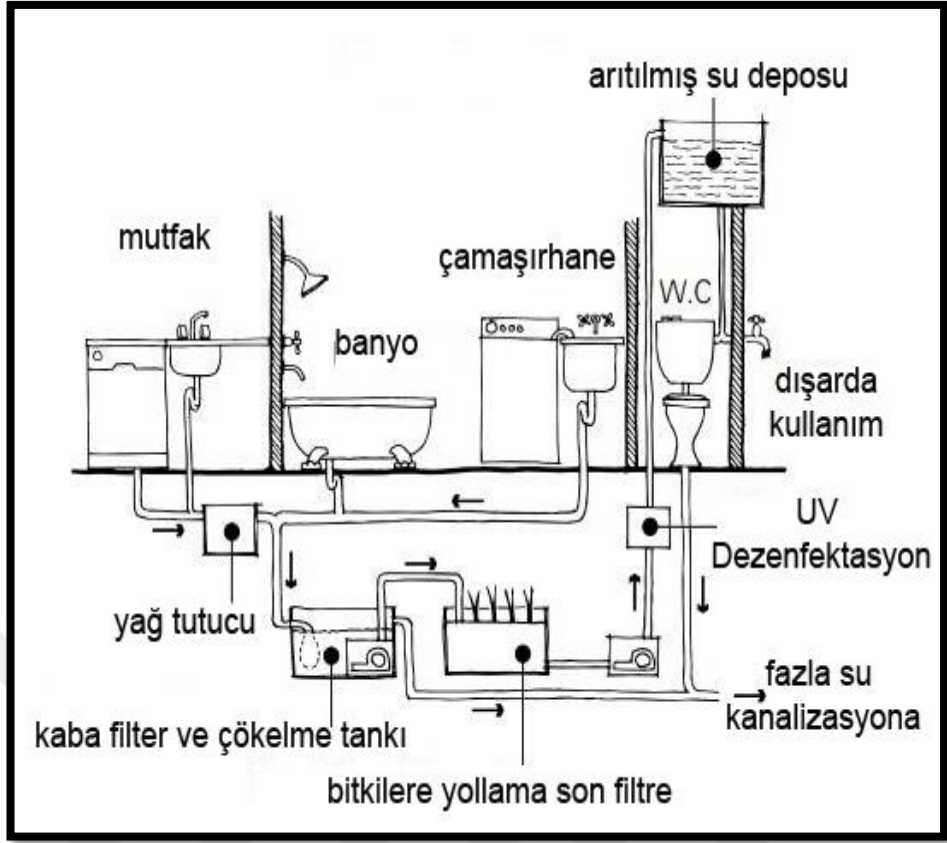


Şekil 4.4: Başlıca Arıtılmış Gri Su Kullanım Yerleri [6]

Gri suyun arıtılmasında;

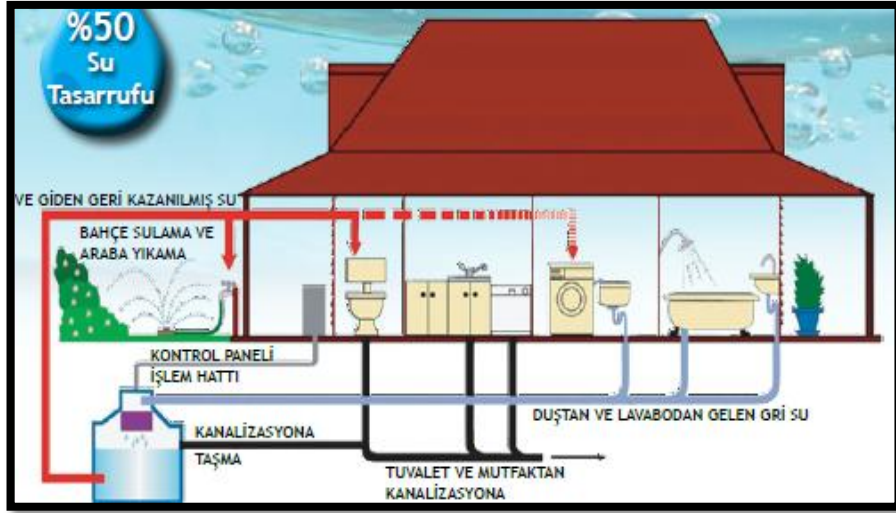
- Basit Arıtma (Kaba Filtrasyon ve Dezenfeksiyon),
- Kimyasal Arıtma,
- Fiziksel Arıtma (Kum filtresi, Aktif karbon, Membran, UF, Ters Ozmos gibi),
- **Biyolojik Arıtma**
(Biyolojik Havalandırılmalı Filtreler, Membran Biyolojik Reaktör MBR),
- Diğer (insan yapımı sazlıklarla, bitkisel yöntem) vb.

Birçok arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak Gri suyun arıtılarak tekrar kullanımı için seçilecek arıtma yönteminin suyun içerisindeki **organik maddeleri**, **kati parçacıkları**, uzaklaştırılması ve suyun içerisinde kalan **mikroorganizma** yükünü azaltılması gibi özellikleri sağlaması gerekmektedir. Basit bir fiziksel arıtma ile gri su bahçe sulamasında kullanılabilir. Gri suyun bahçe sulamasında kullanılmasında; öncelikli olarak tortu ya da kaba pislikleri tutan bir elek ya da ızgara gönderilir. Buradan sonra su bahçeye pompalanmaktadır.



Şekil 4.5: Gri Suyun Fiziksel Arıtmadan Geçirilmesi
(Commonwealth of Australia; 2005)

Konutlarda gri su, ileri bir arıtmadan geçerek tuvalet rezervuarlarında da kullanılmaktadır. (Şekil 4.5). Gri su tuvalet rezervuarlarında kullanılacağı için fiziksel arıtmaya ek olarak kimyasal, biyolojik arıtmadan da geçmesi gerekmektedir. En basit şekliyle Duş, banyo küvetleri ya da çamaşır makinesinden gelen gri su öncelikle bir çökeltme tankında toplanır. Ardından ikinci kez filtrelenmek üzere kum filtresine gönderilir. Buradan UV ışınları ile dezenfekte edilen su çatı veya bodrum katta yer alan arıtılmış su deposuna gönderilir. Depolanan gri su rezervuarlarda kullanılacağı için belli oranda arıtılması gereklidir. Bu tip uygulamalar genel olarak arıtma basamakları, sedimentasyon (çökeltme), filtrasyon (kaba filtre ve kum filtresi), havalandırma ve dezenfeksiyon bölümlerinden oluşmaktadır. (Commonwealth of Australia; 2005)



Şekil 4.6.Gri Suyun Arıtılarak Konut İçerisinde Kullanılması
(çevre ve orman bakanlığı, 2010)

4.4 Gri Suyun Uygulama Aralığı ve Kullanım Suyu İçin Kalite Gereksinimleri

Gri suyun yeniden kullanım suyu olarak kullanılmasını sağlayan sistemler, ucuz ama yapıdan pahalı ve kompleks fakat kullanımı rahat ve kullanışlı bir yapıya doğru sıralanabilir. Arıtılmış gri suyun evlerde tuvalet rezervuarları ve çamaşır yıkamada tekrar kullanılabilmesi için diğer sistemlerden farklı olarak mutlaka Membran Biyoreaktör gibi gelişmiş arıtma teknolojileriyle arıtılması gerekmektedir. Aksi halde hijyenik olmayan koşulların oluşmasına sebep olunur.

Su kullanılan mekânların kendilerine özgü kalite gereksinimleri bulunmaktadır. Bu yüzden dolayı gri su geri kazanım sisteminden elde edilen suyun kullanılacağı yerin standartlarına uygun olması gerekmektedir. Genel olarak işleminden geçmiş gri sudan elde edilmiş kullanım suyu, hijyenik ve mikrobiyolojik olarak güvenilir, renksiz ve bütünüyle katı atıklardan arındırılmış olmalıdır. Arıtılan gri su saklanmaya başladıktan birkaç gün sonra dahi koku oluşturmayacak kalitede olması lazımdır. Henüz kullanım suyunun kalitesi konusunda ve işletmelerin çalışmalarını düzenleyen kanuni yönetmelikler olmadığından dolayı, gri su geri kazanım sistemini imal eden firmalardan arıtılan gri suyun kalitesine dair yazılı olarak garanti istenmesi önerilmektedir.

(U.S.EPA,1995). Mevcut bilimsel araştırmalara göre, bu suların tuvalet rezervuarları, çamaşır yıkama, bahçe sulama, süs havuzlarında kullanımı ve yüzey sularına doğrudan deşarj etmenin uygun olduğu kanıtlanmıştır.

Tuvalet Rezervuarları:

Tuvalet rezervuarlarında kullanılacak suyun kalitesiyle alakalı ülkemizde bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat Almanya’da tuvalet rezervuarlarında kullanılacak suyun kalitesini belirleyen bazı şartlar bulunmaktadır. Örneğin Tablo 4.3’ deki değerler Berlin Senato Ofisi tarafından açıklanmıştır tuvalet rezervuarları kullanım suyu kalite şartlarını göstermektedir. Tablodaki toplam koliform ve e-koli için istenen hijyen şartları AB standartlarındaki yıkanma suyu değerleri (76/160/EEC) doğrultusunda belirlenmiştir. Sınır değerleri sabit olduğunda insanların bu suyla temasları ve hatta yuttukları varsayılsa bile bu kişiler herhangi bir sağlık riski ile karşı karşıya kalmazlar. Bu katı şartlar sağlığı ilgilendiren *Pseudomonas Aeruginosa* içinde geçerlidir. *Pseudomonas Aeruginosa*, bağışıklık yetersizliği olan hastalarda solunum ve idrar yollarının, yanıkların ve açık yaraların fırsatçı patojenidir aynı zamanda kanda da enfeksiyonlar yapabilir. BOI_7 ve oksijen doygunluğu da temizlenmiş suyun raf ömrü için kalite kriterleridir. (SenStadt,2003).

A)AB 76/160/EEC yönetmeliğine uygun, B) Alman içme suyu standartlarına uygun

Çizelge 4.3. Tuvalet Rezervuarı İçin Gerekli Kalite Şartları (SenStadt, 2003)

BOİ	< 5 mg/l
OKSİJEN DOYGUNLUĞU	> 50 %
TOPLAM KOLİ FORM BAKTERİSİ	< 100/ml
A) DIŞKISAL KOLİ FORM BAKTERİSİ	<10 /ml
B) PSEUDOMONAS AERUGINOSA	<1 /ml

Çamaşır Yıkama:

Çamaşır yıkamak için tavsiye edilen kullanım suyu kalite şartları Tablo 4.3’ daki verilerle aynıdır. Tablo 4.3’deki değerlere sahip arıtılmış gri su ve şebeke suyu ile yıkanan çamaşırılar üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda şebeke suyu ve arıtılmış gri su ile yıkanan çamaşırılar arasında kurutma işleminden sonra bile hijyenik açıdan hiçbir fark olmadığı ispatlanmıştır. Sonuç olarak çamaşır makinelerinde kullanım suyu olarak arıtılmış gri suyun kullanılmasında hiç bir sakınca yoktur.

Bahçe Sulama:

Sulama suyu için gerekli olan su değerleri DIN 19650 standartları tarafından düzenlenmiştir. Bu kalite şartları tarım, bahçecilik, kırık alanların yanı sıra parklar ve spor tesislerinde kullanılan suların hijyenik ve mikrobiyolojik yönleriyle ilgilidir. Uygulama ve sulama amaçlı kullanılan suyun kalite gereksinimleri tuvalet için kullanılan sudan daha yüksektir. Gri suyun işlenebilmesi için uygun teknoloji gerekir ve UV veya kimyasal eklenerek yapılan dezenfektasyonlarla elde edilemez.

Çizelge 4.4. Sulama Sularının ve Uygulamalarının Hijyenik/Mikrobiyolojik Niteliklerinin Sınıflandırılması (DIN 19650, 1999) U.D= uygulanabilir değildir. (Karahana.A.,2009)

Kalite Sınıfları	Uygulamalar	100 ml suda Fekal streptokokun koloni miktarı (Alman içme suyu yönetmeliğine veya AB yıkanma suyu tüzüğüne göre)	100 ml suda E.coli koloni miktarı (Alman içme suyu yönetmeliğine veya AB yıkanma suyu tüzüğüne göre)	1000 ml sudaki salmonellae (DIN 3841413 e göre)	1000 ml sudaki insan ve hayvan parazitlerinin potansiyel bulaşma dereceleri
1 İçme suyu	Seralarda ve açık alanlarda sınırlandırma olmadan tüm bitkiler	U.D.	U.D.	U.D.	U.D.
2	Açık alanlarda ve seralardaki ürünlerin çiğ tüketimi, okullardaki spor sahaları ve parklar için	< 100	< 200	U.D.	U.D.
3	Seralarda tüketim amaçlı olmayan ürünler. Meyvelenme dönemine gelene veya toplanılmasına 2 hafta kalana kadar açık alanlardaki yetiştirilen çiğ tüketimi olan ürünler. Meyve ve sebzelerin konservelenmesi için. Sera veya yenilebilir bitkilerin kesilmesinden veya toplatılmasından 2 hafta kadar önce Diğer açık spor alanlarından kısıtlanma olmaksızın alanlardaki diğer bütün ürünler	< 400	< 2000	U.D.	U.D.
4	Toplanılmasına 2 hafta kalana kadar şarap ve meyve kültürleri, şeker kamışı, yeme amaçlı kullanılmayan veya endüstriyel amaçlı kullanılacak ürünler için	En az bir kere biyolojik işleminden geçirilmiş atık su			U.D.

4.5 Gri Su Ayırıştırırmada Kullanılan Sistemler

Gri su arıtma sistemleri uygulamaların özelliğine bağlı olarak düşük maliyetli basit cihazlardan, yüksek maliyetli gelişmiş arıtma sistemlerine doğru sıralanabilir.

Gri suyu arıtmak için en verimli sistemler fiziksel arıtma işlemleriyle birleştirilmiş biyolojik arıtma sistemlerdir. Bu sistemlerin başında MBR sistemleri gelmektedir.

Gri su geri kazanımı için teknoloji seçimi çeşitli faktörlere bağlıdır:

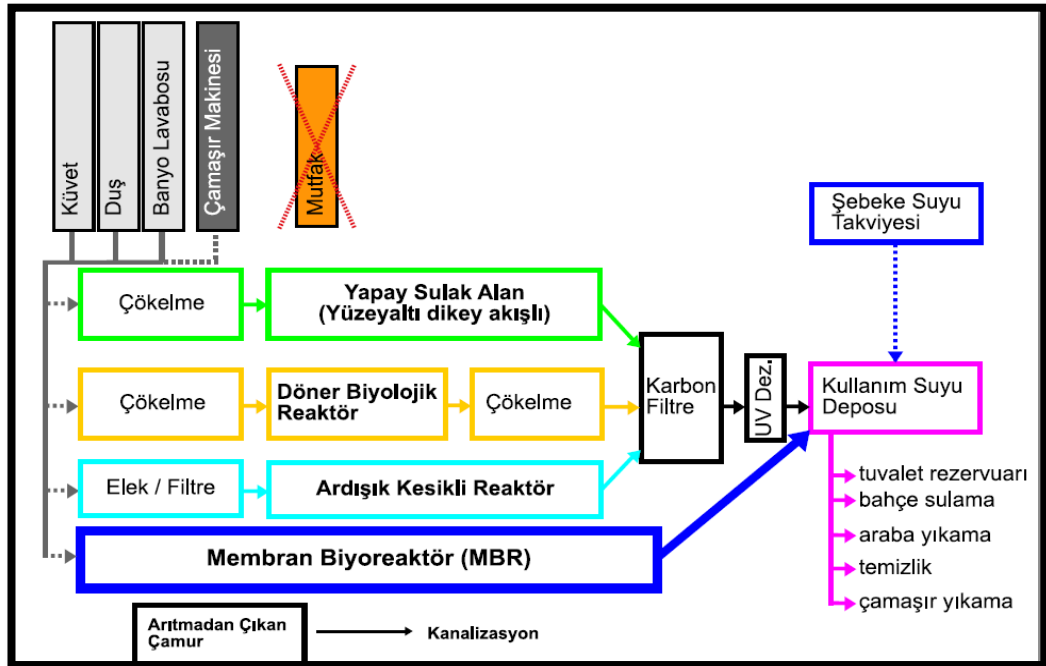
- ✓ Planlanan mevki
- ✓ Uygun alan
- ✓ Kullanıcı ihtiyaçları
- ✓ Yatırım ve bakım maliyetleri

Önemli gri su geri kazanım sistemleri:

- ✓ Yapay Sulak Alanlar (Wetlands)
- ✓ Döner Biyolojik Reaktörler (Rotating Biological Contactors – RBC)
- ✓ Ardışık Kesikli Reaktörler (Sequencing Batch Reactors – SBR)
- ✓ Membran Biyoreaktörler (MBR)

Gri su geri kazanım sistemi MBR'nin arıtma aşamaları:

- ✓ Birincil arıtma / dengeleme deposu
- ✓ İkincil biyolojik arıtma / filtrasyon deposu
- ✓ Kullanma suyu deposu

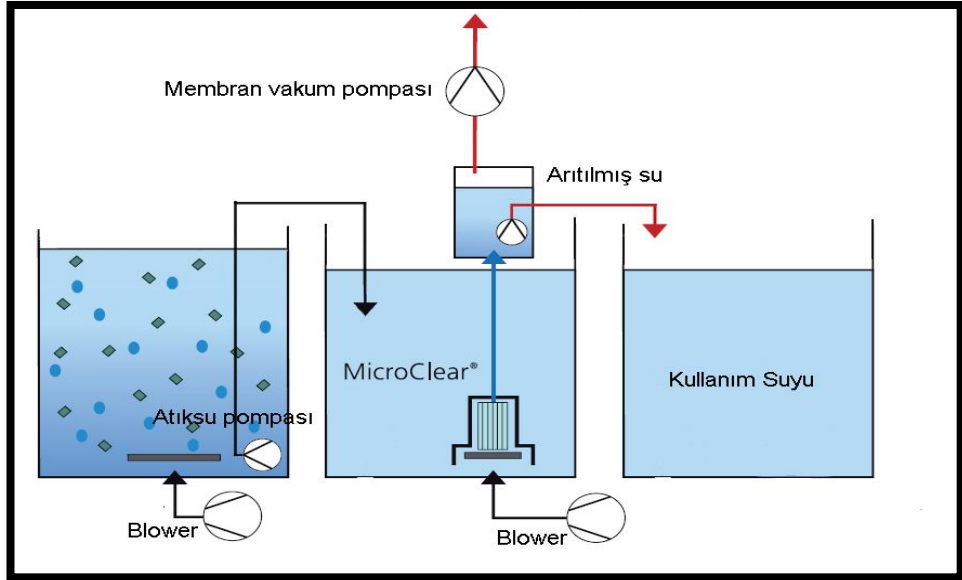


Şekil 4.7. Arıtma Teknolojileri Karşılaştırması (Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)

4.6 Membran Biyoreaktör (MBR) ve Çalışma Prensibi

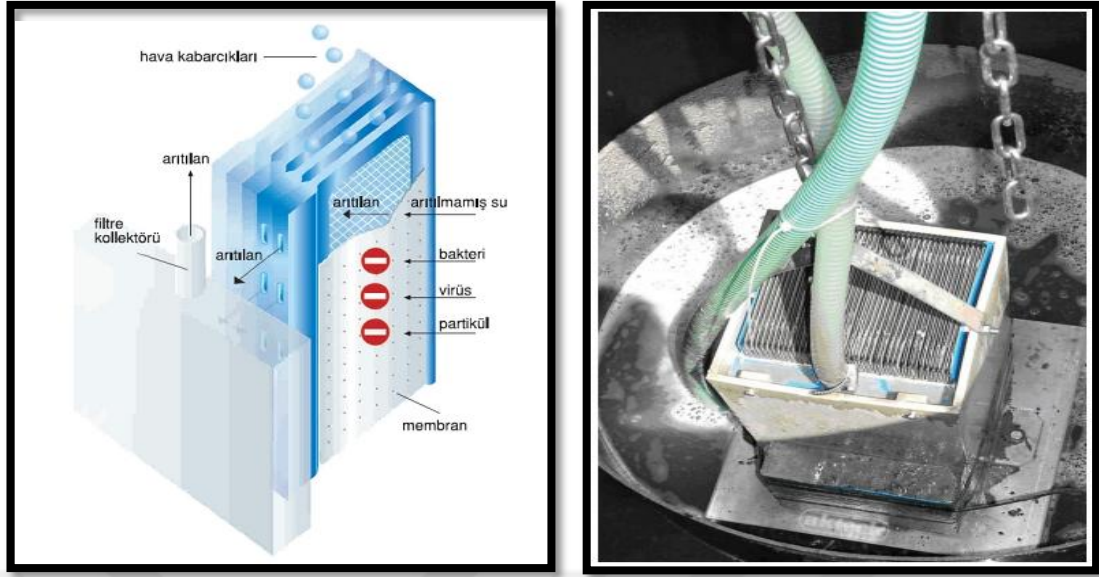
Membran biyoreaktörler gelişmiş aktif çamur yöntemleri olarak nitelendirilir. Membranlarda ki mikro gözenekler sayesinde katı sıvı ayrımı ileri seviyede yapıldığı için ikincil bir temizleme işlemine gerek duyulmamaktadır. Sistem, bir ön arıtma deposu MBR deposu ve kullanım suyu deposundan oluşmaktadır.

Sistemin çalışma prensibi kısaca şöyledir, ön arıtma deposuna alınan su biyolojik olarak arıtıldıktan sonra gri su bakterisiz atık su elde etmek için 0,10 – 0,15 bar basınç altında membran zarına doğru ilerler ve membran filtrelerden süzülerek partiküllerden, mikroplardan, bakterilerden ve virüslerden arındırılır.



Şekil4. 8. Sistemin Akış Diyagramı (Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)

Membran biyoreaktör sisteminden elde edilen suyun kalitesi diğer sistemlere göre çok daha yüksektir. Ayrıca MBR sistemleri geleneksel arıtma sistemlerine göre daha kısa sürede arıtma işlemini gerçekleştirdiğinden dolayı sistem için daha küçük yere ihtiyaç duyulmaktadır. MBR sistemleri de kendi içerisinde de Hollow Fibre, ve Plaka tipi olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılır. Bu kategoriler arasında plaka tip membran sistemleri kimyasal gerektirmeden ve ters yıkama ile kendi kendini temizleme özelliğine sahip sistemlerdir. Gri su geri kazanım sistemlerinde microclear filtreler en çok tercih edilen filtreler olmaktadır.



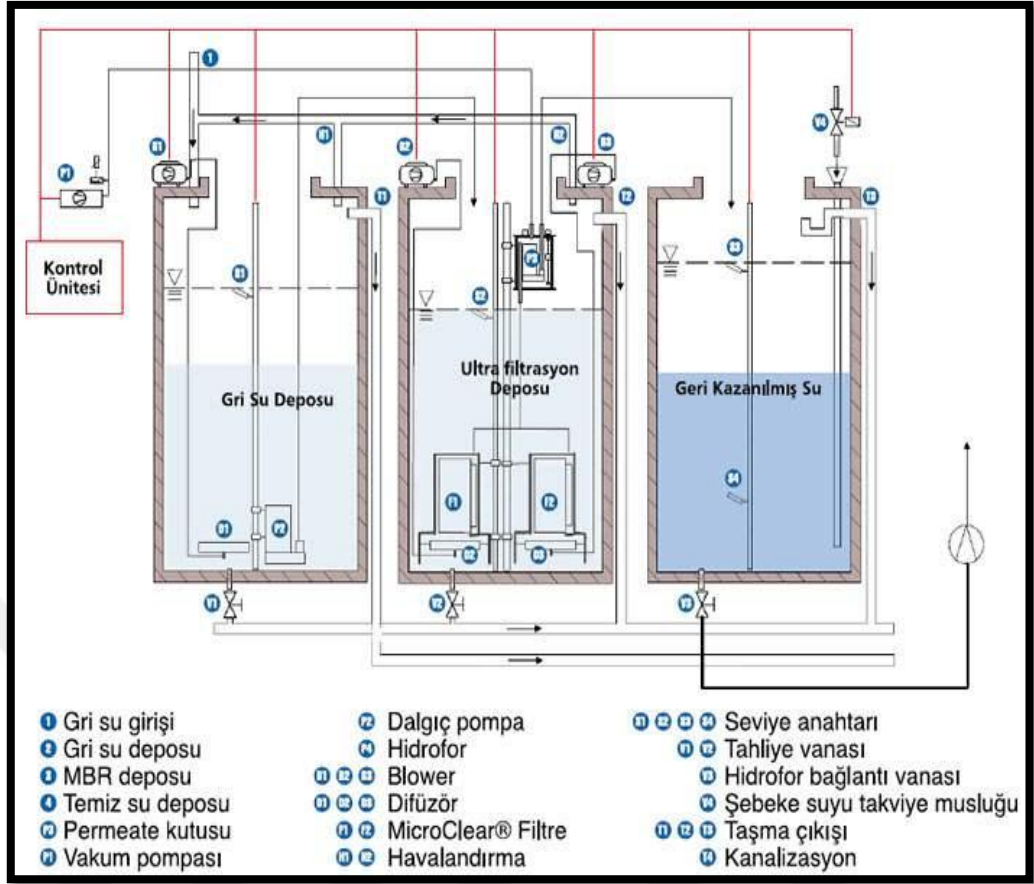
Şekil 4.9 . Membran Biyoreaktörün Yapısı (Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)

İnsan saçı (60-120 nm), un (5-10 nm), polen (20-100nm), parazitler (5-50 nm), bakteriler (1-2 nm), en küçük bakteri (0,2 nm) büyüklüklerinde olmaktadır. Filtre membranın çok küçük gözenekleri (<0,05 nm) sayesinde gerçek bir bariyer oluşturur ve bilinen tüm maddeleri, mikropları, bakterileri (%99.9) süzmektedir. Arıtılan su AB – yıkama yönetmeliklerine ve DIN(Alman)19650 sulama suyu hijyen standardına uymaktadır. Bu sayede arıtılmış gri sular yüzme havuzlarında, balıkların yaşayabileceği akvaryumlarda da güvenle kullanılabilir.

Çizelge 4.5. Arıtılmış Suyun Kalite Göstergesi (Disinfection of Greywater , 2007)

Parametreler	Birim	Sonuç
BOİ	mg/L	< 5
KOİ	mg/L	< 30
AKM	mg/L	< 1
Bulanıklık	NTU	< 1
e-koli	1/100mL	Bulunamadı
Koliformlar	1/100mL	< 1
Virüslerin engellenmesi	%	99,9999





Şekil 4.10. Membran Biyoreaktörler (MBR)' nin Çalışma Prensibi
(Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)

1. Oksijen Zenginleştirilmesi

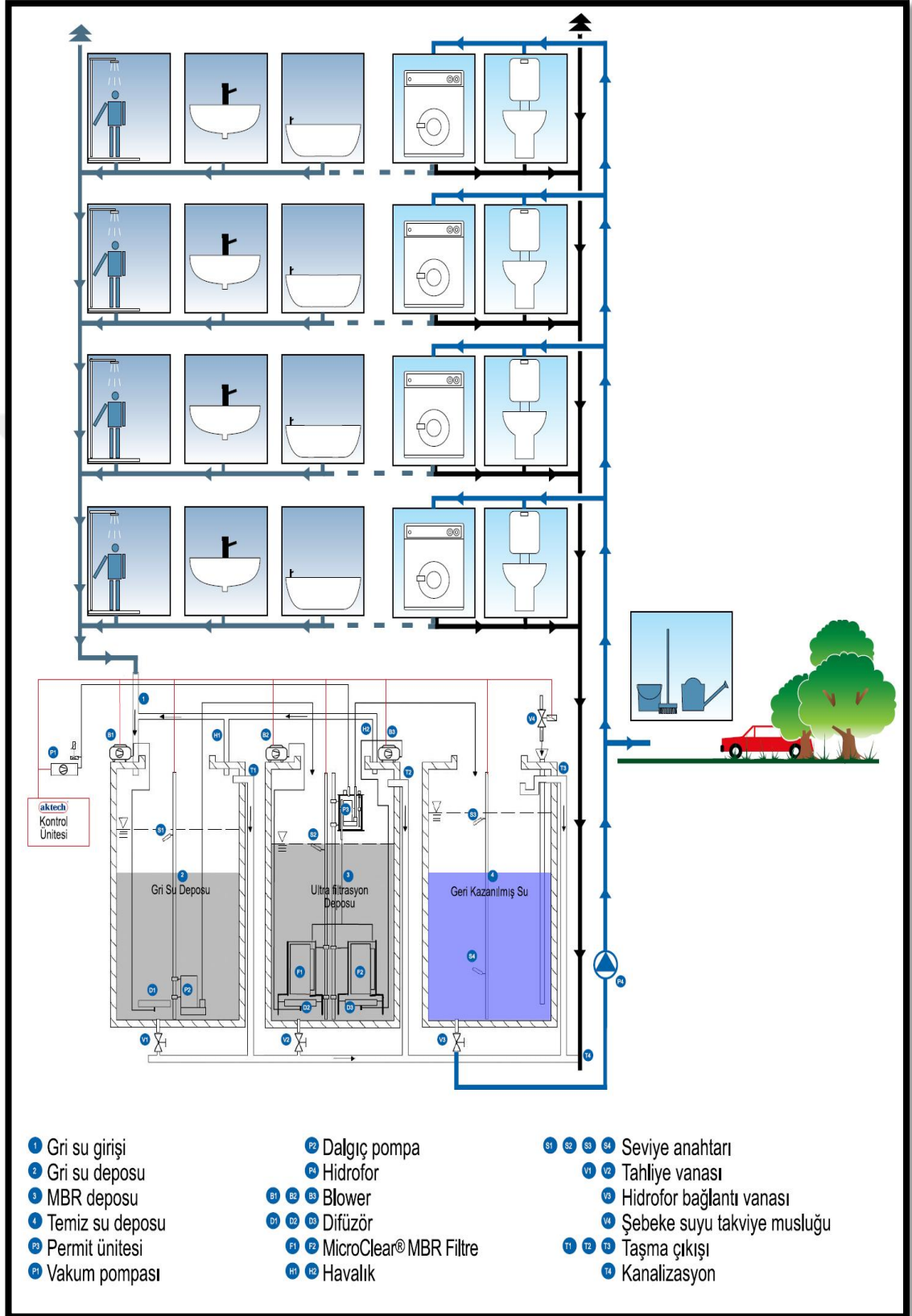
Su belirli aralıklarla havalandırılarak sudaki oksijen miktarı artırılır ve bakterilerin yaşaması için ideal ortam sağlanmış olur.

2. Biyolojik Arıtma

Suyun kokusunu, rengini ve sudaki organik maddeleri yok etmek için bakteriler tarafından biyolojik arıtma yapılmış olunur.

3. Membran Teknolojisiyle Ultra Filtrasyon

Biyolojik arıtması tamamlanmış olan gri su, filtre modüllerinden permit pompası ile vakumlanarak temiz su deposuna aktarılır. Suyun arıtılması sırasında bir direnç oluşmasını önlenerek çok kısa sürede, daha fazla miktarda suyu arıtır. Ayrıca (0,04 µm) gözenek çapı sayesinde gerçek bir bariyer oluşturarak bilinen tüm bakteri ve mikropları filtrelemektedir ve son kullanıma hazır bir şekilde depolanır. (Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)



Şekil 4.11. Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Çalışma Prensibi
(Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)

4.7 Gri Su Sistem Tasarımı

Gri su geri kazanım sistemleri, gri suyu toplayan, depolayan, organik madde miktarını düşüren ve hijyenik hale getirerek AB standartlarındaki kalite gereksinimlerini karşılayan ve sürekli olarak yüksek kalite kullanım suyu sağlayan sistemlerdir. Bu konuda çeşitli üreticilerin üretmiş olduğu farklı sistemler mevcuttur. Arıtma teknolojisine bağlı olarak sistemin büyüklüğü değişir. Kurulacak sistemin kapasitesi hesaplanırken su ihtiyacı ve gri su miktarı (duştan, lavabodan, küvetten toplanan su) göz önünde bulundurularak yapılır. (Heany, James, P., Wayne, C.H.;1984).

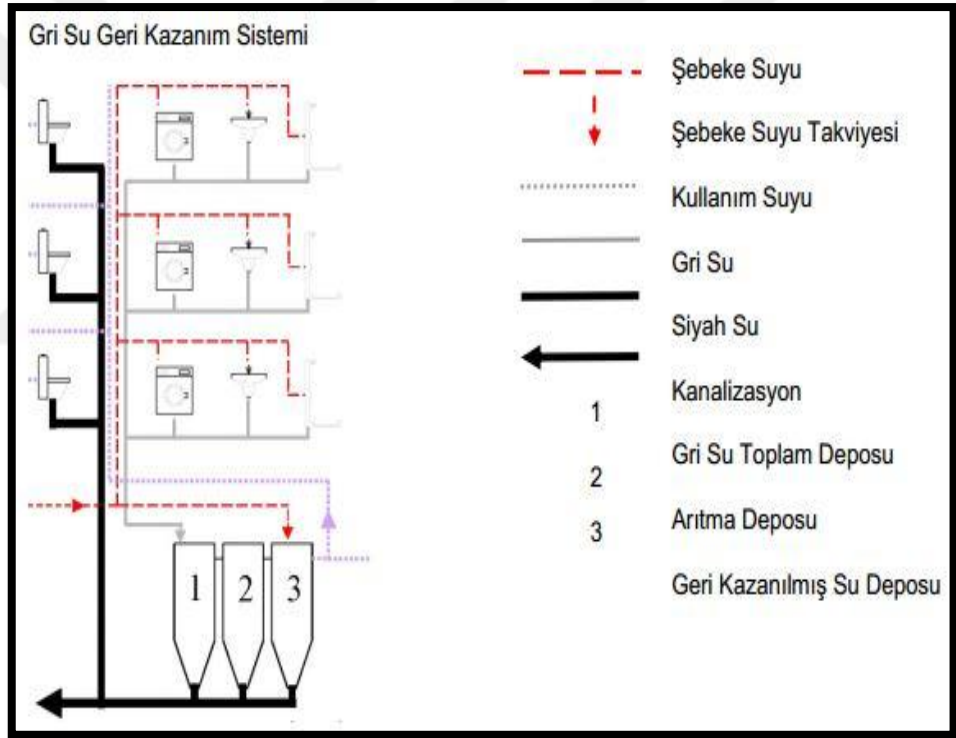
Bazı istisna durumlarda çamaşır makinesi, mutfak lavabosu ve bulaşık makinesinden gelen suda sisteme dâhil edilir. Depolama hacmi kullanıcının su tüketim alışkanlıklarına bağlı olduğu kadar kullanım suyu gereksinimine de bağlıdır. Genellikle kullanım suyu ihtiyacı ile gri su üretimi arasında tutarlılık vardır. Bundan dolayı kirli ve kullanım suyu depolama kapasiteleri gün içinde kullanım suyu ihtiyacından çok olmalıdır.

Gri su geri kazanım sistemleri, merkezi ve bireysel sistemler olmak üzere 2 ana kategoriye ayrılır. Merkezi sistemler farklı evler veya binalardan gelen gri suyu ev/bina dışında ki bir bölgede toplayıp arıtırken, bireysel sistemlerde bir veya daha çok daireden gelen gri su bina içerisinde toplanıp arıtılır. Bireysel sistemlerin bir avantajı, depolama ve dağıtım boruları bina içerisinde sadece kısa mesafeler için bağlanır. Diğer bir taraftan merkezi sisteme kıyasla daha küçük hacimlerde olduğundan daha küçük mekânlara kurulabilir. Fakat bireysel gri su geri kazanım sistemleri genellikle daha yüksek yatırım ve bakım maliyetine sahiptir. (Aktif Grup Çalışmaları 2009/1, 2009)

Depo hacmi arıtma teknolojisine bağlı olarak farklılık gösterir. Membran Biyoreaktör (MBR) sistemleri şu anda kullanılan en ideal gri su geri kazanım sistemi olarak dünyada kabul görmektedir. Bunun sebebi arıtılan suyun çok yüksek kalitede olması ve sistemin az yer kaplamasıdır. Ancak sistemin kurulacağı mekân çok küçükse membran filtre hacmini artırarak kirli su ve kullanım suyu depolarının hacmini büyük ölçüde küçültülür.

4.7.1 Sistem Boyutları

Gri suyun karışım oranlarının yanı sıra gri suyun miktarı da tüketicinin alışkanlıklarına fazlasıyla bağlıdır. Genel bir kural olarak, dairelerde kullanılan kullanım suyunun miktarı Gri su miktarından oldukça azdır. Genellikle, gri suyun tamamını arıtmak gerekli değildir. Bu yüzden dolayı az kirli olan gri suyu yani duştan, lavabodan, küvetten gelen suyu sisteme alıp arıtmak çok daha avantajlı olmaktadır. Sistemin boyutları hesap edilirken, sistemin kurulacağı yerin özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin otel gibi ticari amaçlı işletmelere kurulacak olan sisteme gelen gri su miktarı evsel sistemlere oranlara daha fazla olur.(Fbr Information Sheet, 2005)



Şekil 4.12. Standart Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Kurulum Şeması.
(Kazanılan Su Kullanım Suyu Olarak Çamaşır Makinesinde ve Bahçe Sulamada da Kullanılabilir).
(Fbr Information Sheet, 2005)

Gri su tank boyutları genellikle aşağıdaki faktörlere bağlı olarak belirlenir:

- Suyu kullanan kişi sayısı
- Gri suyun toplanacağı alanlar
- Arıtılmış suyun nerelerde kullanılacağı

Ekonomik nedenlerden dolayı, mevcut kullanılabilir gri su ile içme suyu ihtiyacı arasında bir denge kurulmalıdır. Kişi sayısına ve suyun toplanacağı yerlere bağlı olarak hesaplanan arıtılmış su miktarının, arıtılmış suyun tüketileceği alanlardaki miktar ile yakın değerlerde olması gerekir. Bu veriler esas alınarak gerekli olan optimum depo hacmi hesaplanabilir. (Fbr Information Sheet,2005)

4.7.2 Su, Drenaj ve Havalandırma Hatlarının Bağlantı Şekli

Gri su geri kazanım sistemlerinde şebeke ve kullanım suyu hatlarının hiç bir şekilde bir birine bağlantısı olmamalıdır. Hatta kullanım suyunun geçtiği boru hattı farklı bir renkte olmalıdır ve şebeke suyu hattı ile arasındaki fark kolay bir şekilde anlaşılması sağlanmalıdır. Ayrıca sisteme yapılan şebeke suyu besleme hattı DIN EN 1717 standardına uygun olacak şekilde belirli bir mesafeden serbest akış olarak yapılmalı ve geri akışa ihtimal vermeyecek şekilde olmalıdır. Gri su geri kazanım sisteminde kullanılan depolarda oluşabilecek kokuları önlemek için havalandırma hattı olmalıdır, eğer mümkünse havalandırma hattı evin drenaj hattı havalandırmasından ayrı bir şekilde çatıya kadar çıkarılmalıdır. Sistemin kurulacağı mekâna bağlı olarak, taşma çıkışı geri su akış seviyesi göz önünde bulundurularak tasarımı yapılmalı ve sisteme kanalizasyon suyunun girmesi önlenmelidir. (Karahana,A., 2009).

4.7.3 Tesisat, Borulama ve Pompalar

Saç gibi gri su içerisindeki bazı maddeler uygulama problemlerine sebep olur. İşlenmemiş gri su ile temas eden boru ve tesisatlarda saçların tutunabileceği keskin köşe veya benzer formlar yerine saçların çökebileceği şekilde tasarımı yapılmalıdır. Motorize kapakçık, pompalar, filtreler ve diğer birimler gibi bütün mekanik ekipmanlar tamir, bakım ve temizlenme işlemleri için kolayca ulaşılabilir ve temizlenebilir yerde olmalıdır. (Karahana,A., 2009).

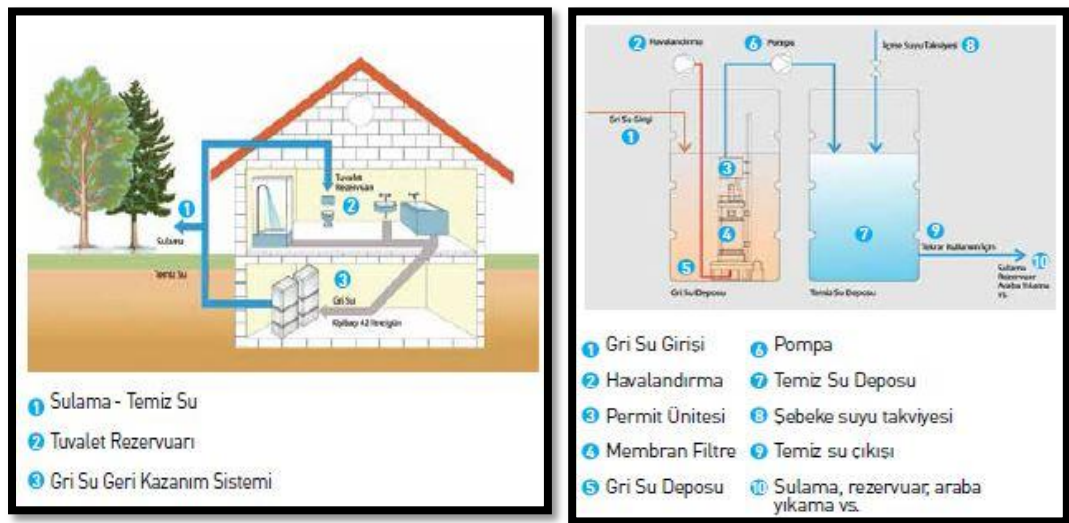
4.7.4 Kirli ve Temiz Su Depoları

Kirli su toplanan depoda ön arıtmaya başlanması sistemde oluşabilecek kokuların önüne geçer. Kirli su deposunun boyutu arıtma işleminin süresine bağlı olarak tasarımı yapılır. Temiz su deposunun hacmi de arıtma süresi göz önüne alınarak yeterli miktarda kullanım suyunun sistemde hazır olarak bekletilmesi gerekmektedir.

Depolama hacmi kullanıcının su tüketim alışkanlıklarına bağlı olduğu kadar kullanım suyu gereksinimlerine de bağlıdır. (Karahan,A.,2009) Genellikle kullanım suyu ihtiyacı ile gri su üretimi arasında bir tutarlılık vardır. Bundan dolayı, kirli ve temiz su depolama kapasiteleri (bunlar işlemde önce ve sonra düzenlenebilir) gün içinde kullanım suyu ihtiyacından çok olmamalıdır. Büyük işletmeler veya kullanıcının analizi iyi yapılmış durumlar için depoların büyüklüğü oldukça küçültülebilir. Depolar doğrudan güneş ışığına karşı korunmalı örneğin; penceresiz bodrum veya yosunlanmaya karşı uygun bir maddeden üretilmelidir.

4.8 Villa Tipi Projelerde Gri Su Geri Kazanım Sistemleri

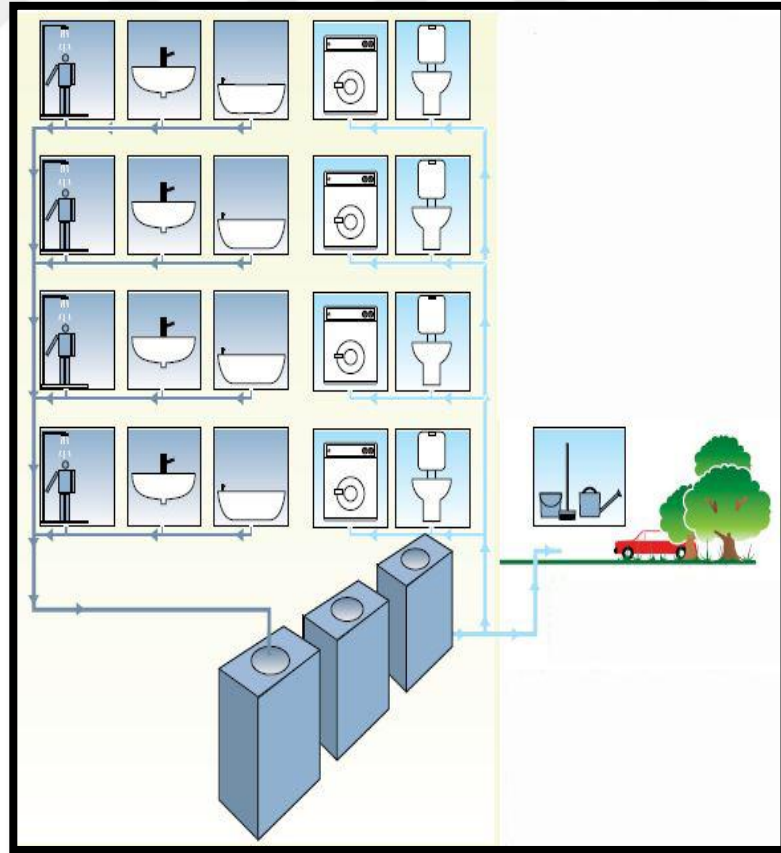
Bireysel sistemlerin uygulandığı villa tipi projeler de gri su geri kazanım sistemi iki depodan oluşmaktadır. Evsel kullanımlar sunucunda oluşan Gri su, (50µm) gözenek çapına sahip ince ızgaradan geçerek, birinci (gri su) deposuna boşalır ve gri suyun içinde bulunan organik maddeler, oksijenli (aerobik) ortamda bakteriler tarafından tüketildikten sonra, aynı birinci (gri su) deposu içine yerleştirilen ultrafiltrasyon membranları ile filtrelenir. Bu sayede tüm hastalık taşıyan mikroplardan ve suda yüzen parçacıklardan güvenilir bir şekilde arındırılır. Filtrelenen su, permit pompası ile temiz su deposuna aktarılır ve kullanıma hazır halde bekletilir. Gri Su Geri Kazanım Sistemi, garaj, bodrum vb. uygun görülen bir ortama kolayca monte edilebilmektedir. (Şekil 4.13)



Şekil 4.13. Villa Tipi Projelerde Gri Su Geri Kazanım Sistemi Çalışma Prensibi (Aktif Grup Çalışmaları, 2014)

4.9 Merkezi Sistem Gri Su Geri Kazanım Sistemleri

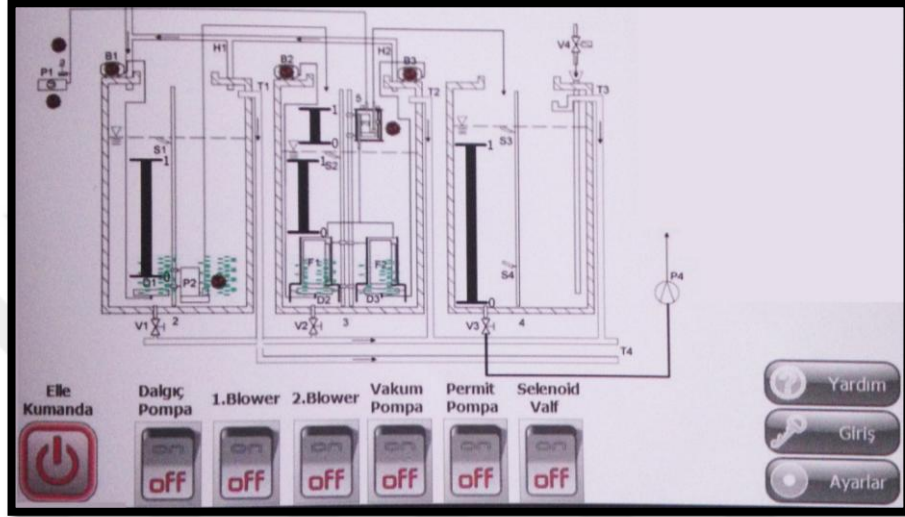
Otel, Avm, iş merkezi, toplu konut, hastane, spor salonu, öğrenci yurdu, belediye sosyal tesisleri gibi büyük binalar için gri su geri kazanım sistemi villa projelerinden farklı olarak üç depodan oluşur ve garajda, bodrumda veya uygun görülen bir ortama monte edilmektedir. Merkezi sistemler farklı evler veya binalardan gelen gri suyu ev/bina dışındaki bir bölgede toplayıp arıtırlar. Gri su, (50µm) gözenek çapına sahip ince ızgaradan geçerek, birinci (gri su) depoya gelir. Gri suyun içinde bulunan organik maddeler, oksijenli (Aerobik) ortamda bakteriler tarafından tüketildikten sonra, dalgıç pompa ile ultrafiltrasyon ikinci (gri su) deposuna aktarılarak, ultrafiltrasyon membranları ile filtrelenir. Böylece tüm hastalık taşıyan mikroplardan ve suda yüzen parçacıklardan güvenilir bir şekilde arındırılır. Filtrelenen su, permit pompası ile temiz su deposuna aktarılır ve tekrar kullanıma hazır halde bekletilir. Sistemlerin depolama ve dağıtım boruları uzun mesafelere gittiğinden yatırım ve bakım maliyetleri yüksek olmaktadır. (Aktif Grup Çalışmaları 2014).



Şekil 4.14. Merkezi Sistem Gri Su Kazanım Sistemleri
(Aktif Grup Çalışmaları, 2014)

4.9.1 Gri Su Otomasyon Sistemi ve Çalışma Prensibi

Kurulan sistemleri, gri su geri kazanım sistemi içerisinde bulunan ekipmanların çalışma performanslarını izlemek ve arıza durumlarında bilgi alabilmek için binaların otomasyonlarına entegre edilebilir. Aynı zamanda uzaktan kontrol sistemi kurulumuna olanak vermektedir.



Şekil 4.15. Gri su otomasyon sistemi ve çalışma prensibi
(Aktif Grup Çalışmaları 2014)

Bu sistem sayesinde, cihazların durum, arıza, çalışma izni dışında daha detaylı bir bilgi için sonradan eklenebilecek bir sensörün, mevcut sistemin modüler yapısına dahil olarak bilgi alması mümkün olmaktadır.

Sistemde bulunan cihazların çalışma süreleri veya üretim kapasitelerinin raporlarını almak mümkündür ve gri su otomasyon sisteminde ihtiyaca yönelik kullanılan tüm motorların ihtiyacını karşılayabilecek analog ve dijital çıkışlar bulunmaktadır.

Bu Sistemler (BACNET MS –TP) ve (BACNET IP) olmak üzere her iki bina otomasyon sistemine uyumludur. Aynı zamanda Endüstriyel olara MODBUS sistemlerinede veri verme imkanı vardır.

SMTP protokolü üzerinden TCP/IP altyapısına sahip yerlerde internet üzerinden e-mail vasıtası ile ihtiyaç duyulan alarm durumunda çalışma bilgilerini alma imkanı sağlar.

Sistem kontrolör cihazı içerisinde yer alan web sağlayıcı (http) vasıtası ile istenilen bilgisayar, tablet vb.cihazlar üzerinden herhangi bir browser vasıtası ile sisteme erişim sağlanıp istenilen bilgilere sahip olma kolaylığı vardır.

Sistemde Kullanılan (Area AX) yazılımı ile sisteme uzak erişim sağlanıp sistem hakkında gerekli arıza ,durum,çalışma vb. bilgilere erişme imkanı sağlayarak bu sayede sisteme merkezden sürekli kontrol altında tutup,gerekli zamanlarını belirleme imkanı vardır. (Aktif Grup Çalışmaları, 2015).

4.9.2 Sistemlerin Maliyeti, Amortisman Süreleri ve Bakımı

Yatırım Maliyetleri: Yatırım maliyetleri işletme büyüklüğüne göre farklılık gösterir. Sistem büyüdükçe daire başına düşen maliyetler azalır ve amortisman süresi düşer. 100 dairelik bir sitenin yatırım maliyeti ortalama olarak 20-30 bin Euro arasında değişmektedir. On beş/Yirmi dairelik binalara sistemin kurulması daire başı yaklaşık 600 Euro'dur. Bu rakam 500 dairenin üzerindeki sitelerde 200 Euro'lara kadar düşmektedir. Sistemin amortisman süresi en fazla 3.5 yıl olmalıdır. Çünkü sistemdeki membranların kullanım ömrü 10 yıldır. Yeni takılacak membranların fiyatlarında 4000 Euro civarındadır. Ek olarak gri su ve kullanım suyu tesisatlarını ayırma işleminin maliyeti bölgesel şartlara göre hesaplanmalıdır.

İşletme Maliyetleri: İşletme maliyetleri tamir, bakım, kontrol, elektrik tüketimi ve şebeke suyu beslemesinden gelen suyun ücretini kapsar.

Tamir ve Bakım Maliyetleri: Tamir, bakım ve onarım masrafları seçilen teknolojiye bağlıdır. Basitçe yapılandırılmış bir işletme için genel olarak her yıl ilk yatırım maliyetinin %1 i yeterlidir; makineler/ teknik ekipmanlar için ise her yıl ilk yatırım maliyetinin %4 ü gibi düşünülebilir.

Enerji Tüketimi: Gri suyu temizlemek için gerekli olan enerji, kullanım suyunun hidroforla sisteme basılması ve şebeke suyu takviyesi dâhil, kullanılan teknolojiye bağlı olarak 1 m³ kullanım suyu için 1,5 ile 3 KW arasındadır.

Bakım: Gri su geri kazanım sistemlerinin talimatlarına göre düzenli bakımın, işletme güvenliğinde oldukça önemli payı vardır. Ek olarak kullanılma süresi ve enerji verimliliğini de artırır. Sistemlerin yılda en az 1 kez bakımı yapılmalıdır.

Denetleme (Kontrol): Tesislerin kontrolü gri su geri kazanım sistemleri talimatlarına göre operatörler veya kullanıcılar tarafından yapılmalıdır. Tesisler ve ilgili tesis bölümlerinin faaliyetlerinin kontrolünün yanı sıra, kullanım suyunun berraklığı (görülebilir bulanıklık) ve kokusu ile alakalı testlerde yapılmalıdır. Bu kontrol kolay, hızlı uygulanabilir ve düşük maliyetli olmalıdır. (Karahana, A., 2009).

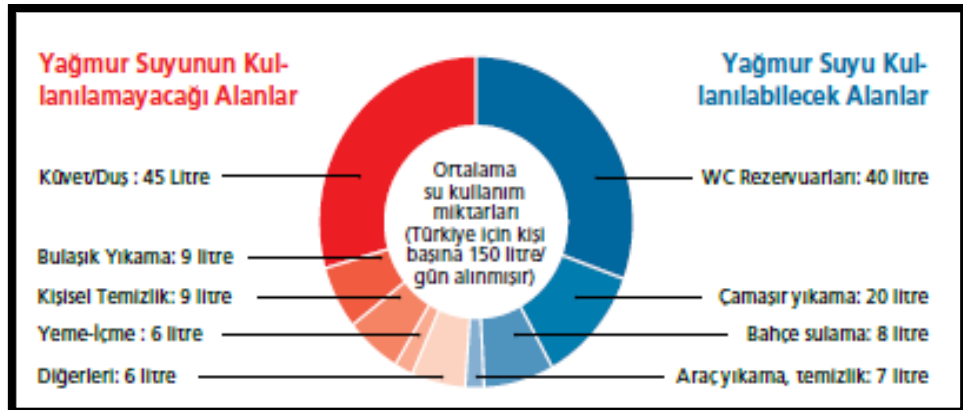
Özel işletme durumları: Uzun çalışmada ve servis aralıklarını takip eden süreçlerden sonra geri kazanılan suyu kullanmadan önce biyolojik arıtmanın tam olarak yapılabilmesi için suyun aktif biyokütlesinin yeterli miktarda yeniden oluşmasına ekstra özen gösterilmelidir. Şüpheye düşüldüğü veya üreticinin garanti süresi geçtiği durumlarda belirli aralıklarla suyun analizinin yapılarak istenilen kalite şartlarına uyup uymadığının kontrol edilmesi gerekmektedir.

4.2 Konutlarda Yağmur Suyunun Kullanımı

Yağmur suyunun bir kısmı, insanoğlu tarafından toplanarak kullanım suyu ve enerji üretimi sağlanırken, bir kısmı da yeryüzü ile buluşarak yer altı kaynaklarına geri dönmektedir. Su kıtlığının baş göstermesi, günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi gibi sebeplerden dolayı gri suyun arıtılarak kullanılmasının yanında alternatif bir kaynak olan yağmur suyunun toplanması ve kullanılması su kaynakları açısından tasarruf sağlayacak bir yöntemdir. Yağmur suyu konut ölçeğinde genellikle çatıdan gelen su ile elde edilmektedir. Konutlarda çatılar dışında, gerek açık alanlarda gerekse drenaj boruları yardımıyla yağmur suyu çeşitli şekillerde de toplanabilmektedir. Birtakım ek tanklar ya da havuzlar tasarlanarak yağmur suyu toplama miktarı artırılabilir.

Yağmur suyunun bu şekilde toplanması altlarında sarnıçları ile inşa edilmiş olan birçok konut için geleneksel olarak da bilinen bir metottur. Ama günümüzde yeni inşa edilen konutlarda bu yöntem uzun zamandır terk edilerek yerini binanın bodrum kat yada dışında yer alan yağmur suyu depolarına bırakmıştır. Yağmur suyu, yoğun yağmur alan bölgelerde, bir konutun su ihtiyacını %100 karşılayabilen bir su kaynağı olabilmektedir (Melby, P.,2002). Yağmur suyunun en yüksek % 90 oranında kullanılması ile % 50'ye yakın tasarruf sağlanabilmektedir. Bu nedenle Yağmurun yoğun olduğu bölgelerde ekolojik bir konutun çatı tasarımının bu kriter göz önüne alınarak yapılması (yani çatı yüzeyinin büyütülmesi) hem yağmur suyu toplamayı kolaylaştıracak hem de toplanan su miktarını arttıracak bir çözüm olabilmektedir.

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. (Alpaslan, N.,2008). Basit bir yağmur suyu deposu sayesinde; 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 işlemi sonucunda, Çamaşır makinelerinde Duş ve banyolarda kullanım işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 4.16. Ev Tüketiminde Kullanılan Su Dağılımı [7]

Bir konutta yağmur suyu iki farklı kullanım şekli için toplanabilmektedir. Bunlardan biri dış kullanım için bu araba yıkamak, bahçe bakımı ve süs havuzu doldurma gibi işlerde kullanmak üzere toplanması; diğeri ise yağmur suyu iç mekan kullanımları için temizlik işleri, çamaşır yıkama ve rezervuarlarda kullanımı için toplanmasıdır.

4.2.1 Yağmur Suyunun Konutun Dış Mekânlarında Kullanılması

Yağmur suyu konutun dış mekan kullanımları için çok basit sistemler yeterli olmaktadır. çünkü suyun arıtmadan geçmesi gerekmemektedir. Hatta bahçeler için şebeke suyundan daha da faydalı bir su kaynağıdır. Tarımsal alanlarda yağmur suyu toplamak ve kullanmak zaten geleneksel bir su kullanım biçimidir. (Melby,P.,2002).

Sistemde çatı yüzeyinden toplanan yağmur suyu oluklardaki filtreden geçerek yağmur suyu deposunda toplanmaktadır. Yağmur suyu buradan dışarıda ki harici bir pompa yada dalgıç pompa ile depo dışına, bahçeye verilmektedir. Bu sistemde, yağmur suyu konut içerisinde kullanım suyu olarak kullanılmadığı için, kullanım ve içme suyu tesisatını ayırmak gerekmemektedir. Bu nedenle yağmur suyunu, konut dışında kullanmak maliyet açısından daha uygun olmaktadır. (Aktif Grup Çalışmaları,2015).



1- Yer altı tankı , 2- hazne kapak şaftı ,3-filtre , 4-Bahçe Jet Pompa
Şekil 4.17. Yağmur Suyunun Bahçe Sulamasında Kullanılması [8]

Yer altı tankı kapasiteleri;

2,700L-3,750L-4,800L-6,500L-8,500L(1)- 10,000(1)-13.000L şeklinde olmaktadır.

Sistem XL yer altı tank ya da 2 adet yer altı tankından oluşmaktadır.

4.2.2 Yağmur Suyunun Konutun İç Mekânlarında Kullanılması

Binalarda yağmur suyunun kullanılması genel olarak, yağmur suyunun filtrelerden geçtikten sonra depoda toplanarak bina içerisinde kullanılacağı yere pompalanmasıdır. Ancak Konutun iç mekân aktiviteleri için kullanılmak üzere toplanan yağmur suyu çatıdaki kirli maddelerin da karışabilme olasılığından dolayı içilemez ve tüketiminden önce filtreleme işleminden geçirilmesi gereklidir. Filtrelerden geçtikten sonra depolanan yağmur suyu genellikle rezervuarlarda, temizlik işlerinde, çamaşır makinelerinde, araç yıkama, bahçe sulama ve süs havuzu doldurma işlerinde kullanılmaktadır. Yağmur tanklarının içinde toplanan suların binaların içerilerine dağıtılması; Tek yağmur suyu toplama sistemi, şebeke suyu ve yağmur suyu hattının birleşik olduğu sistemler (Direk besleme sistemi) ya da (Çatı deposu sistemi) ile sağlanmaktadır. Bunlara ek olarak büyük binalarda uygulanan Ticari sistemler de mevcuttur.

4.2.2.1 Tek Yağmur Suyu Sistemi

Konut içerisinde basit bir yağmur suyu toplama sisteminde, çatıdan toplanan yağmur suyu, büyük parçaları tutan filtreden geçirildikten sonra yağmur suyu deposuna gelmektedir. Yağmur suyu deposundan ise çamaşır makinesi ya da tuvalet rezervuarı gibi konut içerisinde ihtiyaç duyulan alanlara pompalanmaktadır. (Şekil 4.18). Bu sistemde sistemin ilk kurulum maliyeti dışında toplanılan yağmur suyuna ücret ödenmemektedir. Ancak yağmur suyunun az olduğu dönemlerde ya da yağmur suyu toplama sisteminde herhangi bir sorun çıktığında binada oluşacak su kesintisi bu sistemin dezavantajıdır.



Şekil 4.18. Tek Yağmur Suyu sistemi [9]

4.2.2.1 Şebeke ve Yağmur Suyu Hattının Birleşik Olduğu Sistemler

A) Direkt Besleme Sistemi

Yağmur suyu sisteminin (ana şebeke) hattı ile beslendiği sistemlerdir. Bu sistemler sadece yağmur suyunun kullanıldığı sistemlere göre daha maliyetlidir. İhtiyaç duyulan dönemlerde yağmur suyu sistemi şebeke hattı ile beslenmekte ve bu su bina içerisinde kullanım suyu olarak çamaşır makineleri ve tuvalet rezervuarlarında kullanılmaktadır. Yağmur suyunun olmadığı dönemde ise ek bir pompaya ihtiyaç duymadan şebeke suyu kullanılabilir. Ana şebeke hattı tuvalet rezervuarlarına kadar uzatılabildiği için ek bir maliyete yol açmaktadır.



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), 7. Basıç hortumu, 8. Drenaj borusu, 9. Taşma borusu Borusu, 10. Elektronik gösterge, 11. Ana şebeke bağlantısı

Şekil 4.19. Direkt Besleme Sistemi ile Yağmur Suyunun Bina İçerisinde Kullanılması[10]

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 hattından su pompalanır.
- Eğer pompa arızalanırsa, su, yağmur suyu sistemini beslemek için kullanılamaz.
- Kontrol mekanizması daha pahalı ve karışıktır.
- Bina içerisinde su kullanımının olduğu her zaman pompa çalışmaktadır.

B) Çatı Deposu Sistemi

Bu sistemde çatı arasında bulunan depoya hem yağmur suyu hattı hem de şebeke suyu hattı girmektedir. Sistem yağmur suyunun depoya dolması ve sonrasında bina içerisinde çamaşır makinesi ve tuvalet rezervuarlarına yerçekimi ile iletilmesi şeklindedir. Depo konutun üst kotunda yer aldığı için dağıtımda ek bir pompaya ihtiyaç duyulmadan yerçekimi ile çamaşır makinesi ve tuvalet rezervuarlarına iletilmekte araç yıkama, bahçe sulaması yapılmaktadır.



1.Filtre, 2. Yağmur suyu deposuna giriş, 3. Dalgıç pompa, 4. Yüzücü-emici filtre, 5. Kontrol paneli, 5a. Yüzücü anahtar (çatı tankındaki yağmur suyu ihtiyacını belirler 6a. Solenoid vana (şebeke suyunun tanka dolmasını sağlar), 6b. Yüzücü anahtar (şebeke suyu ihtiyacını ölçer), 7. Basıç hortumu, 8. Tek yönlü vana, 9. Drenaj borusu, 10. Taşma borusu, 12. Ana şebeke bağlantısı

Şekil 4.20 . Çatı deposu sistemi ile dağıtım [11]

Sistemin avantajları:

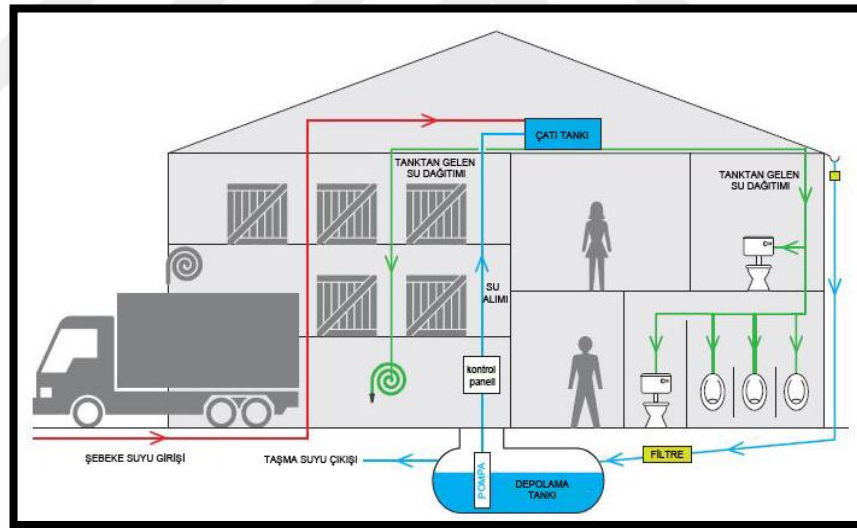
- Bina içerisinde herhangi bir elektrik kesintisi durumunda ya da yağmur suyu deposunda su olmadığı durumda kontrol paneli (5) yardımıyla, solenoid vana ile çatı tankına (6a) ana şebeke bağlantısından su ilave edilmektedir.
- Düşük pompa maliyeti ve basit bir kontrol sistemi vardır.
- Çatı deposu tamamen 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:

- Basınç modern çamaşır makinesi 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.
- “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.(Şahin,N.,2010).

4.2.2.3 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.



Şekil 4.21. Ticari Binalarda Yağmur Suyu Toplama Sistemi Çalışma Prensibi [12]

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 sistemlerde de, çatı deposu sistemi ve direkt besleme sistemi seçenekleri bulunmaktadır. Bu tip sistemlerde bina alanı büyüdüğü için sistem elemanları ve sistem kapasitesi de büyümektedir.[12]

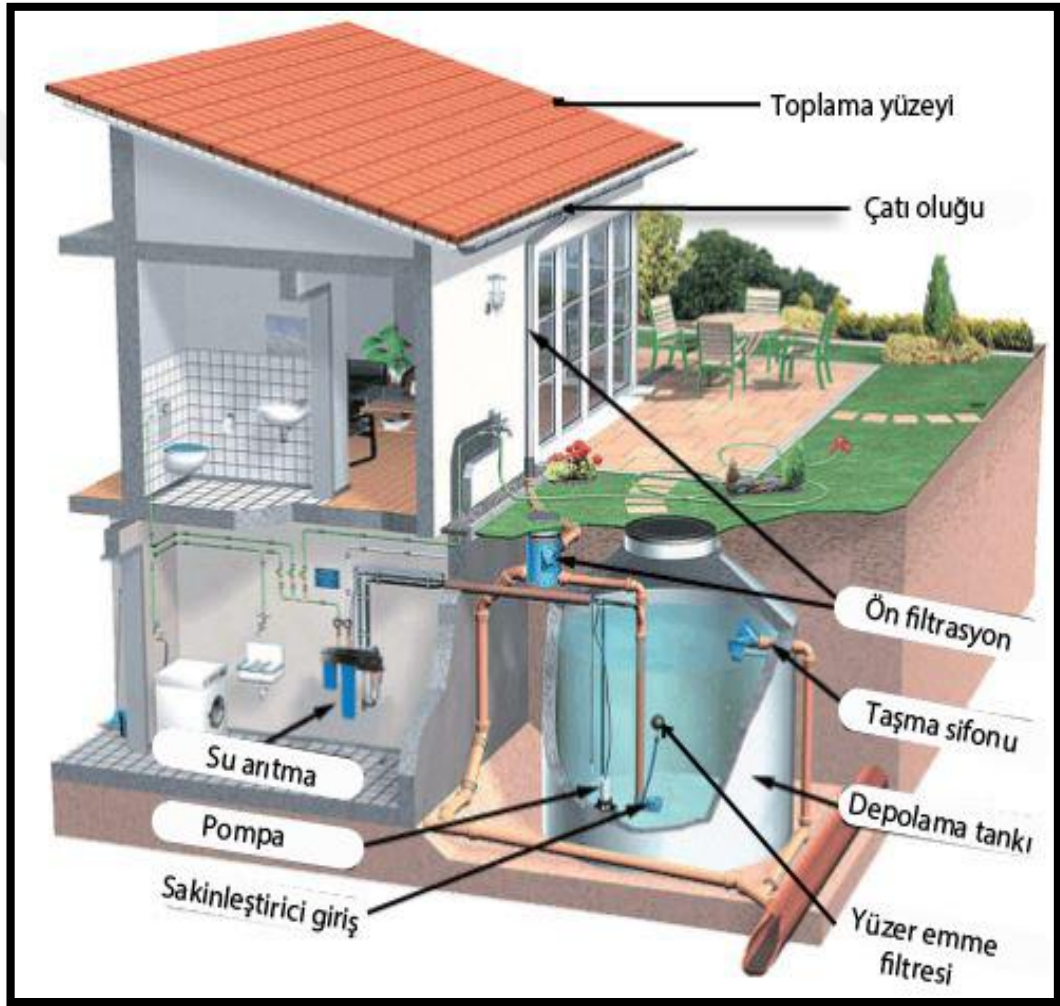


1.Filtre, 2. Yağmur suyu deposuna giriş, 3. Dalgıç pompa, 4. Yüzücü-emici filtre, 5. Kontrol Paneli, 6. Solenoid vana
7. Basınç hortumu, 8. Drenaj Borusu, 9. Taşma Borusu, 10. Ana şebeke döşemi,

Şekil 4.22. Ticari Binalarda Yağmur Suyu Toplama Sistemi [13]

4.2.3 Yağmur Suyu Toplama Sistemleri ve Çalışma Prensipleri

Yağmur suyu toplama sistemleri dünyada uzun yıllardır yaygın bir şekilde kullanılan, yağmur suyunu topladıktan sonra depolayıp kullanan çevre dostu teknolojilerden biridir. Toprak yüzeyinden veya bina çatılarından olmak üzere iki teknikle toplanır. Konutlarda çatılar dışında, balkon, teras gibi açık alanlardan yağmur suyu toplanabilir. Toplanan yağmur suları daha sonra filtreden geçirilerek yağmur suyu deposuna aktarılır. Depoda toplanan su pompa yardımı ile bina içinde ve dışında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır.



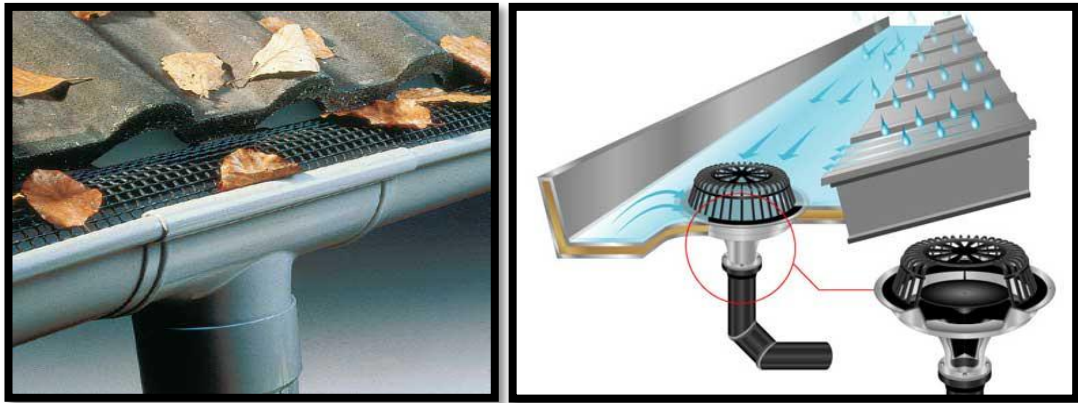
Şekil 4.23. Konutta Yağmur Suyu Toplama Sistemi [14]

Yağmur suyu toplama ve depolama sistemi toplama yüzeyi (çatı), yatay ve dikey oluklar, filtreler, pompa, yağmur suyu deposu ve dağıtıcı sistemlerden oluşmaktadır. (Çevre ve Orman Bakanlığı,2010).

Toplama Yüzeyi (Çatılar) : 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.

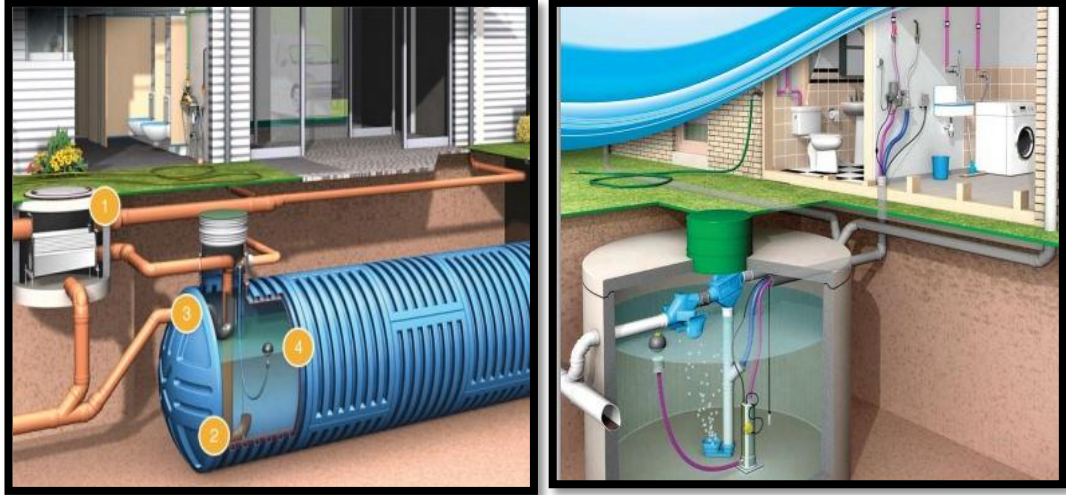
Yatay ve Dikey Oluklar: Çatı, balkon v.b. yüzeylerden gelen yağmur suyunu, yağmur suyu deposuna yönlendiren sistemlerdir. Oluklar için en fazla tercih edilen malzemeler PVC, vinil, alüminyum ve galvanize çeliktir.

Yaprak Tutucu Filtreler, Oluk Süzgeçleri: 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 iletilebilmektedir. Bu oran filtre verimine bağlı olarak değişebilmektedir. Yaprak tutucular yağmur suyundaki yaprak parçalarını tutarken, oluk içerisinde yer alan süzgeçler yağmur suyunun içerisinde bulunan daha küçük parçaların tutularak depo içerisine girmesine engel olmaktadır. Böylece yağmur suyu deposuna temiz su girişi sağlanmaktadır.



Şekil 4.24. Yaprak Tutucu Filtre ve Oluk Süzgeci [15]

Yağmur Suyu Filtresi: Yağmur suyu sisteminde ilk adımı temizleme filtresidir. Yağmur suyu çatıdan filtreye akar, böylece kir parçacıkları ve atıklar yağmur suyundan ayrılır ve Temizlenmiş su tanka gönderilir. Atıklar taşma sifonu sayesinde kanalizasyon veya sızma alanına gönderilir. [16]

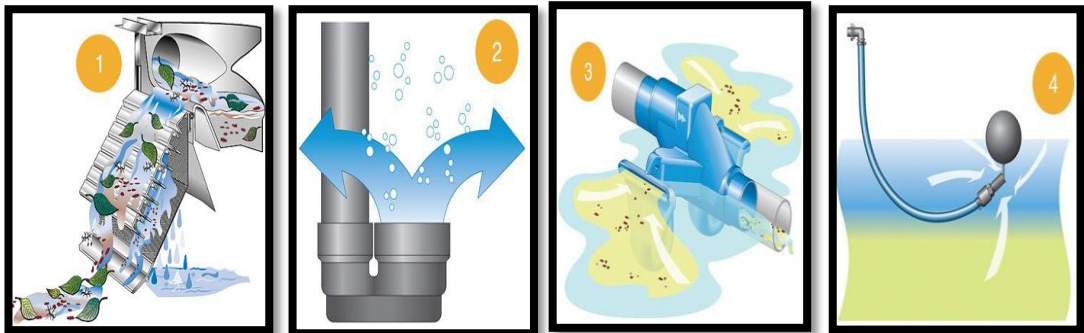


Şekil 4.25. Yağmur suyu filtre, depo ve diğer ekipmanları [16]

Sakinleştirici Giriş: İkinci temizleme aşaması depolama sisteminde gerçekleşir. Yağmur suyu filtrelendikten sonrada hala küçük bir miktarda malzeme parçacıkları içerir ve depolama tankının dibine çöker. Giriş sakinleştirdi yağmur suyu herhangi bir engelleyen bu sedimantasyon tabakanın bozukluğu ve olmasını sağlar oksijenli su alt katmanlara tanıtılır. Depodaki su saklanır. Bu oksijen açısından zengin su depolama tankında Anaerobik oluşturucu indirgeyici koşulları engeller ve suyun taze kalmasını sağlamaktadır. [16]

Taşma Sifonu: Polen veya yağlar gibi hafif parçacıklar, yüzeye yüzen ve düzenli taşma yoluyla kaldırılır. [16]

Yüzer Emme Filtresi: Su temiz su kullanımınız için kaldırılmıştır sağlamak için yüzen pompa alımı yoluyla elde edilir. [16]



Şekil 4.26. Yağmur Suyu Filtresi, Sakinleştirici Giriş, Taşma Sifonu, Yüzer Emme Filtresi [16]

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. Yağmur suyu deposunun üzerinde bir menfez bulunmaktadır. Bu menfez üstünde sivrisinek ve çeşitli böceklerin düşmesine engel olmak için koruyucu ızgara bulunmaktadır.[17]

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. [18]

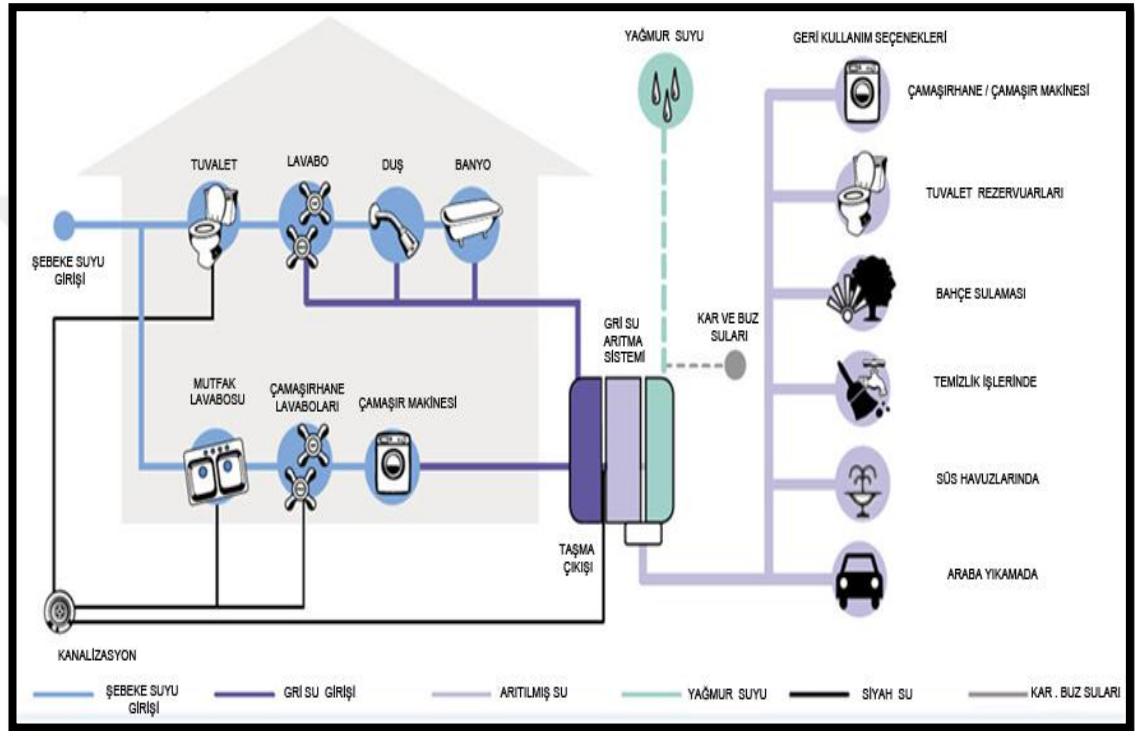
Yağmur suyu deposunun büyüklüğü; yağış miktarı, ihtiyaç duyulan su miktarı (evde yaşayan kişi sayısı, bugün geçerli olan su kullanım oranları), öngörülen yağmursuz geçen süre, yağmur suyu toplama yüzeyi alanı, filtrelerin etkinliği, estetik, kişisel tercih, ekonomik nedenler gibi etkenlere bağlıdır. [18]

Yağmur suyu deposu; dış yüzeyi güneş ışığını 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.

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 kullanılabilir.[18] Ancak genellikle etkinliği ve kimyasal bir madde olmaması sebebiyle UV ışınları ile dezenfeksiyon yöntemi tercih edilmektedir. [17]

4.3 Konutlarda Gri Su ve Yağmur Suyunun Birlikte Kullanılması

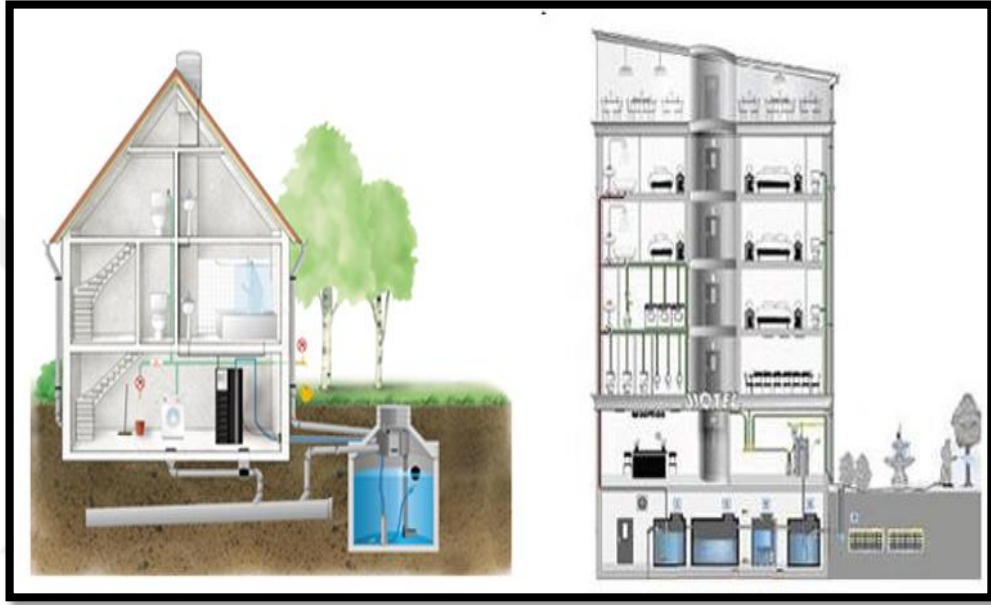
Gri su sistemleri, evler de veya ticari binalarda uygulayarak su ihtiyacınızı tasarruflu bir şekilde sağlarken, aynı zamanda tasarım aşamasında bu sistemler yağmur suyu sistemleri ile kombine edilebilmektedir.



Şekil 4. 27. Yağmur Suyu ve Gri Suyun Birlikte Kullanılması [19]

Gri suyun yeniden kullanımını sağlamak için, sistemin büyüklüğüne göre mevcut kabullere bağlı olarak su ihtiyacı ve gri su miktarı (duştan, lavabodan, küvetten, çamaşır makinesinden toplanan su) göz önünde bulundurularak her bir sistem için ayrı olarak hesaplanır. Hesaplamalar sonucunda toplam üretilen ve tüketilen gri su debilerine ulaşılır. Çıkan sonuçlara göre gri su deposu, ultrafiltrasyon deposu ve geri kazanılmış su depolarının hacimleri belirlenmektedir. Yağmur suyunun da dahil edildiği gri su sistemlerin de bölgenin yağış alma miktarı da göz önünde bulundurularak geri kazanılmış su depolarına yağmur suyu deposu da dahil edilerek daha büyük hacimde tek bir depo yapılmaktadır.

Büyük sistemlerin uygulandığı hotel, okul, toplu konut gibi yapılarda geri kazanılmış su deposu ile yağmur suyu deposu birbirlerine dâhil edilmeden ayrı olarak çalışmaktadırlar. bu tarz yapıların çatı alanları büyük olduğundan dolayı toplanan yağmur suyu hacmi de büyük olmaktadır. Bu nedenle bodrum katlara yerleştirilen yağmur suyu depoları haricinde bahçede yeraltına gömülmüş şekilde ihtiyaca göre ekstra depolar yerleştirilmektedir. [20]



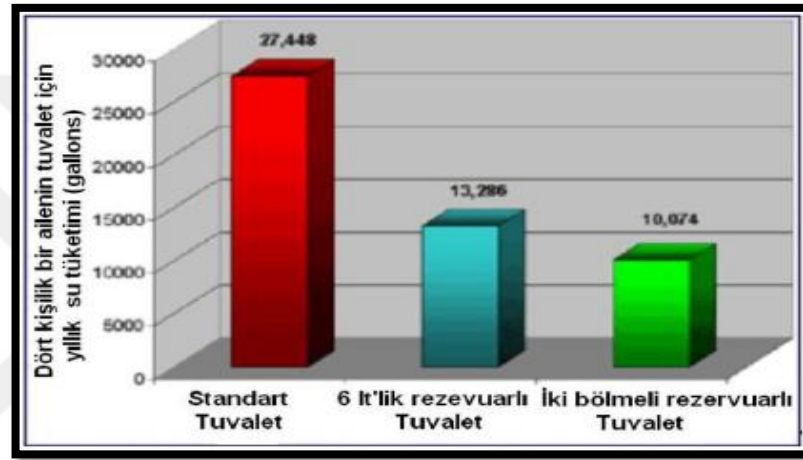
Şekil 4.28. Konutlarda ve Ticari Binalarda Yağmur Suyu ile Kombine Edilmiş Gri Su Sistemi [20]

4.4 Konutlarda Su Tasarrufu Sağlayan Teknolojik Ürünlerin Kullanılması

Konutlarda, banyo ve wc rezervuarlarında tüketilen su miktarı evde tüketilen toplam suyun % 70'ini oluşturmaktadır. Damlatan musluklar, su sızdıran eski borular su kaybına sebep olmaktadır. Evlerde ki düzenli bakım, onarım ve tamirlerin yapılması önemli bir su tasarrufu sağlayacaktır. Bunların yanında gelişen teknoloji ile birlikte üretilen yeni nesil batarya, lavabo, klozet, pisuar ve küvetler kullanılarak su kullanımında büyük ölçüde tasarruf sağlanmaktadır. Konutlarda su tasarrufu sağlayan teknolojik ürünlerin kullanılmasını 3 grupta inceleyebiliriz. Tuvaletlerde su tasarrufu ve kullanılan ürünler, musluklarda su tasarrufu ve kullanılan ürünler ve duşlarda su tasarrufu ve kullanılan ürünler şeklindedir.

4.4.1 Tuvaletlerde Su Tasarrufu ve Kullanılan Ürünler

Evsel su tüketimleri arasında önemli yer tutan tuvaletler oldukça yüksek oranda su tüketirler. Tuvaletlerde su verimliliğini arttırmanın en iyi yolu su tasarrufu sağlayan teknolojik klozet ve rezervuarların kullanılmasıdır. 1950'den önce her sifon çekişte 26 litre su tüketilmekte iken 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. (Enerji Ekonomisi,2005). Şekil 4.29'da 4 kişilik bir ailenin kullandığı tuvalet tipine göre yıllık su tüketimi değerleri görülmektedir.



Şekil 4.29. Farklı Tip Klozetlerde Yıllık Su Tüketimi [21]

Çift Kademeli Rezervuar Tuvaletler: Çift kademeli rezervuar tuvaletler son yıllarda en çok tercih edilen teknoloji ürünleridir. Ülkemizde de yaygın bir şekilde kullanılan çift akışlı tuvaletlerde katı ve sıvı atıklar için farklı su miktarları öngörülmüştür. 6 litre suyu 3 litre olarak da kullanabilen sifon yapısı oldukça iyi su tasarrufu sağlayabilmektedir. Son yıllarda 4,5 litrelik bölmeli sifonlarla 2,25 litrelik kısmını kullanabilen modelleri de üretilmekte ve % 50 su tasarrufu sağlanmaktadır.[23] (Şekil 4.30).

3,8 litrelik Rezervuarlı Tuvalet: Sifon basınç yardımı ile tuvalet başına 3,8 litre su tüketmektedir. 6 litrelik kademeli sifonlara oranla % 38'lik bir su tasarrufu sağlayabilmektedir. Bunlar genellikle, okul, hastane, havaalanları gibi yerlerde tercih edilmektedir. [23] (Şekil 4.31).

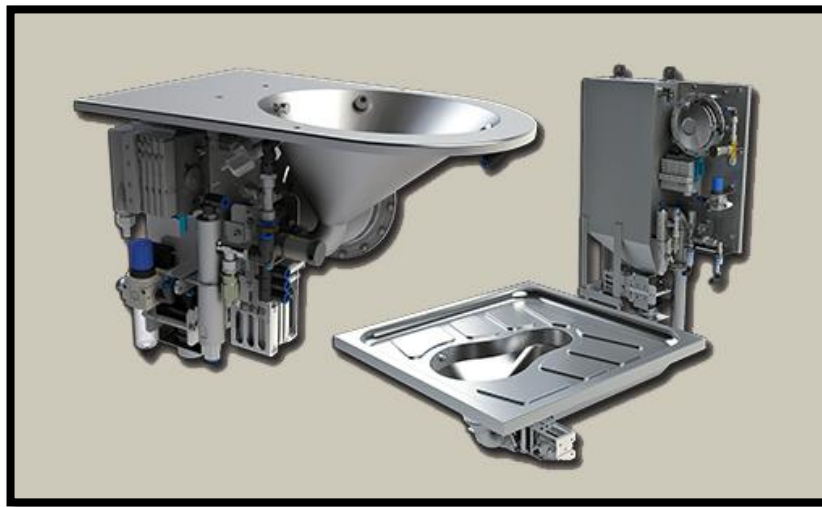


Şekil 4.30. Çift kademeli Gömme Tip Rezervuar Tuvalet [22]



Şekil 4.31. 3,8 litre'lik Kademeli Yeni Nesil Tuvalet [23]

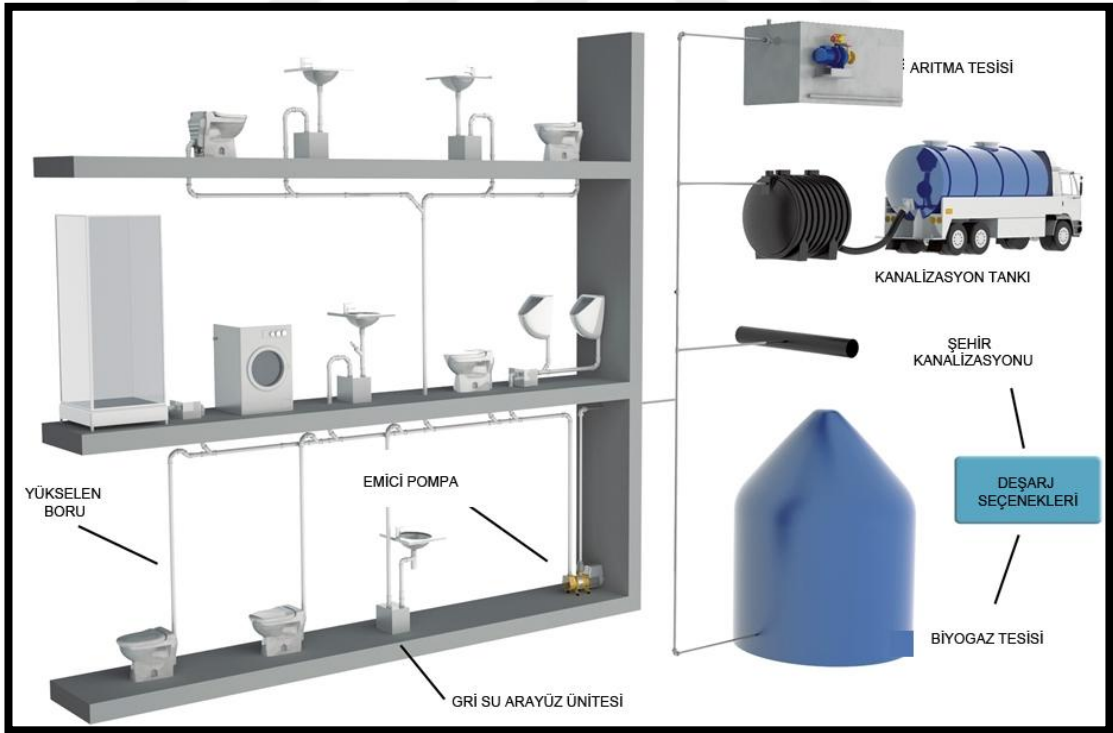
Vakum Tuvaletler: Vakum tuvalet sistemi, gemilerde uçaklarda, trenlerde yaygın olarak kullanılan, vakum ve basınç sistemiyle çalışan, önemli ölçüde su tasarrufu sağlayan, bünyesinde bulunan depoda atıkları toplayıp çevre kirliliğini önleyen, alaturka ve alafranga modelleri bulunan hijyenik tuvalet tipidir. Bu tip tuvaletlerde yaklaşık 1-0,5 litre su tüketilmektedir. [24] Klasik bir tuvalette her yıkama için 6 litre su kullanılmakta iken bu tip tuvaletler ile %80'e varan su tasarrufu sağlanabilmektedir. Vakumlu Tuvalet sisteminde kullanılan tüm metal ekipmanlar hijyen gereği paslanmaz çelik malzemedir. (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Vakum Tuvaletler [24]

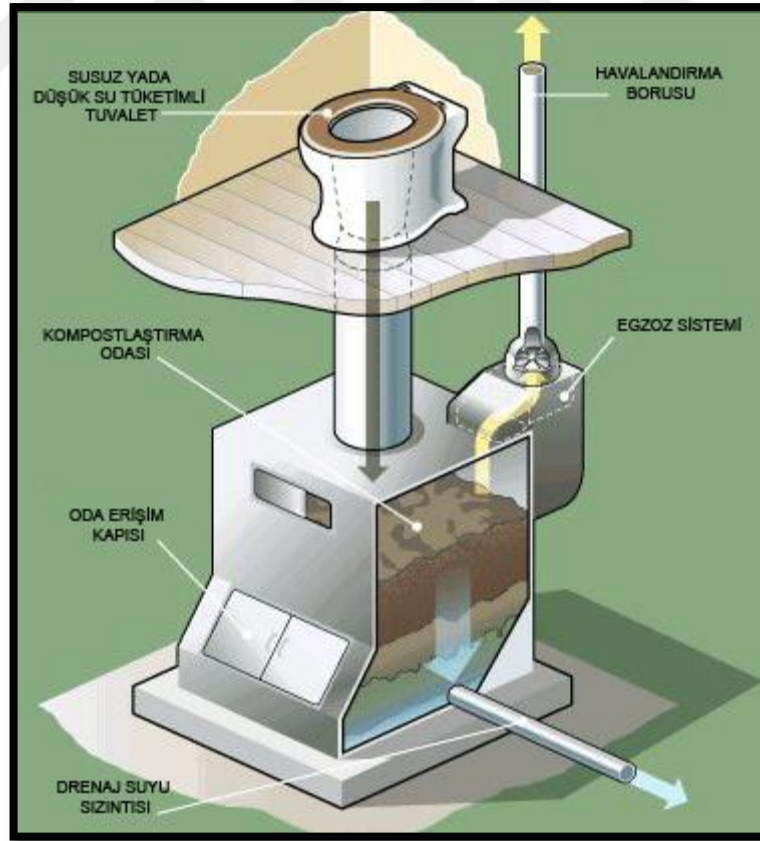
Binalarda da uygulanmaya başlanan bu tuvaletler , bulunulan koşullara göre sabit vakum sistemi (CVS) yada talep üzerine vakum (VOD) sistemi gibi 2 farklı şekilde uygulanmaktadır.Sabit vakum sistemi büyük binalar için daha ideal bir çözümdür.istenilen sayıda tuvalet eklemek mümkündür ve sistemin daha sonra da genişletilebilme imkanı vardır. Bu sistemde sızıntı riski çok düşüktür ancak yüksek vakumu sürekli kılmak için enerji gereksinimi vardır. (Jetsgroup, 2009).

Sabit vakum sistemi, 1. Aşamada kullanıcı düğmeye basar arayüz vanası açılır ve atık boşalır.atığı taşımak için olan yardımcı hava basınçlı şekilde sisteme çekilir. Diğer yandan temiz su vanası açılır ve durulama suyu kabına püskürtülür. 2. Aşama da vakum vanası kapalı ama su vanası açık kalır .Temiz sudan bir miktar klozete püskürtülerek temizlenir.su valfi kapatıldığında ,temiz su hacimli kapta depolanır ve tuvalet yeniden kullanıma hazır hale gelir. (Jetsgroup, 2009).



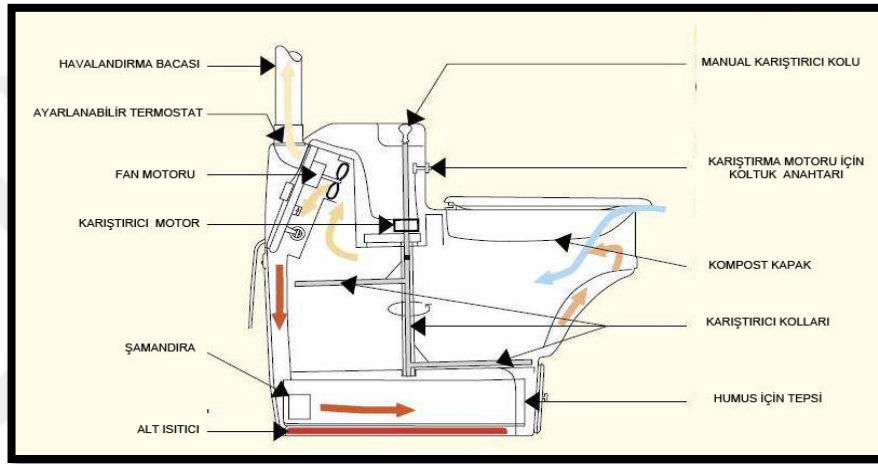
Şekil 4.33. Çeşitli Deşarj Seçenekleri ile Sabit Vakum Sistemi Tasarım Örneği (jetsgroup, 2009)

Kompost Tuvaletler: Kompost tuvaletler, katı atıkları koku sızdırmaz hazneye boşaltarak atıkların burada kokusuz bir gübreye dönüşümünü sağlayan tuvalet tipidir. (Yeang.K,2012). Kompost tuvaletler evsel su tüketiminin azaltılmasında da oldukça etkilidirler. Bu tip tuvaletlerde, su ya az miktarda ya da hiç kullanılmamaktadır. Kompost tuvaletler kendine yeten ve merkezi sistem olmak üzere 2 çeşidi vardır. Bu tuvaletler genelde küçük yada mevsimlik kullanılan evlerde tercih edilmektedir. [26] Katı atıklar tuvalete bodrumunda olan yada bodrum katta yerleştirilen havalandırması iyi yapılmış olan kompost haznesine 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)'tır. Bu tip tuvaletlerde aerobik sindirimi desteklemek, işlem sonucu ortaya çıkan ısı, nem ve CO2 gazının giderilmesi için havalandırma kanalının bulunması gerekmektedir.[26] Bu kanal, fan ile havalandırılmaktadır. İşlem sonucunda kompostlama yeraltında gübre olarak biriktirilir.



Şekil 4.34. Kompost Tuvaletin Çalışma Şekli [26]

Kuru Tuvaletler : Hiç su kullanılmayan bu tuvaletlerde insan idrarı ve dışkısı özel olarak tasarlanmış bir odada toplanır. (Şekil 4.35). Bu odada idrar ve dışkı farklı haznelere ayrılır. [27] Dışkılar kurutulup sterilize edilerek tarımda güvenle kullanılabilir. Bu sistemde dışkılar tuvalet ağzından kapalı bir bölüme bırakılır ve patojenin yok edilmesi amacıyla kurutulur. Kuruyan dışkılar genellikle karbondan meydana gelir ve 6 aylık bir dinlenme süresinden sonra toprak yumuşatıcı olarak kullanılır. Ayrı bir kaptan toplanan idrar, suyla seyreltilmek ve gübre olarak kullanılmak üzere doğrudan tarlalara götürülmektedir.



Şekil 4.35. Kuru Tuvaletlerin Çalışma Şekli [27]

Akıllı Klozetler: Akıllı klozetler, tuvalet kağıdı ihtiyacını ortadan kaldıran kurutma fonksiyonu, koku giderici filtrelemesi, ısıtma ayarlı antibakteriyel oturağı ile hijyen ve konforu sağlarlar, Elektronik kapakları ile hijyen ve kolaylık sağlamaktadır. Hava karışımı değişik tazyikleri ile masaj özelliğinin yanısıra, evlerde % 50'lere varan su tasarrufu sağlamaktadırlar. [23] (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Yeni Nesil Akıllı Klozetler [28]

Lavabo Rezervuarlı Klozetler: Su tasarrufu sağlamanın bir yolu da rezervuar üzerine lavabo monte edilmiş tuvaletler ile mümkün olmaktadır. (Şekil 4.36.)Bu tuvaletler, özellikle gri su diye sınıflanan suyun değerlendirilmesine uygun bir örnektir. Sistemin küçük, ekipmanların uygulanma maliyetinin düşük olması bu ürünlerin kullanımının yaygınlaşması için avantaj olmaktadır. (Imatez, M.A.,2013).



Şekil 4.37. Lavabo Rezervuarlı Klozet (Imatez,M.A.,2013)

Fotoselli Pisuarlar : Bu tip pisuarlar, kullanımı tespit etmek için algılayıcıları kullanır. Harekete duyarlı bu yıkama sistemi sayesinde gereksiz su tüketimini engellenmektedir. (Şekil 4.38) Kullanıcı algılandığı sürece yıkama yapmaz. Kullanıcı algılama sahasından çıktıktan sonra 1sn bekleyerek yıkamayı yapar. Boşaltılan suyun miktarı 1-5 lt arası ayarlanabilmektedir. Eğer pisuar 24 saat boyunca kullanılmazsa, hijyen amacıyla, sifon bir kereliğine otomatik olarak çalışmaktadır. [23]



Şekil 4.38. Fotoselli Pisuarlar [29]

Susuz Pisuarlar: Hiç su kullanımı olmayan bir diğer üründe susuz pisuarlardır. Direk olarak Konut piyasası için tasarlanmamış olsalar da, susuz pisuarlar ofis binaları, havaalanları, spor sahaları v.b. yerlerde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Yapısı itibari ile yüzeyinde sıvı tutmuyor, yüzeyinde kir ve bakteri barındırmıyor. Sert plastikten yapılmış olduğu için, hafif ve kullanışlı bir yapıya sahiptir. Su tüketmeyen bu tip pisuarlarda idrardan daha hafif bir sıvıdan faydalanılmaktadır. (Şekil4.39). 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. (Vickers, 2001).



Şekil 4.39. Susuz Pisuarlarda Temizleme Sistemi (Vickers, 2001).

4.2.2 Musluklarda Su Tasarrufu ve Kullanılan Ürünler

Gelişen teknoloji ile birlikte su tasarrufu sağlayan musluklar ile su kullanım miktarı büyük oranda azaltılmıştır. Mutfak ve banyolarda bulunan musluklar da düşük akışlı musluk havalandırıcılar kullanarak kolay ve ucuz bir şekilde su tasarrufu yapılmaktadır. Musluklarda ki havalandırıcılar su akışını yumuşatır ve akışı azaltmaktadır. (Şekil 4.40). Bu ekipmanlar su jeti pompası gibi çalışır. Genelde bir akış düzenleyici ile birlikte kullanılır. Uygulandıklarında su tüketimi dakikada 12 litreden 5 litreye kadar düşürülebilmektedir. [21]



Şekil 4.40 Muslukta Akan Suyun Havalandırıcılar ile Havalandırılması ve Püskürtülmesi[21]

Zaman Ayarlı Musluklar: Zaman ayarlı musluklar, önceden belirlenmiş bir zaman (genellikle 10 ila 15 saniye sonra) zarfında çalıştıktan sonra kapanmak üzere ayarlanır. (Şekil 4.41). Bu sayede, muslukların yanlışlıkla açık unutulma ihtimali ve tuvaletleri su basması ihtimali ortadan kalkar. Bu musluklar, okullar veya hava alanları gibi, sıklıkla kullanılan mekanlar için idealdir.[23]

Kademeli (klik) Musluklar: Bu tip musluklarda kullanıcı, açma kolunu dirençle karşılaşmaya kadar (Klik sesi gelinceye kadar) havaya kaldırır. (Şekil 4.42). İlk direnç suyun % 50'sinin kullanıldığını belirtmektedir. Açma kolu biraz daha zorlanırsa suyun % 100'ünün geçmesine izin verilir. Bu tür kademeli musluklarla yıllık 5.000 litre tasarruf sağlanabilmektedir. [23]



Şekil 4.41. Zaman Ayarlı Musluk [30]



Tablo 4.42. Kademeli Musluk [30]

Fotoselli Lavabo Muslukları: son yıllarda su kullanımının azaltılabilmesi için harekete duyarlı musluklar ve bataryalar da kullanılmaya başlanılmıştır. Hassas sensörleri ile el teması olmaksızın çalışan fotosel teknolojisini ile donatılmış bu ürünler, tasarrufun ötesinde suyun gereksiz kullanımını da önlemektedir. (Enerji Ekonomisi,2005). Bu teknoloji, özellikle toplu kullanım alanlarında da hijyen kontrolünü en üst düzeye çıkarmaktadır. Su akışı, sadece elin algılanma süresi boyunca devam ederken; sıcak-soğuk su ayarı ve açma-kapama için zaman harcanmamakta, böylece suyun boşa akması engellenmektedir. Sabit muslukta her el yıkama da 3.25 litre su harcarken fotoselli bir muslukta 1 litre harcarak %70 su tasarrufu sağlamış olmaktadır.(Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Sabit ve Fotoselli Musluklarda Su Tüketim Değerleri [23]

4.4.3 Duşlarda Su Tasarrufu ve Kullanılan Ürünler

Evlerimizde toplam su kullanımının %20'si genellikle duş ve küvet kullanımı sırasında oluşmaktadır. Bu nedenle konutların diğer yerlerinde olduğu gibi banyolarımızda da su tasarrufu sağlayan teknolojik ürünler tercih edilmelidir. Düşük debili duş başlıkları, termostatik bataryalar, yeni nesil duş tekneleri ve küvetler sayesinde banyolarda ortalama olarak %50-60 arasında su tasarrufu sağlanmaktadır.

Düşük Debili Duş Başlıkları: Günümüzde duş verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için düşük akışlı duş başlıkları kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 4.44). Birçok ülkede tüm duşluklar dakikada 9,5 litreden daha az su akışı sağlayacak şekilde üretilmektedir.

Duş başlığında bulunan perlatör ya da debi regülatörü, hava ile suyun eşit oranda karışmasını sağlayarak 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 lt/dk'da tutarak %60 oranında su tasarrufu sağlayabilmektedir. [21]

Termostatik (Bataryalar): Termostatik bataryalar ile banyo suyu sıcaklığı kullanıcının kendi istediği sıcaklıkta 20 °C - 50 °C arasında sürekli olarak sabit tutulmaktadır. (2 °C tolerans ile) [23]. Bu sayede termostatik banyo bataryası ile tüketilen su miktarı da kontrol edilebilir, bataryanın açma-kapama volanı üzerinde yer alan yeşil ekonomi butonu ile su tasarrufu sağlanmaktadır. (Şekil 4.45)



Şekil 4. 44. Düşük akımlı duş başlıkları [21]



Şekil 4.45. Termostatik batarya [23]

Su Tasarruflu Küvetler: Yeni nesil banyo küvetleri, alçak formu Sığ uzanma alanları ile tüketicilere daha az su ve malzeme tüketimi sağlamaktadır. Genelde Standart bir (170 x70 cm) küvette 180-210 litre su kullanılırken, bu tarz küvet kullanımında 140 litreye kadar su kullanımını indirilebilmektedir. Konutlarda ve otel gibi toplu kullanım alanlarında su tüketimini büyük ölçüde azaltmaya yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.46. Su Tasarrufu Sağlayan Küvetler [32]

4.5 Su Korunumu Sağlayan Peyzaj Tasarımının Yapılması

Genelde peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bitki seçimlerine ve toprağın yapısına çok fazla dikkat edilmemektedir. Doğru yapılmayan bitki seçimleri sonucunda, sulanmaları için gerekli su miktarı ciddi bir su tüketimine neden olmaktadır. Bu nedenle yapının çevresindeki peyzaj düzenlemesi yapılırken yerleşim yerindeki iklimsel koşullar göz önünde bulundurulmalı ve bu iklim koşullarına uygun suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren yada kuraklığa dayanıklı çok sulama gerektirmeyen bitkiler seçilmelidir. Örneğin kurak bir iklime sahip yerleşim alanında peyzaj düzenlemesinde seçilecek bitkilerin de kuraklığa dayanıklı ve çok fazla sulama gerektirmeyen bitkilerden olması peyzaj sulaması için gerekli su ihtiyacını azaltacak ve su tasarrufu sağlayacaktır.



Şekil 4.47. "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme"si Yapılmış Peyzaj Alanı [33]

4.6 Konutlarda Su Korunumu Konusunda Dünya' da ve Türkiye'deki Teşvikler

Dünya enerji ve su tüketiminin büyük bir kısmını konut tipi binaların oluşturduğu bilinmektedir. Konutlarda büyük enerji ve su israfına yol açan önemli bir husus, verimli olmayan tüketim alışkanlıkları yanında, konutların alışlagelmiş yapım teknolojisi ile üretilmeleridir. Bu nedenle, Dünyanın birçok ülkesinde enerji ve su tüketimlerinin konutlarda azaltılması için teknolojiler geliştirilmeye başlanmıştır. Geliştirilen teknolojilerin yaygınlaşarak etkin kullanımının sağlanması için yasalar, yönetmelikler ve devlet teşvikleri verilerek kullanımının sürekli hale gelmesi amaçlanmaktadır.

Avrupa ülkelerinde binalarda suyun verimli kullanılması amacı ile çeşitli tedbirler alınmakta ve teknolojiler geliştirilmektedir. "Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri" bu konudaki gelişmelere ve verilen öneme örnek teşkil etmektedir.

Su tüketiminin azaltılması konusunda gelişen teknolojiler ile birlikte her ülke, yönetmelik, standart ya da bilimsel nitelikteki kılavuzlar ile bu teknolojilerin kullanım şeklini belirlemiş ve finansal teşvik, vergi indirimleri ile kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Almanya (DIN 1989) ve İngiltere’de (BS 8519) yağmursuyu toplama ve kullanma yönetmelikleri bulunmaktadır. [34] Dünyada da yağmur suyu hasadı örnekleri ülkelerde mevcuttur ve artmaya da devam etmektedir. Örneğin;

A.B.D: Gri su kullanımına ilişkin ulusal bir kılavuz bulunmamakla birlikte, her eyalet kendine göre farklı yönetmelikler belirlemişlerdir. Illinois gibi bazı eyaletlerde yağmur suyu toplanması ve kullanılması 2010 yılından itibaren zorunlu olmuştur. Texas, Austin ve Virginia’da ise ciddi teşvikler sunulmaktadır ve birçok eyalette sistemlerin kurulduğu yerde vergi indirimleri ve finansal teşvikler uygulanmaktadır. (Şahin.N.,2010).

İngiltere: Bazı bölgelerde, ilk yatırım ve bakım maliyeti, yağmur suyunun kalitesinin halk sağlığı üzerinde etkileri gibi sebepler nedeniyle, birçok teşvik programına rağmen yeni yeni yaygınlaşmaya başlamıştır. [35] Gri suyun arıtılarak kullanılması ülke genelinde çok yaygın değildir. Bu nedenle gri su kullanımına ilişkin mevcut yasal herhangi bir yönetmelik bulunmamaktadır. (Şahin.N.,2010).

Almanya: Beş büyük şehir, 2010 yılına kadar binaların %15’ini kapsamayı amaçıyla, 10 yılı aşkın için bir süredir yağmur suyu toplanmasını desteklemektedir. (AB Komisyonu,2007:8) Gri suyun arıtılarak binalarda kullanımı sınırlıdır. Bu sistemin yerine tuvalet rezervuarlarında daha yüksek kalitede bir kaynak olan, yağmur suyu kullanımı tercih edilmektedir. 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.

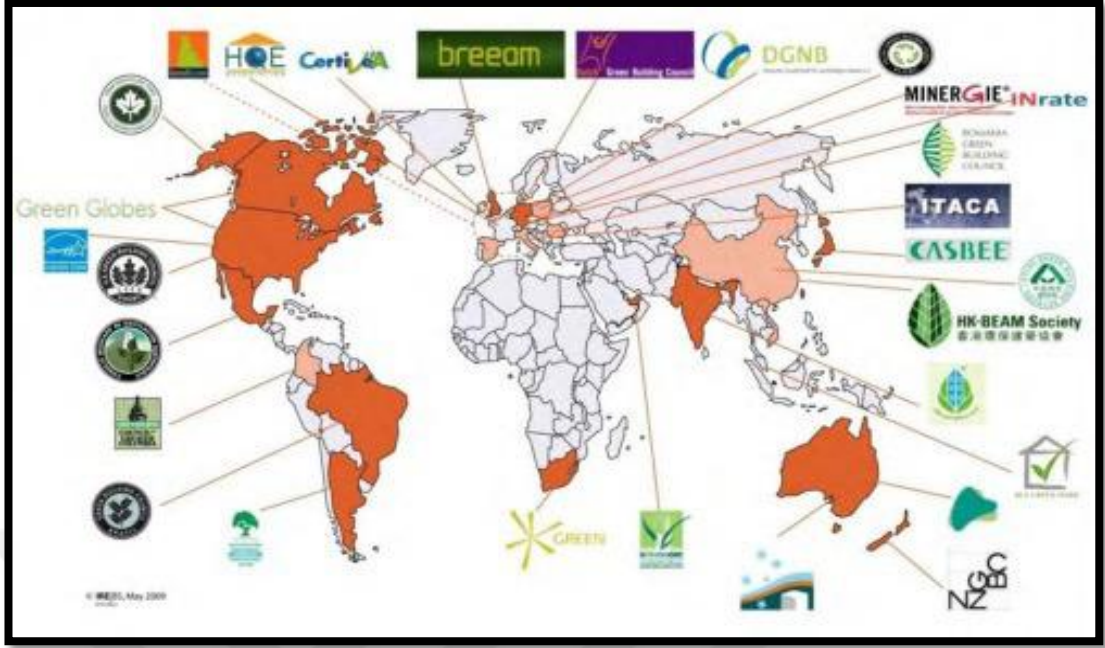
Avustralya: 5 Yıldız Standartına göre Haziran 2005 yılından itibaren yeni yapılan binaların enerji etkinliği ve su yönetimine göre inşaa edilmesi gerekmektedir. Ocak 2009’dan itibaren her aileye, evlerinde kullanacağı yağmur suyu deposu, gri su arıtması için 500 dolara varan devlet teşviki sağlamaktadır. Queens Land’da konutlarda yağmur suyu sisteminin kurulmasına hükümet tarafından 1,500 dolara kadar indirim yapılmaktadır. (Şahin.N.,2010).

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. (Şahin.N.,2010).

Türkiye: Ülkemizde ise henüz mevcut bir “Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi” gibi standart ve yönetmelik bulunmamakta dolayısıyla su korunumuna ilişkin teknolojilerden yararlanarak binalarda arıtılmış gri su ve yağmur suyunun kullanılması henüz yaygın bir şekilde kullanılmamaktadır. Sadece küçük çaplı uygulamalar bulunmaktadır. Ayrıca ve binalarda su korunumuna ilişkin herhangi bir vergi indirimi ya da finansal teşvik sağlanmamaktadır.

4.7 Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin Su Korunumunu Değerlendirme Kriterleri











Yeşil bina sertifika sistemleri; binaların tasarlanırken, inşa edilirken ve kullanılırken çevreye olan etkilerini en aza indirme çalışmalarını teşvik etmek üzere belgelendirmektir. Sürdürülebilirliği sadece binanın bulunduğu yerel çevreye göre değerlendirebileceği için; her ülke kendi yasal dokümanları, piyasa durumu ve ihtiyaçlarını referans alarak, yerel yeşil bina değerlendirme sistemlerini geliştirmektedir. [36] Günümüzde, farklı ülkeler tarafından kullanılmakta olan otuzdan fazla yerel değerlendirme sistemi vardır. Bu değerlendirme sistemleri arasında en gelişmiş kabul edilen yeşil bina sertifika sistemleri, 1990'da İngiltere'de ortaya çıkan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ve 1998'de Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)'dir. Daha sonra 1998'de gelişmiş ülkelerin bir araya gelmesiyle kurulan kar amacı gütmeyen bir organizasyon olan IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment) tarafından geliştirilen SBTool (sustainable building tool) takip etmektedir. 2003'de BREEAM'den uyarlanarak Avustralya'da oluşturulan GREENSTAR, 2004'de Japonya'da ortaya çıkan CASBEE (Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency) ve 2009'da Almanya'da ortaya çıkan DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)'dir. [37]



Şekil 4.48.Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri (Reed.R ,Bilos.A, 2009)

Tüm bu yeşil bina sertifikalarının kapsamlarında su verimliliği önemli bir paya sahiptir. Her ülkenin kendisine ait sertifika sisteminde su verimliliği ve korunumu farklı şekillerde değerlendirerek ve çeşitli puanlama sistemleri oluşturmuştur. BREEAM su başlığı (6 puan) altında; su tüketimi, ana su sayaçlarındaki kaçak tespiti, sulama sistemleri, araç yıkama ve yerinde su arıtma alt başlıklar ve ölçütler üzerinde durarak su tüketimini azaltan sistemleri teşvik ederek, bu konuda yapılan çalışmalarını ödüllendirmektedir. LEED ise; su etkinliği başlığı (10 puan) altında su kullanımını azaltma, peyzaj etkin sulama, yenilikçi atık su teknolojilerini krediler şeklinde incelemekte ve her kredi için puanlama yapmaktadır. DGNB diğer sertifikalardan farklı olarak suyu çevresel kalite başlığı altında (2,5 puan) içme suyu talebi ve atık su hacmi olarak ele almaktadır. GREEN STAR, BREEAM' den uyarlanarak oluşturulmuştur. Ancak GREEN STAR' da su başlığı (12 puan) su kullanımını azaltma, su tasarruflu peyzaj, ısınmayan suların korunumu, yangın sistemleri depoları gibi BREEAM' den farklı konuları değerlendirmektedir. CASBEE ise su ile ilgili kriterlerini (3 puan) su korunumu, gri su ve yağmur suyu kullanan sistemler şeklinde değerlendirmeye almaktadır. Tablo4.6'da farklı ülkelerde uygulanan sertifika sistemleri ve binalarda ki su tüketim ve korunumu ile ilgili tüm kriterler detaylı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin Su Korunumu Değerlendirme Tablosu

											
	BREAAM (UNITED KINGDOM)	LEED (U.S.A)	HK-BEAM (HONG KONG)	CASBEE (JAPAN)	DGNB (GERMANY)	GREEN STAR (AUSTRALIA)	GREEN GLOBES (CANADA)	GREEN MARK (SINGAPUR)	PROTOCOLLO ITACA (ITALY)	TERI - GRIHA (INDIAN)	YEŞİL KONUT SERTİFİKASI (TURKEY)
ÇIKIŞ TARİHİ	1990	1998	1996	2004	2009	2003	2004	2005	2009	2007	2012
TOPLAM PUAN	100 % 10 % <i>yanılastırma</i>	100 % (10 extra pnt)	100 %	3.0	100 % site extra	142 %	100 % (1000 pnt)	140 % (4 extra pnt)		100 % (4 extra pnt)	100 %
SU	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SU KREDİSİ	6 %	10 %	12 %		2.5 %	12 %	8.5 %		6 %	6 %	10 %
SU SAYACI	✓					✓	✓				
ÖNEMLİ KAÇAK TESPİTİ	✓							✓			✓
SİHHİ KAYNAĞI KAPATMA	✓										
SULAMA SİSTEMLERİ	✓		✓				✓	✓	✓		
ARAÇ YIKAMA	✓										
SU KALİTESİ ANKETİ			✓								
SU KORUMA PLANI			✓								
YILLIK SU KULLANIMI			✓								
SU DENETİMİ			✓								
KANALİZASYONA PİS SU TAHLİYESİ			✓								
SU TASARRUFU			✓	✓							
YAĞMUR SUYU KULLANAN SİSTEMLER				✓							
GRI SU KULLANAN SİSTEMLER				✓							
İÇME SUYU TÜKETİMİ VE ATIK SU OLUŞUMU	✓				✓		✓				
ISINMAYAN SUYU GERİ GÖNDERME						✓					
YANGIN SİSTEMİ TEST DEPOSU						✓					
YANGIN KORUMA TEST DEPOSU						✓					
KAZANLAR VE SU İSTİCİLERİ							✓				
YOĞUN SU UYGULAMALARI							✓				
ALTERNATİF SU KAYNAKLARI							✓				
SU TASARRUFLU ARMATÜRLER								✓			
SU KULLANIMINI İZLEME			✓					✓			
SOĞUTMA KULELERİNİN SU TÜKETİMLERİ							✓	✓			
İÇ MEKAN KULLANIMI İÇİN İÇME SUYU									✓		
ATIK SU ARITMA	✓									✓	✓
SU GERİ DONUŞUMU VE YENİDEN KULLANMA			✓							✓	✓
SU KULLANIMINI AZALTMA		✓				✓					✓
SU TASARRUFU SAĞLAYAN PEYZAJ		✓				✓		✓			
YENİLİKÇİ ATIK SU TEKNOLOJİLERİ		✓									
ATIK SU DEĞERLENDİRME											✓
SERTİFİKA SEVİYESİ	PASS ≥ 30 GOOD ≥ 45 VERY GOOD ≥ 55 EXCELLENT ≥ 70 OUTSTANDING ≥ 85	CERTIFIED 40-49 SILVER 50-59 GOLD 60-79 PLATINUM 80 point and above	PLATINUM 75 % GOLD 65 % SILVER 55 % BRONZE 40 % UNCLASSIFIED	S BEE > 3,0 A 3,0 > BEE > 1,5 B+ 1,5 > BEE > 1,0 B- 1,0 > BEE > 0,5 C 0,5 > BEE	GOLD 80 % or more SILVER 65 - 79,9 % BRONZ 50 - 64,9 %	6 STAR: 75-100 (world leadership) 5 STAR: 60-74 (australian excellence) 4 STAR: 45-59 (best practice)	1 GLOBES: 35- 54 % 2 GLOBES: 55 - 69 % 3 GLOBES: 70 - 84 % 4 GLOBES: 85 - 100 %	PLATINUM: 90 and above GOLD PLUS: 85 to < 90 GOLD: 75 to < 85 CERTIFIED: 50 to 75 (Green)	CERTIFIED :1,0 FAIRLY GOOD :1,5 GOOD :2,0 VERY GOOD :2,5 EXCELLENT :3,0 GOLD :3,5	FIVE STAR : 91 -100 FOUR STAR : 81 - 90 THREE STAR : 71 - 80 TWO STAR : 61- 70 ONE STAR : 50 - 60	STANDARD * GOOD ** VERY GOOD ***

5. KIRKLARELİ 'NDE BİR KONUTA SU KORUNUMU VE GERİ KAZANIMI SAĞLAYAN SİSTEMLERİN UYGULANABİLİRLİĞİ

5.1 Kırklareli İli Hakkında Genel, Coğrafi ve İklimsel Bilgiler

Kırklareli ili Ülkemizin kuzeybatısında, Marmara bölgesinin Trakya kesiminde yer alan, kuruluşu M.Ö. 5800'lere varan, çok eski bir yerleşim bölgesidir. Istranca (Yıldız) Dağları ve Ergene Ovası bölümleri üzerinde yer alan Kırklareli ili kuzeyinde Bulgaristan, kuzey doğusunda Karadeniz, güney doğusunda İstanbul, güneyinde Tekirdağ ve batısında Edirne ile çevrilmiş olup $41^{\circ}13'$ ve $42^{\circ}05'$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ}54'$ ve $28^{\circ}06'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Yüzölçümü 6.550 kilometrekaredir. Bulgaristan'a 180 kilometre kara sınırı, Karadeniz'e 60 kilometre deniz kıyısı bulunmaktadır. Denizden 203 metre yükseklikte, karadeniz kıyılarına paralel uzanan Istranca dağları nedeniyle kuzey ve doğusu dağlık ve ormanlık diğer bölümü genelde düzlük arazidir. [38]



Şekil 3.2. Kırklareli'nin Türkiye'deki Konumu ve Kent Merkezi Sınırları (Kırklareli Yılığ, 2000)

Kırklareli 1924 yılında il olmuştur. Babaeski, Demirköy, Kofçaz, Lüleburgaz, Pınarhisar ve Vize olmak üzere 6 ilçesi, 26 belediyesi ve 173 köyü bulunmaktadır. Toplam Nüfusu **340 559** kişidir. Kırklareli'nin toplam nüfusunun %68,2'si (232 309 kişi) il ve ilçe merkezlerinde, %31,8'i (108 250 kişi) belde ve köylerde ikamet etmektedir. Kırklareli'nde yaşayanların en önemli getiri kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Bunun yanında sanayi artan bir hızla gelişmektedir. Türkiye'nin önemli sanayi tesislerinin bir bölümü Kırklareli'nde yer almaktadır. Cam, gıda, tekstil, ilaç alanında önemli tesisler bulunmakta ve sanayi tesisleri daha çok D-100 karayolu etrafında özellikle Lüleburgaz ilçesinde yoğunlaşmıştır. [38]

Kırklareli ilinin iklimsel özelliği incelendiğinde, yörelere göre farklılık göstermektedir. Bölgede genellikle karasal iklimi hâkimdir. Kışları sert ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçer. Bitki örtüsü olarak ormanlık ve step özelliği göstermektedir. Istranca dağlarının kuzeye bakan kısımları Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Bu yamaçlara Trakya'nın en bol yağmuru düşer. Buraları kesif kayın ormanıdır. Dağların batı yamaçları Kırklareli'nin merkezine doğru yavaş yavaş alçalır ve Istrancalar'ın doruk çizgisinin güneyinde, yüksek ve engebeli dağ görünümü, yerini, yumuşak eğimli, yayla görünüşlü surlara, kayınlar da yerini orman altı örtüsü bakımından fakir olan meşe ve gürgenlere bırakır. Burada yağışlar azalır. Tahribat yüzünden azalan ormanlar, güneye doğru lekeler halinde uzanır. Sıcaklık da güneye doğru artar. [39]

Bölge Avrupa dan gelen soğuk hava dalgalarına karşı açık olduğundan kış ayları soğuk geçmektedir. Yağışlar daha çok son bahar aylarının sonu, kış ve ilkbahar aylarının başlangıcında yağmaktadır. (Kırklareli yıllığı, 2000)

Kırklareli ili, ülkemizin orta büyüklükteki havzalarından olan Marmara ve Meriç havzaları üzerindedir. Meriç Havzası, Ülkemizin tarımsal faaliyetler bakımından en önemli havzalarındır. Ayrıca çok sayıda akarsu ve göllerde vardır. Başlıca akarsuları Ergene Nehri ve (Mutlu) Rezve Deresidir. Kırklareli ilinin doğusu boydan boya Karadeniz kıyısı olmasına rağmen kıyıda doğal liman çok azdır. Limanköy en önemli limanıdır. [39]

Karasal iklime sahip Kırklareli 'nde Devlet Meteoroloji İşleri genel müdürlüğü (DMİ) verilerine göre (Tablo 4.1) Yıllık ortalama sıcaklık, (13.2 °C)'dir. Kırklareli 'nde ölçülen uç değerler göz önüne alındığında, sıcaklığın maksimum (42.5 °C) ile minimum (-15.8 °C) arasında değiştiği görülmektedir. Yılın en soğuk ayı (2.9 °C) ortalamayla Ocak, en sıcak ayı ise (28.9 °C) ortalamayla Temmuz ayıdır.

Çizelge 4.1. Kırklareli İli Sıcaklık ve Yağış Verileri [40]

KIRKLARELİ	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950-2014)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	2.9	4.0	6.9	12.0	17.3	21.6	23.9	23.3	19.1	13.9	9.0	5.0
Ortalama En Yüksek sıcaklık (°C)	6.6	8.2	11.9	17.7	23.4	27.9	30.5	30.4	25.9	19.7	13.5	8.5
Ortalama En Düşük sıcaklık (°C)	0.0	0.7	2.8	7.1	11.5	15.4	17.7	17.4	13.8	9.7	5.7	2.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.4	3.3	5.1	6.2	8.3	9.1	10.6	9.5	7.2	4.5	3.2	2.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.0	9.1	9.2	10.4	10.0	8.5	4.8	3.7	4.8	7.1	8.7	11.6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	61.8	47.3	48.4	43.4	50.0	50.6	26.8	20.8	34.5	50.0	63.8	70.8
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1950-2014)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.1	21.0	25.7	30.5	36.0	39.8	42.5	40.4	37.0	37.4	33.4	21.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-15.8	-15.0	-11.8	-3.0	1.4	5.8	8.8	8.7	3.0	-3.4	-7.2	-11.1
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	03.03.1962	128.3 kg/m ²	Günlük En Hızlı Rüzgar			05.08.1972	123.8 km/sa	En Yüksek Kar		08.11.1995	30.0 cm	

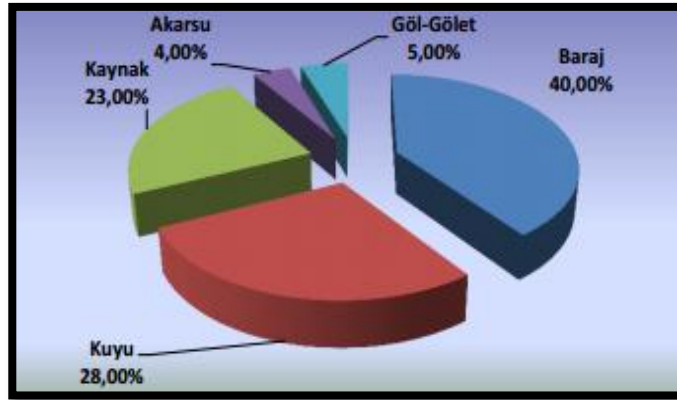
Kırklareli'nde iklimsel öğeler içinde yağış miktarı çok fazla değişkenlik göstermemektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 47,35 kg/m²'dir. Yıl içinde yağış miktarı ekim ayının ikinci yarısından itibaren aralık ayına kadar artış göstermekte ve azalarak ta olsa haziran ayına kadar devam etmektedir.

Aylık ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu aylar Kasım, Aralık ve Ocak'tır.

Yıllık ortalama yağışlı geçen gün sayısı 98.9' dur. Ortalama yağışlı geçen gün sayısı aralık ve ocak aylarında en fazla olmakta, temmuz ve ağustos aylarına gelindiğinde en az seviyeye inmektedir.

5.2 Kırklareli İli Su Kaynaklarının Kullanım ve Korunum Durumlarının İncelenmesi

Gelecek yıllarda Kırklareli ili için en büyük çevre problemlerinden bir tanesi de su problemi olacaktır. Altyapının yetersiz ve eski olması, çarpık kentleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan atıklar, yer altı sularını kirletmekte, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan zirai mücadele ilaçların gübrelerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı özellikle akarsulardaki su kirliliğini hızla arttırmaktadır. İlde içme ve kullanma suyu kaynakları, yüzey ve yeraltı sularından oluşmaktadır. Bu kaynaklar sayesinde 15.03.2011 tarihli değerlerine göre su depolama tesislerinde doluluk oranı Kırklareli Barajında %78, Kayalıköy Barajında %82, Armağan Barajında ise % 84'tür. Kırklareli'nin içme ve kullanma suyu 2012 yılı verilerine göre %95 oranında yüzeysel su kaynağı olan Kırklareli barajından sağlanmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda Baraj suyunun tarımsal sulamada kullanılması ve yaz aylarında ki fazla sıcaklık artışlarından dolayı barajdaki su miktarı hızla azalmaya başlayarak %78 doluluk kapasitesi olan baraj %25 in altına düşmüştür. Zaman zaman yaşanan bu düşüşler barajın zeminindeki yosunlar, artan mikroorganizma sayısı suyun rengini ve kokusunun değiştirerek şehirde ki musluklardan akan suyu gün geçtikçe kullanılmaz ve içilemez hale getirmektedir. Kırklareli barajı dışında kullanma suyu olarak gerektiğinde su şebekesine verilen ve kapasiteleri yaklaşık olarak 10lt/sn olan Bademlik Mahallesi, Karahıdır Mahallesi, Pınar mahallesi, Karaca İbrahim Mahallesi su kuyuları bulunmaktadır. 2012 yılında içme suyu arıtma tesisinden verilen toplam su miktarı 6.322.888 m³'tür. 350.000-400.000 m³ kadar su ise mahalle çeşmeleri ve su kuyularından tedarik edilmiştir. [41]

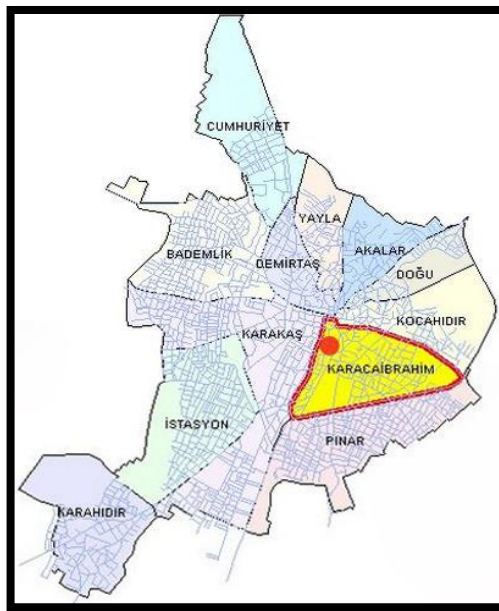


Şekil 5.2: Kırklareli 2012 Yılı Belediyeler Tarafından Temin Edilen Su Miktarının Kaynaklara Göre Dağılımı [41]

Kırklareli'nin eski yerleşim yerlerinde oturan çoğu kişinin bahçesinde kendisine ait küçük su kuyuları mevcuttur. Eskiden kullanım ve içme suyu ihtiyacını karşılayan küçük kuyular günümüzde sadece sulama için kullanılmaktadır. Son yıllarda eski su kuyusu olmayan yeni yerleşimin olduğu birçok yere artezyen kuyuları açtırarak su ihtiyacını karşılamaya başlamıştır. Kırklareli'nde 2015 yılından itibaren yeni içme ve kullanma suyu kaynağı olarak armağan barajı kullanılması için çalışmalar başlatılmıştır. Nüfus artışıyla birlikte su kullanımının en yüksek oranda olduğu konutlarda gerekli önlemleri alarak su tasarrufu sağlamak mümkündür. Ancak kamu kuruluşları ve yerel yönetiminde desteği ile su kullanımıyla ilgili gerekli önlem, tasarruf ve bilinçlendirme yapılmadığı sürece alternatif su kaynakları (kuyu, akarsu, gölet) kullanılsa dahi aynı senaryo armağan barajında ki su içinde yaşanacaktır.

5.3 Çalışma Yapılacak Alan ve Apartmanın Belirlenmesi

Çalışma alanı Kırklareli'nin merkezine bağlı 12 mahalleden biri olan Karaca İbrahim mahallesidir. Eski adıyla Hatice Hatun mahallesi geçmişte Türkler ve Bulgarların bir arada yaşadığı birçok konutun yer aldığı Kırklareli ilinin eski ve en büyük yerleşim alanlarından biridir. Karaca İbrahim Mahallesi'nin kuzeyinde Demirtaş, Yayla, Akalar ve Doğu mahalleleri, doğusunda Kocahidir, batısında Karakaş, güneyinde Pınar mahallesi yer almaktadır. [42]



Şekil 5.3. Kırklareli Merkez Yerleşimi ve Mahalleleri [42]

Karaca İbrahim mahallesinde genellikle bitişik nizam ve en fazla dört katlı yapılar yer almaktadır. Üzerinde çalışma yapılacak özlem apartmanı da Kuru Paşa çeşme sokak üzerinde 1995 yılında inşa edilmiş dört katlı apartmanlardan biridir.



Şekil5.4. Özlem Apartmanının Karaca İbrahim Mahallesinde ki Konumu [42]

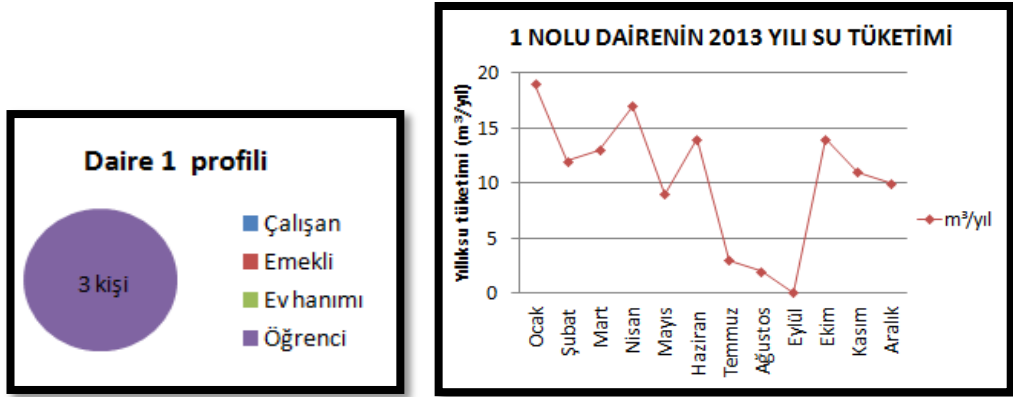
Günümüzde mevcut kullanılan eski konutların sayısı yeni yapılanlardan daha fazladır ve en çok su tüketimi de eski tip vitrifiye ve armatürlerin kullanıldığı bu tip konutlarda olmaktadır. Gün geçtikçe yeni yapılan konutlarda su korunumuna yönelik sistemler kurularak, su tasarrufu sağlayan ürünlerin kullanımı tercih edilirken diğer yandan eski mevcut konutlarda sonradan bir sistem kurulumu veya eski ürünlerin yeni su tasarrufu sağlayan ürünlerle değişimi yapılmamaktadır. Bu nedenlerle; Gri su ve yağmur suyu geri kazanım sistemlerini uygulamak için su korunumu konusunda herhangi bir sistemi bulunmayan, eski tip vitrifiye ve armatürlerin halen kullanıldığı ve su tüketim değerlerinin yüksek olduğu özlem apartmanı seçilmiştir

5.4 Apartmanda ki Dairelerin Kullanıcı Profili ve Yıllık Su Tüketim Değerleri

Kırklareli ilinde bulunan bitişik nizam 2 blok halinde ki 12 adet dairenin yer aldığı bir apartman üzerinde aylara göre kullanıcı profili de göz önünde bulundurularak, yıllık su tüketim değerleri üzerinde inceleme yapılmıştır. Tüm dairelere ait yıllık su verileri Kırklareli belediyesi su işleri müdürlüğünden alınmıştır.

A BLOK – 4 adet daire bulunmaktadır.

1 NOLU DAİRE



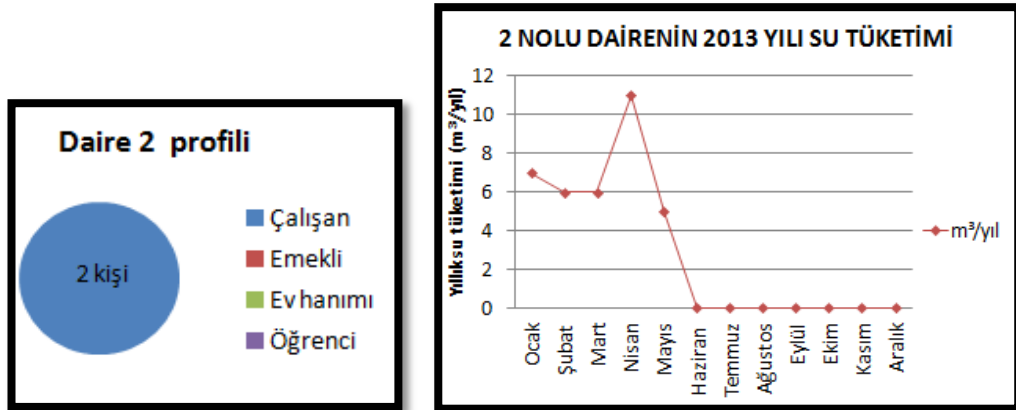
Şekil 5.5. A blok 1 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

1 nolu dairede;

3 kız öğrenci yaşamaktadır. Su tüketim değerleri son bahar ve kış aylarında yükselmekte yaz aylarında da düşüş göstermektedir. Bunun en belirgin nedeni yaz aylarında okulların tatile girmesi ve öğrencilerin evlerinde bulunmayışıyla ilgilidir.

Toplam yıllık su tüketimi 124 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 41.33 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 10,33 m³'tür.

2 NOLU DAİRE

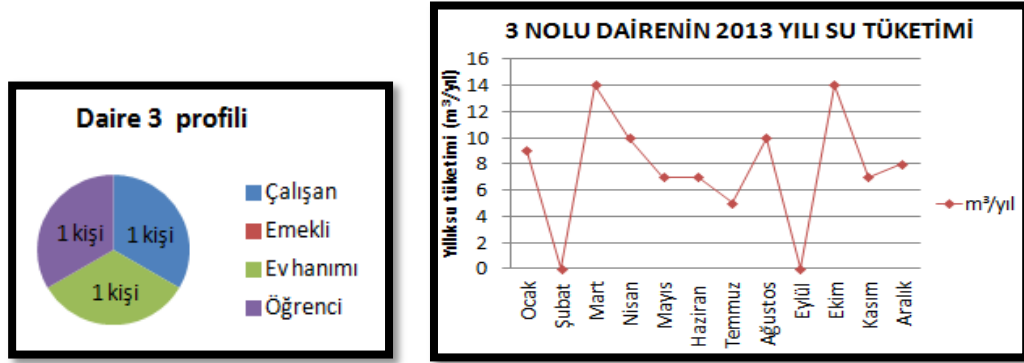


Şekil 5.6. A blok 2 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

2 nolu dairede;

Çalışan 2 kişi yaşamaktadır. Kış aylarında normal seyrinde devam eden su değerleri ilkbahar aylarında yükselişe geçmiştir. Haziran ayı ile birlikte dairede boşaltılmış ve su tüketim değerleri yılın 7 ayı 0 a inmiştir. Toplam yıllık su tüketimi 35 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 17,5 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 2,91 m³'tür.

3 NOLU DAİRE

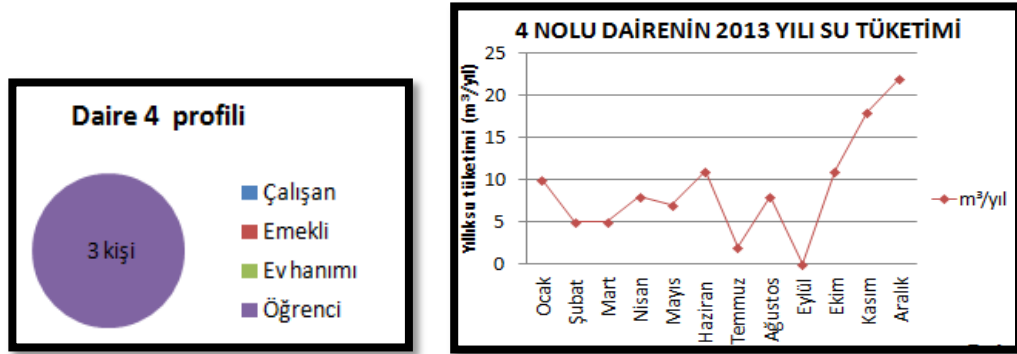


Şekil 5.7. A blok 1 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

3 nolu dairede;

3 kişilik bir aile yaşamaktadır. Kış aylarında Ocak –Şubat arası, yazın ise Ağustos – Eylül arası ailenin tatile çıkış dönemleri olduğundan su tüketim değerleri 0 göstermektedir. Mart ve Ekim ayları ile birlikte su tüketim değerleri yükselmekte yılın diğer ayları normal seyrinde devam etmektedir. Toplam yıllık su tüketimi 91 m³ , kişi başı yıllık su tüketimi 30.33 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 7,58 m³'tür.

4 NOLU DAİRE



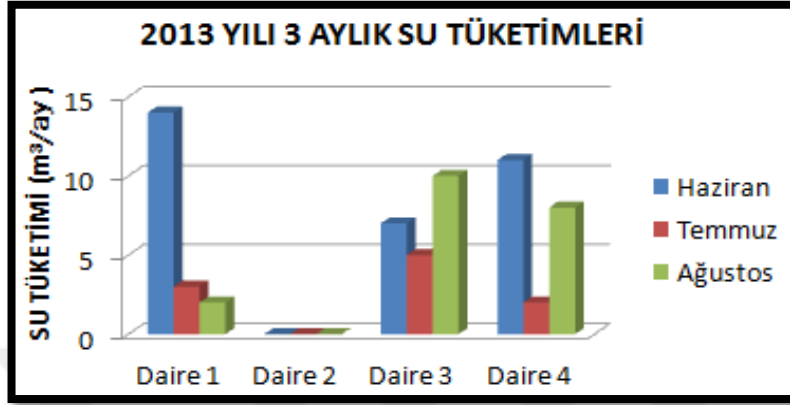
Şekil 5.8. A blok 1 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

4 nolu dairede;

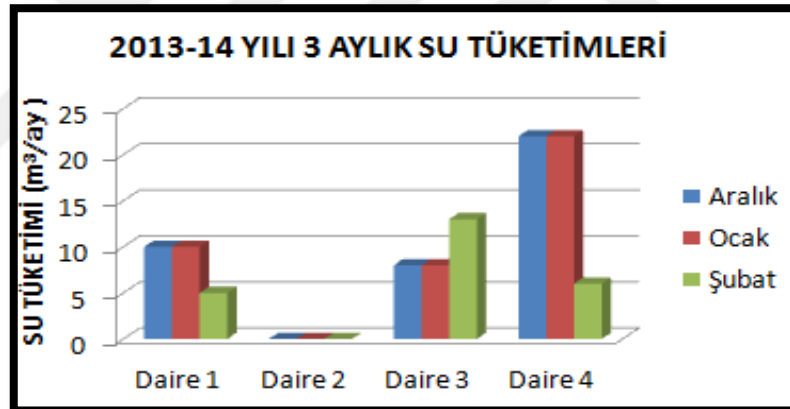
3 kız öğrenci yaşamaktadır. Eylülde okulların açılmasıyla birlikte dairenin su tüketim değerleri artmakta Ocak –Şubat arası tatil nedeniyle su tüketimi düşmektedir. ilkbahar aylarında normal seyrinde devam eden su tüketimi yaz aylarında kişilerin evde bulunup bulunmadığına göre değişkenlik göstererek seyrine devam etmektedir.

Toplam yıllık su tüketimi 107 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 3.66 m³, ortalama aylık su tüketimi 10,33 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 8,91 m³'tür.

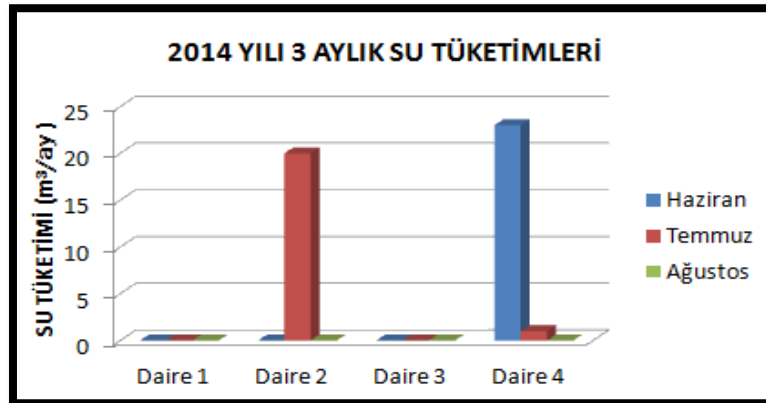
Aşağıda ki grafiklerde A Bloğa ait 2013-2014 yılları üç aylık, 2013 yılı kişi başı tüketilen su miktarları ve dört dairenin de 2013 yılında ki toplam su tüketim grafikleri gösterilmektedir.



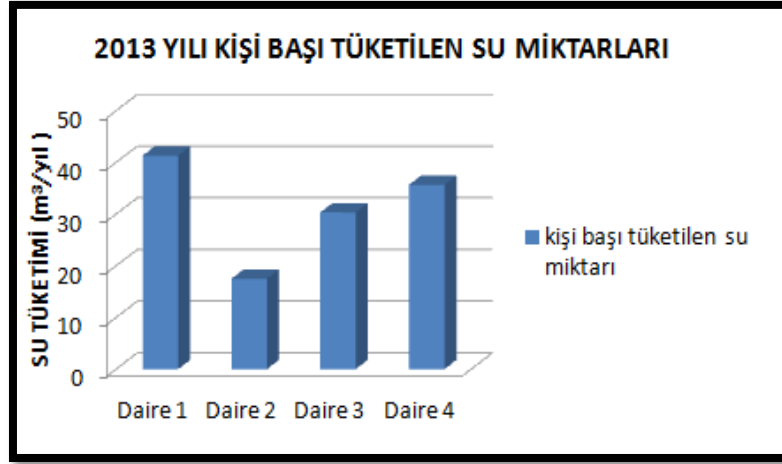
Şekil 5.9. A blok 4 daireye ait 2013 yılı yaz ayları su tüketim grafiği



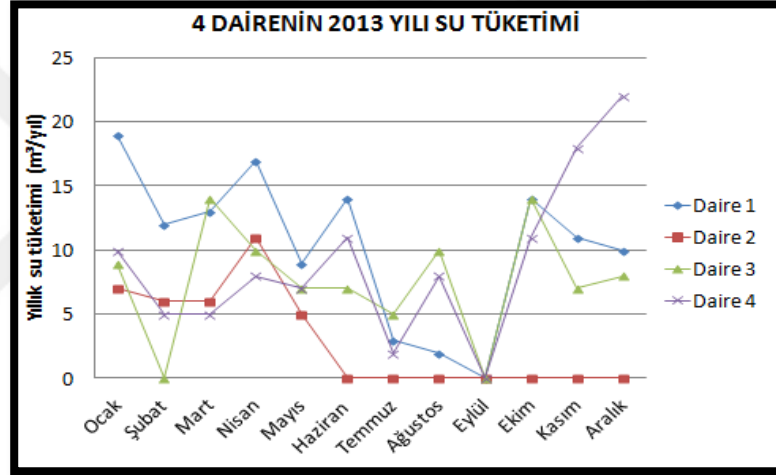
Şekil 5.10. A blok 4 daireye ait 2013-14 yılı kış ayları su tüketim grafiği



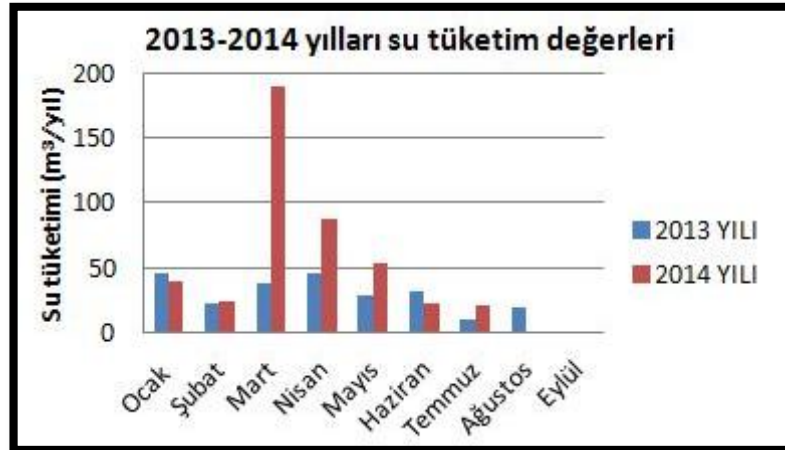
Şekil 5.11. A blok 4 daireye ait 2014 yılı yaz ayları su tüketim grafiği



Şekil 5.12. A blok tüm dairelerin kişi başı tüketilen su miktarı karşılaştırma grafiği



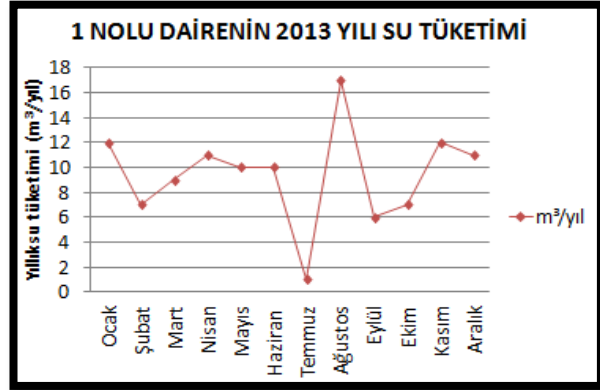
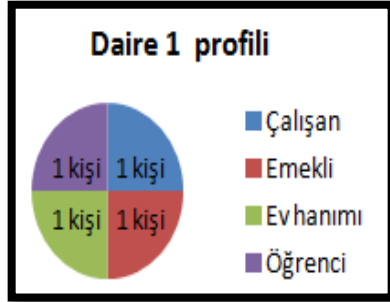
Şekil 5.13. A blok tüm dairelerin 2013 yılı su tüketim miktarları karşılaştırma grafiği



Şekil 5.14. A blok tüm dairelerin 2013-14 yılı su tüketim miktarları karşılaştırma grafiği

B BLOK – 8 adet daire bulunmaktadır.

1 NOLU DAİRE

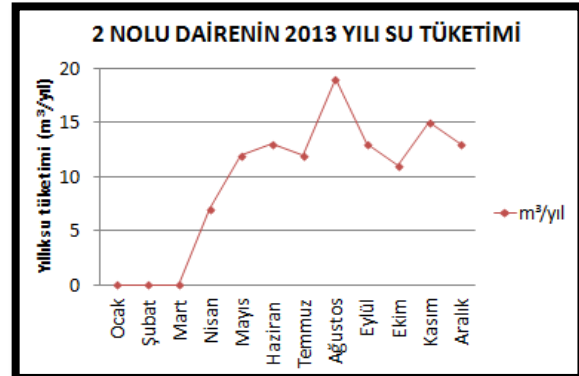
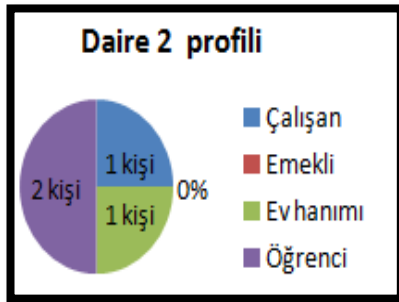


Şekil 5.15. B blok 1 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

1 nolu dairede;

4 kişilik bir aile yaşamaktadır. Ocak –Şubat arası tatil nedeniyle düşen su tüketim değerleri Haziran ayına kadar normal seyrinde devam etmektedir. Haziran –Eylül ayları arasında ailenin evde bulunma durumuna göre su değerleri azalma ve artış göstermektedir. Toplam yıllık su tüketimi 113 m³ , kişi başı yıllık su tüketimi 28.25 m³ , ortalama aylık su tüketimi ise 9,41 m³’tür.

2 NOLU DAİRE

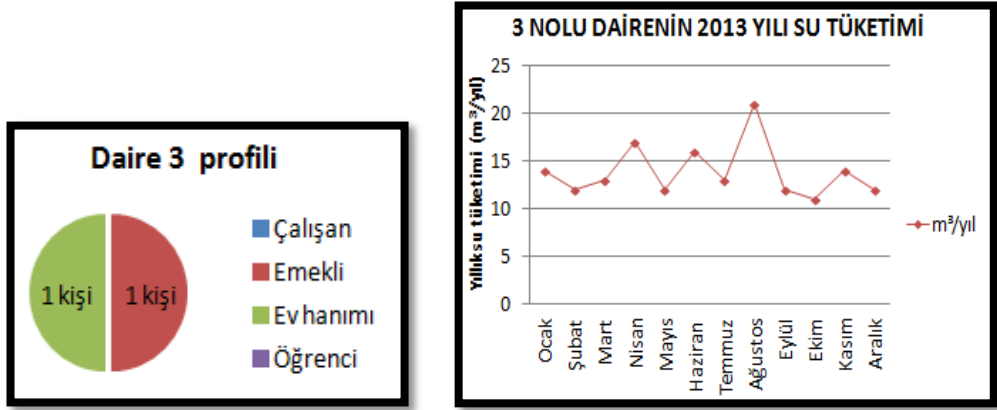


Şekil 5.16. B blok 2 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

2 nolu dairede;

4 kişilik bir aile yaşamaktadır. Ocak –Mart arası boş olan daire de su tüketim değeri 0 dır.İlkbaharda artmaya başlayan su değerleri, yaz aylarında özellikle Ağustos ayında en yüksek değerine ulaşmıştır.Buda ailenin yaz tatilinde farklı bir yere olmadıklarının göstergesidir.Toplam yıllık su tüketimi 115 m³ , kişi başı yıllık su tüketimi ise 28.75 m³ , ortalama aylık su tüketimi ise 9,58 m³’tür.

3 NOLU DAİRE

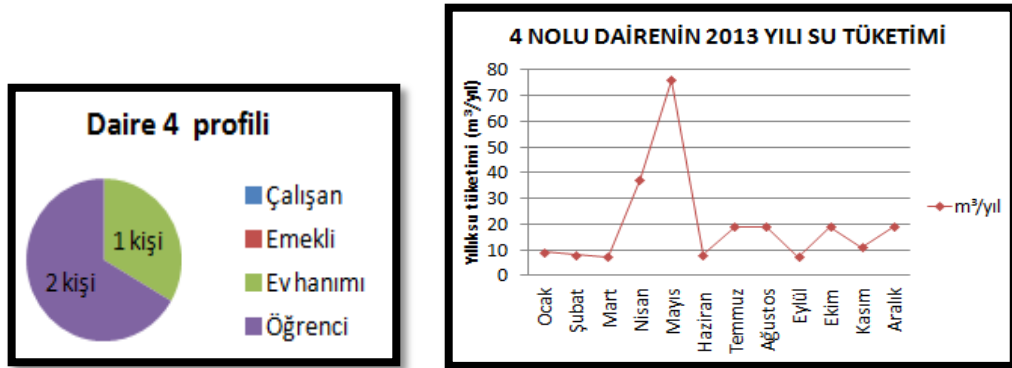


Şekil 5.17. B blok 3 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

3 nolu dairede;

Emekli bir çift yaşamaktadır. Ocak–Mart arası normal seyrinde olan su tüketimi ilkbaharda azda olsa iniş ve çıkışlar görülmektedir, yaz aylarında özellikle Ağustos ayında en yüksek değerine ulaşmıştır. Buda bu ailenin yaz tatilinde farklı bir yere gitmediklerinin göstergesidir. Toplam yıllık su tüketimi 167 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 83,5 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 13,91 m³'tür.

4 NOLU DAİRE



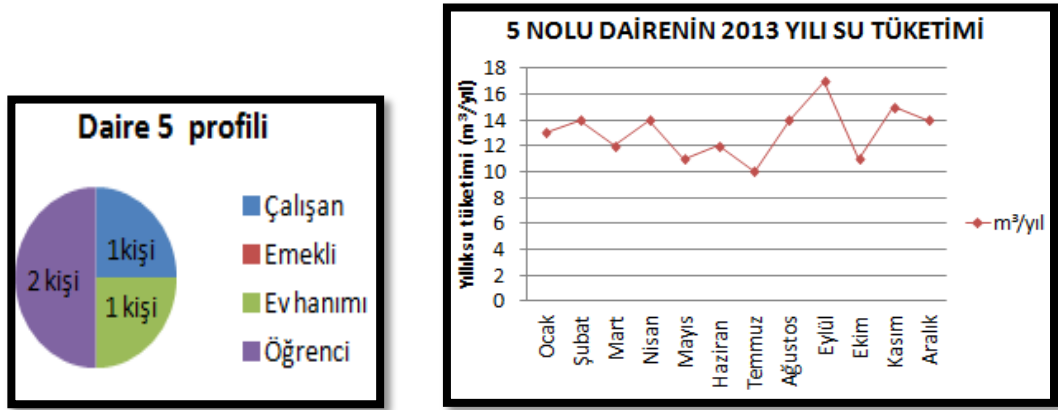
Şekil 5.18. B blok 4 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

4 nolu dairede;

Ocak-Mart arasında dairede 2 kişilik bir aile yaşarken daha sonra 3 kişilik bir ailenin taşınmasıyla birlikte su tüketim değerleri değişim göstermiştir. Mayıs ayında su tüketiminin artma nedeni su tesisatında ki kaçak sebebiyle olmuştur.

Kaçak giderildikten sonra Haziran ayından itibaren su tüketim değerleri arada iniş ve çıkışlar olsa da normal seyrine dönmüştür. Toplam yıllık su tüketimi 239 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 79.66 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 19,91 m³'tür.

5 NOLU DAİRE

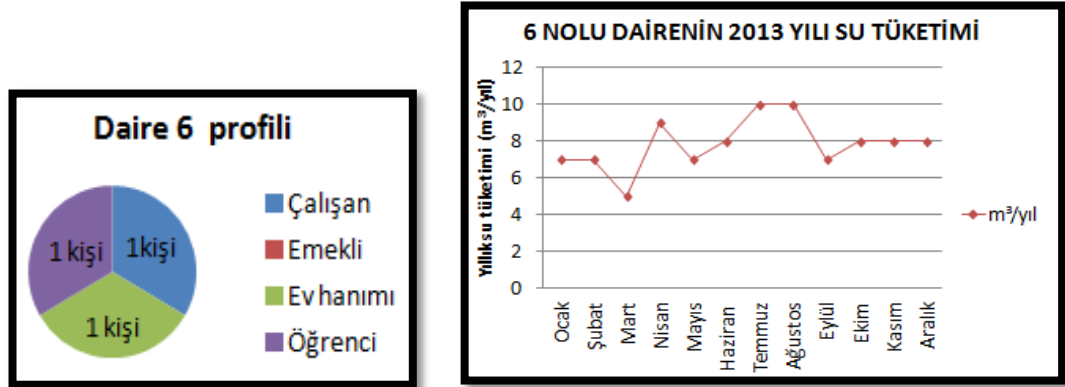


Şekil 5.19. B blok 5 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

5 nolu dairede;

4 kişilik bir aile yaşamaktadır. Ocak -Temmuz arası olan dönemde su tüketim değerlerinde devam edip arda iniş ve çıkışlar yaşanmaktadır. Temmuz ayından itibaren yaz aylarında su tüketim değerleri artmış Eylülde normal seyrine dönmüştür. Buda ailenin yaz döneminde farklı bir yere gitmediklerinin göstergesidir. Toplam yıllık su tüketimi 157 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 39,25 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 13,08 m³'tür.

6 NOLU DAİRE

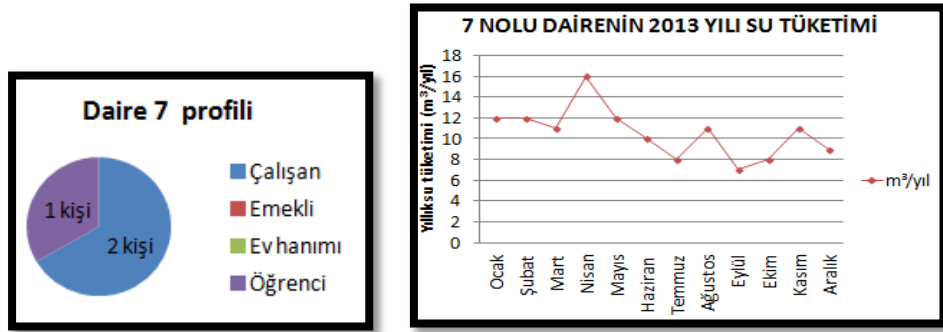


Şekil 5.20. B blok 6 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

6 nolu dairede;

3 kişilik bir aile yaşamaktadır. Kış aylarında normal değerlerinde seyreden su tüketimi ilkbaharda artmış ve haziran ayı itibari ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Yaz aylarında su tüketim değerlerinin fazla olması ailenin bu aylarda farklı bir yerde olmadığını göstergesidir. Toplam yıllık su tüketimi 94 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 31,33 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 7,23 m³'tür.

7 NOLU DAİRE



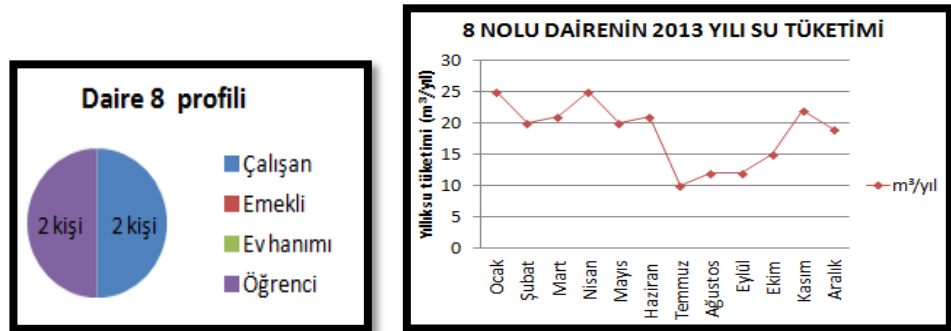
Şekil 5.21. B blok 7 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

7 nolu dairede;

3 kişilik bir aile yaşamaktadır. Kış aylarında normal seyrinde olan su tüketim değerleri ilk baharda artış göstermiştir. Yaz aylarına gelindiğinde değerlerin düşmesi ailenin tatil amaçlı farklı bir yerde olduğu göstermektedir. Eylül ayı itibariyle okulların açılmasıyla birlikte su tüketimi normal değerlerine ulaşarak azda olsa artış görülmektedir.

Toplam yıllık su tüketimi 127 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 42,33 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 10,58 m³'tür.

8 NOLU DAİRE

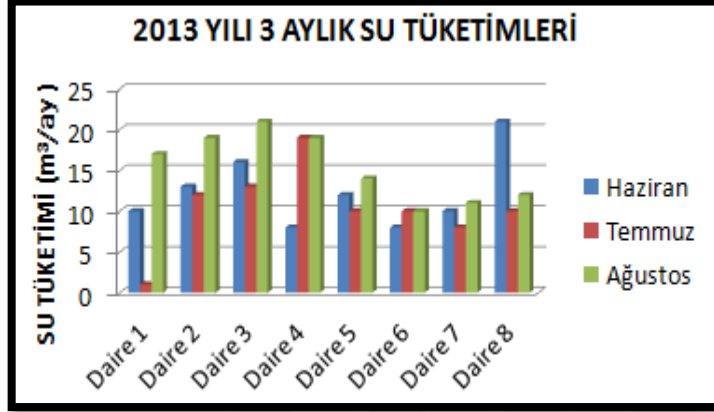


Şekil 5.22. B blok 8 nolu dairenin kullanıcı profili ve 2013 yılı su tüketim grafiği

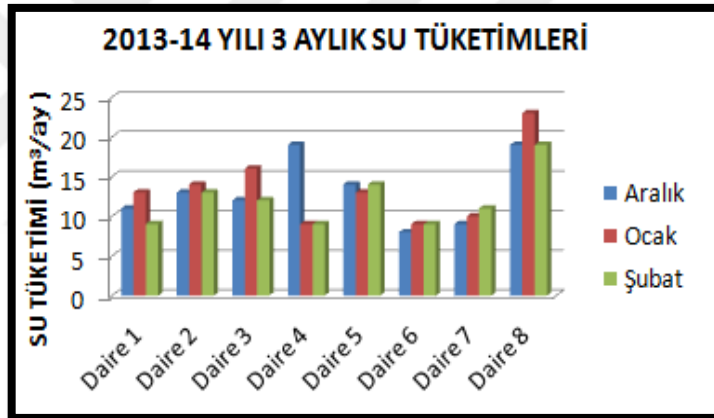
8 nolu dairede;

4 kişilik bir aile yaşamaktadır. Kış aylarında yüksek değerlerde seyreden su tüketimi ilkbaharda da aynı çizgisini koruduğu görülmektedir. Yaz aylarında ailede okulların tatil olması nedeniyle Haziran ayı itibariyle eylül ayına kadar olan dönemde su tüketiminde ani bir düşüş görülmektedir. Buda ailenin yaz aylarını farklı bir yerde geçirdiğinin göstergesidir. Sonbahar dönemine bakıldığında yazın düşen su tüketiminde artışlar başlamıştır. Toplam yıllık su tüketimi 222 m³, kişi başı yıllık su tüketimi 55,5 m³, ortalama aylık su tüketimi ise 18,50 m³'tür.

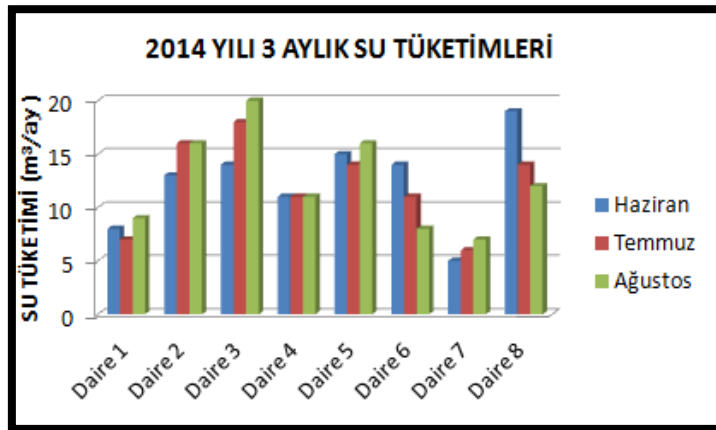
Aşağıda ki grafiklerde B Bloğa ait 2013-2014 yılları üç aylık, 2013 yılı kişi başı tüketilen su miktarları ve dört dairenin de 2013 yılında ki toplam su tüketim grafikleri gösterilmektedir.



Şekil 5.23.B blok 8 daireye ait 2013 yılı yaz ayları su tüketim grafiği



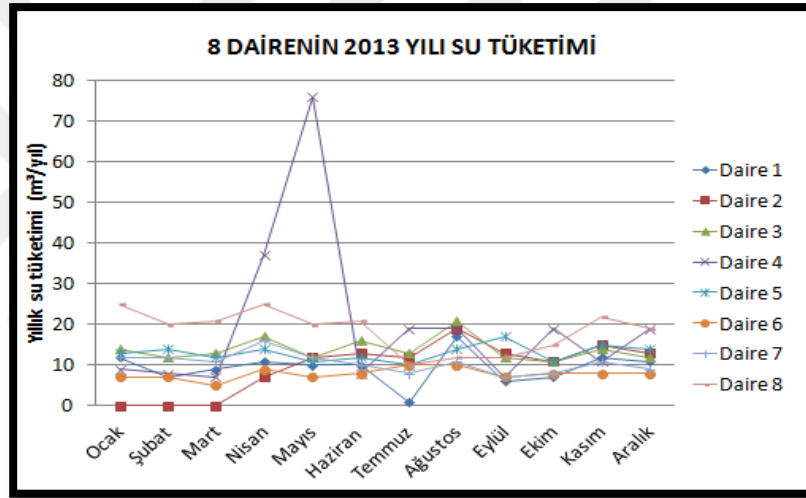
Şekil 5.24. B blok 8 daireye ait 2013-14 yılı kış ayları su tüketim grafiği



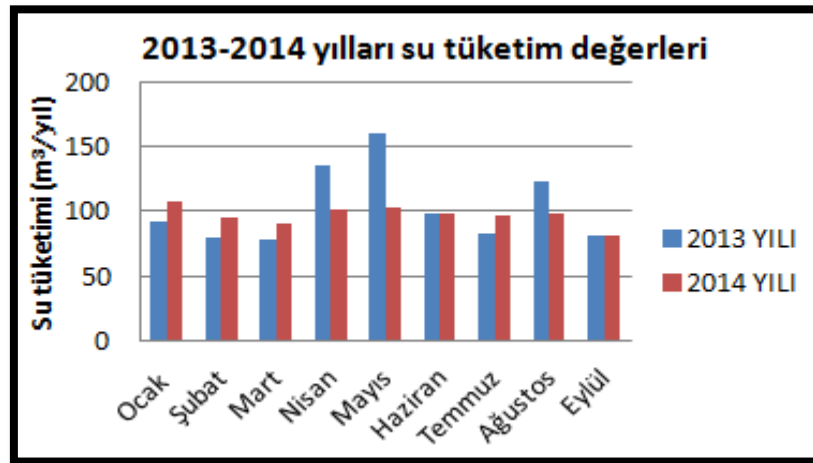
Şekil 5.25. B blok 8 daireye ait 2014 yılı yaz ayları su tüketim grafiği



Şekil 5.26. B blok tüm dairelerin kişi başı tüketilen su miktarı karşılaştırma grafiği



Şekil 5.27. B blok tüm dairelerin 2013 yılı su tüketim miktarları karşılaştırma grafiği



Şekil 5.28: B blok tüm dairelerin 2013-14 yılı su tüketim miktarları karşılaştırma grafiği

5.5 Su Geri Kazanım Sistemleri Kurulmadan Önce Alınan Tasarım Kararları

Suyun korunumu ve geri kazanımını sağlayan gri su ve yağmur suyu sistemleri kurulmadan önce konutların kullanım suyu ihtiyacını minimuma indirecek şekilde detaylı analiz çalışmaları ve hesaplamalar yapılarak tasarım kararları alınmalıdır.

Suyu tasarruflu kullanma bilinci oluşturulamamış, kayıp ve kaçak önlemleri alınmayan, eski tip vitrifiye ve armatürler kullanımına devam edilen ve bunlar sonucunda kullanım suyu ihtiyacı gerektiği kadar azaltılmamış bir konutun, kurulacak sistemlerle verimli hale getirilmeye çalışılması enerji verimliliği açısından doğru olmadığı gibi maliyet açısından da uygun bir yöntem olmamaktadır. Bu nedenle tasarım kararlarının ilk aşaması, analiz çalışmaları sonucunda ulaşılan kullanıcı profili, Alman standartlarınca belirlenen sabit veriler kullanılarak hesaplanan günlük üretilen ve tüketilen gri su miktarları, DMİ tarafından her il için belirlenen yıllık yağış verileri dikkate alınarak çatıdan toplanacak yağmur suyu miktarı da belirlemektir. Daha sonra ki aşama ise; konutun kullanım suyu ihtiyacını azaltacak, gri suyu ve yağmur suyunun yeniden kullanımını sağlayabilecek kapasitede kurulacak sistemin doğru ve verimli çalışabilmesi için gerekli tesisat, depolama maliyet ve amortisman hesaplamaları detaylı olarak yapılmasıdır. Hesaplamaları yapılmadan kurulan sistemlerde toplam yaşam dönemi maliyeti de artabilmektedir. Aynı zamanda gri su ve yağmur suyunun yeniden kullanımını sağlayan sistemleri oluşturan parçaların yurtdışından ithal ediliyor olması konutlarda sistemlerin ilk kurulum maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Özlem apartmanına uygulanması düşünülen sistemin tasarım kararları alt başlıklar şeklinde aşağıda belirtilmektedir.

5.5.1 Özlem Apartmanı İçin Yapılan Gri Su Debisi Hesaplamaları

Konutlarda gri su geri kazanım sistemleri kurulmadan önce bir takım hesaplamalar yapılmaktadır. İlk olarak konutta ait daire sayısı ve daire tiplerine göre kişi faktörleri belirlenmektedir. Yeni Yapılmış bir konutta (2+ 1) tip bir dairede kişi sayısı ortalama 3 kişi, (3+1) tip dairede 4 olarak kabul edilmektedir. Kullanımı devam eden konutlarda ise, her daire için sabit kişi sayısı alınamamakta, bu nedenle o konutta bulunan tüm dairelerde yaşamakta olan gerçek kişi sayılarını belirlemek için analizler yapılmaktadır.

Kişi sayıları belirlendikten sonra Tablo 5.2’de gösterilen konutlar için Alman standartlarınca belirlenmiş sabit veriler kullanılarak her bir daire için üretilen ve tüketilen gri su debi hesaplarını yapmak mümkün olmaktadır. Ayrıca su tüketiminin olduğu günlerin sayısı konutun gerçekten kullanıldığı süreye eşit olmalıdır. Genel olarak bir konutta ortalama olarak 320 gün oturulduğu düşünülebilir. Bahçesi bulunan konutlarda bahçe sulama amacıyla kullanılan su tüketiminin de hesaba katılması gerekir. Sistemin tasarımı toplam tüketilen gri su debisine göre yapılacağından ilk olarak sistemin uygulaması yapılacak apartman için gri su debi hesaplarının tamamlanması gerekir. Çıkan sonuçlar doğrultusunda depo hacimleri belirlenmektedir. (villa tipi projelerde 2 depo kullanılırken, merkezi sistem projelerde 3 depolu sistemler kurulmaktadır.) Hacmi ve ölçüleri belirlenen depolar konutun bodrum katında belirli teknik şartları sağlayacak doğrultuda uygun alana yerleştirilir. Yerleştirme sırasında 1. ve 3. depolar duvarlardan ve tavandan (60-70) cm uzak mesafede bırakılırken, 1.ve 2. depo arasında (40) cm, 2.ve 3. Depo arsında ise (60) cm mesafe bulunmalıdır. Sistemin pompa, blower bağlantılarının depolara uzaklığı en az (1) m olmalıdır.

Çizelge 5.2. Konutlar İçin Gri Su Hesaplarında Kullanılan Standart Bilgiler
(Aktif Grup Çalışmaları, 2009)

STANDART BİLGİLER (KONUT)	REZERVUAR	LAVABO	DUŞ	ÇAMAŞIR MAKİNESİ	PEYZAJ
SU TÜKETİM MİKTARI	6 lt	9 lt/dk	18 lt/dk	45 lt	5 lt/m ²
KULLANIM SÜRESİ	1 dk	2 dk	10 dk	—	—
KULLANIM SAYISI	3 kez/gün	3kez/kişi*gün	1 kez/kişi*gün	1kez/gün	1 kez/gün
KULLANIM ORANI	% 100	%100	%50	%25	—

Özlem apartmanına gri su geri kazanım sistemi kurulmadan önce tüm veriler doğrultusunda hesaplar yapılarak tasarım kararları alınacaktır. Aşağıda özlem apartmanına ait tüm veriler yer almaktadır.

3+1 daire sayısı: 11 adet, 2+1 daire sayısı: 1 adet Toplam daire sayısı: 12 adet
Kişi faktörü: her bir daire için farklı sayıda Toplam kişi sayısı: 37 kişi

İlk olarak daire tipi sayısı ve kişi faktörünü belirlenmiştir. Apartmanda 11 adet (3+1) ve 1 adet (2+1) olmak üzere toplamda 12 daire mevcuttur. Her dairede yaşamakta olan kişi sayılarının birbirinden farklılık gösterdiğinden dolayı bu apartman için kişi faktörü sabit bir değer kabul edilememektedir. 5.4 başlıklı bölümde yapılmış olan kullanıcı profili analizleri sonucunda tüm dairelerde yaşamakta olan toplam sayı 37 kişi olarak belirlenmiştir. Özlem apartmanın da üretilen ve tüketilen gri su debileri için; lavabo, duş, rezervuar ve çamaşır makinesinin su tüketim miktarı, kullanım süreleri, kullanım sayıları ve kullanım oranları dikkate alınarak hesaplanmakta Tablo 5.3 ve Tablo 5.4 'te detaylı şekilde gösterilmektedir. Apartmana ait bahçenin genel peyzaj için tüketilen su miktarı da bu hesaba katılmıştır.

Çizelge 5.3. Özlem Apartmanı İçin Üretilen Gri Su Hesaplamaları Gösterimi

ÜRETİLEN GRİ SU DEBİ HESABI	LAVABOLAR İÇİN ;	DUŞLAR İÇİN ;	ÇAMAŞIR MAK. İÇİN ;
KİŞİ SAYISI :	37	37	—
SU TÜKETİM MİKTARI :	9 lt/dk	18 lt/dk	45 lt
KULLANIM SÜRESİ :	2 dk	10 dk	—
KULLANIM SAYISI :	3 kez / kişi*gün	1 kez / kişi*gün	1 kez / gün
KULLANIM ORANI :	% 100	% 50	% 25
DAİRE SAYISI :	—	—	12
TOPLAM ÜRETİLEN GRİ SU DEBİSİ (lt/gün)	1998 lt/gün	3330 lt/gün	135 lt/gün

Çizelge 5.4. Özlem Apartmanı İçin Tüketilen Gri Su Hesaplamaları Gösterimi

TÜKETİLEN GRİ SU DEBİ HESABI	REZERVUAR İHTİYACI İÇİN ;	ÇAMAŞIR MAK. İHTİYACI İÇİN ;	PEYZAJ İHTİYACI İÇİN ;
KİŞİ SAYISI :	37	—	—
SU TÜKETİM MİKTARI :	6 lt/dk	45 lt	5 lt/m ²
KULLANIM SÜRESİ :	—	—	—
KULLANIM SAYISI :	3 kez / kişi*gün	1 kez / gün	2 kez / gün
KULLANIM ORANI :	% 100	% 25	% 100
PEYZAJ ALANI :	—	—	275 m ²
TOPLAM TÜKETİLEN GRİ SU DEBİSİ (lt/gün)	660 lt/gün	135 lt/gün	2750 lt/gün

DEĞERLENDİRME:

TOPLAM ÜRETİLEN GRİ SU DEBİSİ: **5463 LT /GÜN**

TOPLAM TÜKETİLEN GRİ SU DEBİSİ: **3551 LT /GÜN**

Apartmana merkezi sistem gri su geri kazanımı uygulanacaktır. Merkezi sistemlerde geri kazanım sistemleri 3 depo ile çalışmaktadır. Yağmur suyunun gri su kazanımına dâhil edilmediği durumlarda 1. ve 3. Depo hacimleri eşit olmaktadır. Tüketilen toplam gri su debisine göre sisteme yerleştirilecek olan gri su depolarının hacimlerini belirlemektedir. Özlem apartmanında toplam tüketilen gri su debisi günlük 3551 lt'dir. Yani ortalama olarak 3,5 m³ su hacmi karşımıza çıkmaktadır. Genel bir kural olarak, dairelerde tüketilen gri su miktarı, üretilen gri su miktarından azdır. Genellikle, gri suyun tamamını arıtmak gerekli değildir. 3,5 m³ 'lük su hacmi için,1. Depo (gri su deposu) için 2,5m³ 'lük hacimli, 2.depo (ultra filtrasyon deposu) için,2 m³ 'lük hacimli, 3.depo (geri kazanılmış su) için 2,5 m³ hacimli depoların uygun olduğu belirtilmiştir.

Bodrum kata yerleştirilecek depo ölçüleri:

1. Depo (gri su deposu) ölçüleri; eni: 1 m boyu: 1,25 m yüksekliği: 2m
2. Depo (ultra filtrasyon deposu) ölçüleri; eni: 1 m boyu: 1 m yüksekliği: 2m
3. Depo (geri kazanılmış su deposu) ölçüleri; eni: 1 m boyu: 1,25 m yüksekliği: 2m

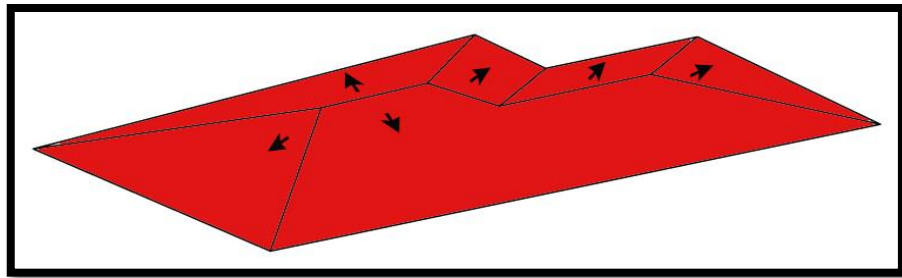
Ancak yağmur suyunun da dahil edildiği sistemde 3. Depo (arıtılmış su deposu)'na filtreden geçirilmiş yağmur suyunun da gönderilmesi nedeniyle 3. Deponun hacmi

1. Gri su deposuna göre büyük olacaktır. Özlem apartmanına kurulması düşünülen sistem de yağmur suyunun da geri kazanıma dahil edilmek istenmesinden dolayı 3. Depo hacmi 5.5.2 numaralı başlık altında bulunan yağmur suyu debi hesaplamaları yapıldıktan sonra tekrar belirlenecektir.

5.5.2 Özlem Apartmanı Çatıdan Toplanan Yağmur Suyu Debisi Hesaplamaları

Gri su geri kazanım sistemlerinde olduğu gibi yağmur suyunun toplanması ve sisteme dâhil edilmesinden önce çeşitli hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplarda ilk yöntem Tablo 5.1' de gösterilen DMİ tarafından her il için ayrı olarak oluşturulmuş yağış değerlerini de kapsayan verilerden yararlanmaktadır. Daha sonra yağmur suyunun konutun hangi bölümlerinden toplanacağı ve bu alanlara ait m²'ler belirlenmektedir.

DMİ verilere göre; Kırklareli ilinin Yıllık ortalama yağış miktarı 47,35 kg/m²'dir. (1950-2014) En çok yağış alınan ayın ortalaması 70,8kg/m² iken, en az yağış alınan ayın ortalaması 20,8kg/m² olmaktadır. Özlem apartmanında yağmur suyu toplama işlemi çatı ve oluklar vasıtası ile yapılacaktır. Apartmana ait toplam çatı alanı 495 m² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.27. Yağmur Suyu Hesabı İçin Çatı Alanı Gösterimi

Bu verilere göre;

Toplam yağmur suyu toplama alanı = 495 m²

Kırklareli iline düşen yıllık ortalama yağış miktarı = 47,35 kg/m²

Yıllık toplam yağmur suyu toplama = 23,438.25kg = 23.43 m³

En çok yağış alınan ayda ortalama yağış miktarı = 70,8 kg/m²

En çok yağış alınan ayda toplam yağmur suyu toplama = 35,046 kg/m² =35.04 m³

En az yağış alınan ayda ortalama yağış miktarı = 20,8 kg/m²

En az yağış alınan ayda toplam yağmur suyu toplama = 10,296 kg/m² =10.29 m³

En çok yağış alınan ayda günlük ortalama yağış miktarı = 2,36 kg/ m²

En çok yağış alınan ayda günlük toplam y.suyu toplama = 1,168.2 kg/m² =1.16 m³
(yağmur suyunun %100 verimle toplandığı kabul edildiğinde)

Yağmur Suyu Verimi Hesabı

Yağış miktarı: Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen Kırklareli iline düşen yıllık ortalama yağış miktarı = 47,35 kg/m²

Çatı katsayısı: Alman standartları tarafından DIN1989’da 0,8 olarak belirtilen katsayıdır. Çatıya düşen bütün yağmurun geri dönüştürülemeyeceğini ifade etmektedir.

Filtre etkinlik katsayısı: Alman standartları tarafından DIN1989’da belirtilen katsayıdır (0,9). Çatıdan elde edilen yağmur suyunun, görünen katı maddelerden ayrıştırılması için geçirilen ilk filtrenin verimlilik katsayısıdır. Suyun bir miktarının buradan geçemeyeceği hesaplanarak verilen bir katsayıdır. Yağmur suyu verimi hesabı yapılırken aşağıda verilen formülden yararlanılmaktadır.

Yağmur suyu verimi = Yağmur Toplama Alanı x Yağış Miktarı x Çatı Katsayısı x Filtre Etkinlik Katsayısı

En çok yağış alınan ayda günlük yağmur suyu toplama verimi = 841.104 kg/m² =0.84m³
(yağmur suyunun verim hesabı yapıldıktan sonra ulaşılan değer)

Özlem apartmanına gri su geri kazanım ve yağmur suyu toplama sistemlerinin birlikte uygulanması düşünüldüğünden; toplanan tüm yağmur suları da filtreden geçtikten sonra 3. Depo (Geri kazanılmış su deposuna) gönderilecektir. Bu deponun hacmini, günlük tüketilen gri su ve toplanan yağmur suyu miktarları belirlediği için yağışın en fazla olduğu ayda ki günlük yağmur suyu toplama verimi dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

5.5.1 başlıklı bölümde yağmur suyu dâhil edilmediği gri kazanım sisteminin 3. Depo (Geri kazanılmış su deposu) için 2.5 m³'lük hacmin yeterli olacağına kararı daha önceden verilmiştir. Ancak toplanan yağmur suyunun da hesaba katılmasıyla birlikte yaklaşık 1m³'lük depolanacak suda artış olmuş ve böylece ortalama 3.5 m³' lük hacimli (geri kazanılmış +yağmur suyunun) toplanacağı 3. deponun sisteme yerleştirilmesi uygun olmaktadır.

DEĞERLENDİRME:

TOPLAM ÜRETİLEN GRİ SU DEBİSİ: **5463 lt /gün**

TOPLAM TÜKETİLEN GRİ SU DEBİSİ: **3551 lt /gün**

TOPLAM (TÜK.GRİ SU +YAĞMUR SUYU) DEBİSİ: **4392 lt/gün** şeklindedir.

Hesaplamalar sonucunda belirlenen depo hacimleri:

1.depo hacmi: 2,5 m³ , 2.depo hacmi: 2 m³ , 3.depo hacmi: 3,5 m³

Geri kazanım sisteminin depo ölçüleri:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Depo(gri su deposu) ölçüleri; | eni: 1 m boyu: 1,25 m yüksekliği: 2 m |
| 2. Depo (ultra filtrasyon deposu) ölçüleri; | eni: 1 m boyu: 1 m yüksekliği: 2 m |
| 3. Depo (geri kaz. su+ yağmur suyu) ölçüleri; | eni: 1 m boyu: 1,75 m yüksekliği:2 m |

5.5.3 Özlem Apartmanına Yağmur Suyu toplama ve Gri Su Geri Kazanım Sistemlerinin Kurulumu

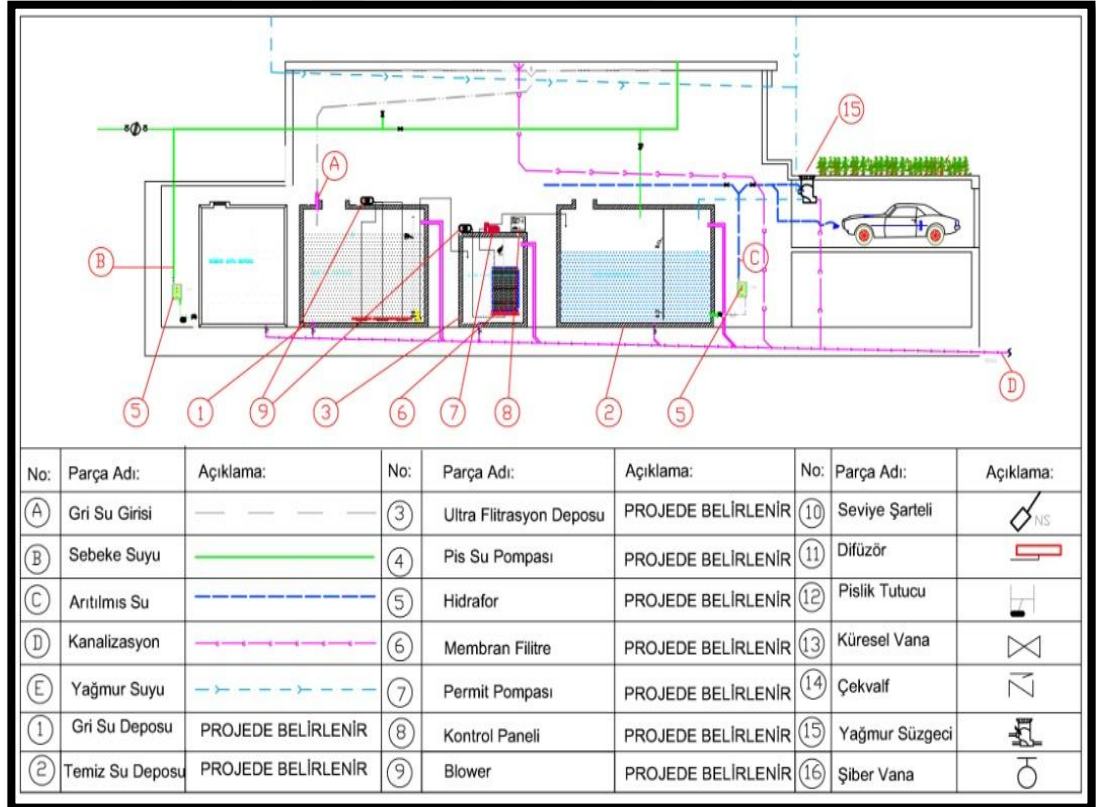
Apartmanda uygulanması düşünülen yağmur suyu ve gri su arıtma sisteminde kullanılacak ürünler aşağıda sunulmuştur. Bu sistemler kurulmadan önce alınan tasarım kararlarında Apartmana merkezi sistem gri su geri kazanım sistemi kurulması öngörülüp ve ekstra yağmur suyu deposuna ihtiyaç duyulmadan harici yağmur suyu filtresi ilavesiyle yağmur sularının toplanabileceği görülmektedir. Hesaplamalar sonucunda depo hacimleri belirlenmiştir. Şekil5.29'da uygulanması düşünülen yağmur suyu ve gri su geri kazanım sistemlerinde kullanılacak ürünleri göstermektedir.

- **Geri Yıkamalı Yağmur suyu Harici filtresi :** %95 'e varan su verimi sağlayan, kendi kendisini temizleme özelliği sayesinde daha az bakım gerektiren, zemin üstü montaja uygun, teleskopik hazne şaftı ile 580-1050 mm değişken montaj derinlikleri ve giriş çıkış arasında minimum 200 mm uzantı yüksekliği sunar. DN 100 bağlantıları maksimum 350 m² ,DN 150 bağlantıları maksimum 750 m² çatı alanına sahip alanlarda tercih edilen yağmur suyu filtresidir. Bağlantı ölçüleri; giriş 330-800mm,çıkış 530-1000mm, kanala 530-1000mm şeklindedir. [8]
- **Merkezi sistem Gri Su geri kazanım Sistemi:** Şebeke suyundan %50 ye varan su tasarrufu sağlayan sistemin enerji ihtiyacı azdır. Gri su geri kazanım sistemi her zaman temiz kokusuz su sağlar ve hijyenik olarak güvenilirdir. Microclear system teknolojisi ile bakterilerden ve virüslerden %99.9 arındırılır. Arıtılan bu su AB kullanma suyu yönetmeliklerini ve DN 19650 sulama suyu hijyen standartlarını sağlamaktadır. Arıtılmış suyun kalitesi Gieben – Friedberg üniversitesi ve Avustralya'lı Ecowise enviromental enstitüsü tarafından belgelenmiştir. Kendi kendini temizleme özelliğine sahip filtreler için yılda 1 veya 2 bakım yeterli olmaktadır. Sistemin çalışma prensibi 4.4.9 merkezi sistem gri su geri kazanım sistemi, 4.4.10 gri su otomasyon sistemi ve çalışma prensibi başlıkları altında, detaylı olarak anlatılmıştır. [7]



Şekil 5.30. Uygulanması Düşünülen Yağmur Suyu ve Gri Su Geri Kazanım Sistemleri [45]

Apartmanda kullanılacak yağmur suyu ve gri su arıtma sisteminde kullanılan ekipmanların kesit çizimleri Şekil 5.31’ da görülmektedir.



Şekil 5.3. Uygulanması Düşünülen Yağmur Suyu ve Gri su Geri Kazanım Sistemlerinde Kullanılan Ekipmanların Kesit Gösterimi [7]

5.5.4 Özlem Apartmanı Gri Su Geri Kazanım Sisteminin Yaklaşık Olarak Maliyet ve Amortisman Süresi Hesabı

Özlem apartmanına kurulmak istenen gri su geri kazanım sisteminin yaklaşık olarak maliyet ve amortisman süresini hesaplamak için; ilk olarak sisteminin uygulanması yapıldığında ödenen aylık su faturasında ki tasarruf miktarı ve sistemin elektrik sarfiyatının bulunması gerekir. Bu nedenle Kırklareli' ne ait su birim fiyatı ve elektrik birim fiyatlarına ihtiyaç vardır. Kırklareli'nde ki konutlar için su birim fiyatı 3,00tl/m³ iken, elektrik birim fiyatı ise 0,2622 krş/kw olarak bilinmektedir. [43] Apartmana ait toplam günlük gri su tüketim miktar 3,55 m³/gün ile Kırklareli' ne ait su birim fiyatı 3,00 tl/m³ çarpıldığında, toplam günlük gri su maliyeti 10,65 tl/gün ulaşılmaktadır. Tüm gri suyun değerlendirilmesi durumunda aylık tasarruf edilen tutar 319,5tl/ay olmaktadır. Tüm tüketimler dâhil hesaplandığında şuanda ödenen su faturası aylık 320 tl'dir.

Çizelge 5.5. Apartmanda Tüm Gri Suyun Değerlendirilmesi Durumunda Ödenen Aylık Su Faturası Tutarı

KIRKLARELİ SU BİRİM FİYATI (KONUTLARIN TÜM KULLANIMLARI):	3,00	TL/M ³
TOPLAM GRİ SU TÜKETİM /GÜN (REZERVUAR,PEYZAJ,ÇAMAŞIR MAK.TÜKETİMLERİ):	3,55	M ³ /GÜN
TOPLAM GRİ SU MALİYETİ /GÜN (REZERVUAR,PEYZAJ,ÇAMAŞIR MAK.TÜKETİMLERİ):	10,65	TL/GÜN
TÜM GRİ SUYUN DEĞERLENDİRİLMESİ DURUMUNDA TASARRUF /AY:	319,5	TL/AY
AYLIK TASARRUF EDİLEN SU FATURASI TUTARI :	320 TL	

Kurulan Sistemin elektrik sarfiyatı hesaplanırken kullanılan ekipman sayısı ve tükettikleri elektrik dikkate alınır. Ekipmanların günlük harcadıkları elektrik miktarıyla elektrik birim fiyatı çarpımı bize günlük elektrik tutarlarına ulaşmamızı sağlamaktadır. Kırklareli ili Elektrik birim fiyatı: 0,2622 krş/kw'tır. [44]

Çizelge 5.6 Sistemde Kullanılan Ekipman Adedi, Elektrik Harcamaları ve Tutarları

KULLANILAN EKİPMAN	ADET	HARCAMASI (KW)	HARCAMASI (KW)	TUTAR (TL)
BLOWER	2	0,7	30,24	7,93
PERMİTE POMPASI	1	1,2	4,8	1,26
DALGIÇ POMPA	1	0,38	1,52	0,40

Tablo 5.4'te ki veri sonuçlarına göre sistemin günlük toplam harcadığı elektrik miktarı 36,6kw olmakta ve ekipmanların harcadığı elektriğin günlük toplam tutarı 9,59 tl dir. Tablo 5.5' te gösterildiği üzere bu sistemin çalışması için aylık ödenen toplam elektrik faturası da 287,6 tl olmaktadır.

Çizelge 5.7. Sistemin Harcadığı Elektrik Miktarı ve Aylık Ödenen Fatura Tutarı

GÜNLÜK TOPLAM HARCANAN ELEKTRİK MİKTARI :	36,56	KW
GÜNLÜK TOPLAM ELEKTRİK MALİYETİ :	9,59	TL /GÜN
AYLIK TOPLAM ELEKTRİK MALİYETİ (30 GÜN) :	287,6	TL /GÜN

Gri su geri kazanım sisteminin yatırım maliyeti bu apartman için 7200 EUR (24.01.2015 tarihinde 1 EUR=2,5 TL) yaklaşık olarak 18000 tl olarak belirlenmiştir. Tablo 5.5'te gösterilen Aylık elektrik fatura bedeli, tüm gri su değerlendirildiğinde ödenen su faturası bedeli ve bunlar arasında ki fark sistemin geri dönüş süresini belirlemektedir. Bu verilerin hesaplanması sonucunda özlem apartmanı için gri su geri kazanım sistemi uygulandığında 46,9 yıl gibi bir sürede kendini amorti edeceği görülmektedir. Zemin üstü Yağmur suyu filtresinin yatırım maliyeti ise, 1600 EUR (24.01.2015 tarihinde 1 EUR=2,5 TL) yaklaşık olarak 4000 tl olarak belirlenmiştir. Özlem apartmanına her iki sistemde uygulandığında toplam maliyet 8800 EUR yaklaşık 22 000 tl olmaktadır.

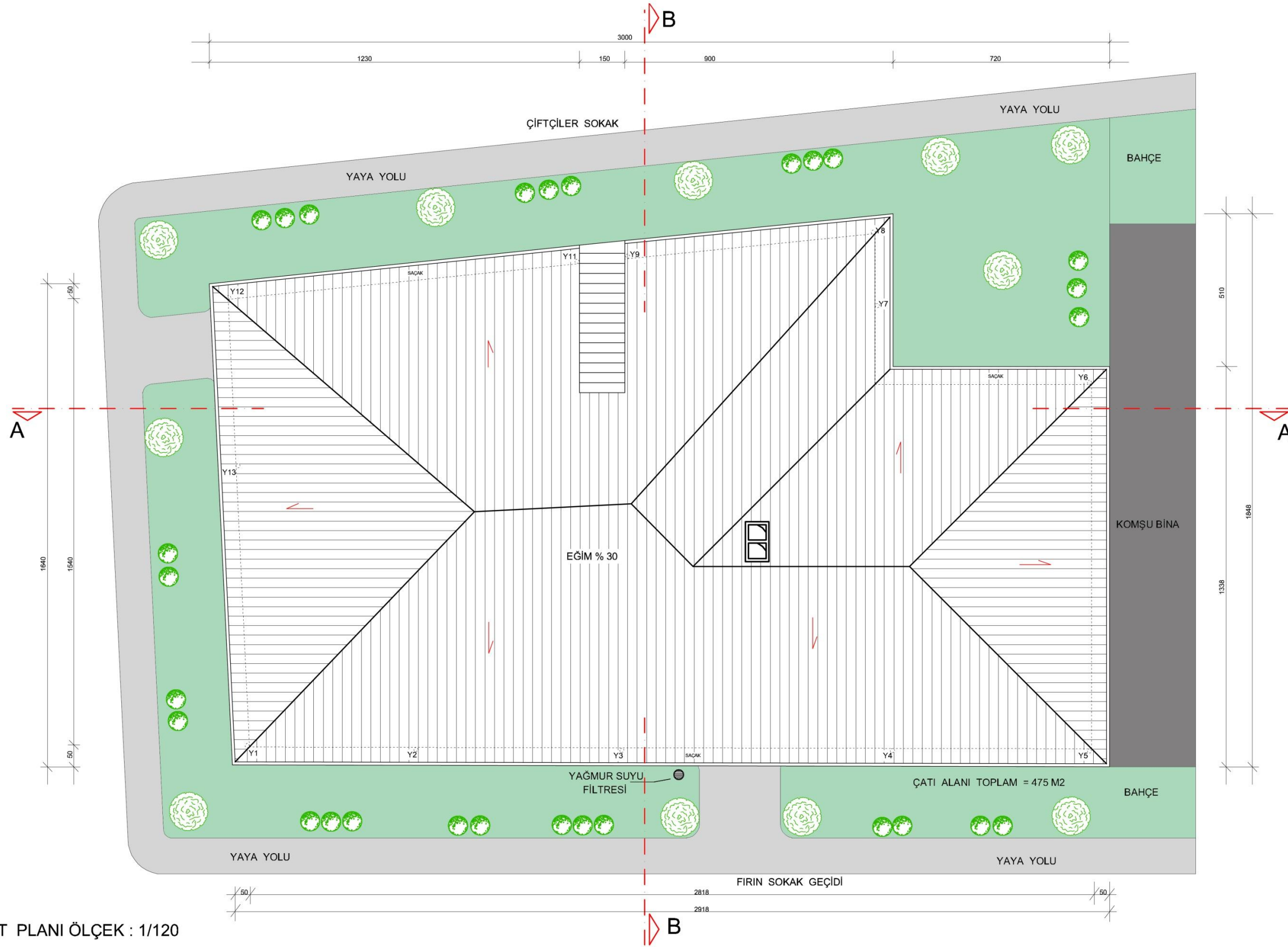
Her iki sistemin bakım ve onarım maliyetleri düşüktür. Tablo 5.6' da görüldüğü üzere gri su arıtma sisteminin kurulum maliyeti yağmur suyu arıtma sisteminin maliyetinden çok daha fazladır. Gri suyun yağmur suyundan çok daha fazla kirli olması sebebiyle, gri suyun arıtılabilmesi için daha hassas bir yapıya sahip filtreler kullanılacaktır. Buda maliyeti yağmur suyu arıtma sistemine göre daha da artırmaktadır.

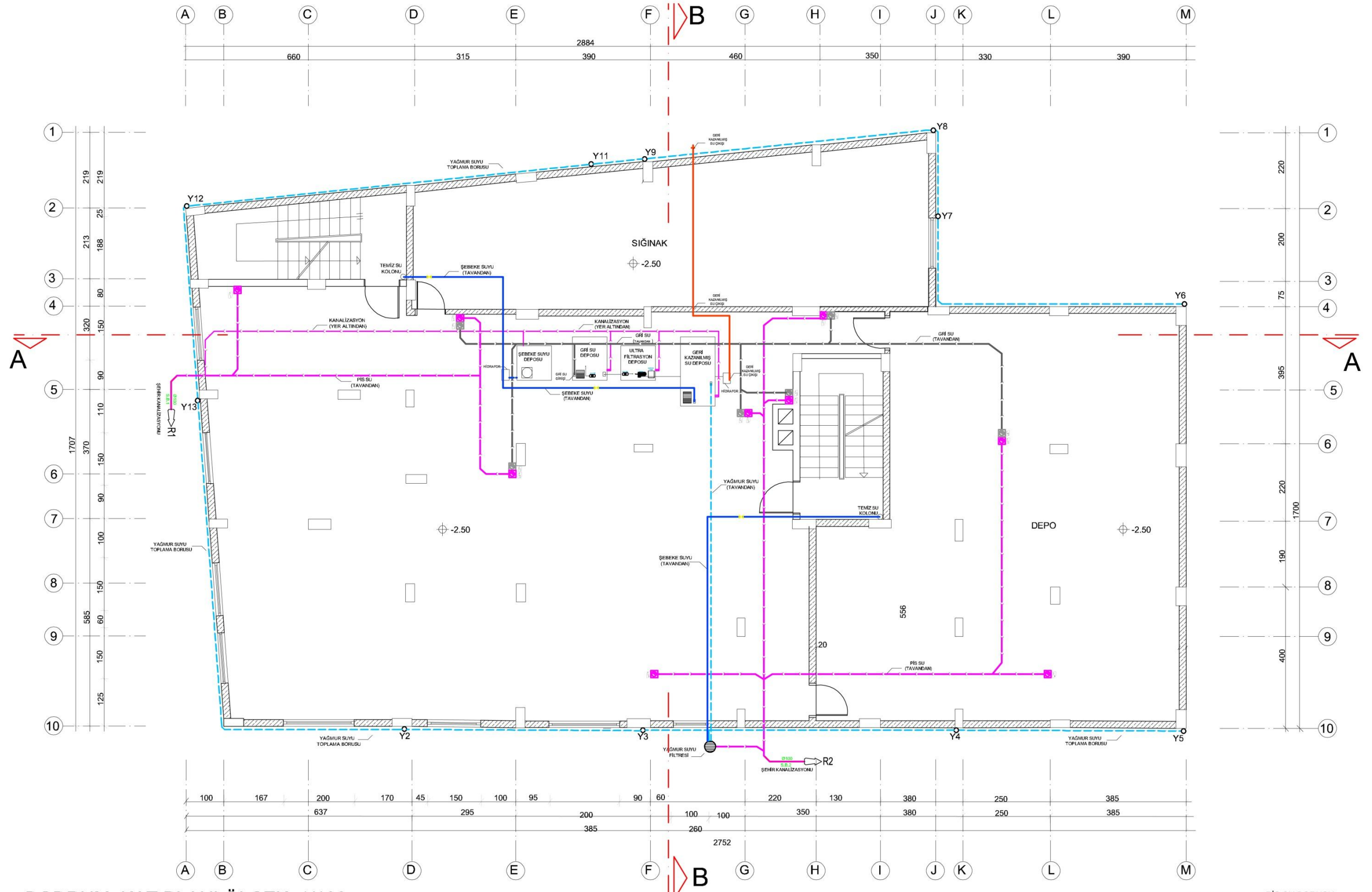
Apartmanda ki gri su geri kazanım sistemine yağmur suyu filtresi eklenmesiyle birlikte maliyet artığından amortisman süresi bu apartman için 57,4 yıl olacaktır.

Çizelge 5.8. Gri Su Geri Kazanım ve Yağmur Suyu Filtresi Sistemleri Yatırım Maliyeti ve Amortisman Süresi Hesaplamaları

GRİ SU GERİ KAZANIM SİSTEMLERİ YATIRIM MALİYETİ :	18 000 TL
AYLIK ELEKTRİK HARCAMASI FATURA BEDELİ :	287,60 TL
GRİ SU GERİ KAZANIM SİSTEMİ UYGULANDIĞINDA ELDE EDİLEN SU TASARRUFU BEDELİ :	319,50 TL
AMORTİ EDİLEN TOPLAM BEDEL : (SU FATURASI - ELEKTRİK FATURASI)	31,92 TL
YAĞMUR SUYU FİLTRESİ YATIRIM MALİYETİ :	4 000 TL
AMORTİSMAN SÜRESİ	
YANLIZCA GRİ SU GERİ KAZANIM SİSTEMİ KURULTUĞUNDA :	46,9 YIL
GRİ SU GERİ KAZANIM SİSTEMİ + YAĞMUR SUYU FİLTRESİ DAHİL EDİLDİĞİNDE :	57,4 YIL

5.5.5 Kat Planlarında Temiz Su, Pis Su ve Gri Su Tesisatının Gösterimi





BODRUM KAT PLANI ÖLÇEK: 1/100

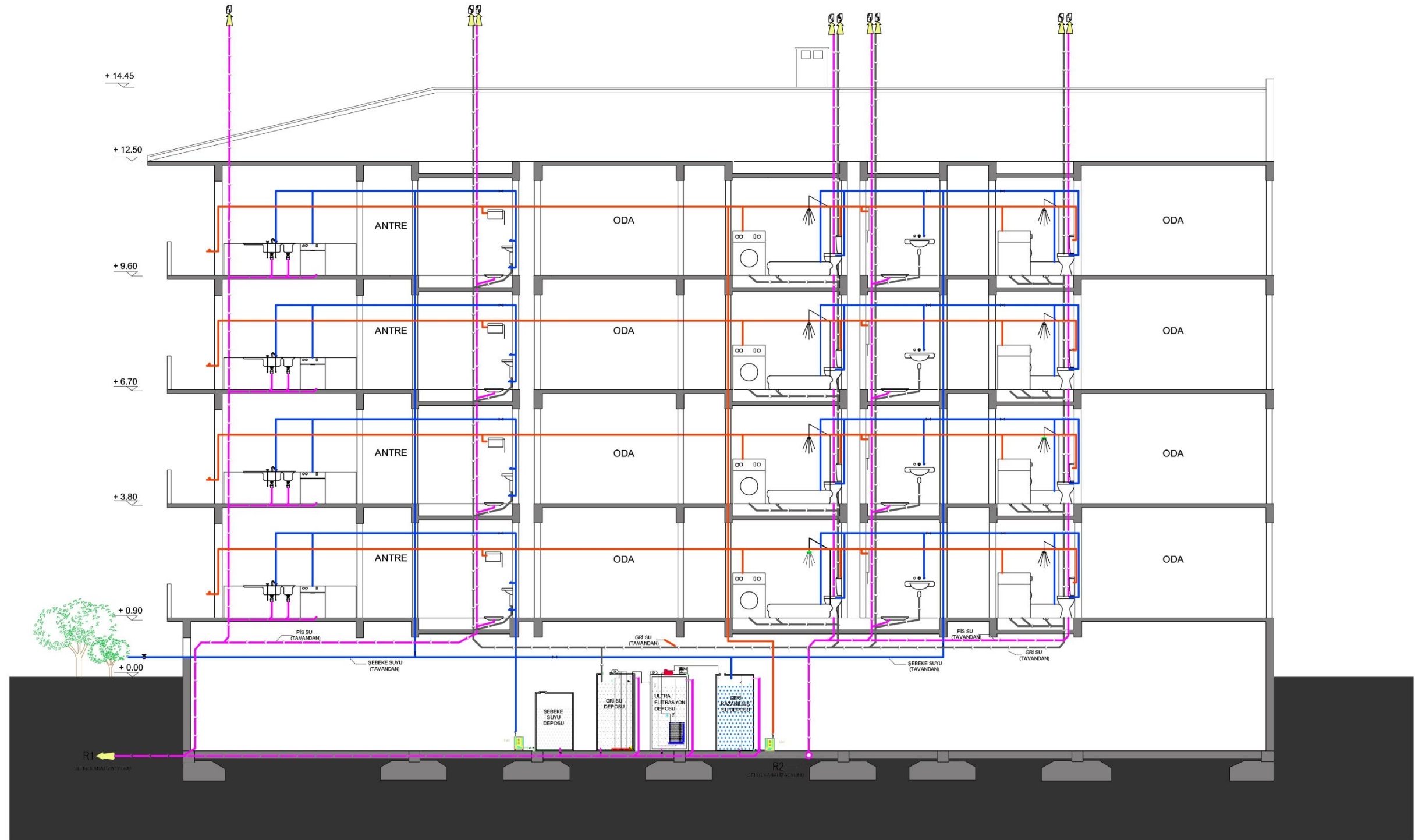




1.2.3 NORMAL KAT PLANLARI
ÖLÇEK :1/120

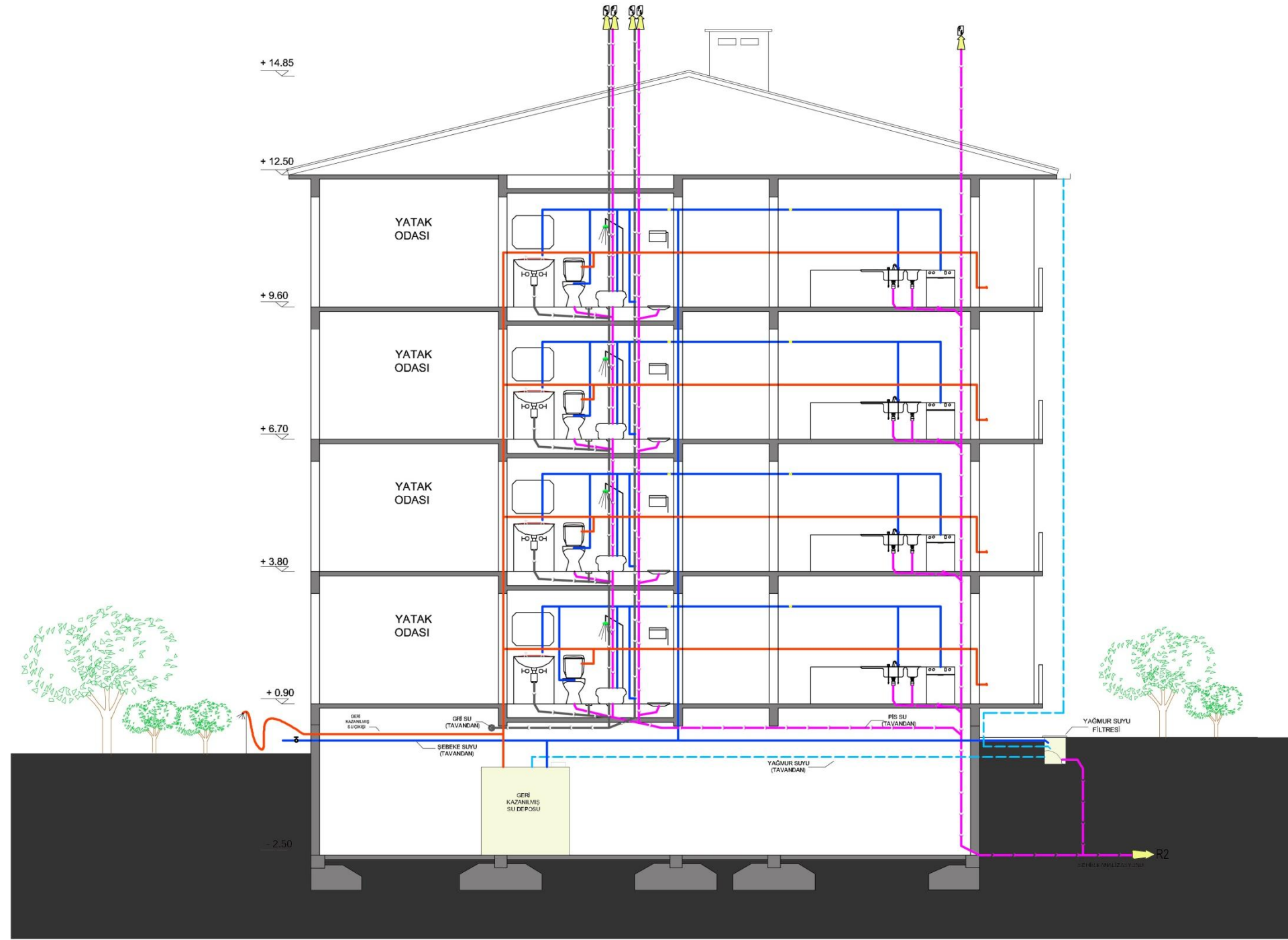
- PİS SU BORUSU
- GRİ SU BORUSU
- ŞEBEKE SUYU BORUSU
- GERİ KAZANILMIŞ SU BORUSU
- YAĞMUR SUYU TOPLAMA BORUSU

5.5.6 Kesit Üzerinde Pis su, Gri Su ve Yağmur Suyu Kolon Şeması Gösterimi



A- A KESİTİ ÖLÇEK :1/100

- → → → → PİS SU BORUSU
- → → → → GRİ SU BORUSU
- → → → → ŞEBEKE SUYU BORUSU
- → → → → GERİ KAZANILMIŞ SU BORUSU
- - - - - YAĞMUR SUYU TOPLAMA BORUSU

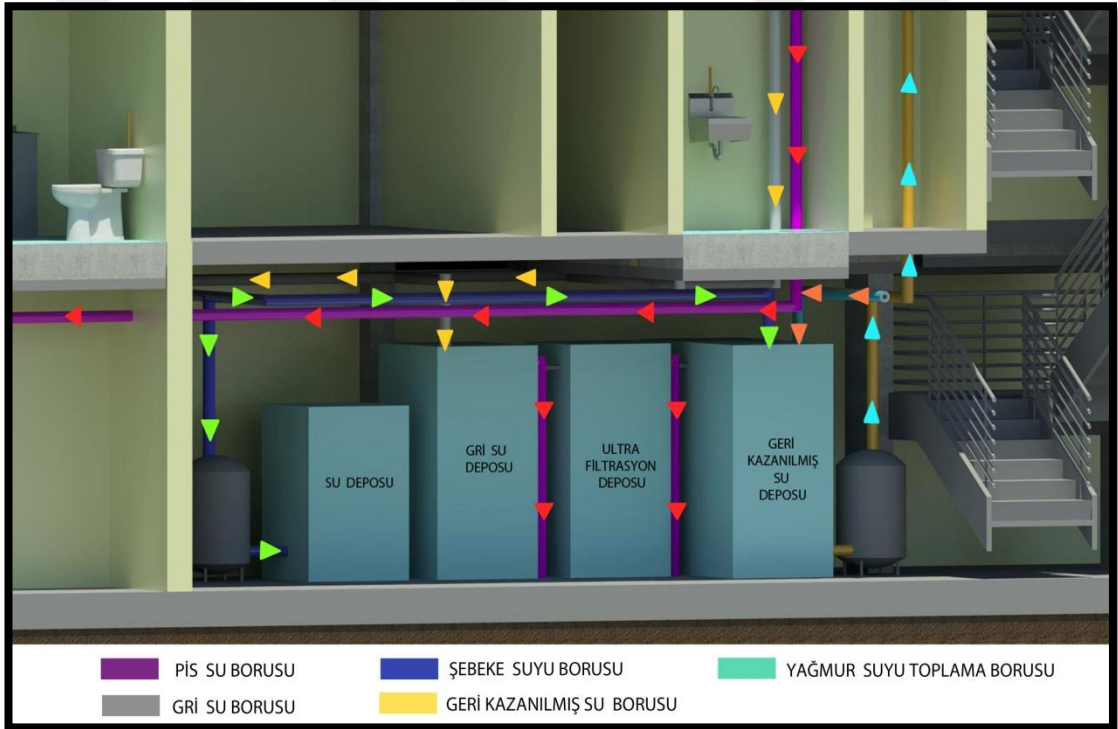


B- B KESİTİ ÖLÇEK :1/100

- — — — — PİS SU BORUSU
- — — — — GRİ SU BORUSU
- — — — — ŞEBEKE SUYU BORUSU
- — — — — GERİ KAZANILMIŞ SU BORUSU
- - - - - YAĞMUR SUYU TOPLAMA BORUSU



Şekil 5.32 Özlem Apartmanı Gri Su ve Yağmur Suyu Geri Kazanım Sistemleri 3D Gösterimi



Şekil 5.33 Özlem Apartmanı Gri Su ve Yağmur Suyu Geri Kazanım Sistemleri Depo Gösteri

5.6 Bölüm Sonucu

Konutlarda gri su geri kazanım sistemlerinin doğru ve verimli çalışabilmesi için tüm tesisat ve maliyet hesaplamalarının eksiksiz yapılması gerekmektedir. Toplu konutlarda genel olarak merkezi sistem gri su geri kazanım sistemleri uygulanmaktadır. Sistemi oluşturan parçaların tamamına yakınının yurt dışından ithal ediliyor olması ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Ayrıca sistemin konutlarda uygulanabilmesi için şebeke ve kullanım suyu hatları ayrı olmak zorundadır. Bu nedenle konutlara ekstra gri su boru hattı döşenmekte ilave edilen bu boru hattı da kurulum maliyetini arttırmaktadır. Sistem kurulurken kullanım suyunun geçtiği boru farklı bir renkte döşenerek şebeke suyu hattı ile arasında ki fark kolay ayırt edilmelidir. Sisteme ait depolar aralarında ki mesafe kuralına uygun olarak yerleştirilerek, gri su, yağmur suyu ve geri kazanılmış su borularının bağlantılarının düzgün yapılması gerekmektedir. Uygulama önerisi olarak seçilen Özlem apartmanında alman standartlarınca belirlenen sabit veriler alınarak yapılan hesaplamada aylık üretilen gri su debisi 5463 lt/gün olduğu görülmektedir. Kırklareli için su birim fiyatı 3.00tl/m³'tür. Gri su sistemi kurulmadığı taktir de, aylık 492 tl su faturası ödenmektedir. Sistem kurulduktan sonra 3551 lt/gün gri su geri kazanılmakta ve hesap buna göre yapıldığında su faturasında 320 tl daha az ödenmektedir. Yılda 65,556 lt sudan 42,612 lt gri suyun geri kazanımı sağlanarak 3840 tl su faturasından tasarruf edilmektedir. Aynı sistem yağmur suyunun toplanması içinde geçerli olmaktadır. Günlük üretilen gri su debisi 5463 lt/gün iken; en çok yağış alan güne göre hesaplandığında 841 lt si yağmur suyundan karşılanmaktadır.

Diğer yandan kurulacak su geri kazanım sistemlerinde, kişi sayısı ve daire sayısı faktörü doğrudan amortisman süresi ve yatırım maliyetlerini etkilediği görülmektedir. Tablo 5.7 'de Kırklareli'nde yer alan özlem apartmanı ve onun özellikleri baz alınarak oluşturulan 2,4,6 ve 16 blokluk toplu konutların olduğu düşünülerek her biri için amortisman süresi gri su yatırım maliyetinin,1 yılda aylık amorti edilen toplam fatura bedeline bölünmesiyle ayrı ayrı hesaplanarak yapılmıştır.

Çizelge 5.9. Artan Daire, blok sayısına göre yatırım maliyeti ve amortisman süreleri

KONUT	BLOK SAYILARI					
	ÖZLEM APT.	ÖZLEM APT.	2 BLOK	4 BLOK	8 BLOK	16 BLOK
	Her daire için farklı sayı	Her daire için 4 kişi	Her daire için 4 kişi	Her daire için 4 kişi	Her daire için 4 kişi	Her daire için 4 kişi
TOPLAM DAİRE SAYISI	12 AD.	12 AD.	25 AD.	50 AD.	100 AD.	200 AD.
KİŞİ SAYISI	37 KİŞİ	48 KİŞİ	100 KİŞİ	200 KİŞİ	400 KİŞİ	800 KİŞİ
ÜRETİLEN GRİ SU MİKTARI	5463 lt/gün	7047 lt/gün	14 681 lt/gün	29 363 lt/gün	58 725 lt/gün	117 450 lt/gün
TÜKETİLEN GRİ SU MİKTARI	3551 lt/gün	3749 lt/gün	4831 lt/gün	9162 lt/gün	18 325 lt/gün	26 650 lt/gün
AYLIK TASARRUF EDİLEN SU FATURASI TUTARI	320 TL	337 TL	435 TL	824 TL	1 649 TL	2 399 TL
AYLIK ELEKTRİK FATURASI TUTARI	287,6 TL	287,6 TL	287,6 TL	287,6 TL	287,6 TL	287,6 TL
DAİRE BAŞINA DÜŞEN YATIRIM MALİYETİ	600 EUR	600 EUR	500 EUR	400 EUR	300 EUR	200 EUR
TOPLAM YATIRIM MALİYETİ	7200 EUR	7200 EUR	12 500 EUR	20 000 EUR	30 000 EUR	40 000 EUR
AMORTİSMAN SÜRESİ	46,9 YIL	30,6 YIL	17,7 YIL	7,7 YIL	4,6 YIL	3,9 YIL

25 adet dairenin bulunduğu toplam 100 kişilik 2 bloktan oluşan konutlarda daire başına düşen yatırım maliyeti ortalama 500 Euro iken, 200 adet dairenin bulunduğu toplam 800 kişilik 16 blokluk toplu konutlar daire başına düşen yatırım maliyeti 200 Euro ya kadar düşmektedir. Aynı şekilde amortisman süreleri 100 kişinin yaşadığı 2 blok için 17,7 yıl, 800 kişinin yaşadığı 16 blok için 3.9 yıl olmaktadır. Bu durumda konutlarda yaşayan kişi sayısı arttığında üretilen ve tüketilen gri su miktarları, ödenen su fatura tutarının yükseldiği ancak daire başına düşen yatırım maliyetleri ve amortisman sürelerinin azaldığı sonucuna varılmaktadır. Gri su geri kazanım sistemlerin tek konut bazında uygulanmasından ziyade 150-200 dairelik konutlarda uygulanması yatırım maliyeti ve amortisman süresinin düşük olması açısından daha avantajlı olmaktadır. Su geri kazanım sistemlerinin haricinde konutlarda su tasarrufunun sağlanması için ilk olarak su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi ve toplumun her seviyesinde farkında olma, bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Daha sonra ki adımlar ise, su kayıp ve kaçaklarının kontrolünü sağlayarak iletim hatlarının ve dağıtım şebekelerinin düzenli bakımlarının onarım ve tamirlerinin yapılmasıdır.

Mevcut konutlarda ki çok su tüketimine neden olan eski tip vitrikiye ve armatürlerin % 50 ye kadar su tasarrufu sağlayan yeni ürünlerle değişimi yapılmalıdır. Özlem apartmanında kullanılan 6lt'lik rezervuarların yerine çift kademeli rezervuarla veya tercihe göre akıllı klozetler, eski tip muslukların yerine kademeli veya sensörlü musluklar, duş başlıklarında değişerek düşük debili olanlar tercih edilmelidir. Ayrıca banyolarda termostatik bataryaların kullanılması ve eski tip banyo küvetleri yerine yeni nesil alçak formlu sığ uzanma alanları olan küvetler ya da duş tekneleri kullanılmalıdır.

6. SONUÇ

Toplumsal refahın sağlanması, günlük hayatın sürdürülebilir şekilde devamlılığının sağlanması için su kaynaklarının miktar ve kalite açısından yeterli seviyede olması vazgeçilmedir. Su kaynakları; hızlı kentleşme ve nüfus artışı nedeniyle yerleşmelerin artması ve buna bağlı olarak da binalarda su tüketiminin artması bu sürecin doğal bir sonucudur. Aynı zamanda tüketim hızı ve iklim değişikliği etkileri ile baskı altında olduğu için bu olumsuz etkileri azaltmanın en etkin yolu bir taraftan kullanılabilir su potansiyelinin kirlilik önleme, teknolojik araçlarla ve tasarruf yöntemleriyle artırılması, diğer taraftan da özellikle konutlarda talebi düşürücü politikalara ağırlık verilmesi olacaktır. Bu nedenlerle, arıtılmış atık suların geri kazanımı, suyun kayıt dışı kullanımı ve içme suyu kayıp kaçaklarının önlenmesi, gri suyun yeniden kullanımı ve yağmur suyu yönetimi uygulamaları bu tez çalışması kapsamında incelenmiştir. Konutlarda su korunumunun önemini vurgulamak ve su korunumu stratejileri konusunda tasarımcılar, kullanıcılar için bir rehber oluşturmak ve suyun konut içinde ki sürdürülebilir tasarımını incelemek amacıyla; Kırklareli'nde 1995 yılında inşa edilmiş ve halen kullanılmakta olan özlem apartmanı üzerinden bir öneri yapılmıştır. Konut aracılığıyla mimarlar, kullanıcılarını birçok eylemine bu şekilde müdahale etmektedir. Dolayısıyla konut, çevreye önem vermenin ve çevresel krizin çözümüne bir katkıda bulunmaya başlamanın hem mimar açısından hem de kullanıcılar açısından odak noktası gibidir.

Tez çalışması sonucunda oluşturulmuş olan çözüm önerileri aşağıda maddeler halinde anlatılmaktadır.

*Türkiye’de su potansiyeli, yağış ve nüfus dağılımlarının incelenmesi sonucunda, su sıkıntısının yaşanma oranına göre bölgelemeler yapılmalıdır.

*Konutlarda su korunumu ve tasarrufunun sağlanabilmesi için; su kayıp-kaçaklarının azaltımı, fiyatlandırma esaslı su talebi yönetimi, su kullanımında bilinçlendirme eğitimleri ülke çapında yerel yönetimler, kurum ve kuruluşların işbirliği ile yapılmalıdır.

*Konutun bulunduğu yer, fonksiyonu, kullanıcı özellikleri, suyun özellikleri, arıtma sistemlerinin özellikleri ve su korunumuna ilişkin yasa ve yönetmelikler oluşturularak konutların su tüketim miktarları belirlenmelidir.

* Yasal düzenlemeler, var olan konutlar ve yeni yapılacak olan konutlar için iki farklı yönetmelik şeklinde düzenlenmelidir. Mevcut konutlarda yapılacak tadilatlar ile konutların su tasarruf imkânlarının artırılması sağlanmalıdır.

*Konutlarda su tüketiminin azaltılması için yeni binalarda, su tasarrufu sağlayan bu ürünlerin kullanımının zorunlu olması, mevcut binalarda ise eski vitrireye ve armatürlerin, su tasarruflu ürünler ile belli bir süre içerisinde değiştirilmesi için yönetmelikler hazırlanması gerekmektedir.

*Gri suyun kullanımı, su tüketim miktarları ve birim su fiyatları fazla olan büyükşehirlerdeki konutlar için avantajlı olan bir uygulamadır. Bu nedenle; Gri suyun ve yağmur suyunun yeniden kullanılması, özellikle yeni yapılacak toplu konut projelerinde ve sanayi tesislerinde yaygınlaştırılmalıdır.

*Türkiye'ye ait yeşil bina değerlendirme sistemlerine ilişkin uygulanan bir çalışma bulunmamaktadır. Diğer ülkelerin değerlendirme sistemlerini kendimize uyarlamaya çalışmak yerine yerel bir sertifika sistemi oluşturularak uygulanabiliyor olmalıdır.

*Oluşturulan sertifika sisteminde yağmur suyu kullanım sistemleri ve gri suyun arıtılarak kullanılması konularında tasarım ve uygulamalara ilişkin standartlara yer verilmelidir.

* Peyzaj sulamasında oldukça yüksek oranda su tüketildiğinden, uygun sulama seçenekleri ya da yağmur suyu, gri suyun arıtılarak peyzaj için kullanılmasına ilişkin kriterlerin oluşturulmalı ve kamusal alanların sulanması içinde yerel kuruluşlar ve belediyeler tarafından kullanımı sağlanmalıdır.

Yukarıda ki maddeler göz önüne alınarak tezden elde edilmiş olan genel sonuçlar;

*Konutlar için su korunum kriterlerinin belirlenerek yaygınlaşmasının sağlanabilmesi için yasal zorunlulukların getirilmesi,

*Kurulacak sistemlerin yatırım maliyetleri ve amortisman sürelerinin düşürülmesi için sistemi oluşturan ekipmanların yerli üretiminin sağlanması ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi ,

*Su geri kazanım sistemleri tek konut bazında uygulanacağı gibi büyük çaplı yaşam alanları oluşturan Toki gibi kuruluşların bundan sonraki çalışmalarında bu sistemleri kullanması için teşvik edilmesi,

*Tüm bu uygulamaların, yaygınlaştırılması için vergi indirimleri, finansal katkılar ile devlet desteğinin sağlanması, gibi konuların ele alınıp değerlendirilmesi önerilmektedir. Faydalı teknolojik gelişmeler, kaynakları daha az tüketmek ya da çevresel kirliliği azaltmak adına konutlara adapte edilerek geliştirilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Tez çalışmasında değerlendirilen konular ve önerilen yaklaşım; su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve su tasarrufunun sağlanması açısından önem taşımakta olup kaynakları daha az tüketmek ve çevre kirliliğini azaltmak adına gelecek nesillerin yaşanılabilir bir çevrede yaşamaları için bir adım niteliğindedir.

KAYNAKLAR

- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı özel çevre koruma başkanlığı, (2010),
‘Sürdürülebilir Su ve Atıksu Yönetimi İçin Su Tasarrufu Modellerinin Geliştirilmesi Projesi ‘ Ankara
- Ulusoy, Kudred (2007), **‘Küresel Ticaretin Son Hedefi: Su Pazarı’**, Kristal Kitaplar Yayınevi, Ankara
- Özsoy S. (2009) **‘Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi ‘** Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Pamukçu, Konuralp. (2000). **Su Politikası**. Bağlam Yayınları. İstanbul.
- TUSİAD ,(2007) **‘Su Raporu’**: *Ada Strateji*, 1. Baskı ISBN: 978-9944-89-682-5
- TUSİAD (2008) **‘Türkiye de Su Yönetimi Sorunlar ve Önlemler’** Yayın No: T/20008-09/469
- WWAP (World Water Assessment Programme),.(2012) **‘The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk’** Paris, UNESCO.
- Stern, N. (2007) , **‘How climate change will affect people around the world. The Economics of Climate Change: The Stern Review’**,Cambridge, UK, Cambridge University Press, sayfa 65–103.
- National Intelligence Council.(2012). **‘Global Trends 2030: Alternative Worlds 2012’**,ABD. ISBN 978-1-929667-21-5. Erişim: [www.dni.gov/nic/globaltrends] Alındığı tarih (20.11.2014)
- Karakaya.N.,Gönenç.E. **‘Dünya’da ve Türkiye’de Su Tüketimi’** Trakya Üniversitesi, ÇMF, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çorlu/Tekirdağ ve IGEMPortal Ataşehir/İstanbul

2030 Water Resources Group (2009), ‘**Charting our Water Future: Economic frameworks to inform decision-making**’ ,ABD

UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division).(2009). ‘**World Population Prospects: The 2008 Revision, Highlights, Working Paper**’ No. ESA/P/WP.210. New York, UN.

UNESCO. (1999). ‘**Summary of the Monograph “World Water Resources at the beginning of the 21st Century”**’. IHP UNESCO.

Food and Agriculture Organisation (FAO) AQUASTAT. (2013).

Erişim:[<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>]

Alındığı tarih (14.12.2014)

World Resources (2000-2001) ‘**People And Ecosystem**’ World Resources Institute Washington, D.C. U.S.A 2000

WWAP (World Water Assessment Programme), (2003). **United Nations World Water Development Report 3: Water for people, water for life**. Paris/London, UNESCO Publishing/ Earthscan.

Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z. (2010)a. ‘**Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi**’, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 67-74.

Gleick, P., Cooley, H., Cohen, M.J., Morikawa, M., Morrison, J. ve Palaniappan, M. (2011). ‘**The World’s Water Vol.7: The Biennial Report on Freshwater Resources**’, Pacific Institute Washington DC, ABD: Island Press.

Muluk, Ç.B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan M.A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G.,Zeydanlı, U. (2013). ‘**Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif**’. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.

UNESCO. (2000). '**Water Use in the World: Present Situation/Future Needs**'
Erişim:<http://webworld.unesco.org/water/ihp/publications/waterway/webpc/pag16.html>
Alındığı tarih (25.12.2014)

DSİ. (2009). '**Turkey Water Report**', Ankara.
Erişim: [http://www.dsi.gov.tr/english/pdf_files/TurkeyWaterReport.pdf]
Alındığı tarih (27.12.2014)

Filibeli, A.(1999) '**İçme Suyu Koruma Havzası'nın Kirlenmeye Karşı Korunması**', Su Kirliliği Kontrolü Dergisi Cilt 9 Sayı 2.

DSİ (2009). '**Su ve DSİ**'. Ankara, DSİ Yayınları.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.(2011), '**Türkiye Çevre Durum Raporu**'. Ankara.

TÜİK. (2012). Erişim:(<http://www.tuik.gov.tr/Start.do>) Alındığı tarih (05.02.2014)

TÜİK. (2010). Erişim :(http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019)
Alındığı tarih (12.03.2014)

IDRC, (1991). '**International Development Center Reports**', 1991, Canada.
Erişim :<http://idrinfo.idrc.ca/Archive/ReportsINTRA/pdfs/v19n3e/108987.pdf>,
Alındığı tarih (17.01.2015)

FogQuest, (2007). FogQuest Vakfı, Erişim: <http://www.fogquest.org>,
Alındığı tarih (22.04.2015)

Air2Water, (2007). Erişim : <http://www.air2water.net>, Alındığı tarih (24.04.2015)

American Technion Society, (2007).). Erişim: <http://www.ats.org/index.php>
Alındığı tarih (02.04.2015)

Şahih,N.:(2010) ‘ **Binalarda Su Korunumu**’ Yüksek lisans tezi Yıldız Teknik Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü ,İstanbul

Babuçcu,F.Çağlar, S.(2009); Balıkesir Belediyesi İçme-Kullanma Suyu Temini Amaçlı ‘**Deniz Suyundan Ters Ozmoz Yöntemi İle Arıtma Tesisi Projelendirme Ve Yapımı**’ Membran Teknolojileri Uygulama Sempozyumu, 2-3 Kasım, Balıkesir.

Terence, Mc.Ghee, (1991). ‘**Water Supply and Sewerage**’ Mc Graw Hill Inc.6th Edition. Highstown N J.

Çepel, N. ve Ergün, C.(2006). ‘**Küresel Isınma-Temel Çevre Sorunları**’, Tema Vakfı, www.tema.org.tr/tr/cevre_kutup.../kuresel_isinma/pdf/KureselIsinma.pdf.

Postel, S.(2000). ‘**Son Vaha, Su sıkıntısıyla karşı karşıya**’, Tubitak - Tema Vakfı Yayınları ,İstanbul

Karahan, A.(2009)’ **Gri Suyun Değerlendirilmesi**’, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Koski,(2011) ‘**Hayatın Her Noktasında Su Ve Enerji Verimliliği** ‘ Konya Büyükşehir Belediyesi Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü

Alphan, A. (1985)’ **Yapıda Sağlık Donatımı**’, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, Gümüşsuyu ,İstanbul

Deniz,V., Bostancı,Ö.,Salur,A. (2012) ‘**Binalarda Su Tasarrufu Ve Hiyen**’ ISBN: 978 605 634 10 01 ,Ekim ,İstanbul

Wach, F.G (2006) ‘**Water Saving Devices at Households: Saving tap water by simple appliances and installations without losing sanitary comfort**’, Weiter Bildung, University of Hanover.

WHO (World Health Organization), (2000) ‘ **Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report**’. New York: World Health Organization and United Nations Children’s Fund.

Belir B.B, Allar D. (2007) ‘**Ekosan: Ekolojik Eysel Atıksu Yönetimi**’ itü dergisi /e su kirlenmesi kontrolü cilt:17 Sayı :3 Kasım ,İstanbul

Höglund, C. (2001). ‘**Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated urine**’, Doktora Tezi, Royal Institute of Technology, Biyoteknoloji Bölümü, İsveç.

WHO Guidelines, (2006). ‘**Excreta And Greywater Use İn Agriculture**’, The Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, **IV**, İsviçre.

Karahan,A;(2009) ‘**Gri Suyun Değerlendirilmesi**’ IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi seminer bildirisi ,İstanbul

Nolde, (1995) and Bullermann et. al. (2001)

Ludwig ,A.(2007) ‘**Create An Asis With Grey Water**’ ISBN:09643439-8 Santa Barbara September, 2007

(Commonwealth of Australia (2005) Alındığı tarih (13.03.2015)
Erişim: <http://www.sswm.info/content/wastewater-reuse-home>

U.S. Environmental Protection Agency (1995). ‘ **Manual of İndividual Water Supply Systems**’, U.S. EPA, Washington,DC

SenStadt,(2003) Erişim:(<http://www.suvecevre.com/?pid=23789>)
Alındığı tarih (18.05.2015)

DIN 19650, (1999) (Alman İçilebilir Ve Kullanım Suyu Standartları)

Aktif Grup Çalışmaları 2009/1,(2009)Darulacaze ,İstanbul

Erişim:(http://www.inepo.com/db/upload_medya_yayin/Gri%20su,%20Geri%20Kazan%C4%B1m%20sistemini.pdf) Alındığı tarih (18.05.2015)

(Disinfection of greywater, 2007)

Erişim : <http://core.ac.uk/download/pdf/138486.pdf> Alındığı tarih (10.04.2015)

Heaney, James P.and Wayne C.Huber,(1984), ‘**Nationwide Assessment of Urban Runoff Impact on Receiving Water Quality,Water Resources**’ Bulletin vol.20, no.1,pp.35-42

Fbr Information Sheet,(2005) ‘**Greywater Recycling Planning Fundamentals And Operation Information**’ ABD

‘Erişim:http://www.fbr.de/fileadmin/user_upload/files/Englische_Seite/Greywater_Recycling_Introduction.pdf Alındığı tarih (10.04.2015)

DIN EN (1717) Alman ‘Su tesisatındaki içme suyunu kirlenmeye karşı koruma ve geri akıştan oluşan kirlenmeyi önleme tertibatlarının genel özelliklerini kapsayan standartlar İngilizce basım.

Melby, P.,(2002). Regenerative Design Techniques: Practical Applications in Landscape Design, John Willey & Sons, New York.

Alpaslan, N.,Tanık, A., Dölgen, D.; (2008); ‘‘**Türkiye’de Su Yönetimi Sorunlar ve Öneriler**’’ *TÜSİAD* Yayın No: T/2008-09/469.

IKZ Haustechnik, (2009) sayı: 5, Mart (2009)

Enerji Ekonomisi; (2005); Kasım; Isısan Çalışmaları No:351, Isısan Yayınları.

Jetsgroup (2009) Erişim : <http://www.sswm.info/content/vacuum-toilet>

Alındığı tarih (03.05.2015)

Yeang, Ken (2012), ‘**Ekolojik Tasarım Rehberi**’, Yem Kitabevi, Nisan ,İstanbul

Imatez.M.A (2013) ‘**Water Conservation, Practices Challenges And Future Implications**, ISBN: 978-1-62948-025-1 Newyork U.S.A

Vickers, A. (2001)’ **Handbook of Water Use and Conservation**’, Water Plow Press, Amherst,Massachusetts.

Reed.R ,Bilos.A,Wilkinson.S, Schulte.K, (2009)’ **İnternational Comparison Of Sustainable Rating Tools**’ vol:1 no:1 -2009

AB Komisyonu, (2007), Avrupa birliğindeki su kıtlığı ve kuraklık sorunları üzerine Avrupa Parlementosu ve Konseyine Komisyonun Bildirisi

Kırklareli Yıllığı (2000), Mega basım yayın san.tic.aş. Kırklareli yıllığı

İNTERNET KAYNAKLARI

[1]. <http://ga.water.usgs.gov> kaynakları kullanılarak üretilmiştir. (18.11.2014)

[2]. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (18.11.2014)

[3]. <http://www.fogquest.org/Projects/nepal/index.shtml> (20.11.2014)

[4]. <http://www.inhabitat.com/2007/04/16/watair-turning-air-into-water/>(20.11.2014)

[5]. <http://www.limitsizenerji.com/cevre/yesil-yasam/927-gri-su-geri-kazanim-sistemi> (22.11.2014)

[6]. <http://www.yesilbilgi.org/gri-su-artik-gri-degil.aspx> (22.11.2014)

[7]. <http://www.aktifcevre.com.tr/files/2015/01/gri-su-geri-kazanim.pdf> (05.01.2015)

[8].<http://www.aktifcevre.com.tr/files/2015/01/yagmur-suyu-toplama-sistemleri.pdf> (05.01.2015)

[9]. http://www.stormsaver.com/write/RWH_call_out.png (06.01.2015)

[10]. <http://www.foodgarage.ca/> (06.01.2015)

[11].<http://www.irelandwastewater.ie/our-products/domestic/domestic-rainwater-harvesting-systems/> (10.04.2015).

- [12]. <http://raincatchers.ie/rain-harvesting-systems/> (16.01.2015)
- [13]. <http://www.stormsaver.com/Below-Ground-Rainwater-Harvesting> (16.01.2015)
- [14]. <http://www.bluegranola.com/tag/rainwater-harvesting> (20.03.2015)
- [15]. <http://www.evinsaat.com/yazi/sifonik-yagmur-suyu-toplama-ve-drenaj-sistemleri> (20.03.2015)
- [16]. <http://www.rh2o.com/rainwater>. (18.01.2015)
- [17]. <http://library.state.or.us/repository/2009/200902121225234/index.pdf> (22.03.2015)
- [18]. http://www.radford.edu/content/sustainability/home.html/Publications/Rainwater_Manual (22.03.2015)
- [19]. http://www.renewingroots.com/?page_id=162 (11.04.2015).
- [20]. <http://petro-kim.com.tr/default.aspx?action=urunler&urunAD=Kullanim-Alanlari> (11.04.2015).
- [21]. <http://www.watersavingecoproduct.org/Upload/Pdf/YAPILARDASUTASSARUFU.pdf> (14.04.2015).
- [22]. http://cancanseramik.com/katalog/Bocchi_Casette_2013.pdf (14.04.2015).
- [23]. http://www.serfed.com/content_files/dergi/Binalarda_Su_Tasarrufu/Binalarda_Su_Tasarrufu_ve_Hijyen_Kitabi.pdf (09.02.2015)
- [24]. <http://alnal.net/portfolio-items/vakum-tuvalet/> (18.04.2015)
- [25]. <http://www.sswm.info/content/vacuum-toilet> (18.04.2015)
- [26]. <http://home.howstuffworks.com/green-living/composting-toilet1.htm> (18.04.2015)
- [27]. <http://www.composttoilet.be/BioletWerking.htm> (18.04.2015)
- [28]. http://www.rotagrup.com.tr/akilli_klozet_sistemleri.pdf (25.04.2015)
- [29]. <http://www.buildingservicesindex.co.uk/entry/36210/Cisterniser/Direct-Flush-infrared-sensor-controlled-urinal-valve/> (25.04.2015)

- [30]. http://www.vitra.com.tr/armaturler_aksesuarlar/armaturler/lavabo_bataryalari (26.04.2015)
- [31]. http://www.vitra.com.tr/armaturler_aksesuarlar/armaturler/termostatik_bataryalar (26.04.2015)
- [32]. http://www.vitra.com.tr/hakkimizda/surdurulebilir_%C4%B1novasyon/surdurulabilirlik (26.04.2015)
- [33]. <http://www.plantdergisi.com/haberler.html?s=41&ss=48> (28.04.2015)
- [34]. <http://rainsavers.ie/data/documents/rainsavers=20guide=20to=20bs=208515.pdf> (28.04.2015)
- [35]. http://www.harvesth2o.com/rainwater_harvesting_UK.shtml (28.04.2015)
- [36]. <http://www.yesilaski.com/yesil-bina-degerlendirme-sistemleri.html> (28.04.2015)
- [37]. <http://www.arkitera.com/haber/12984/yesil-bina-etutleri> (08.05.2015)
- [38]. <http://kirklareli.gov.tr/genel.aspx> (16.05.2015)
- [39]. <http://www.kirklarelitso.org.tr/kirklarelinin-cografi-yapisi/> (16.05.2015)
- [40]. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler/istatistik.aspx?m=KIRKLARELI> (16.05.2015)
- [41]. http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Kirklareli_icdr2012.pdf (18.05.2015)
- [42]. <http://krh.kirklareli.bel.tr:3142/EXEC> (16.05.2015)
- [43]. <http://www.kirklareli.bel.tr/external/file/2014%20Yili%20Kirklareli%20Belediyesi%20Su%20Ucretleri%20Tarifesi.pdf> (16.05.2015)
- [44]. <http://www.tredas.com.tr/Sayfalar/Tredas.aspx> (20.05.2015)
- [45]. http://www.inepo.com/db/upload_medya_yayin/Gri%20su,%20Geri%20Kazan%C4%B1m%20sistemini.pdf (20.05.2015)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: GÖZDE BUÇAK

Doğum tarihi: 06.06.1991

Doğum yeri: Kırklareli

Lise: 2005-2009 Kırklareli Anadolu Lisesi

Lisans: 2009-2013 Maltepe Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans: 2013-2015 Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı