T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ KAPSAMINDA SUYUN ETKİN KULLANIM STRATEJİLERİNİN TÜRKİYE VE AMERİKA ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ

NİLAY DELİBAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: YRD. DOÇ. DR. PINAR KISA OVALI

EDİRNE-2017

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat YURTCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. H. Burcu ÖZGÜVEN
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Pınar KISA OVALI
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Mimarlık Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Yrd. Doç. Dr. Pınar KISA OVALI	
Yrd. Doç. Dr. Damla ATİK	
Yrd. Doç. Dr. Gökhan UMAROĞULLARI	

Tarih: 16/06/2017

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

16/06/2017

Nilay DELİBAŞ



Yüksek Lisans Tezi

Sürdürülebilir Mimari Kapsamında Suyun Etkin Kullanım Stratejilerinin Türkiye ve Amerika Örnekleri Üzerinde Karşılaştırmalı İncelenmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

ÖZET

Artan su tüketimi, günümüzde su kullanımında yaşanan tehlikelerin çoğalmasına neden olmuştur. Su kaynaklarının korunması ve bu noktada alınması gereken önlemler, çağımızın en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Çalışmanın amacı; sürdürülebilir mimari kapsamında Amerika'da ve Türkiye'de su tüketimi için alınması gereken önlemler ve suyun etkin kullanımının uygulandığı örnekler üzerinden sağlanan yararların incelenmesidir. Bu çalışmada, örnek yapılar fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkelerden biri olan Türkiye ile su kıtlığı az olan ve fiziksel su kıtlığına yaklaşan bölgelere sahip Amerika'dan seçilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde; çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmaktadır. İkinci bölümde; Dünya'da, Türkiye'de ve Amerika'daki su potansiyelleri ve tüketimi hakkında bilgi verilmektedir. Üçüncü bölümde; sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir mimarinin tanımı yapılmakta, sürdürülebilir mimarinin gerçekleştirilebilmesi için uygulanan ilke ve stratejilerden söz edilmektedir. Dördüncü bölümde; suyun etkin kullanımının sağlanabilmesi için kullanılan yöntemler; yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu ile sertifikasyon sistemleri açıklanmaktadır. Beşinci bölümde; Türkiye ve Amerika'dan seçilen farklı konulu (konut, ofis, eğitim, spor vb.) örnek yapı grupları üzerinde, suyun etkin kullanım stratejileri incelenmektir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise, incelenen örnekler üzerinden elde edilen bulgu ve veriler karşılaştırılarak, değerlendirilmektedir.

Yıl : 2017

Sayfa Sayısı : 105

Anahtar Kelimeler : Sürdürülebilir mimari, Suyun etkin kullanımı, Türkiye, Amerika

Master's Thesis

Comparative Examination Strategies of Effective Water Usage Within The Scope of Sustainable Architecture on The Examples of Turkey and America

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Architecture

ABSTRACT

Increasing water consumption led to increasing dangers which exist nowadays. Preserving water resources and taking measures at the same time is one of the important problem in this age. Aim of this study, within the scope of sustainable architecture it is investigated must be taken for water consumption in Turkey and America and benefits which is provided from examples of effective usage water. In this study, samples structures were selected from Turkey where is one of the few countries that come near to physical water scarcity and it is selected from some regions of America less of water scarcity and come near to physical water scarcity.

In the first part of the study, it is explained knowledge about aim, scope and method of the study. In the second part of the study, information about water potentials and consumption in the World, Turkey and America are given. In the third part of the study, it is defined of sustainability and sustainable architecture and also it is referred to apply of principles and strategies to realise sustainable architecture. . In the fourth part of the study, is explained under headings which are system of certificate and the methods for effective usage; rain water harvesting, water-smart landscaping, water recycling and reuse, reduction of consumption and resource conservation. In the fifth part of the study, on the sample buildings which have different style (residential, office, education, sports etc.), it is compared strategies of effective usage water. At the end of the study, it is utilized to get finding and data examined through examples.

Year : 2017

Number of Pages : 105

Keywords : Sustainable architecture, Effective use of water, Turkey, America

TEŞEKKÜR

Suyun etkin kullanım stratejilerinin incelendiği "Sürdürülebilir Mimari Kapsamında Suyun Etkin Kullanım Stratejilerinin Türkiye ve Amerika Örnekleri Üzerinden Karşılaştırmalı İncelenmesi" konulu çalışmamda bana yardım ve önerileri ile yön gösteren sayın danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Pınar KISA OVALI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı oluşturma aşamasında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Arif Mısırlı' ya ve aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT ii

TEŞEKKÜR iii

SİMGELER DİZİNİ vi

ŞEKİLLER DİZİNİ vii

TABLOLAR DİZİNİ x

BÖLÜM 1. GİRİŞ 1

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi 2

1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıklar 3

1.3. Çalışmanın Yöntemi 4

BÖLÜM 2. SU POTANSİYELLERİ VE TÜKETİMİ 6

2.1. Dünya'da Su Potansiyeli ve Tüketimi 6

2.2. Türkiye'de Su Potansiyeli ve Tüketimi 10

2.3. Amerika'da Su Potansiyeli ve Tüketimi 15

BÖLÜM 3. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ 19

3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Tanımı 19

3.2. Sürdürülebilir Mimari 21

3.3. İlke ve Stratejiler 22

BÖLÜM 4. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİDE SUYUN ETKİN KULLANIMI 25

4.1. Sürdürülebilir Mimaride Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri 29

4.1.1. Yağmur Suyu Toplama 30

4.1.2. Doğal Peyzaj Uygulamaları 33

4.1.3. Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma 36

4.1.3.1. Siyah Su 36

4.1.3.2. Gri Su 37

4.1.4. Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu 38

4.2. Sertifikasyon Sistemlerinde Suyun Etkin Kullanımı 40

4.2.1. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 42

4.2.2. BREEAM (Building Research Establishment-Environmental Assessment Method) 44

4.2.3. DGNB (Deuthche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen) 45
BÖLÜM 5. SUYUN ETKİN KULLANIMINA YÖNELİK ÖRNEK İNCELEMELERİ 47
5.1. Ulusal Örnek İncelemeleri (Türkiye) 48
5.1.1. Eser Holding Merkez Ofisi 49
5.1.2. Gaziantep Ekolojik Bina 51
5.1.3. Küçükçekmece Belediye Binası 52
5.1.4. İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali 53
5.1.5. Türkiye Müteahhitler Birliği Binası 54
5.1.6. Ytong Çatalca Üretim Tesisi 55
5.1.7. Park Dedeman Levent Hotel 56
5.1.8. Eskişehir Su Sporları Merkezi 57
5.1.9. Piri Reis Üniversitesi Kampüsü 59
5.1.10. Diyarbakır Güneş Evi 60
5.2. Uluslararası Örnek İncelemeleri (Amerika Birleşik Devletleri) 61
5.2.1. Sidwell Friends School 63
5.2.2. Collaborative Life Sciences Building 66
5.2.3. The Edith Green-Wendell Wyatt Federal Building 67
5.2.4. J. Craig Venter Institute 70
5.2.5. Center For Sustainable Landscapes 71
5.2.6. Tassafaronga Village 74
5.2.7. Federal Center South Building 1202 76
5.2.8. Arizona State University Student Health Services 78
5.2.9. The David and Lucile Packard Foundation 80
5.2.10. Watershed 81
BÖLÜM 6. DEĞERLENDİRME 86
BÖLÜM 7. SONUÇ 93
KAYNAKLAR 97
ÖZGEÇMİŞ 105

SİMGELER DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklamalar
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
km^3	Kilometreküp
P	Puan
lt	Litre
KHK	Kanun Hükmünde Kararname
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen

ŞEKİLLER DİZİNİ

BÖLÜM 1

Şekil 1.1. Yöntem analiz ve akış şeması 5

BÖLÜM 2

Şekil 2.1. Su potansiyellerinin kıta ve nüfus yoğunluğuna göre dağılım haritası 7
Şekil 2.2. Dünya küresel, fiziksel ve ekonomik su kıtlığı haritası 8
Şekil 2.3. Havzalarda kişi başına düşen su potansiyeli 10
Şekil 2.4. Türkiye'de su kullanımının sektörel dağılımı 11
Şekil 2.5. Amerika'da suyun sektörel dağılım grafiği 15
Şekil 2.6. Amerika'da yağmur suyu kullanılabilirliği haritası 16
Şekil 2.7. Amerika'da yağmur suyunun peyzaj alanlarında sulama suyu olarak kullanılabilirliği haritası 17
Şekil 2.8. Amerika'da yağmur suyu yönetmelik haritası 17
Şekil 2.9. Amerika'da atık suların geri dönüşümü ve tekrar kullanımı haritası 18

BÖLÜM 3

Şekil 3.1. Çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik 20

BÖLÜM 4

Şekil 4.1. Türkiye'deki başlıca su yapıları 25
Şekil 4.2. Şamran Kanal planı 27
Şekil 4.3. Yerebatan Sarnıcı planı ve iç görünüşü 27
Şekil 4.4. Kayaköy'de yapı-sarnıç ilişkisi 28
Şekil 4.5. Taşlımüsellim suyolları 29
Şekil 4.6. Günlük evsel su tüketim oranları 30
Şekil 4.7. Yer üstü ve yeraltına yerleştirilmiş tank sistemlerinin uygulandığı yağmur suyu toplama sistemi 31
Şekil 4.8. İletim kanalı detayı 32
Şekil 4.9. Dikey yağmur suyu üzerindeki ilk su ayıracı ve oluk süzgeci 32

Şekil 4.10. Yağmur suyu toplama sistemi depolama tank kesiti 33
Şekil 4.11. Doğal malzeme ve suyun kullanıldığı peyzaj uygulamaları 34
Şekil 4.12. Ilıman-Nemli bir iklime sahip bölgede yer alan örnek konut peyzajı 35
Şekil 4.13. Sıcak-Kuru bir iklime sahip bölgede yer alan örnek konut peyzajı 36
Şekil 4.14. Siyah suyun ayrıştırılmasında kullanılan teknikler 37
Şekil 4.15. Standart gri su geri kazanım sisteminin kurulum şeması 38
Şekil 4.16. Sensörlü musluk başlığı kullanımı 39
Şekil 4.17. Suyun tekrar kullanımını sağlayan hibrid sistemler 40

BÖLÜM 5

Şekil 5.1. Türkiye iklim bölgeleri haritası 49
Şekil 5.2. Eser Holding su yönetimi sistemi 50
Şekil 5.3. Tuvaletlerde kullanılan su tasarruflu armatürler ve peyzaj düzenlemesi 51
Şekil 5.4. Gaziantep Ekolojik Bina yeşil çatı uygulaması ve yağmur suyu toplama-arıtma deposu 51
Şekil 5.5. Diyarbakır Güneş Evi biyolojik arıtma tesisi 61
Şekil 5.6. Amerika iklim bölgeleri haritası 62
Şekil 5.7. Sidwell Friends School, eski ve yeni kampüsünden genel görünüş 63
Şekil 5.8. Atık su ve yağmur suyu sistemleri 64
Şekil 5.9. Sidwell Friends School yağmur bahçesi 64
Şekil 5.10. Yağmur bahçesi kesiti 65
Şekil 5.11. Çatı bahçesi ve kademeli bahçeden genel görünüş 65
Şekil 5.12. Su yönetim stratejileri 67
Şekil 5.13. Peyzaj alanları 67
Şekil 5.14. Yapının su yönetim stratejileri 69
Şekil 5.15. Yapının batı cephesine yerleştirilmiş tırmanıcı bitkiler 69
Şekil 5.16. J. Craig Venter Institute su yönetim stratejileri 71
Şekil 5.17. Alan içerisinde yer alan lagün ve yürüyüş yolları 73
Şekil 5.18. Yağmur suyu, yeşil çatı ve atık su arıtma sistemleri 73
Şekil 5.19. Yürüyüş yolları ile cadde arasında yapılan bitkilendirme zonu

	tasarımı	75
Şekil 5.20.	Suyun geçirimli malzeme kullanımı ile toplanması	76
Şekil 5.21.	Yağmur suyunun peyzaj alanlarında kullanımı	76
Şekil 5.22.	Yapının doğu cephesi ve üst görünüşü	77
Şekil 5.23.	Biyolojik gölet tasarım ve filtreleme şeması	78
Şekil 5.24.	Yapının eski ve yenilenmiş görünümleri	78
Şekil 5.25.	Yağmur suyu sistemi ve peyzaj alanları	80
Şekil 5.26.	WaterShed, kat planı ve genel görünüşü	82
Şekil 5.27.	Yağmur suyunun çatıdan toplanması	83
Şekil 5.28.	WaterShed, su yönetim diagramı	84
Şekil 5.29.	Gri suyun dönüşüm şeması	84
Şekil 5.30.	Yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanımı	85
Şekil 5.31.	WaterShed, yeşil çatı ve doğal peyzaj alanları	85

BÖLÜM 6

Şekil 6.1.	İki ülke üzerinde incelenen yağmur suyu toplama yöntemi	90
Şekil 6.2.	İki ülke üzerinde incelenen doğal peyzaj uygulamaları	91
Şekil 6.3.	İki ülke üzerinde incelenen siyah su - gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı	91
Şekil 6.4.	İki ülke üzerinde incelenen tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemi	92

TABLOLAR DİZİNİ

BÖLÜM 2

Tablo 2.1. Kıtaların su kullanım dinamikleri (km^3/yıl) 7

Tablo 2.2. Suyla ilgili başlıca yasal düzenlemeler 13

BÖLÜM 3

Tablo 3.1. Sürdürülebilir mimarlık için geliştirilen ilke, strateji ve yöntemler 23

Tablo 3.2. Suyun korunumu yöntemi 24

BÖLÜM 4

Tablo 4.1. Tarihte su yapıları 26

Tablo 4.2. LEED sertifikasyon sistemleri 42

Tablo 4.3. LEED sertifikasyon sistemleri suyun etkin kullanım stratejisi ve puanlama sistemi 44

BÖLÜM 5

Tablo 5.1. Eser Holding merkez ofisi yapı künyesi 50

Tablo 5.2. Gaziantep Ekolojik Bina yapı künyesi 52

Tablo 5.3. Küçükçekmece Belediye Binası yapı künyesi 53

Tablo 5.4. İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali yapı künyesi 54

Tablo 5.5. Türkiye Müteahhitler Birliği Binası yapı künyesi 55

Tablo 5.6. Ytong Çatalca Üretim Tesisi yapı künyesi 56

Tablo 5.7. Park Dedeman Levent Hotel yapı künyesi 57

Tablo 5.8. Eskişehir Su Sporları Merkezi yapı künyesi 58

Tablo 5.9. Piri Reis Üniversitesi Kampüs künyesi 59

Tablo 5.10. Diyarbakır Güneş Evi yapı künyesi 60

Tablo 5.11. Sidwell Friends School yapı künyesi 63

Tablo 5.12. Collaborative Life Sciences Building yapı künyesi 66

Tablo 5.13. The Edith Green-Wendell Wyatt Federal Building yapı künyesi 68

Tablo 5.14. J. Craig Venter Institute yapı künyesi 70

Tablo 5.15. Center for Sustainable Landscapes yapı künyesi 72

Tablo 5.16. Tassafaronga Village yapı künyesi 74

Tablo 5.17. Federal Center South Building 1202 yapı künyesi 77
Tablo 5.18. Arizona State University Student Health Services yapı künyesi 79
Tablo 5.19. The David and Lucile Packard Foundation yapı künyesi 81
Tablo 5.20. WaterShed yapı künyesi 82

BÖLÜM 6

Tablo 6.1. Türkiye'den seçilen örnek yapıların değerlendirilmesi 88
Tablo 6.2. Amerika Birleşik Devletleri'nden seçilen örnek yapıların değerlendirilmesi 89

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Su, insanın yaşamını devam ettirebilmesi için en önemli kaynaklar arasında yer almaktadır. İnsanoğlu varlığını sürdürmeye başladığı günden beri su ile etkileşim halindedir. Gerek biyolojik yapısı gerekse fiziksel ihtiyaçları nedeni ile bireyler sudan ayrı bir yaşam sürdüremezler. İlk yerleşik hayata geçilmesinden bu yana, toplumlar yerleşimlerini su kenarları (göl, nehir, dere vb.) çevresine kurmayı tercih etmişlerdir. Su kenarlarını tercih etmelerinin birçok sebebi bulunmaktadır. Bunlar arasında, su kenarlarının coğrafi koşulları nedeni ile yerleşime elverişli olması, tarımın yapılmasını kolaylaştırarak besin üretilmesi, ekonomiye olan katkısı ve savunma amaçlı doğal engeller oluşturması sayılabilir.

Yerleşimlerin gelişmesi ve kentlerin kurulması ile birlikte şehirler suya daha fazla ihtiyaç duymuşlardır. Hayatın her anında ihtiyaç duyulan suyun, kentlerin içine getirilebilmesi için tarihsel süreçte çeşitli yapılar tasarlanmıştır. Su bendi, su yolu, su kemeri, su terazisi, su maksemi, su deposu gibi yapılar ile suyun kent içine getirilmesi ve dağıtımı sağlanmıştır. Mevcut yeraltı sularından faydalanmak üzere "kuyu", suyun herkes tarafından erişebilirliğinin sağlanması için "çeşme, sebil ve selsebil", suyun toplanarak dağıtımının sağlandığı "sarnıç ve havuz" gibi yapılar inşa edilmiştir.

Teknolojik gelişmeler ile birlikte suya olan erişim de kolaylaşmış, ortak kullanım alanlarından yaşam alanlarının içerisine getirilmiştir. Konut veya diğer yapılarda suya olan direk erişim yavaş yavaş su kullanımının artmasına ve suyun düşünülmeden kullanımına neden olmuştur. Bireyler istedikleri her an ulaşabildikleri su kaynaklarının biteceğine ihtimal vermemişlerdir. Yaşanan küresel iklim değişiklikleri, nüfus artışı, hızlı kentleşme, sanayileşme, teknolojik gelişmeler, bilinçsiz tüketim, su kaynaklarının kirletilmesi gibi birçok faktör temiz su kaynaklarının azalmasına sebep olmuştur. Alınmayan her önlem, düşünülmeden atılan her adım, insanların kendilerini gelecekte yaşayacakları su sorunlarına yaklaştırmaktadır.

Yapılan araştırmalara göre, günümüzde dünya genelinde su kıtlığı yaşayan birçok ülke bulunmakta ve yakın gelecekte sayılarının artacağı düşünülmektedir. Buna paralel olarak, su kaynaklarında yaşanan azalmalar, gelecekte savaşların su yüzünden çıkacağı

kanısını gündeme getirmektedir. Böylesi bir durumun yaşanmaması ve toplumların suya erişebilirliğinin devam etmesi için her birey kendi sorumluluğunu yerine getirmelidir. Ayrıca, bireysel önlemlerin yanı sıra kitlesel önlem ve tedbirler geliştirilerek, uygulanmalıdır.

Su potansiyellerinin çoğaltılamayacağı dikkate alındığında, var olan su potansiyellerinin etkin kullanımı sağlanarak, gelecek nesillere aktarılması önemle vurgulanmaktadır. Bu noktada su kaynaklarının etkin kullanım stratejisi ise şöyle açıklanabilir; "Çevresel, sosyal ve ekonomik kriterler (hedefler, göstergeler) temelinde, suyun israf edilmeden, kalitede kalıcı olumsuz etkilere neden olmayacak biçimde korunarak ve tüm su kullanıcılarına (paydaşlara) hakça tahsis edilecek şekilde kullanımının sağlanabilmesidir" [1].

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Suyun insan yaşamında önemli bir yer tutması nedeni ile kaliteli bir şekilde korunması gerekmektedir. Fakat küresel iklim değişikliği, nüfus artışı, hızlı kentleşme, bilinçsiz tüketim gibi olumsuzluklar, su potansiyelinin azalmasına ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Dünya çapında, su kıtlığı az olan veya olmayan ülkelerin yanı sıra fiziksel su kıtlığı yaşayan, fiziksel su kıtlığına yaklaşan, ekonomik su kıtlığı yaşayan veya su potansiyelleri tahmin edilemeyen birçok ülke bulunmaktadır [2]. Küresel ölçekte su kaynaklarının kirletilmeye devam edildiği sürece, su kıtlığı yaşayan veya su kıtlığına yaklaşan ülke sayısının artacağı açıktır.

Türkiye bu sınıflandırmalar içerisinde fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkelerden biri olarak gösterilmektedir [2]. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı günümüzde 1.500 m^3 olarak belirlenmişken, 2030 yılında bu oranın 1.100 m^3'e düşeceği ifade edilmektedir [1]. Birçok araştırma ve gözlem sonucu elde edilen bu veriler, suyun azalmakta olduğunu bilimsel olarak da kanıtlamaktadır.

Herkesin suya eşit şekilde ulaşma hakkı vardır. Bunun sağlanması için, temiz suyun korunması, doğru kullanılması, kullanıcılarda bu bilincin geliştirilmesi şarttır. Aksi takdirde herkesin suya eşit erişim sağlaması sadece bir temenni olarak kalacaktır. Ayrıca suyun, sadece temel ihtiyaçlarımızı karşıladığımız bir madde olarak görülmesi son derece

yanlıştır. Suyun ekolojik dengenin ve döngünün temel bir parçası olduğu unutulmamalıdır.

Suyun kullanıldıktan sonra kirletilmeden ve korunarak geleceğe aktarılmasının bu denli önemli olduğu günümüzde yapılan bu çalışma, sürdürülebilir mimari kapsamında suyun etkin kullanım stratejilerini oluşturan yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm/yeniden kullanma, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemlerinin örnekler üzerinde incelenerek, oluşturdukları sonuçların ortaya konmasını amaçlamaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıklar

Yapılan tüm tasarımların fikir aşamasında, sürdürülebilir ve etkin kullanım kararlarının alınması kullanıcılara yarar sağlaması ve doğayla uyum yaratılması açısından önemlidir.

Sürdürülebilir mimaride suyun etkin kullanım stratejilerinin araştırıldığı bu çalışmada, su tüketiminin azaltılması ve suyun etkin kullanımının sağlanması amaçlanmaktadır. Sürdürülebilir mimari; kaynak yönetimi ve korunumu, yaşam döngüsü tasarımı ve insan için tasarım ilkelerinden oluşmaktadır. Suyun etkin kullanım stratejisi, kaynak yönetimi ve korunumu ilkesinin alt başlığı kapsamında ele alınmaktadır. Suyun etkin kullanım stratejileri içerisinde yer alan; yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm/yeniden kullanma, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemlerinden oluşmaktadır.

Yapıların tasarım, yapım ve kullanım aşamalarında doğaya olan etkilerini en aza indirgemeye yönelik uygulamalar içeren sertifikasyon sistemleri, sürdürülebilir mimarinin oluşmasını sağlayan etkili yöntemlerden biridir. Çalışma içerisinde sertifikasyon sistemleri hakkında genel bir değerlendirme yapılmakta, Amerika ve Türkiye'de ortak kullanılan LEED, Türkiye'de yaygın kullanılan diğer sertifika sistemleri olması nedeni ile BREEAM ve DGNB açıklanmaktadır. Suyun etkin kullanım yöntemlerinin, bu sertifikasyon sistemleri içerisindeki yerleri detaylı olarak ele alınmaktadır.

Çalışmanın örneklem aşaması, fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkelerden biri olan Türkiye ile fiziksel su kıtlığına yaklaşan ve su kıtlığı az olan bölgeler içeren Amerika Birleşik Devletleri'ndeki uygulama yöntemlerinin karşılaştırmalı incelenmesinden

oluşmaktadır. Örneklerin seçimi, ülkelerin iklim bölge haritaları göz önüne alınarak belirlenmiştir. 5 iklim bölgesinden oluşan Türkiye'de örnekler, sıcak-kuru, sıcak-nemli, ılıman-kuru ve ılıman-nemli iklim bölgelerinden seçilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'nin doğu bölümünü kapsayan soğuk iklim bölgesinde, suyun etkin kullanım stratejilerini içeren ve sertifikasyon sistemine sahip yapı örneği bulunamaması nedeni ile inceleme dışında tutulmuştur. 8 iklim bölgesinden oluşan Amerika'da ise örnekler, okyanus, soğuk, sıcak-kuru ve ılıman-nemli iklim bölgelerinden seçilmiştir. Her iki ülkeden 10 yapı örneği seçilmiştir. Türkiye'de uygulanan suyun etkin kullanım yöntemleri hakkında yeterli teknik bilgi veya şematik/teknik çizim yer almaması nedeni ile bilgi elde edilen örnek sayısı 10 ile sınırlı tutulmuştur. Amerika'da daha fazla örnek olmasına rağmen Türkiye ile karşılaştırma yapılacağından örnek sayısı 10 ile sınırlandırılmıştır.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışma, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari kavramlarının tanımlanması ile başlayarak, insan için tasarım, yaşam döngüsü tasarımı, kaynak yönetimi ve korunumu ilkelerini, kaynak yönetimi ve korunumu ilkesinin alt başlıkları arasında yer alan suyun etkin kullanım strajesini; yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm/yeniden kullanma, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemlerini literatür analizi kapsamında detaylı ele almaktadır.

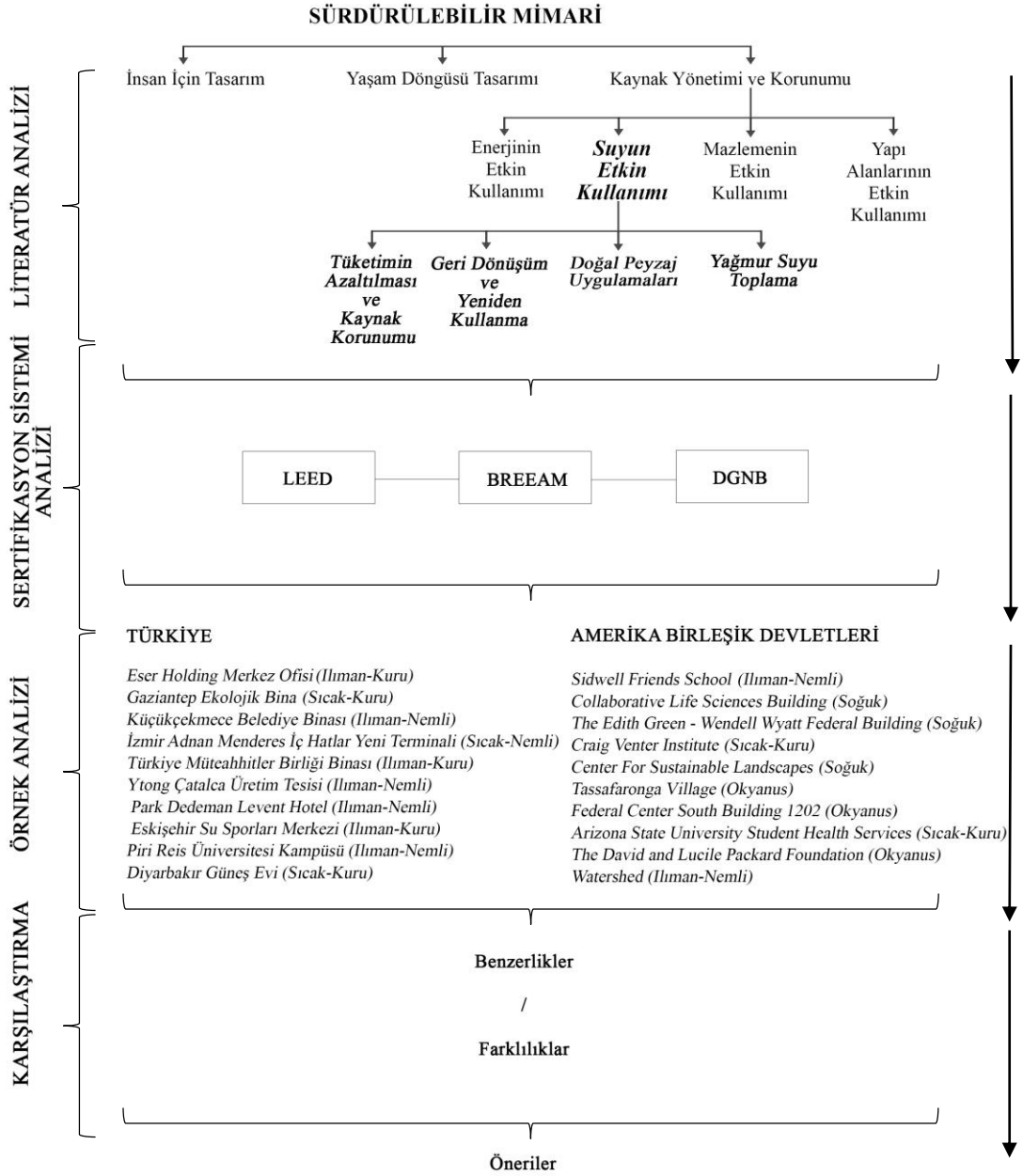
Sürdürülebilir mimarinin uygulanmasını ve denetlenmesini sağlayan sertifikasyon sistemleri literatür analizi devamında ele alınmakta, örnek ülkelerde kullanılan LEED, BREEAM ve DGNB sertifikasyon sistemleri, suyun etkin kullanım stratejilerine ağırlık verilerek analiz edilmektedir.

Çalışmanın örneklem aşamasında, Türkiye ve Amerika'dan seçilen yapılar üzerinde suyun etkin kullanım stratejileri değerlendirilmektedir. Her iki ülkede farklı konulu yapı grupları (konut, ofis, eğitim, spor vb.) incelenmektedir. Örnekler üzerindeki benzerlikler veya farklılıklar tespit edilerek, karşılaştırma yapılmaktadır. Elde edilen bulgu-veriler, fotoğraflar ve şematik çizimler ile desteklenmektedir.

Çalışmanın değerlendirme bölümünde, tüm veriler tablo sistematiği üzerinde ifade edilmektedir. Elde edilen sonuçlar ile grafikler oluşturularak, yüzdesel olarak sayısal veriler ortaya konmaktadır. İncelenen yağmur suyu toplama, doğal peyzaj

uygulamaları, geri dönüşüm/yeniden kullanma, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemleri için farklı grafikler oluşturularak, grafiklerde bu yöntemlerin Türkiye ve Amerika'daki kullanım yüzdeleri gösterilmektedir. Grafiklerde, 10 örnekten her birine %10 değer verilerek, yöntemin tam uygulanması durumunda %100 uygulama yapıldığı kanısı oluşmaktadır. Uygulama yapılamayan örnekler için ise %10 değer düşmesi yapılarak sonuç belirlenmektedir.

Çalışmanın sonuç bölümünde ise, ülkemiz adına suyun etkin kullanımına ilişkin öneriler getirilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Yöntem analiz ve akış şeması

BÖLÜM 2

SU POTANSİYELLERİ VE TÜKETİMİ

2.1. Dünya'da Su Potansiyeli ve Tüketimi

Dünya, 510 milyon km^2'lik yüzey alanına sahiptir. Toplam yüzey alanının %71'lik dilimini oluşturan 361 milyon km^2'si yüzey sularından, %29'luk dilimi oluşturan 149 milyon km^2'lik alan ise kara parçalarından oluşmaktadır [3].

Dünya, dörtte üçünü kapsayan 1 milyar 386 milyon km^3 su potansiyeline sahip olmakla birlikte, dünyada suyun tamamına ulaşım ve kullanım sağlanamamaktadır. Yeryüzü sularının, %2.5'lik kısmı tatlı su olup, %97.5'lik kısmı deniz ve okyanusların oluşturduğu tuzlu sudur. Tatlı suyun %68.7'lik önemli bir kısmını, kutuplarda buzul ya da donmuş toprak tabakası oluşturmaktadır. %29.9'luk kısmı, yeraltı sularını kapsamakta olup, %0.26'lık kısmı ise atmosfer ve yüzey sularından oluşmaktadır [4]. Oranlara bakıldığında tatlı sular içerisinde kullanılabilecek yüzey suları oldukça az miktardadır. Bu da kaynakların kısıtlı olduğunu göstermektedir.

Dünya'daki kıtaların su kullanım dinamikleri incelendiğinde, 1900'lü yılların başında tüketilen su miktarlarına göre her kıtanın farklı oranlarda su tüketiminde artış yaşadığı gözlemlenmektedir (Tablo 2.1). En fazla su tüketiminin Asya kıtasında olduğu görülmekte, Kuzey Amerika ve Avrupa ise su tüketiminin yüksek olduğu diğer kıtalar arasında yer almaktadır.

Kıtalardaki su kaynaklarının nüfus yoğunluğu ile doğru orantılı olmadığı görülmektedir. Su potansiyellerinin kıta ve nüfus yoğunluğuna göre dağılım haritası incelendiğinde, Kuzey ve Orta Amerika, Güney Amerika ile Avustralya ve Okyanusya kıtalarında su potansiyelleri nüfus yoğunluklarından fazlayken, Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarında su potansiyelleri nüfus yoğunluklarına oranla çok daha azdır (Şekil 2.1).

Tablo 2.1. Kıtaların su kullanım dinamikleri (km^3/yıl) [4]

	Geçmiş									Tahmin	
Kıta	**1900**	**1940**	**1950**	**1960**	**1970**	**1980**	**1990**	**1995**	**2000**	**2010**	**2025**
	37.5	96.1	136	226	325	449	482	455	463	535	559
Avrupa	13.8	38.1	50.5	88.9	122	177	198	189	197	234	256
Kuzey	69.6	221	287	410	555	676	653	686	705	744	786
Amerika	29.2	83.8	104	138	181	221	221	237	243	255	269
	40.7	49.2	55.8	89.2	123	166	203	219	235	275	337
Afrika	27.5	32.9	37.8	61.3	87.0	124	150	160	170	191	220
	414	682	843	1.163	1.417	1.742	2.114	2.231	2.357	2.628	3.254
Asya	249	437	540	751	890	1.084	1.315	1.381	1.381	1.593	1.876
Güney	15.1	32.6	49.3	65.6	87.0	117	152	167	182	213	260
Amerika	10.8	22.3	31.7	39.6	51.1	66.7	81.9	89.4	96.0	106	120
	1.60	6.83	10.4	14.5	19.9	23.5	28.5	30.4	32.5	35.7	39.5
Avustralya	0.58	3.30	5.04	7.16	10.3	12.7	16.4	17.5	18.7	20.4	22.3
	***579**	**1.088**	**1.382**	**1.968**	**2.526**	**3.175**	**3.633**	**3.788**	**3.973**	**4.431**	**5.235**
Toplam	**331**	**617**	**768**	**1.086**	**1.341**	**1.686**	**1.982**	**2.074**	**2.182**	**2.399**	**2.764**

*İlk değer su arzını göstermektedir.

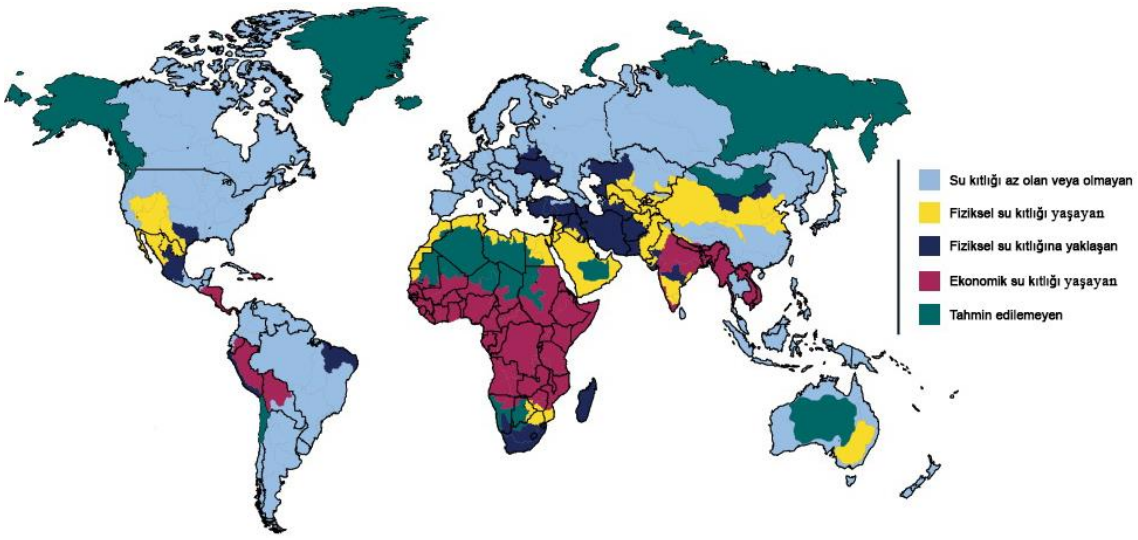


Şekil 2.1. Su potansiyellerinin kıta ve nüfus yoğunluğuna göre dağılım haritası [5]

Dünya küresel, fiziksel ve ekonomik su kıtlığı incelendiğinde ülkeler;

- su kıtlığı az olan veya olmayan,
- fiziksel su kıtlığı yaşayan,
- fiziksel su kıtlığına yaklaşan,
- ekonomik su kıtlığı yaşayan,
- su potansiyelleri tahmin edilemeyen,

olarak beş gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Dünya küresel, fiziksel ve ekonomik su kıtlığı haritası [2]

Kavramların açılımlarına bakıldığında [2];

- Kullanım için bol su kaynağı bulunan ve insan kaynaklı olarak nehirlerden su çekilme oranı %25'den daha az olan ülkeler; *su kıtlığı az olan veya olmayan*,
- Nehir akışlarında tarım, sanayi ve evsel kullanım amaçları ile %75'den daha fazla geri çekilme yaşayan ülkeler; *fiziksel su kıtlığı yaşayan*,
- Nehir akışlarının %60'ından fazlası geri çekilen, yakın gelecekte fiziksel su kıtlığı yaşayacağı düşünülen ülkeler; *fiziksel su kıtlığına yaklaşan*,
- Suyun insan isteklerini karşılamak için yerel olarak mevcut olmasına rağmen insani, kurumsal ve mali sermayenin suya erişimi sınırlandırdığı ülkeler; *ekonomik su kıtlığı yaşayan*,

ülkeler olarak tanımlanmaktadır.

İtalya, Fransa, Almanya, İspanya su kıtlığı az olan veya olmayan; Özbekistan, Tacikistan, Pakistan fiziksel su kıtlığı yaşayan; Türkiye, İran, Irak, Ukrayna fiziksel su kıtlığına yaklaşan; Zaire, Angola, Zambiya, Tanzanya ekonomik su kıtlığı yaşayan; Cezayir, Libya su potansiyelleri tahmin edilemeyen ülkelere örnek oluşturmaktadır. Su kıtlığı az olan veya olmayan, fiziksel su kıtlığı olan ve fiziksel su kıtlığına yaklaşan bölgeler içermesi nedeni ile Amerika Birleşik Devletleri birden fazla özellik barındıran ülkelere örnek gösterilebilir. Ülkenin özellikle güney bölümü fiziksel su kıtlığına

yaklaşan, Meksika ile sınır oluşturan güneybatı bölümü ise fiziksel su kıtlığı yaşayan alanlardır.

Birleşmiş Milletler "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" içerisinde;

- 1990 ile 2015 yılları arasında gelişmiş içme suyu kaynağını kullanan küresel nüfus oranının %76'dan %91'e yükselerek 2.6 milyar kişinin gelişmiş içme suyu kaynaklarından yararlanıp, 663 milyon kişinin hala yoksun olduğunu,
- En az 1.8 milyar insanın küresel olarak, tamamen kirlenmiş bir içme suyu kaynağını kullandığını,
- Su kıtlığının küresel nüfusun %40'ından fazlasını etkilediği ve yükselmesinin öngörüldüğünü,
- İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan atık suyun %80'inden fazlasının kirlilikten arındırılmaksızın nehirlere veya denizlere atıldığını,
- Her gün, önlenmesi mümkün olan su ve ishale bağlı hastalıklardan dolayı yaklaşık 1,000 çocuğun öldüğünü,
- Doğal felaketle ilgili ölümlerin %70'ini sel ve diğer suyla ilgili felaketlerin oluşturduğunu,

belirtilmektedir. Bu koşul ve durumların önlenmesi için 2030 yılına kadar Birleşmiş Milletler;

- Kirliliğin azaltılması, tehlikeli kimyasalların veya malzemelerin deniz ve nehirlere boşaltılmasının önlenmesi,
- Arıtılmamış atık su oranının yarıya indirilmesi, geri dönüşümün önemli ölçüde arttırılması ve küresel olarak yeniden güvenliğin sağlanması yoluyla su kalitesinin iyileştirilmesini,
- Dağlar, ormanlar, sulak alanlar, nehirler, akiferler ve göller de dahil olmak üzere suyla ilgili ekosistemlerin korunmasını,
- Yağmur suyu toplama, atık su arıtma, geri dönüşüm ve yeniden kullanma teknolojileri de dahil olmak üzere su verimliliğinin arttırılarak, su ve sağlık hizmetleri ile ilgili faaliyetler ve programlarda gelişmekte olan ülkelere uluslararası işbirliği ve kapasite geliştirme desteğinin arttırılması gerektiğini,
- Entegre su kaynakları yönetiminin, gerektiğinde sınır aşan işbirliği de dahil olmak üzere her seviyede uygulanmasını,

- Su ve sağlık hizmetleri yönetiminin iyileştirilmesine yerel toplulukların katılımının desteklenmesini,
- Herkes için güvenli ve uygun fiyatlı içme suyuna evrensel ve adil bir şekilde erişilmesini,

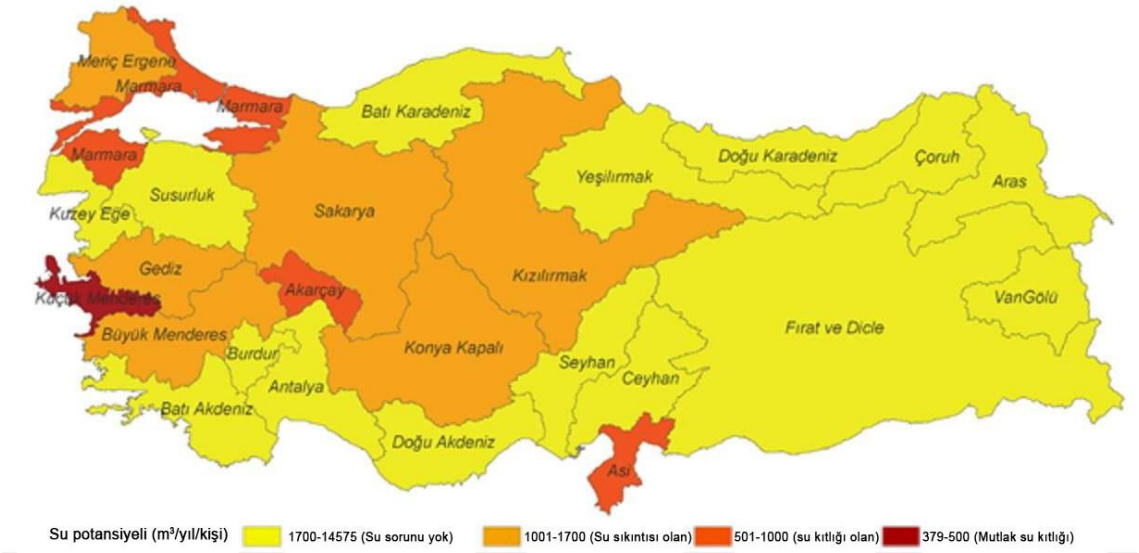
öngörmekte ve uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır [6].

2.2. Türkiye'de Su Potansiyeli ve Tüketimi

Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu'nda; 2014 yılı itibari ile Türkiye, mevcut 501 milyar m^3/yıl su potansiyeline sahip olmakla birlikte, yeraltı suyu beslenmesi, yağış, akış gibi faktörler sebebiyle ülke genelinde 243 milyar m^3/yıl brüt su potansiyeli varlığı kabul edilmektedir. Ancak ekonomik ve teknolojik koşullar sebebi ile kullanılabilir su kaynağı 112 milyar m^3'den yararlanma oranı yaklaşık %39'dur [1].

Ülkemizde, havza potansiyellerinde kişi başına düşen su miktarına bakıldığında (Şekil 2.3), [7];

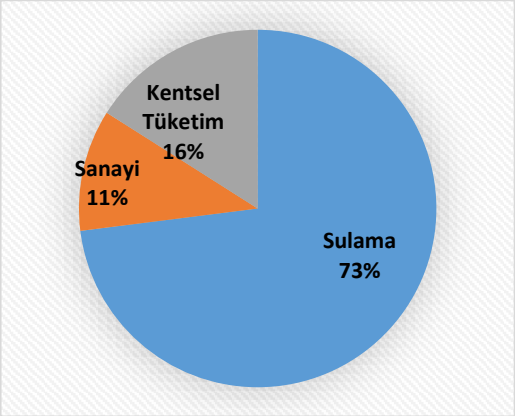
- 14575-1700 m^3: su sorunu olmayan
- 1700-1001 m^3: su sıkıntısı olan
- 1000-501 m^3: su kıtlığı olan
- 500-379 m^3: mutlak su kıtlığı olan bölgeler belirlenmiştir.



Şekil 2.3. Havzalarda kişi başına düşen su potansiyeli [7]

Küçük Menderes havzasının mutlak su kıtlığı olan; Marmara ve Akarçay havzalarının su kıtlığı olan; Meriç Ergene, Sakarya, Gediz, Büyük Menderes, Kızılırmak ve Konya havzalarının su sıkıntısı olan; Kuzey Ege, Susurluk, Batı Karadeniz, Yeşilırmak, Doğu Karadeniz, Çoruh, Aras, Van Gölü, Fırat ve Dicle, Ceyhan, Seyhan, Doğu Akdeniz, Antalya, Burdur ve Batı Akdeniz havzalarının ise su sorunu olmayan havzalar olduğu görülmektedir.

Ülkemizde su kaynaklarının; yaklaşık %73'ü sulama, %11'i sanayi, %16'sı kentsel tüketim için kullanılmaktadır (Şekil 2.4), [1].



Şekil 2.4. Türkiye'de su kullanımının sektörel dağılımı [1'den düzenlenerek]

Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.500 m^3 civarındadır. Bu oran Türkiye'nin fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkeler arasında yer aldığının bir göstergesidir. 2030 yılı öngörülerine göre nüfus yoğunluğu yaklaşık olarak 100 milyona ulaşması tahmin edilen Türkiye'de, kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.100 m^3'e düşeceği tahmin edilmektedir [1].

Ülkemizdeki su yönetimine bakıldığında; çeşitli kamu ve kuruluşların etkili olduğu görülmektedir. Su kaynaklarıyla ilgili olarak, kanunlar, KHK'lar ve yönetmelikler en sık rastlanan yasal düzenlemelerdir. Türkiye'de 100'den fazla kanun, KHK ve yönetmelikte su kullanımı, yönetimi ve tahsisi ile ilgili madde bulunmaktadır [1]. Tarihsel süreçte su yönetimi, 1914 yılında "Umur-u Nafıa Müdüriyet-i Umumiyesi"nin (Bayındırlık İşleri Genel Müdürlüğü) kurulmasıyla başlamaktadır. 1925 yılında "Umur-u Nafıa Müdüriyet-i Umumiyesi"ne bağlı bir "Sular Fen Heyeti Müdürlüğü" kurularak Bursa, Adana, Ankara, Edirne ve İzmir Su İşleri Müdürlükleri kurulmuştur. 1954 yılında ise bu kurum, "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü" olarak hizmet vermeye devam etmiştir [8].

1983 yılında Çevre Kanunu çıkartılmış, 1988 yılında Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kabul edilmiştir. 1991 yılında, 443 sayılı KHK ile Çevre Bakanlığı kurulmuştur. 2003 yılında, Orman ve Çevre Bakanlıkları, Çevre ve Orman Bakanlığı adı altında birleştirilmiş, 2011 yılında, 645 sayılı KHK ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı olarak hizmet vermeye devam etmiştir. 2011 yılında bu bakanlığa bağlı olarak; Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ve Türkiye Su Enstitüsü kurulmuştur. Su yönetimi konusunda birçok kuruluşun bulunması birbiri ile çelişebilen farklı kanun, kanun hükmünde kararname ve yönetmeliklerin uygulanması su yönetiminin etkinliğini zedelemiştir (Tablo 2.2).

Su yönetimi konusunda yaşanan sorunların giderilmesi ve belirli bir merkezde birleştirilmesi amacıyla, tek yetkili merci olarak öngörülen Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından, 2012 yılında "Su Kanunu Tasarısı" taslağı hazırlanmıştır. Taslağın birinci maddesinde yer alan; "Tabii kaynaklar arasında yer alan su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde korunması ve kullanılması, kullanım önceliklerinin belirlenmesi, tahsislerin tek merciden yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple su kaynaklarının havza bazında etüt ve planlamalarının yapılması, kullanım önceliklerinin belirlenmesi, su kaynaklarının iyileştirilmesi ve geliştirilmesine ilişkin düzenlemeler kanunda yer almıştır." ifadesi ile gerekçeler bildirilmektedir. Su Kanunu Tasarısı üzerinde birtakım değişiklikler yapılmış ve 64. Hükümet 2016 Yılı Eylem Planı (İcraatlar ve Reformlar)'nında bir yıl içerisinde gerçekleştirilecek reformlar arasında "Su Kanunu çıkarılacak", "Su yönetimine ilişkin olarak mevzuattaki eksiklik ve belirsizlikleri giderecek; kurumların görev, yetki ve sorumluluklarını netleştirecek, işbirliği ve koordinasyonu sağlayacak Su Kanunu çıkarılması çalışmaları tamamlanacaktır." ifadesi tanımlanarak, Orman ve Su İşleri Bakanlığı eylemden sorumlu kurum ve kuruluş olarak belirtilmiştir. Ancak yürürlüğe giren kanunlar arasında henüz "Su Kanunu" bulunmamaktadır.

Su Kanunu Tasarısı ile ilgili, pozitif yönde değerlendirmelerin yanı sıra "mevcut kullanma anlayışının hakim olduğu, su hakkı adının taslak içerisinde geçmediği, su varlıklarını kullanma değil, koruma eksenli olması gerektiği, suyun kültürel boyutunun yok sayıldığı", "Su için temel bir kanun" değil, "Su Tahsis Kanunu" tasarısı olduğu şeklinde negatif yönde değerlendirilmeler de bulunmaktadır [9, 10].

Tablo 2.2. Suyla İlgili Başlıca Yasal Düzenlemeler [1'den düzenlenerek].

KANUN, KANUN HÜKMÜNDE KARARNAME, YÖNETMELİK	TARİH	SAYI VE MADDE
Köy Kanunu	1924	Sayı 442, Madde 1, 6 ve 13
Sular Hakkında Kanun	1926	Sayı 831
Umumi Hıfzıssıhha Kanunu	1930	Sayı 1593
İller Bankası Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun (mülga) (1933 yıl ve 2301 sayılı Belediyeler Kanunu yerine)	1945	Sayı 4759
Devlet Su İşleri Umum (Genel) Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun	1953	Sayı 6200
Köy İçme Suyu Kanunu	1960	Sayı 7478
Yeraltı Suları Hakkında Kanun	1960	Sayı 167
DSİ'ye Ankara, İstanbul ve Nüfusu 100 000'den Büyük Şehirlere İçme Suyu Temini Yetkisi Veren Kanun	1968	Sayı 1053
İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun	1981	Sayı 2560
Çevre Kanunu	1983	Sayı 2872
Sağlık Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname	1983	Sayı 181
Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun	1985	Sayı 3155, Madde 2/c
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (mülga)	1985	Sayı 3202 (KHGM), Madde 2/d
2872 sayılı Çevre Kanunu değiştiren 3416 sayılı Kanun	1988	Sayı 3416
Kıyı Kanunu	1990	Sayı 3621
Çevre Bakanlığı'nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (mülga)	1991	Sayı 443
Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname	1991	Sayı 441
1380 sayılı (1971) Su Ürünleri Kanunu değiştiren 4950 sayılı Kanun	2003	Sayı 4950
Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun	2003	Sayı 4856
19919 sayılı (1988) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ni (SKKY) değiştiren 25687 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	2004 Değişiklikleri içeren tarihler: 2008, 2010, 2011, 2012	
Belediye Kanunu	2005 (1580 sayılı Belediye Kanunu (mülga), tarih 1930; 5215 sayılı Belediye Kanunu (mülga), 2004	Sayı 5393
3030 sayılı (1984) Kanunun yerine geçen Büyükşehir Belediyesi Kanunu	2004	Sayı 5216
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün (KHGM) Kaldırılması Hakkında Kanun	2005	
İl Özel İdaresi Kanunu	2005	Sayı 5302
1053 sayılı Kanunu'n 10. maddesinin değişmesi neticesinde nüfus kriteri kaldırılarak belediye teşkilatı olan tüm yerleşim yerlerinin içme kullanma ve endüstri suyu ve gerekmesi halinde atık su tesislerinin yapımında DSİ'yi yetkili kılan Kanun	2007	Sayı 5625
Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu	2007	Sayı 5686
Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname	2011	Sayı 644
Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname	2011	Sayı 645
Türkiye Su Enstitüsünün Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname	2011	Sayı 658
Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname	2011	Sayı 662

Ayrıca ilgili kanun, KHK veya yönetmeliklerde yağmur suyunun toplanması, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumunu kapsayan maddelerin ise yer almadığı görülmüştür. "Devlet Planlama Teşkilatı Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, Değerlendirme ve Sonuç" bölümünde "Su tüketiminin azaltılmasının yanı sıra alternatif su kaynaklarına yönelmek gerekebilir. Atık suların arıtılarak yeniden kullanımı, deniz suyunun arıtımı (desalination), yağmur suyu hasadı ve gri suyun kullanımı gibi alternatifler ülkemiz şartları için değerlendirilmelidir." ifadesi kullanılmaktadır.

Suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanılması ile ilgili, Avrupa Birliğine katılım sürecinin yanı sıra artan nüfus, hızlı kentleşme, küresel ve bölgesel düzeydeki gelişmeler doğrultusunda 2006 yılında kabul edilen 5491 sayılı "Çevre Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" geçici 4. maddesi 1. paragrafında; "Atık su arıtma ve evsel nitelikli katı atık bertaraf tesisini kurmamış belediyeler ile halihazırda faaliyette olup, atık su arıtma tesisini kurmamış organize sanayi bölgeleri, diğer sanayi kuruluşları ile yerleşim birimleri, bu tesislerin kurulmasına ilişkin iş temin planlarını bu kanunun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren bir yıl içinde Bakanlığa sunmak ve aşağıda belirtilen sürelerde işletmeye almak zorundadır." hükmü yer almaktadır.

20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği; Birinci Bölüm Madde 1'de belirtildiği gibi "yerleşim birimlerinden kaynaklanan atık suların arıtılması ile ilgili atık su arıtma tesislerinin teknoloji seçimi, tasarım kriterleri, arıtılmış atık suların dezenfeksiyonu, yeniden kullanımı ve derin deniz deşarjı ile arıtma faaliyetleri esnasında ortaya çıkan çamurun bertarafı için kullanılacak temel teknik usul ve uygulamaları düzenlemek amacı ile hazırlanmıştır."

Bu kanun ve tebliğlerden anlaşılacağı üzere, atık suların geri dönüştürülmesi hususunda gerekli tesis ve düzenlemelerin yapılması için yetkili organ olarak belediyeler görevlendirilmiştir. Örneğin; Konya ilinde, 2010 yılında yapılan proje ile atık suların arıtılarak 1.059.500 m^2 kentsel yeşil alan sulaması planlanmıştır. Projenin uygulanmasıyla içme suyu ihtiyacı karşılanabilecek ilave kişi sayısı 13.145 olarak öngörülmüştür. 2016 yılında 3.2 milyon m^2 kentsel yeşil alan sulaması gerçekleştirilmektedir [11].

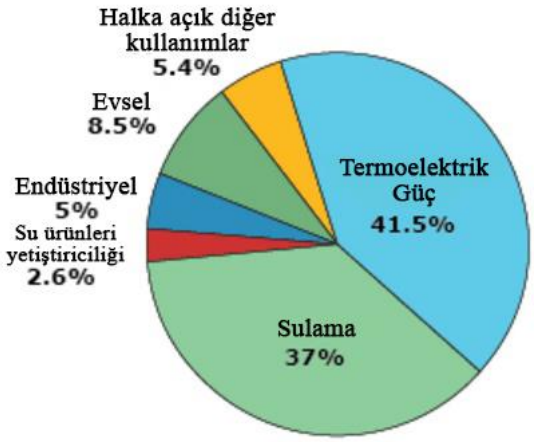
Su kıtlığı yaşanan ülkemizde su kaynaklarının verimli ve etkin bir şekilde kullanılması konusunda sadece belediyelerin değil, merkezi yönetimlerin de çeşitli görevler üstlenmesi gerekmektedir. Yerel ve merkezi yönetimlerin atık suların arıtılarak

kullanımının yaygınlaştırılması ve yağmur suyu kullanımını çeşitli kanunlar ve yönetmelikler ile teşvik etmeleri gerekmektedir.

2.3. Amerika'da Su Potansiyeli ve Tüketimi

Bir Amerikan ailesi, günde ortalama 300 galonun[1] üzerinde su kullanmaktadır ve bu kullanımın yaklaşık %70'i kapalı alanlarda gerçekleşmektedir. Konut dışında su kullanımı bir ailenin su kullanım yüzdesinin %30'unu oluştururken, ülkenin daha kurak alanlarında ve daha yoğun sulamanın yapıldığı geniş peyzaj alanlarında bu oran daha yüksek olabilmektedir [12].

Amerika'da su tüketiminin sektörel dağılımına oransal bazda bakıldığında suyun en fazla termoelektrik güç olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 2.5). Kaynaklarda %37'lik oranın sulama suyu olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Daha sonra evsel tüketim, en fazla kullanım yüzdesine sahip olmakta, halka açık kullanım alanları, endüstriyel ve su ürünleri yetiştiriciliği kullanımları da sektörel dağılımı oluşturan diğer kullanım alanları arasında yer almaktadır.

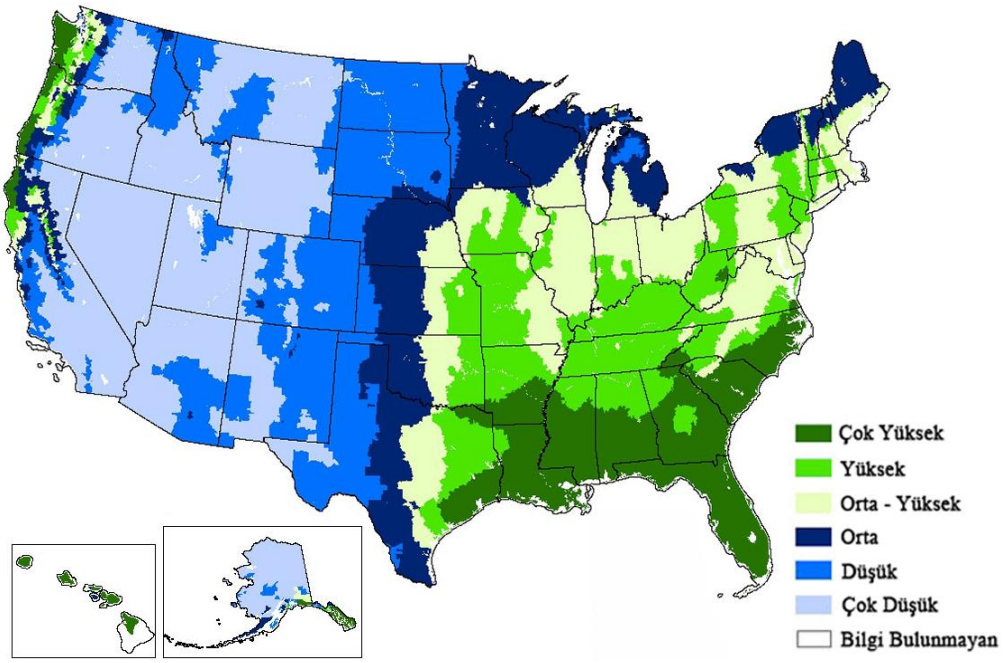


Şekil 2.5. Amerika'da suyun sektörel dağılım grafiği [12]

Dünya küresel, fiziksel ve ekonomik su kıtlığı haritası incelendiğinde Amerika'nın doğu ve batı bölgelerinin su kıtlığı az olan veya olmayan, güneybatı bölgesinde ise fiziksel su kıtlığı ve fiziksel su kıtlığına yaklaşan alanların var olduğu görülmüştür.

[1] 1 Amerikan galonu yaklaşık olarak 3,785 lt olarak ifade edilmektedir.

Amerika'da suyun etkin kullanım yöntemleri olarak yağmur suyunun toplanması ve kullanımı, yağmur suyunun peyzaj alanlarında sulama suyu olarak kullanılması, atık suların geri dönüştürülerek yeniden kullanımı uygulanmaktadır [13]. Yağmur suyunun toplanması ve kullanımı ülkenin doğu bölümünde özellikle güneydoğu kesiminde yüksek oranda gerçekleştirilirken, batı bölümünde kullanım oranı azalmaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Amerika'da yağmur suyu kullanılabilirliği [13]

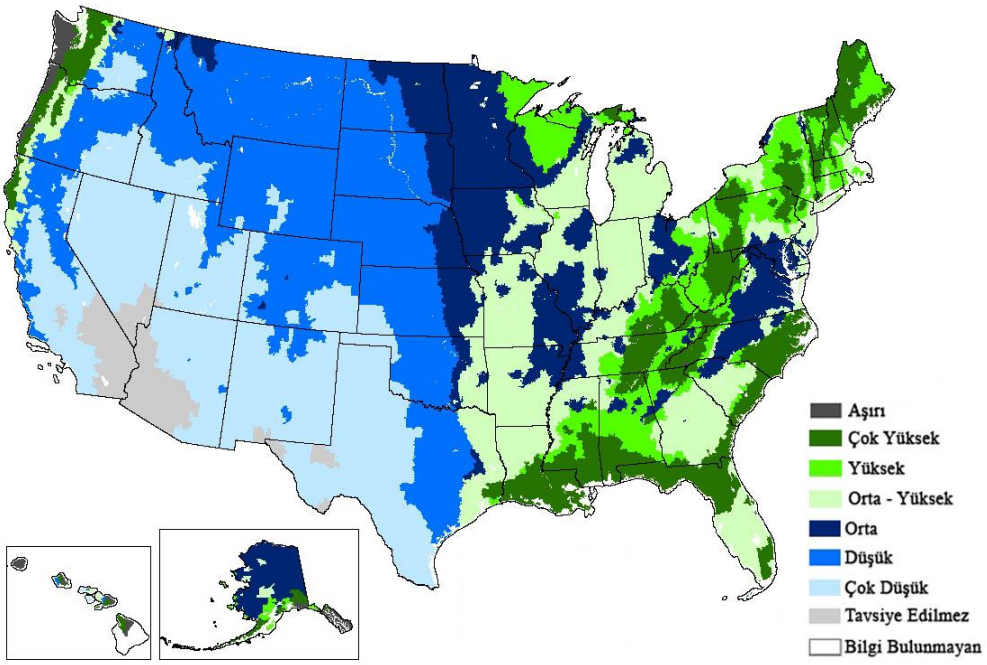
Ülkede yağmur suyunun peyzaj alanlarında sulama suyu olarak kullanım oranının yağmur suyunun toplanması ve kullanımı oranına göre daha az olduğu görülmektedir. Ülkenin doğu ve güneydoğu bölgelerinde kullanımının daha yaygın olduğu belirtilmektedir (Şekil 2.7).

Amerika'da yağmur suyunun toplanması ve tekrar kullanımı birçok yönetmelik, devlet denetimi ve çeşitli teşvikler ile desteklenmektedir. Amerika'da yağmur suyu yönetmelik haritası üzerinde istenilen her hangi bir kent işaretlendiğinde, kent ölçeğinde uygulama, teşvik veya devlet desteği olup olmadığı belirtilmektedir.

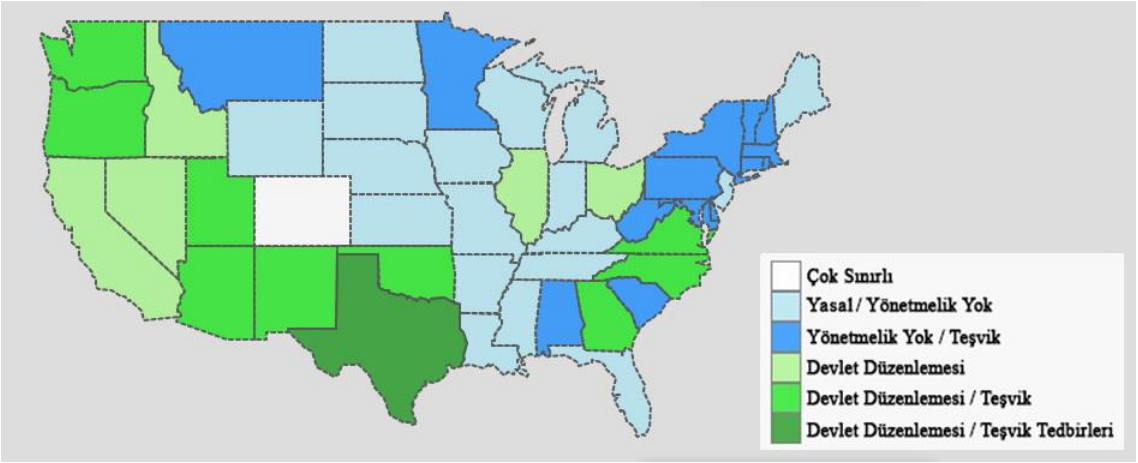
Ülkenin tamamında aynı uygulamalar bulunmamaktadır. Uygulamalar (Şekil 2.8);

- çok sınırlı olan,
- yasal olup yönetmeliğin yer almayan,
- yönetmeliği bulunmayan fakat teşvik içeren,
- devlet denetiminde olan,

- devlet denetiminde aynı zamanda teşvik içeren ve devlet denetimi ile teşvik tedbirlerinin birlikte yer alanlar, olarak gruplamak mümkündür.



Şekil 2.7. Amerika'da yağmur suyunun peyzaj alanlarında sulama suyu olarak kullanılabilirliği [13]

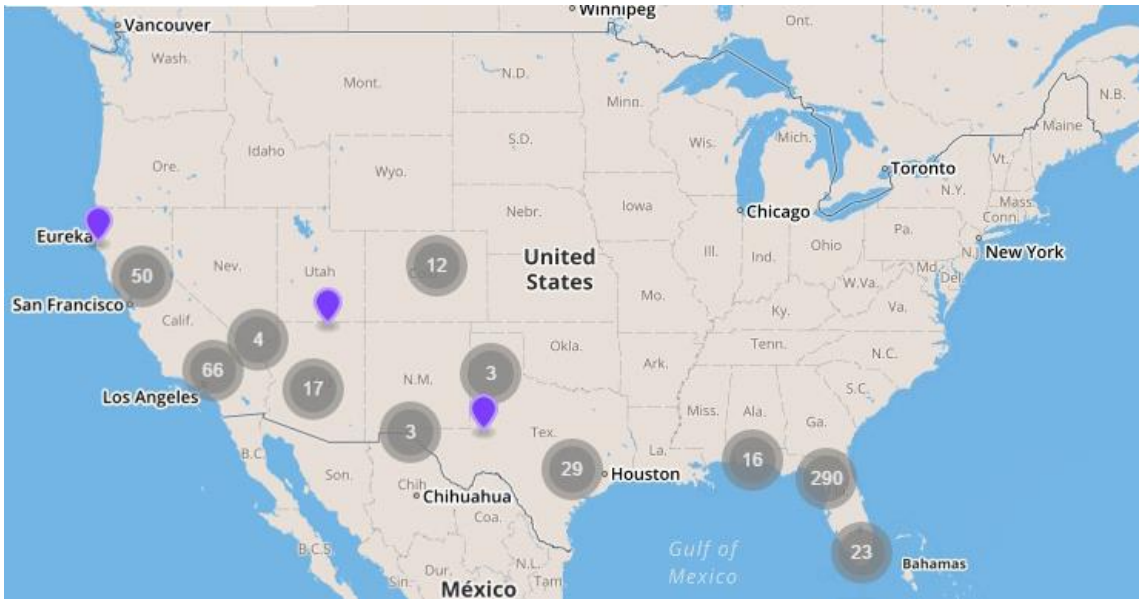


Şekil 2.8. Amerika'da yağmur suyu yönetmelik haritası [13]

Atık suların geri dönüşümü ve tekrar kullanımı ise, yağmur suyu kullanımına oranla daha sınırlı alanlarda uygulanmaktadır. Ülkenin güney bölümünde atık suların geri dönüşümü ve tekrar kullanımının yaygın olduğu gözlemlenmektedir. Harita üzerinde ülke veya kent bazında bu yöntemin uygulandığı yapı sayısını gösterilmektedir. Amerika'da

atık suların geri dönüşümü ve tekrar kullanımı haritasında detaya inildiğinde, her bir yapının harita üzerinde konumunun işaretlendiği, yapının isminin, adresinin ve türünün belirtildiği görülmektedir (Şekil 2.9).

Her iki ülkenin de su potansiyellerine ve tüketimlerine bakıldığında Türkiye'de suyun korunumu ve yönetimi ile ilgili düzenlemelerin az ve yetersiz olduğu, Amerika Birleşik Devletlerinde ise farklı düzenlemelerinin varlığı görülmektedir.



Şekil 2.9. Amerika'da atık suların geri dönüşümü ve tekrar kullanımı haritası [13]

Ülkemizde farklı birçok merciin düzenlediği kanun ve yönetmeliklerde yağmur suyu toplama, tüketimin azaltılması veya geri dönüşüm/yeniden kullanma hakkında herhangi bir ibare, tanım veya önlem bulunmamaktadır. Amerika'da ise bu yöntemlerin her biri ile ilgili farklı haritalar oluşturularak, çeşitli bilgiler sunulmaktadır. Bu noktada, 2030 yılında kişi başına düşen su miktarının azalacağı belirtilen Türkiye için temiz su yönetimi ve korunumu hakkında yönetmelik eksikliklerinin giderilmesi yanında, ölçüm ve haritalama çalışmalarının da yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

BÖLÜM 3

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ

3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Tanımı

Stockholm'de 1972 yılında gerçekleştirilen "İnsan ve Çevre" konferansında ilk defa ele alınan sürdürülebilirlik kavramı, resmi olarak 1987 yılında Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland'ın başkanlığında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından yayımlanan "Brundtland Raporu" (Ortak Geleceğimiz) içerisinde kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik, günümüzde var olan kaynakların gelecek nesillerin ihtiyacı göz önünde bulundurularak kullanılması ve geleceğe aktarılarak, devamlılığının sağlanması olarak ifade edilebilir [14]. Yerli ve yabancı literatürler incelendiğinde sürdürülebilirlik ile ilgili birçok tanıma rastlanmaktadır.

Sürdürülebilirlik, sürekli büyüme ve insani gelişme ile birlikte gezegenin refahı için duyulan endişeleri bütüncül olarak ortaya koyan bir kavramdır [15].

1992 yılında Daily ve Ehrlich sürdürülebilirliği, şu anki neslin doğal zenginlik miraslarının, değişime uğramadan ayrıca gelecek nesiller düşünülerek potansiyelleri azalmamış bir şekilde geleceğe ulaştırma inancı şeklinde açıklamaktadırlar [16].

Daily ve Ehrlich, 1996 yılında yaptıkları diğer tanımda ise sürdürülebilirliği, değerli niteliklerde azalma, kayıp ya da kesinti olmadan, bu kaynakların süresiz olarak korunmasının sağlanabilmesini içeren birtakım yöntem ve koşullar olarak ifade etmektedirler [17].

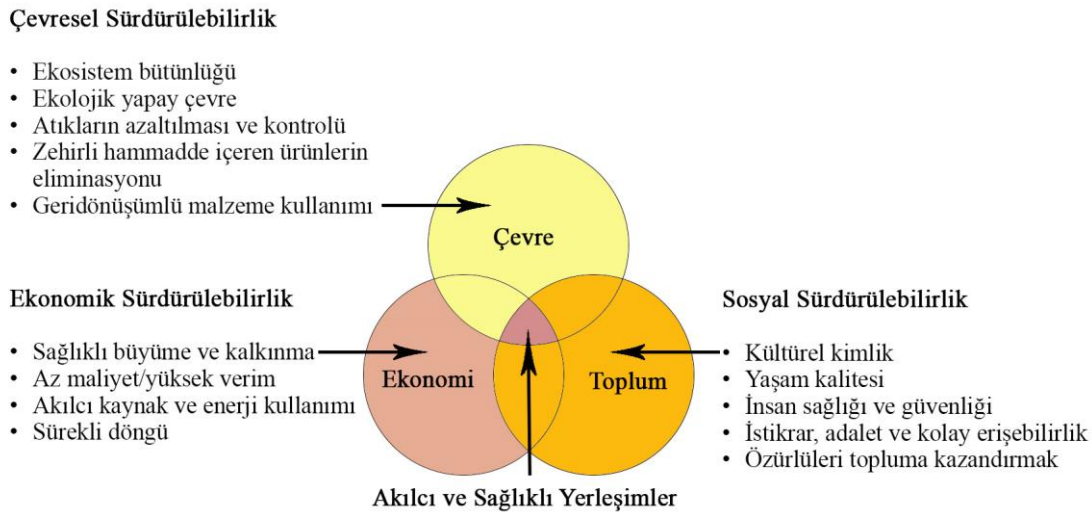
Choucri, sürdürülebilirliğin, ekolojik denge (doğal ortamları ve dengelerin dayanıklılığını koruyarak); ekonomik performans (üretim ve tüketim kalıplarını üretmek için pazarlar sağlayan); kurumsal kapasite (özel kuruluşlar ve firmalar ve kamu kuruluşlarının örgütsel ihtiyaçlarını karşılamak); ve yaşayabilir yönetim şekli (etkin politika, düzenleme ve güvenilirliğinin sağlanması) sağlanabildiğinde gerçekleşebileceğinden söz etmektedir [18].

Tekeli, sürdürülebilirliği temelde insan merkezli bir ahlak ilkesi olduğunu ve insanların kendi önceliklerini terk etmeden, çevresel tehlikeleri göz önünde tutarak daha

bilinçli davranıp, uygun teknolojileri kullanırlarsa gelişmelerini sürdürebileceklerine inanılmakta olduğunu belirtmiştir [19].

Tönük sürdürülebilirliği, toplum ve doğaya, saygılı ve akılcı yaklaşımlar temelinde ileriki nesillerin dünya üzerindeki yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli koşullar ve önlemlerin alınması şeklinde tanımlamaktadır [20].

Sürdürülebilirlik, çevresel, sosyo-kültürel ve sosyo-ekonomik ilkeler doğrultusunda bir bütün olarak görülmesi gereken bir kavramdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik [21]

Çevresel sürdürülebilirlik, insan refahını geliştirmek ve hammadde kaynaklarının korunmasını hedef almak ile birlikte insanların ihtiyaç duyduğu ve sosyal endişeleri nedeni ile ortaya çıkan bir kavramdır [22]. Ürün üretimlerinin geri dönüşümlü malzeme veya yenilenebilir kaynaklardan, atık oluşumunun en aza indirgenerek yeniden kullanımının sağlanmasını, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin tamamen kaldırılmasını veya en aza indirilmesini, enerjinin korunarak depolanmasını hedeflemektedir [21].

Sosyo-kültürel sürdürülebilirlikte, sosyal normlar zaman içerisinde değişse de, sosyal ve kültürel yapının sürekliliği önemlidir ve gereksinimlerin karşılanması, sağlık, eğitim alınanda gelişmeler ile birlikte yaşam standartlarının yükseltilmesi, kültür ve mirasın korunması gibi esaslar temelinde var olmaktadır [21]. Sosyo-kültürel sürdürülebilirlik, sosyal uyum, kültürel kimlik, çeşitlilik, arkadaşlık, kibarlık, toplum duygusu, tahammül, tevazu, şefkat, sabır, hoşgörü, dostluk, kurumlar, sevgi, çoğulculuk,

yasa, disiplin, vb. değerlerin ölçütlerini kabul ederek, düzenli katılım ve güçlü bir sivil toplum tarafından sağlanabilmektedir [22].

Ekonomik sürdürülebilirlik, sermayenin korunması veya sermayeyi sağlam olarak korumaktır [22]. Sürdürülebilir ekonomik kalkınma adına üretimde yenilenebilir enerji ve kaynakların sağlanarak arttırılması, yeni pazar alanlarının oluşturulması ve maliyet oranlarının düşürülmesi sağlanmalıdır [21].

Bu ilkeler ile bütüncül bir yaklaşımın sağlandığı koşullarda, sürdürülebilirlik kavramından beklenen olgular gerçekleştirilmiş olabilecektir.

3.2. Sürdürülebilir Mimari

Sürdürülebilir mimari, günümüz koşulları göz önüne alındığında yapılaşma kültürü içinde kaynakların korunumunu sağlayarak, doğayla uyumlu bir mimari çevrenin yaratılması için son derece önemli bir kavramdır. Sürdürülebilir mimari için literatürde çeşitli tanımlamalar yapılmıştır.

Sürdürülebilir mimarlık, çevre sistemleri ile uyum içinde, enerjinin ve kıt kaynakların bilinçli ve etkin kullanımını esas alan, teknik zeka ve disiplinler arası bir çalışma sistemi içeren çağdaş mimarlık anlayışı olarak tanımlanmaktadır [20].

Sev; sürdürülebilir mimarlığı, bugünkü koşullar ve yaşamın her evresinde, gelecek nesiller dikkate alınarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik vererek, çevreyi, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve yapı alanlarını etkin şekilde kullanan, aynı zamanda insanların sağlık ve konforunu koruyarak yapılar inşa edilmesi olarak tanımlamaktadır. Başka bir tanımında ise sürdürülebilir mimarlığı, doğal koşulları ve geleceği tehlikeye sokmadan insanların mekan oluşturma eylemlerinin yerine getirilmesi olarak ifade etmektedir [21].

Arsan'a göre sürdürülebilir mimari; kendinden önceki mimari yaklaşımları kapsayan, küresel çevre sorunları ve gelişme problemlerine çözüm sağlayan, morfolojik özelliklerini yanı sıra, yörenin toplumsal, kültürel ve ekonomik altyapısına bulunduğu katkıyla da çevreye duyarlı, bütüncül, stratejik ve planlı bir yapılaşma şeklidir [23].

Bu tanımlar ışığında, yerel kaynakların tüketimi azaltılarak, aynı zamanda korunumu sağlanarak, günümüz teknolojileri ile birlikte etkin çözümlerin uygulandığı, doğayla uyumlu bir yapılaşma kültürünü benimsemek, gelecek kuşaklar ve yaşam alanlarımız için son derece önemlidir.

3.3. İlke ve Stratejiler

Sürdürülebilir mimarlık, çevre bilincinin uyandırılması ve sürdürülebilir tasarım bileşenlerinin ortaya konması için bir takım ilke, strateji ve yöntemler içermektedir. Bunlar kaynak yönetimi ve korunumu, yaşam döngüsü tasarımı ve insan için tasarım ilkeleridir (Tablo 3.1).

Kaynak yönetimi ve korunumu ilkesi; doğal kaynakların yeniden ve etkin kullanımı ile geri dönüştürülmesi esasına dayanarak, yapı alanlarının, malzemenin, suyun ve enerjinin etkin kullanımını öngörmektedir. Enerjinin etkin kullanımı, enerji etkin kentsel tasarım, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ile pasif ısıtma ve soğutma için arsaya göre yerleşim, enerji tasarrufu sağlayacak detaylandırma ve gömülü enerjisi düşük malzeme seçimi, aydınlatmada gün ışığından yararlanma yöntemlerini içermektedir. Suyun etkin kullanımı, geri dönüşüm ve yeniden kullanma, yağmur suyunun toplanması ile doğal peyzaj uygulamaları ve tüketimin azaltılması kaynak korunumunu içermektedir. Malzemenin etkin kullanımı, geri dönüştürülmüş, alternatif yapı malzemeleri ile malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım aynı zamanda yapının uygun boyutlandırılması ile mevcut strüktürün iyileştirilmesini içermektedir. Yapı alanlarının etkin kullanımı, mevcut yapı ve alanların kullanılarak genişlemenin önlenmesini ve doğal topoğrafya ile uyumlu tasarım yöntemlerini içermektedir.

Yaşam döngüsü tasarımı ilkesi; tasarım aşamasından sonuç ürüne kadar yapıya ait tüm süreçlerin çevre üzerindeki etkilerinin incelenmesi adına yapı öncesi dönem, yapı dönemi ve yapı sonrası dönem stratejilerinden ve yöntemlerden oluşmaktadır. Yapı öncesi dönem, arsa seçiminin önemini, malzeme seçiminde kaynağından çıkarılırken çevreye zarar vermeyen, geri dönüşümlü, yenilenebilir kaynaklardan, uzun ömürlü, az bakım onarım gerektiren malzeme kullanımını, esnek tasarım ve uzun ömürlü yapıların ortaya konmasını öngörmektedir. Yapı dönemi, toksik olmayan bakım ve onarım maddelerinin kullanılması ile atık yönetimi ve kirliliğin önlenmesi aynı zamanda şantiye işlerinin ve ekipmanların çevreye etkisinin en aza indirgenmesi ve iş güvenliğinin önemini vurgulamaktadır. Yapı sonrası dönem ise, yapı malzeme ve bileşenlerini geri dönüştürerek, arsayı ve mevcut alt yapıyı yeniden kullanmayı, ömrünü tamamlayan yapıları yeni gereksinimlere adapte etmeyi içermektedir.

Tablo 3.1. Sürdürülebilir mimarlık için geliştirilen ilke, strateji ve yöntemler [21 ve 24'den geliştirilerek]

İLKELER	STRATEJİLER	YÖNTEMLER	
İnsan İçin Tasarım	İnsan Konforu İçin Tasarım		•Isısal konfor sağlama •Doğal aydınlatma •Doğal havalandırma •Dış mekan ile görsel ilişki sağlama •Açılabilir pencereler •Farklı fiziksel özelliğe sahip kullanıcıları ve fiziksel engellileri destekleme •Toksik olmayan, zehirli gaz yaymayan malzeme kullanma
	Kentsel Tasarım Alan Planlaması		•Karma kullanımlı kalkınmayı destekleme •Toplu taşıma ve yaya ulaşımını destekleme
	Doğal Koşulların Korunması		•Yapay çevrenin doğal sistemler üzerindeki etkisini azaltma •Topografik koşullara uyum sağlama •Yeraltı su seviyesine uyum sağlama • Mevcut flora ve faunayı koruma
Yaşam Döngüsü Tasarımı	Yapı Sonrası Dönem		•Ömrünü tamamlayan yapıları yeni gereksinimlere adapte etmek •Yapı malzeme ve bileşenlerini yeniden kullanmak •Yapı malzeme ve bileşenlerini geri dönüştürmek •Arsayı ve mevcut alt yapıyı yeniden kullanmak
	Yapı Dönemi		•Şantiye işlerinin ve ekipmanların çevreye etkisini azaltmak •Atık yönetimi •Kirliliği önleme •İş güvenliği •Toksik olmayan bakım ve onarım maddeleri kullanmak
	Yapı Öncesi Dönem		•Arsa seçimi •Esnek tasarım ve uzun ömürlü yapılar ortaya koyma •Malzemeleri yenilenebilir kaynaklardan, kaynağından çıkarılırken çevreye zarar vermeyen, geri dönüşümlü, uzun ömürlü, az bakım onarım gerektiren, yerel veya yakın çevreden elde edileni seçmek
Kaynak Yönetimi ve Korunumu	Yapı Alanlarının Etkin Kullanımı		•Mevcut yapı ve alanların kullanımı •Doğal topoğrafya ile uyum •Yapı alanlarının genişlemesinin engellenmesi
	Malzemenin Etkin Kullanımı		•Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve yapım •Yapının uygun boyutlandırılması •Mevcut strüktürlerin rehabilitasyonu •Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı •Geleneksel olmayan, alternatif yapı malzemesi kullanımı
	Suyun Etkin Kullanımı		**•Yağmur suyu toplama** **•Doğal peyzaj uygulamaları** **•Geri dönüşüm ve yeniden kullanma** **•Tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu**
	Enerjinin Etkin Kullanımı		•Enerji etkin kentsel tasarım •Pasif ısıtma ve soğutmaya için arsaya göre yerleşim •Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı •Gömülü enerjisi düşük malzeme seçimi •Enerji tasarrufu sağlayacak detaylandırma ve malzeme seçimi •Aydınlatmada gün ışığından yararlanma •Enerji etkin ekipman kullanma

İnsan için tasarım ilkesi; insan ve doğal çevre arasındaki etkileşimin oluşturulmasını, doğal koşulların korunması, kentsel tasarım alan planlaması ve insan konforu için tasarım stratejileri ve çeşitli yöntemler ile oluşturmaktadır. Doğal koşulların korunması, yapay çevrenin doğal sistemler üzerindeki etkisini en aza indirgeyerek,

topografik koşullara ve yeraltı su seviyesine uyum sağlanmasını, mevcut flora ve faunanın korunmasını desteklemektedir. Kentsel tasarım alan planlaması, karma kullanımlı kalkınma ile toplu taşıma ve yaya ulaşımını desteklemektedir. İnsan konforu için tasarım, farklı fiziksel özelliğe sahip kullanıcıları ve fiziksel engellilerin desteklenmesi, doğal aydınlatma ve havalandırma, ısısal konfor sağlama, açılabilir pencereler, dış mekan ile görsel ilişki sağlama, toksik olmayan, zehirli gaz yaymayan malzeme kullanımını öngörmektedir.

Suyun etkin kullanımı stratejisi, sürdürülebilir mimarinin uygulanabilmesi için gerekli olan ilke, strateji ve yöntemler arasında, kaynak yönetimi ilkesi içerisinde yer alan alt başlıklar arasında incelenmektedir.

Tablo 3.2. Suyun korunumu yöntemi [24]

SUYUN KORUNUMU YÖNTEMİ	Su Tüketiminin Azaltılması	• Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesi yapılması • Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı • Suyu verimli kullanan tesisat kullanılması • Su kullanımını azaltan tuvalet, duş başlığı, musluk vb. kullanımı
	Suyun Yeniden Kullanımı	• Yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisat kullanımı • Atık suların arıtılarak yeniden kullanımı
	Suyun Kirletilmeden Kullanımı	• Zehirli tarım ilaçlarının kullanımının azaltılması • Evlerde kirliliğe neden olmayan alternatif temizlik malzemelerinin kullanımı

Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesi yapılması, kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı, suyu verimli kullanan tesisat kullanılması, su kullanımını azaltan tuvalet, duş başlığı, musluk vb. kullanımı, yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisat kullanımı, atık suların arıtılarak yeniden kullanımı, zehirli tarım ilaçlarının kullanımının azaltılması, evlerde kirliliğe neden olmayan alternatif temizlik malzemelerinin kullanımı gibi çeşitli yöntemler ile su tüketiminin azaltılması, suyun yeniden ve kirletilmeden kullanımını sağlamak mümkün olabilmektedir (Tablo 3.2).

BÖLÜM 4

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİDE SUYUN ETKİN KULLANIMI

Tarihsel süreçte, medeniyetler suyun yaşam alanlarına getirilmesinde ya da suyun kullanımının sağlanmasında çeşitli su yapıları inşa etmişlerdir (Şekil 4.1). Bu yapılar; suyun alınması (derleme yapısı, kuyu), suyun iletilmesi (su kemeri, açık kanal - toprak, kargir - , galeri, büz) biriktirilmesi (hazne, sarnıç, bent), yükseltilmesi (su çarkları), basınç kırılması ve dengelenmesi (maslak ve su terazileri), su dağıtılması (büz, maksem), uzaklaştırılması (galeri), akarsu ve liman koruma ve iyileştirme yapıları (sedde, iskele), yer kazanma yapıları (suyun üzerini kapayan yapılar), akarsu çevirme yapıları, sanat yapıları (ters sifon, menfez) şeklinde sıralanabilir [25].



Şekil 4.1. Türkiye'deki başlıca su yapıları [26]

En eski su yapıları M.Ö. 3. ve 2. bin yıllarda, Nil, Fırat-Dicle, İndus, Huang-He havzalarında özellikle akarsuların kontrolünü sağlamak ve sulamaya yönelik olarak inşa edilmişlerdir [27]. Anadolu'da Beyşehir Gölü'nün ve Çarşamba Çayı'nın sularını Konya

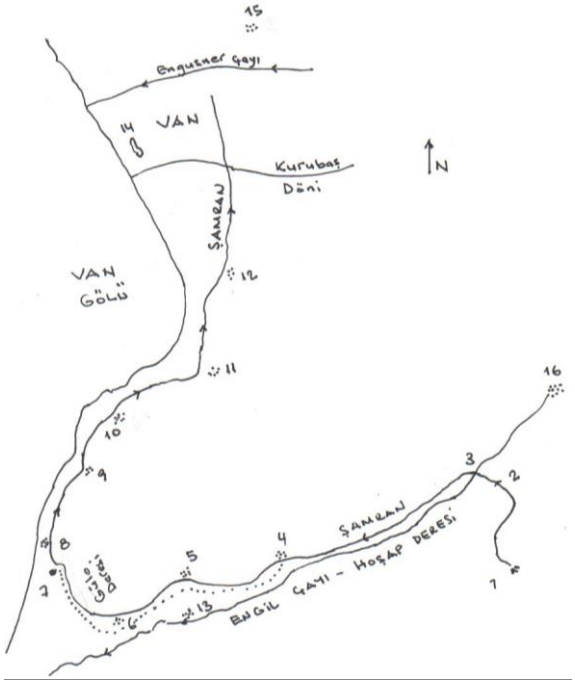
Ovası'na taşıyan sulama kanallarının üzerinde kurulu Çatalhöyük'te yapılan kazılarda, buraya gelen derelerden su alan basit arklar yapıldığı ve tahıl ürünlerinin üretildiği belirlenmiştir. Bu basit sulama tesisleri dünyadaki en eski su yapıları olarak kabul edilmektedir [28].

Hitit Uygarlığının son dönemlerinde su yapılarının daha geliştiği ve barajların yapılmaya başlandığı görülmektedir [28]. Karakuyu, Eflatunpınar, Köylütolu, Yalburt, Güneykale, Gölpınar barajları Hitit Uygarlığı döneminde inşa edilmiş su yapılarına örnek olarak gösterilmektedir [27]. Hitit su yapıları ile ilgili yapılan araştırmalarda, göletlerin temizlenmesi, pisliklerden korunması, su kanallarının yılda en az bir kez temizlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu yapılara zarar verilmesi ve bozulması durumunda ise bunu yapan kişiye çeşitli cezalar öngörüldüğü ifade edilmektedir [29]. Bu da kullanıcılara su tüketimi ve yapıları hakkında yasal uygulamaların yer alığını göstermektedir.

Tablo 4.1. Tarihte su yapıları [25, 27, 28, 29, 30, 31 'den derlenerek]

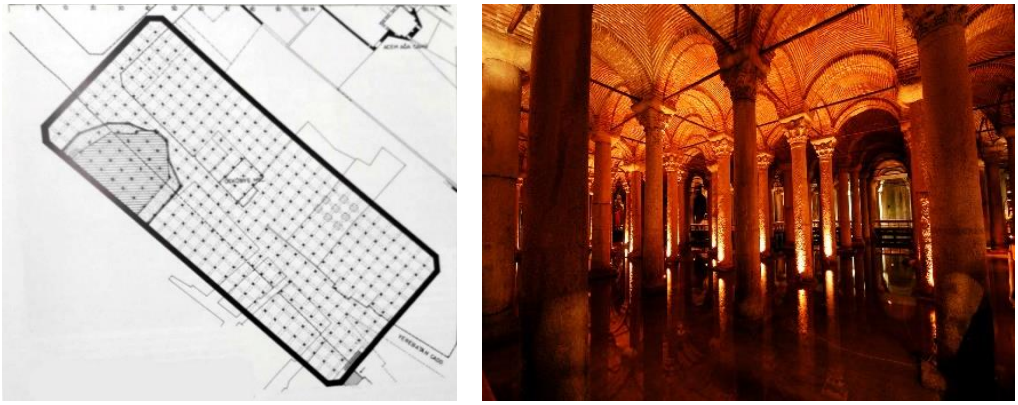
	DÖNEM	**SU YAPI TÜRLERİ**	**SU YAPI ÖRNEKLERİ**
HİTİT UYGARLIĞI	M.Ö. 2.Binyıl	Baraj, Memba suyu toplama haznesi, Suyolu	Karakuyu, Eflatunpınar, Köylütolu, Yalburt, Güneykale, Gölpınar barajları vd…
URARTU UYGARLIĞI	M.Ö.1.Binyıl, ilk yarısı	Kanal, Baraj, Galeri	Şamram pınarlarının ve Balıklı Göl'ün sularını ileten kanallar, Van yakınındaki bazı kehrizler vd…
HELENİSTİK, ROMA, BİZANS DÖNEMLERİ	M.Ö. 1. Binyıl, ikinci yarısı ila M.S. 1.Binyılın ilk yarısı	Suyolu, Tünel, Baraj, Kemer, Sarnıç	Istıranca, Foça, Bergama, İzmir, Efes, Perge, Hierapolis, Tralleis, Samsat, Side, Amasya, Alabanda, Magnesia, Tripolis, Metropolis, Patara Suyolları, Madradağ, Karapınar, Aspendos, Bozdoğan Su Kemerleri, Çevlik, Örükaya, Çavdarhisar, Böget, Dara Barajları, Yerebatan Sarnıcı vd…
SELÇUKLU DEVLETİ	10 – 13. Yy	Sulama kanalı, Suyolu, Hamam	Konya'da Sahip Ata kanalı, Konya ovasının güneyindeki bazı sulama kanalları, Şanlıurfa'nın bazı suyolları, Kayseri Honat Hamamı vd…
OSMANLI DEVLETİ	13 – 20. Yy	Suyolu, Kemer, Hamam, Çeşme, Barajlar, Su maksemi	Süleymaniye, Taşlımüsellim, Kırkçeşme, Halkalı, Hamidiye, Üsküdar Suyolu, Büyükdere Kemeri, Haseki Hamamı, III.Ahmet Çeşmesi, Taşlık, Taksim Su maksemleri vd…
TÜRKİYE CUMHURİYETİ	1923 – günümüz	Her tipte su yapısı	Sarıyer, Seyhan, Atatürk, Keban, Karakaya barajları vd…

Urartular da, tarihte sulamaya büyük önem vermiş bir uygarlıktır. Urartuların, politik üstünlük, iş imkanları sağlamak ve ekonomik durumunu iyileştirmek için sulama projelerine yöneldikleri söylenmektedir. Urartular döneminde en önemli sulama sistemi, bugün de kullanılan "Şamran Kanalı"dır (Şekil 4.2), [30].



Şekil 4.2. Şamran Kanal planı [30]

Helenistik, Roma ve Bizans dönemlerinde Istıranca, Foça, Bergama, İzmir, Efes, Perge, Hierapolis, Tralleis, Samsat, Side, Amasya, Alabanda, Magnesia, Tripolis, Metropolis, Patara suyolları, Madradağ, Karapınar, Aspendos, Bozdoğan su kemerleri, Çevlik, Örükaya, Çavdarhisar, Böget, Dara barajları, Yerebatan, Binbirdirek Sarnıcı vd. inşa edilmişlerdir (Tablo 4.1), (Şekil 4.3), [27].



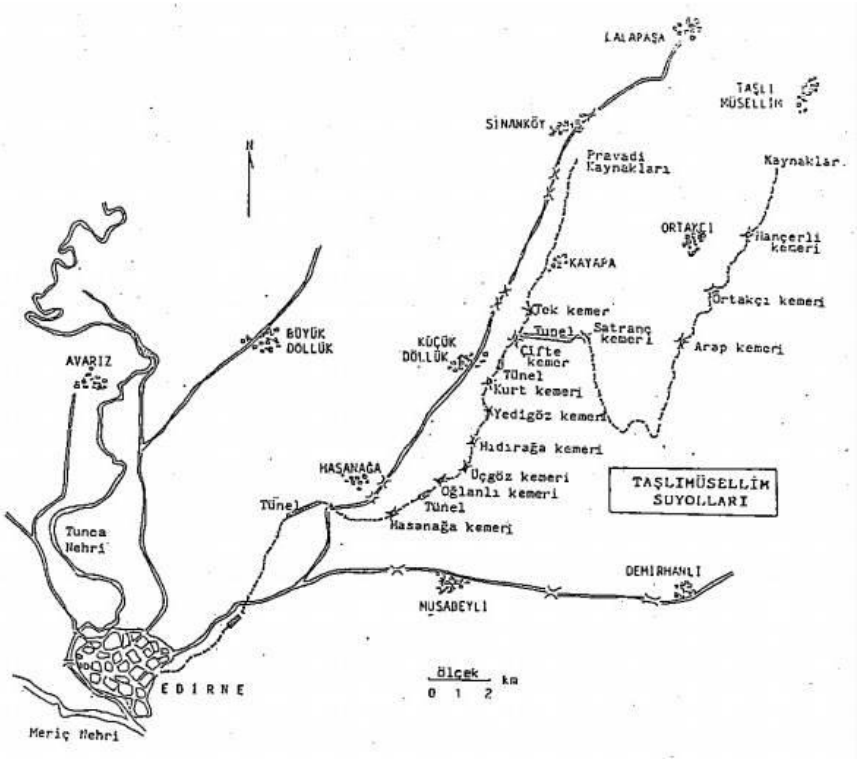
Şekil 4.3. Yerebatan Sarnıcı planı ve iç görünüş [32, 33]

Sarnıçlar, eski dönemlerde saraya, halk hamamlarına ve çeşmelere su sağlamak ve kentlerin daha seyrek nüfuslu bölgelerinde ise bağ ve bahçe sulamak için yaptırılmışlardır. Aynı zamanda suyun dağılımını sağlayan boru sistemlerinden oluşmaktadırlar. Suyun biriktirildiği açık veya kapalı alanlara sahip sarnıç tipleri de bulunmaktadır. Buna ek olarak sarnıçlarda yağmur sularının da toplandığı ve bu suların konutların kullanım suyunu karşıladığı bilinmektedir [34]. Örneğin; eski bir Anadolu-Rum yerleşimi olan Kayaköy'de yer alan yaklaşık 802 konuta bitişik sarnıç sistemi uygulaması ile kentin kullanma suyu gereksinimi karşılanmıştır (Şekil 4.4), [35].



Şekil 4.4. Kayaköy'de yapı-sarnıç ilişkisi [36]

Selçuklular Dönemi'nde, Konya'da Sahip Ata Kanalı, Konya Ovası'nın güneyindeki bazı sulama kanalları, Şanlıurfa'nın bazı suyolları, Kayseri Honat Hamamı gibi birçok su yapısı inşa edilmiştir. Osmanlı Devleti Dönemi'nde de su yapılarının inşaları devam etmiştir. Süleymaniye, Taşlımüsellim, Kırkçeşme, Halkalı, Hamidiye, Üsküdar Suyolları, Büyükdere Kemeri, Haseki Hamamı, III.Ahmet Çeşmesi, Taşlık, Taksim Su maksemleri vb. döneme özgü su yapı örneklerini oluşturmaktadır (Şekil 4.5), [31].

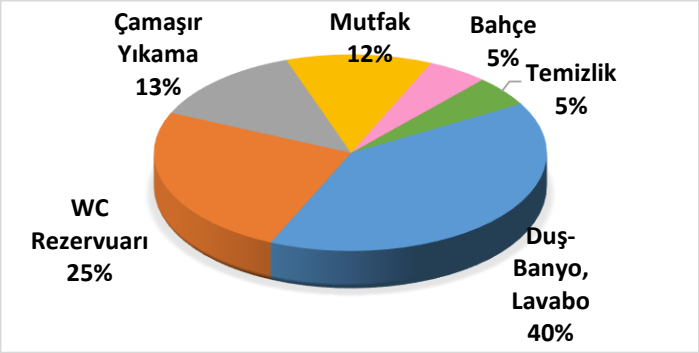


Şekil 4.5. Taşlımüsellim suyolları [37]

Günümüzde modern sistemlerin geliştirilmesiyle yapıya entegre hale gelen su sistemleri ile birlikte tarihi su yapılarının birçoğu günümüzde kullanılmamaktadır. Ancak özellikle sarnıçlardaki yağmur suyu toplama mantığının günümüz sürdürülebilir mimari yaklaşımlarında önemli yer edindiği görülmektedir. Bugün yer altı ve yer üstünde kullanılabilen yağmur suyu toplama sistemleri, sarnıçların gelişmiş modelleri olarak düşünülebilir. Sürdürülebilir mimaride özellikle suyun iletimi, depolanması ve arıtılması için farklı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler ile birlikte yapılarda etkin su kullanımı ile su tasarrufu sağlanabilmektedir.

4.1. Sürdürülebilir Mimaride Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri

Suyun sektörel dağılımı incelendiğinde kullanımın %16'sını kentsel tüketimin oluşturduğu görülmektedir. Konutlarda kullanılan su incelendiğinde en çok duş ve banyo kullanımı ile rezervuarlarda kullanılan suyun oransal olarak yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.6). Kamusal alanlarda ise suyun en çok rezervuar ve lavabolarda tüketildiği bilinmektedir.



Şekil 4.6. Günlük evsel su tüketim oranları [38]

Kentsel su tüketiminin yüksekliği alınması gereken önlemleri de arttırmaktadır. Bir yapıda suyu etkin kullanmanın yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

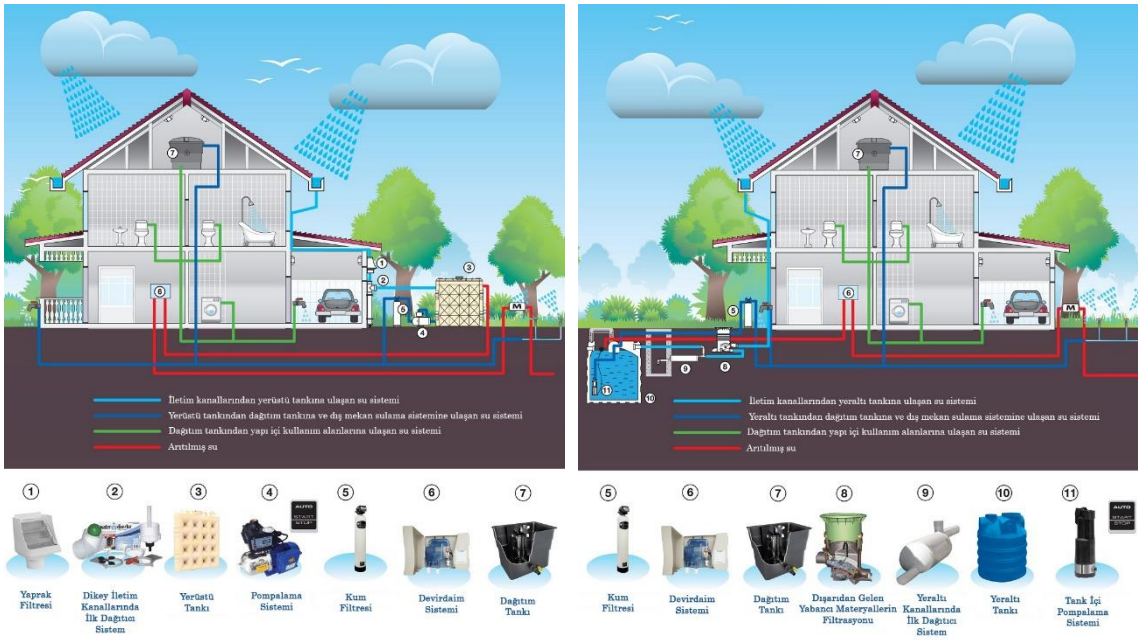
- Yağmur suyu toplama
- Doğal peyzaj uygulamaları
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanma
- Tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu

4.1.1. Yağmur Suyu Toplama

Yağmur suyu toplama, yağmur suyunun geçirimsiz su tutma veya yakalama yüzeylerinden tutulması, iletim kanalları (oluk ve borular) aracılığı ile depolanacak bölgeye ulaştırılması ve kullanım amacının belirlenerek, amaca uygun olan tanklarda depolanması ile oluşan sistemlerdir.

Yağmur suyu toplama sistemlerinin bileşenleri şu şekilde sıralanabilir (Şekil 4.7), [39];

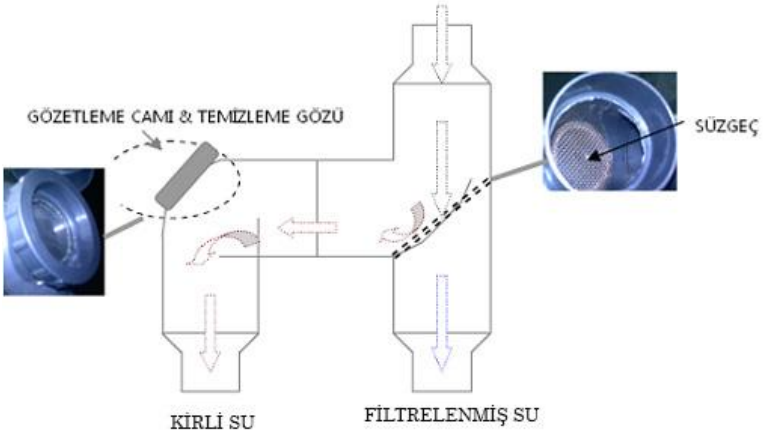
- Su tutma veya yakalama yüzeyleri
- İletim kanalları (Oluk ve borular)
- Oluk süzgeçleri, ayıraçlar ve ana filtreler
- Depolama tankları
- Dağıtma sistemi
- Arıtma ve su kalitesi sistemi.



Şekil 4.7. Yerüstü ve yeraltına yerleştirilmiş tank sistemlerinin şematize edildiği yağmur suyu toplama sistemleri [40]

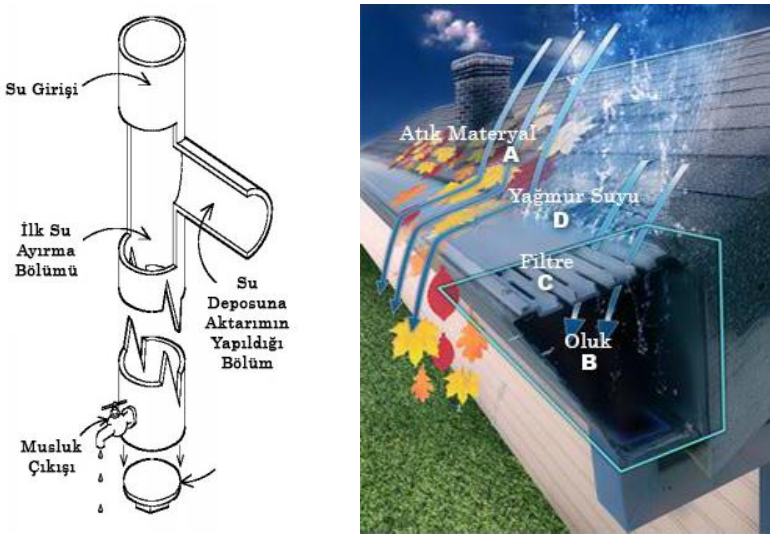
Su tutma veya yakalama yüzeyleri: Yağışın üzerinde birleşerek bir akım oluşturduğu ve tek bir çıkış noktasından aktığı çatı vb. su tutma alanlarıdır. Çatılar, metal, kil ve beton kiremitli, karışık ve asfalt kaplı, tahta, asfalt ve çakıl karışımlı ve taş gibi farklı malzemeler ile yapılabilmektedirler. Çatılarda toplanacak suyun miktarı çatı malzemesinin emme özelliği, deseni ve pürüzlülüğü ile doğru orantılı olarak değişmektedir ve bu yüzden çatı yüzeylerinin emici özelliklerinin az ve suyun akışını kolaylaştırıcı unsurlara sahip olunması istenmektedir [39].

İletim kanalları (Oluk ve borular): Çatı yüzeylerinden akan suyun depolama tanklarına kadar iletimini sağlayan düşey ve yatay taşıyıcı sistemlerdir (Şekil 4.8). Oluklar, çatıların saçaklarına yerleştirilmiş, çatı yüzeyine düşen yağışın, çatıya ilave bir su yükü getirmeden toplandıkları drenaj kanalları olup, PVC, vinil, plastik boru, lehimsiz alüminyum ve galvanize çelik gibi farklı yapı malzemesi ve çeşitli tasarımlara sahiptirler. Borular ise, oluktan alınan yağmur suyunun depolama tanklarına iletimini sağlayan elemanlardır [39]. İletim kanalarına ilave vanalar, çıkışlar konularak suyun çevrilmesi de sağlanabilmektedir.



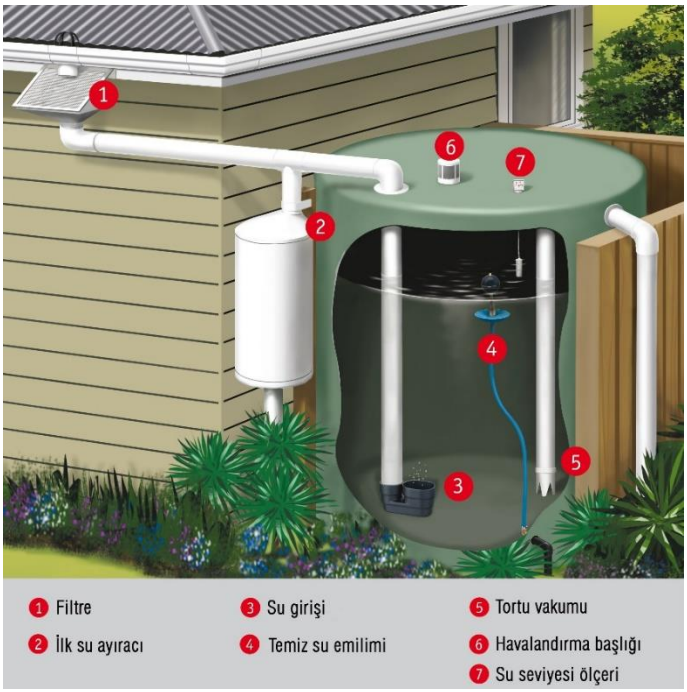
Şekil 4.8. İletim kanalı detayı [41]

Oluk süzgeçleri, ayıraçlar ve ana filtreler: Yağmur suyunun tutularak, depolama tankına iletilme esnasında suyun, yapraklar, dal parçaları, toz, kum gibi istenmeyen maddelerden temizlenmesini sağlayan bileşenlerdir (Şekil 4.9), [39].



Şekil 4.9. Dikey yağmur suyu üzerindeki ilk su ayıracı ve oluk süzgeci [42, 43]

Depolama tankları: Sistemin ihtiyacına uygun olarak süzülen suyun depolandığı birimlerdir, uygulanan yağmur suyu toplama sistemine göre birden fazla olabildiği gibi, yeraltına gömülü veya yüzeyde konumlandırılmış olabilmektedirler (Şekil 4.10), [39].



Şekil 4.10. Yağmur suyu toplama sistemi depolama tank kesiti [44]

Depolama tankları; su girişi, temiz su emilimi, tortu vakumu, havalandırma başlığı, su seviyesi ölçer gibi farklı bileşenler ile birlikte, ışık geçirmez ve saydam olmayan maddelerden yapılmaktadırlar.

Dağıtma sistemi: Depolanan suyun tekrar kullanımını sağlayan hat veya basınçlandırma sistemleri olup, tercih edilen yağmur suyu toplama sistemine göre kot basınçlı veya pompalı sistem olarak düzenlenebilmektedir [39].

Arıtma ve su kalitesi sistemi: Depolanan suya, kullanım alanlarına göre farklı kalitelerde arıtma uygulanmaktadır. Bu noktada suya ilave işlemler yaparak kullanıma hazır hale getiren sistemlerdir [39].

4.1.2. Doğal Peyzaj Uygulamaları

Doğal olarak var olan veya tasarlanan peyzaj alanlarında oluşturulmuş bitkisel tasarımların yaşamlarını sürdürebilmeleri için bakım ve sulama çok önemlidir. Gerek küçük ölçekli gerek kent ölçeğindeki yeşil alanlarda bilinçsiz sulama yapılması, dünya genelinde su tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Peyzaj alanlarında bu etkilerin

azaltılabilmesi için, suyun etkin kullanımının ön görüldüğü farklı düzenlemeler uygulanmaktadır. Su etkin peyzaj düzenlemeleri, “suyun akılcı kullanımı” veya “doğal peyzaj uygulamaları” gibi farklı adlar alabilmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Doğal malzeme ve suyun kullanıldığı peyzaj uygulamaları [45, 46]

Doğal peyzaj alanlarının oluşturulabilmesi için birtakım planlama ve uygulama ilkeleri bulunmaktadır. Alan çalışmasına, toprak koşullarının belirlenmesi ile başlanmalı, topraktaki organik madde, su tutma oranları vb. belirlenerek, gerekli şartlarda sağlıklaştırma yapılmalıdır. Uygulamanın yapılacağı alanın koşullarına özgü veya daha az suya ihtiyaç duyan bitkiler seçilmeli, seçilen bitkilerin ekim veya dikim yapılacak alanları önceden planlanmalıdır. Bitkiler su ihtiyaçlarına göre gruplandırılmalı, buharlaşmayı azaltma, yabancı ot büyümesini engelleme, toprak sıcaklığı dengeleme, erozyonu önleme gibi etkileri nedeni ile bitkilerin etrafında malç kullanılmalıdır. Peyzaj alanlarında oluşturulan çim alanlar, en yüksek sulama yüzdesine sahip alanlar olup, sadece estetik amaçlı kullanım yerine pratik işlevler üstlendiklerinde kullanılmalıdır. Ayrıca alan içi düzenli bakım, sağlıklı peyzaj alanları oluşturabilmek için önemli diğer bir adımdır [47].

Alan çalışmalarının yapılarak, doğru bitki seçiminin gerçekleştirilmesinden sonra, bitkileri doğru sulama yönteminin belirlenmesi su tasarrufunu sağlayan en önemli unsurdur. Temiz su potansiyellerinin giderek azaldığı günümüz şartlarında, peyzaj alanlarında temiz suyun sulama suyu olarak kullanılmaması su tasarrufu için önem arz

etmektedir. Temiz su yerine sulama amaçlı, yağmur suyu toplama sistemleri veya gri suyun geri dönüştürülmesi ile elde edilen sular kullanılabilmektedir. Bitkinin ihtiyacı olduğu zaman sulamanın yapılması, toprakaltı sulama, damla sulama, otomatik zaman ayarlı sulama sistemleri gibi suyun akılcı kullanıldığı sistemler ile de desteklenen tasarımlar yapılmalıdır [48].

Uygulama yapılacak alanın iklim koşullarına göre, bitki, yer döşeme malzemesi, sulama koşulları farklılık göstermektedir. Örneğin, ılıman ve yağışlı bir iklime sahip bölgede yer alan konut için doğal peyzaj uygulama önerisinde yer alacak kullanımlar aşağıdaki gibi olabilir (Şekil 4.12), [47] ;

1. Orta düzeyde su ihtiyacı olan ağaçlar,
2. Orta düzeyde su ihtiyacı olan yer örtücüler,
3. Malçlama alanları,
4. Orta düzeyde su ihtiyacı olan çim alanlar,
5. Az su isteyen çalılar



Şekil 4.12. Ilıman-Nemli bir iklime sahip bölgede yer alan örnek konut peyzajı [47]

Kurak bir iklime sahip bölgede yer alan konut için doğal peyzaj uygulama önerisinde ise aşağıdaki kullanımlar öne çıkmaktadır (Şekil 4.13), [47];

1. Az su isteyen çim alanlar,
2. Az su isteyen çalılar,
3. Az su isteyen yer örtücüler,
4. Az su isteyen ağaçlar,
5. Malçlama alanları,
6. Geçirgen döşeme malzemeleri,
7. Ahşap yüzeyler



Şekil 4.13. Sıcak-Kuru bir iklime sahip bölgede yer alan örnek konut peyzajı [47]

Bu noktada doğal peyzaj alanlarında suyun etkin kullanımında iklimle uyumlu bitki ve döşeme türünün dikkate alınması gerektiği görülmektedir.

4.1.3. Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma

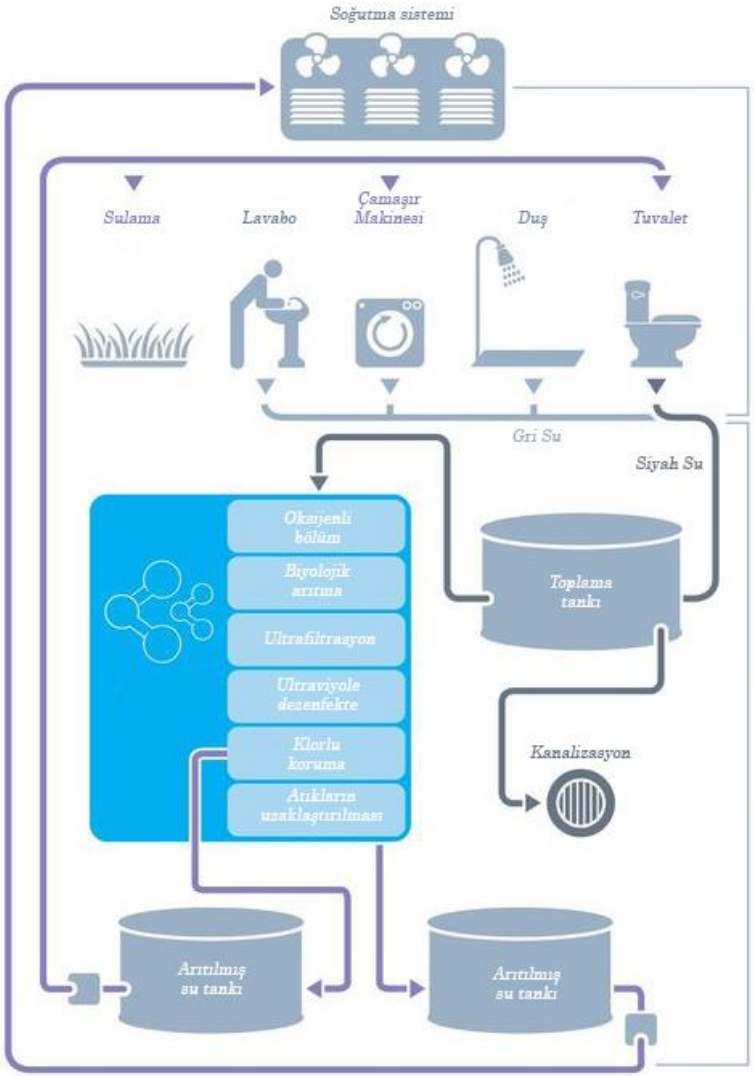
Yapılarda el, bulaşık, çamaşır yıkama, lavabo, tuvalet, duş vb. alanlarda tüketilen su, atık su olarak değerlendirilmektedir. Bu kirli suyun belirli işlemlerden geçirilerek arıtımı yapılabilmektedir. Böylelikle yeniden kullanılabilir hale getirilen sular, rezervuarlarda, bahçe sulama, araba yıkama vb. alanlarda değerlendirilmektedir.

Evsel atık sular, yapı içerisinde kullanım yerlerine ve daha sonra tekrar kullanım olanaklarına bağlı olarak iki grupta (Siyah ve Gri su) incelenmektedir:

4.1.3.1. Siyah Su

Siyah su, evsel atık suların fosseptik atığı içeren kısmını oluşturmaktadır [49]. Atık su içerisinde de yer alan azot, kirletme etkisi en ciddi olan ve içme suyundan en zor temizlenen maddedir. Atık suda bulunan azotun %90'ı siyah sudan gelmektedir [38]. Bu yüzden siyah suların, ayrıştırılması ve yeniden kullanımı daha zordur.

Rezervuar sularının oluşturduğu siyah suların, oksijenli arıtma, biyolojik arıtma, ultrafiltrasyon, ultraviyole dezenfekte, klorlu arıtım gibi çeşitli ayrıştırma bölümlerinden geçirilerek arıtımı yapılmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Siyah suyun ayrıştırılmasında kullanılan teknikler [50]

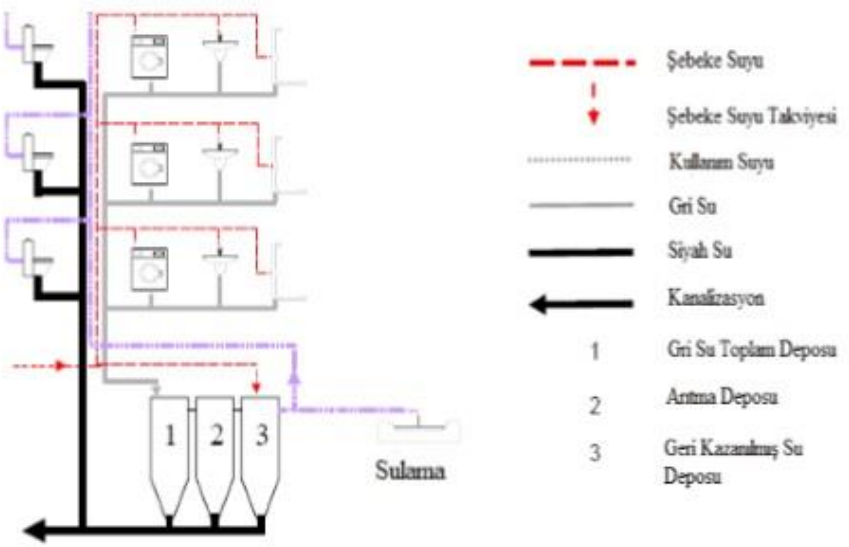
4.1.3.2. Gri Su

Gri su, sulama ve diğer su koruma uygulamaları için banyodan, duştan, çamaşır makinesinden ve lavabolardan (foseptik atıkları hariç evsel atık sular) boşaltılan suyun yeniden kullanılmasını ifade eder. Gri su, çeşitli bakteri ve diğer potansiyel patojenler içerebilmektedir. Bu yüzden güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için arıtma işlemlerinden geçirilerek kullanılmalıdır [49].

Gri su kullanımının en belirgin avantajı, peyzaj sulamasında kullanılan temiz suyun yerini almasıdır. Sadece sulama amaçlı temiz su tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda azot veya fosfor gibi besinler içerdiği için bitkilere fayda sağlayabilmektedir [49].

Gri su geri kazanım sistemi, gri suyu toplayan, depolayan ve organik madde miktarını düşürerek, sağlıklı hale getirerek sürekli olarak yüksek kalitede kullanım suyu sağlayan sistemlerdir. Arıtılmasında genelde kimyasal eklenmesine gerek olmayan, az enerji ve bakım gerektiren teknolojiler tercih edilir [38].

Gri su arıtma tesisi kurulurken dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar bulunmaktadır. Gri su geri kazanım sisteminde kullanılan depolarda oluşabilecek kokuları önlemek için havalandırma hattı olmalıdır. Sistemin kurulacağı mekâna bağlı olarak, taşma çıkışı geri su akış seviyesi göz önünde bulundurularak dizayn edilmeli ve sisteme kanalizasyon suyunun girmesi önlenmelidir. Bütün mekanik ekipmanlar tamir, bakım ve temizlenme işlemleri için kolayca ulaşılabilir ve temizlenebilir yerde olmalıdır (Şekil 4.15), [38].



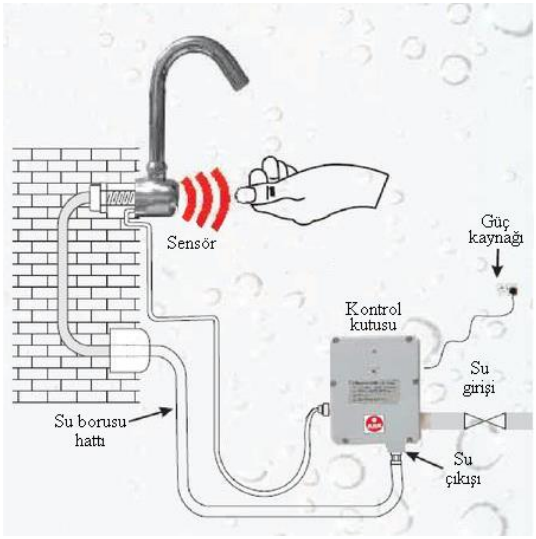
Şekil 4.15. Standart gri su geri kazanım sisteminin kurulum şeması [38]

4.1.4. Tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu

Konut içerisinde su kullanımı, bir hanedeki kişi sayısına, sıhhi tesisat demirbaşlarına, cihazlara ve diğer faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterir. Konutlarda tuvaletler, çamaşır ve bulaşık makineleri, musluklar ve duşlar su tüketiminin yaşandığı bölümlerdir. Su yerine kimyasal bir sıvı kullanılan, kaygan yüzeyli pisuarlar, vakumlu ve biyokompoze tuvaletler, düşük debili, fotoselli musluklar su tüketiminin büyük ölçüde azaltılmasını sağlayacak ürün grupları arasında yer almaktadır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan basınçlı su armatürleri %30'a varan su tasarrufu sağlamaktadır. Konut veya ofislerde kullanılabilen biyokompoze tuvaletler atık suyu yerinde arıtmakta, arıtılan su bahçe sulamada kullanılmakta, ya da kanalizasyona arıtılmış su olarak verildiğinden şehir şebekesinin arıtma yükü azaltılmaktadır [21].

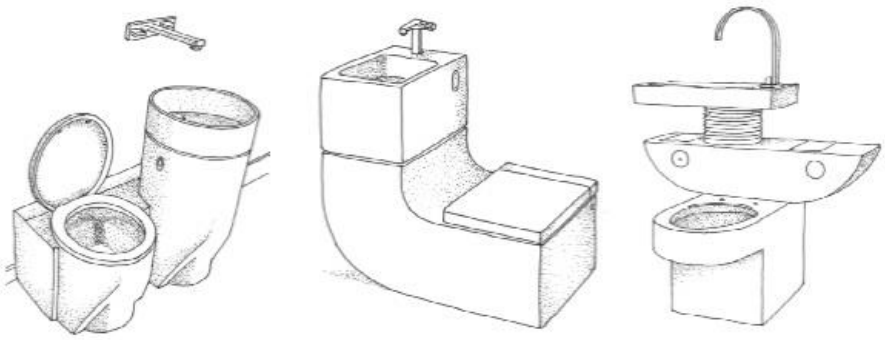
Toplu kullanımın olduğu ticari veya kamu alanları gibi yapılarda muslukların açık bırakılması riskine karşı geleneksel musluk başlıkları yerine sensörlü musluk başlığı kullanımı tercih edilmektedir. Geleneksel musluk başlıklarında dakikada 6-12 lt su kullanılırken, sensörlü başlıklarda 1.8 lt su kullanılmaktadır (Şekil 4.16), [51].



Şekil 4.16. Sensörlü musluk başlığı kullanımı [52]

1993 yılının öncesine kadar rezarvuarlarda, kullanım başına 3.5 ile 8 galon arasında değişken oranlarda su tüketilmekteyken, daha sonra üretilen yüksek verimli rezarvuarlarda 1.6 galon veya daha düşük su kullanımı sağlanmıştır. Dört kişilik bir ailede geleneksel tuvaletlerden daha yeni olanlara geçiş yapılarak yılda 14.000 ile 25.000 galon su tasarruf edilebilmektedir. Rezervuarların düzenli bakımı ile sızdırmaması ve düzgün çalışması sayesinde ayda 600 galondan fazla su tasarrufu yapılabilmektedir [53].

Geliştirilen hibrid sistemler ile lavabo ve rezervuar aynı sistem ile tasarlanmaktadır. Bu tasarımlarda amaç, lavaboda kullanılan suyun geri dönüşümü yoluyla rezervuarlarda tekrar kullanımını sağlamaktır (Şekil 4.17), [54].



Şekil 4.17. Suyun tekrar kullanımını sağlayan hibrid sistemler [54]

Geliştirilmiş olan diğer bir sistem ise kuru tuvaletlerdir. Genellikle elektrik sistemi ile çalışırlar, atıklara ısı ve diğer işlemler uygulanarak kül haline getirilir ve idrar ise buharlaştırılır. Bu sistemdeki ana sorun enerjiyi çok harcaması ve fazla yer kaplamasıdır. Bu nedenler ile konut içerisinde kullanımı pek tercih edilmemektedir [51].

Bir kişinin duş alması için gerekli su miktarı ortalama 30 lt iken kullanılan su yaklaşık olarak 80 lt civarındadır. Banyolarda kullanılan geleneksel duş başlıkları dakikada 0.3-0.5 lt arasında su tüketimi yaparken, düşük debili başlıklar bu oranı 0.2 lt'ye düşürmektedir. Böylece sudan ortalama 27 lt tasarruf sağlanırken aynı zamanda enerjiden de tasarruf sağlamaktadır [51].

Konutlarda kullanılan geleneksel bir çamaşır makinesi ortalama 150-180 lt arasında su harcarken, bulaşık makine ise ortalama 190 lt su harcamaktadır. Teknolojik gelişmeler ile birlikte 5 kg çamaşır makinesi için bu oran 50-60 lt arasına kadar düşürülebilmektedir [51].

4.2. Sertifikasyon Sistemlerinde Suyun Etkin Kullanımı

Sertifikasyon sistemlerinde amaç, yapıların tasarım, yapım ve kullanım dönemlerinde kullanılan doğal ve yapay kaynaklara, çevreye (flora ve fauna) olan etkilerini en aza indirgemek; yapı alanlarının, malzemenin, suyun, enerjinin etkin kullanımı yanında, kirlilik ve atık yönetiminin planlanmasını sağlamak gibi ölçütler için değerlendirme sistemlerinin oluşturularak belgelenmesidir. Aynı zamanda sertifikasyon

sistemleri sürdürülebilirliğin kontrolünü değerlendirmektedir. Bu sistemler, sürdürülebilir ekolojik binaların inşa koşullarını da belirlemektedir. Sertifikasyon sistemleri aracılığı ile tüketimin azaltılması, kaynak korunumu, geri dönüşüm ve yeniden kullanım teşvik edilmektedir.

Dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan sertifikasyon sistemleri aşağıda sıralanmaktadır [55];

- Kuzey Amerika - LEED (Leadership in Energy and Environmental Design),
- Kanada - Green Globes,
- California - Green Building Code,
- Brezilya - AQUA (Alta Qualidade Ambiental),
- Avrupa - BREEAM (Building Research Establishment - Environmental Assessment Method),
- İspanya - VERDE (Green Building Council España Environmental Certificate),
- Almanya - DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen),
- İtalya - Protocollo Itaca,
- Finlandiya - PromisE,
- İsviçre - Minergie,
- Fransa - HQA (Haute Qualite Environmentale),
- Japonya - CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency),
- Singapur - Green Mark,
- Avustralya - Green Star,
- Körfez Ülkeleri – ESTİDAMA (Arabic Word for Sustainability)

Dünya genelinde kendi ülkesinin vizyonuna, iklimine ve yapılaşma koşullarına uygun sertifikasyon sistemlerine sahip birçok ülke yer almasına rağmen, Türkiye'ye özgü sertifikasyon sistemi bulunmamaktadır. Bu sertifikasyon sistemleri arasında yer alan, LEED, BREEAM ve DGNB, Türkiye genelinde sertifika sahibi olabilmek için başvurulan sertifikasyon sistemleridir. Amerika'da LEED, Türkiye'de LEED, BREEAM ve DGNB kullanılması sebebi ile bu sertifikasyon sistemleri için açılım yapılacak ve suyun etkin kullanımı başlığı diğer ölçütlere oranla daha detaylı ele alınacaktır.

4.2.1. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

LEED, 1998 yılında Amerika'da "The U.S. Green Building Council (USGBC)", "Yeşil Bina Konseyi" tarafından düzenlenen yapıların tasarım, inşa ve işletme süreçlerini kapsayan sertifikasyon sistemidir [56].

LEED'de farklı ölçek ve işlevler için geliştirilmiş birden fazla sertifikasyon sistemi yer almaktadır. Bunlar (Tablo 4.2), [57];

- LEED AP Building Design + Construction (LEED AP BD+C) : Bina Tasarımı + Yapım
- LEED AP Operations + Maintenance (LEED AP O+M) : İşletme + Bakım
- LEED AP Interior Design + Construction (LEED AP ID+C) : İç Mimari + Yapım
- LEED AP Neighborhood Development (LEED AP ND) : Mahalle Gelişimi
- LEED AP Homes: Konutlar şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.2. LEED sertifikasyon sistemleri [57]

LEED SERTİFİKASYON SİSTEMLERİ	
Kategori	**İçerik**
LEED AP BD+C	Ticaret, konut, eğitim ve sağlık sektörlerine hizmet veren yeşil binaların tasarım ve yapım aşamaları için uygundur.
LEED AP O+M	Gelişmiş teknik ve bakım önerileri ile mevcut binalardaki sürdürülebilir uygulamaların performansını geliştiren, verimliliğini artıran ve çevresel etkilerini azaltan projeler için uygundur.
LEED AP ID+C	Katılımcılara sağlıklı, sürdürülebilir ve üretken bir çalışma ortamı sunan ticari iç mekanların yanı sıra kiralanabilir alanların tasarımı, inşası ve geliştirilmesine hizmet eder.
LEED AP ND	Toplum ve mahalle ölçeğindeki projelerin planlanması, tasarımı ve geliştirilmesi için geçerlidir.
LEED AP Homes	Daha az kaynak kullanımı ve atık üretimi ile sağlıklı ve dayanıklı konutların tasarımı ve inşası için uygundur.

Yapıların sertifika alabilmeleri için sağlamaları gereken ön koşullar, her biri başvurulan sertifika sistemine özgü farklı puanlar ile değerlendirilmektedir. Aşağıda temel ön koşullar sıralanmaktadır [57];

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

Ön koşullar toplamda 110 puan üzerinden değerlendirmeye alınmaktadır, elde edilen puan aralıklarına göre LEED sertifika dereceleri ise şu şekildedir [57];

- Sertifika: 40 – 49 puan
- Gümüş: 50 – 59 puan
- Altın: 60 – 79 puan
- Platin: 80 ve üzeri puan

Ön koşullar içerisinde yer alan suyun etkin kullanımı, başvurulan sertifika türüne özgü olarak farklı değerlendirme kriterlerine sahip olmaktadır. Genel olarak bakıldığında suyun etkin kullanımı başlığı altında, suyun iç mekanda kullanımı, dış mekanda kullanımı, özel kullanımlar ve ölçümleri dikkate alınarak bütünsel değerlendirme sağlanmaktadır. Soğutma kuleleri, kullanılan armatürler, teçhizat, işletme veya sulama da dahil olmak üzere bir bina ile ilgili tüm su kaynaklarını dikkate alarak değerlendirilir. Sulama suyu, gri su, siyah su ve yağmur sularının geri dönüştürülerek yeniden kullanımını teşvik eder [56].

Farklı kategorilere sahip LEED sertifikalarında, suyun etkin kullanımı için çeşitli değerlendirme koşulları ve puanları yer almaktadır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. LEED sertifikasyon sistemleri suyun etkin kullanım stratejisi ve puanlama sistemi[2] [57]

LEED SERTİFİKASYON SİSTEMLERİ			
Kategori	**Ön Koşul**	**Puan**	
LEED AP BD+C	Su etkin peyzaj	4	10
	Yenilikçi atık su teknolojileri	2	
	Su kullanımını azaltma	4	
LEED AP O+M	Su performansı ölçümü	2	14
	İlave iç tesisat armatürü ve montaj verimliliği	5	
	Su etkin peyzaj	5	
	Soğutma kulesi su yönetimi	2	
LEED AP ID+C	Su kullanımı azaltma	11	
LEED AP ND	Atık su yönetimi	2	8
	Yapılarda su verimliliğini arttırmak	1	
	Su etkin peyzaj	1	
	Yağmursuyu yönetimi	4	
LEED AP Homes	Toplam su tüketimi	12	22
	İç mekan su tüketimi	6	
	Dış mekan su tüketimi	4	

4.2.2. BREEAM (Building Research Establishment - Environmental Assessment Method)

BREEAM, dünyada ilk kez sürdürülebilir değerlendirme yöntemi olarak 1990 yılında İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından kurulmuştur. Doğal kaynakların daha verimli kullanımını teşvik etmektedir. Değerlendirme koşulları sonucunda elde edilen puanlara göre farklı kategorilere sahip sertifika sistemlerine sahiptir. Sertifika performans seviyesi ve BREEAM derecelendirmesi, BREEAM değerlendirmesinin kazandırdığı toplam kredi sayısıyla, konseptten, geliştirme, tasarım, inşa ve tamamlama aşaması boyunca belirlenir [58].

[2] Tablo 'da genel değerlendirme puanları gösterilmiş olup, bu kategorilerin alt başlıkları için farklı puan sistemleri bulunmaktadır.

BREEAM aşağıda belirtilen kategorileri içermektedir ve her biri için farklı teknik standartlar uygulanmaktadır;

- Topluluklar (Masterplan),
- Yeşil altyapılar (İnşaat Mühendisliği),
- Yeni yapılar,
- Kullanılan yapılar,
- Yenilenen yapılar,

BREEAM derecelendirme sistemi;

- Kabul edilebilir (yalnızca kullanılan yapılar kategorisi için geçerlidir),
- Geçer,
- İyi,
- Çok İyi,
- Mükemmel,
- Olağanüstü,

sertifikalarından oluşmaktadır. BREEAM sertifikasyon sistemi, %'lik dilim olarak ifade edilir ve toplamda %100 üzerinden değerlendirilmektedir. Değerlendirme kriterleri şu şekilde sıralanmaktadır;

- Bina yönetim-%12
- Sağlık & Konfor-%15
- Enerji korunumu-%19
- Ulaşım-%8
- Su-%6
- Malzeme-%12.5
- Atıklar-%7.5
- Arazi kullanımı & Ekoloji-%10
- Kirlilik-%10

4.2.3. DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen)

Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası (DGNB), inşaat ve gayrimenkul sektörlerindeki çeşitli konularda, 16 girişimci tarafından 2007 yılında kurulmuştur ve gelecekte yapıların sürdürülebilir ve ekonomik açıdan daha verimli bir hale getirilmesi hedeflenmektedir [59].

DGNB sertifikasyon sistemi altı ana başlık altında incelenmektedir [60];

- Çevresel kalite,
- Ekonomik kalite,
- Sosyokültürel ve işlevsel kalite,
- Teknik kalite,
- Süreç kalitesi,
- Alan kalitesi

Her bir değerlendirme kategorisi, kendi içerisinde farklı sayıdaki alt başlıklardan oluşmaktadır. Altı kategoriden toplamda alınan yüzdelik puana göre dört farklı sertifika derecesi bulunmaktadır [61];

- Bronz: % 35,
- Gümüş: %35-50
- Altın: %50-65
- Platin: %65-80

Suyun etkin kullanımı başlığı, çevresel kalite kategorisini oluşturan alt başlıklar arasında yer almaktadır. "İçme Suyu İhtiyacı ve Atık Su Hacmi" olarak ele alınan başlık, atık suların su döngüsüne ulaşmadan önce zararlı ve kirli maddelerden arıtılıp tekrar kullanılarak, içme suyu ihtiyacının karşılanmasını hedeflemektedir. Bu sayede atık su hacmi azalırken içme suyu talebi karşılanmış olacaktır [60]. Sertifika sistemi içerisinde %2.3'lük değerlendirme payına sahiptir [61].

Sertifika sistemlerine bakıldığında, temeldeki amacın; ülkelerdeki bina performanslarının en üst düzeye çıkarılması olduğu görülmektedir. Birçok ülke, iklim koşulları, malzeme çeşitliliği, yönetim felsefeleri, uygulanan kanun veya teşvikler gibi birçok değişkene bağlı olarak özgün sertifikasyon sistemleri geliştirmektedir.

Sertifika sistemlerinde, uygulamanın yapıldığı ülkelerdeki eksikliklerin önem derecelerine göre parametreler belirlenmekte ve farklı puan derecelendirilmeleri öngörülmektedir. Genel olarak bakıldığında alan yönetimi, malzeme, su ve enerjinin etkin kullanımı, atık yönetimi gibi konuların ortak olarak ele alındığı görülmektedir. Ancak suyun etkin kullanım stratejisine, diğer stratejilere (LEED-%10, BREEAM-%6, DGNB-%2.3) oranla daha az pay verilmektedir. Sertifika sistemleri içerisinde belirtilen tüm stratejilerin uygulanması, yenilikçi çözümler ile birlikte, doğaya saygılı ve aynı zamanda uyumlu bir yapay çevrenin yaratılarak, yaşama sunulmasını sağlayacaktır.

BÖLÜM 5

SUYUN ETKİN KULLANIMINA YÖNELİK ÖRNEK İNCELEMELERİ

Bu bölümde suyun etkin kullanımı stratejilerini incelemek için Türkiye ve Amerika'daki örnek yapılar karşılaştırılmaktadır. Örnek yapılar, fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkeler arasında yer alan Türkiye ile fiziksel su kıtlığına yaklaşan ve su kıtlığı az olan farklı bölgeler barındıran Amerika'dan seçilmiştir. Örnek incelemesinde; iklim bölgeleri, bölgesel ve mikroklimatik koşullar, vejetasyon, topoğrafya, alan kullanım biçimi, fonksiyon, kat yükseklikleri gibi parametreler değerlendirilmektedir. Farklı özelliklere sahip örneklerin seçilmesindeki amaç, suyun etkin kullanım yöntemlerinin uygulama çeşitliliğinin incelenebilmesidir. Elde edilen veriler karşılaştırılarak, etkin çözümlerin değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Örnekler, suyun etkin kullanım yöntemlerinden; yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu üzerinden analiz edilmektedir. Geri dönüşüm ve yeniden kullanma yöntemi, siyah su ve gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı olarak iki alt başlıkta değerlendirilmektedir.

Yapı künyeleri oluşturularak, temel bilgiler tablo halinde sunulmaktadır. Tablolar üzerinde suyun etkin kullanım yöntemlerinin yapılar üzerinde uygulanıp uygulanmadığı simgeler ile belirtilmektedir. (✓) simgesi, suyun etkin kullanım yönteminin yapı üzerinde yer aldığı ve kullanıldığını, (✗) simgesi, suyun etkin kullanım yönteminin yapı üzerinde yer almadığını ve kullanılmadığını; ayrıca uluslararası kabul görmüş sertifikasyon sistemleri olan LEED, BREEAM veya DGNB sertifikalarından herhangi birine sahip olup olmadığını göstermektedir.

5.1. Ulusal Örnek İncelemeleri (Türkiye)

Türkiye'de suyun etkin kullanım yöntemlerinin incelenmesinde, yapıların iklimle uyumlu biyoklimatik mimari unsurlarını ele alan Türkiye bölgeleri dağılımına dikkat edilerek, 10 yapı seçilmiştir. Yapıların yer aldığı il ve geleneksel yapılaşma kültürü ile uyumlu iklim bölgeleri belirtilmektedir (Şekil 5.1), [62, 63].

Bu örnekler;

- Eser Holding Merkez Ofisi (Ankara, Ilıman- Kuru İklim Bölgesi)
- Gaziantep Ekolojik Bina (Gaziantep, Sıcak- Kuru İklim Bölgesi)
- Küçükçekmece Belediye Binası (İstanbul, Ilıman- Nemli İklim Bölgesi)
- İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali (İzmir, Sıcak- Nemli İklim Bölgesi)
- Türkiye Müteahhitler Birliği Binası (Ankara, Ilıman- Kuru İklim Bölgesi)
- Ytong Çatalca Üretim Tesisi (İstanbul, Ilıman- Nemli İklim Bölgesi)
- Park Dedeman Levent Hotel (İstanbul, Ilıman- Nemli İklim Bölgesi)
- Eskişehir Su Sporları Merkezi (Eskişehir, Ilıman- Kuru İklim Bölgesi)
- Piri Reis Üniversitesi Kampüsü (İstanbul, Ilıman- Nemli İklim Bölgesi)

farklı tekil ve kompleks yapılar "LEED veya BREEAM" sertifikalarından birine sahiptirler.

Bunların dışında;

- Diyarbakır Güneş Evi (Diyarbakır, Sıcak- Kuru İklim Bölgesi)

herhangi bir sertifikaya sahip olmamasına rağmen Türkiye içerisinde su yönetim modeli olarak öncü yapılar arasında sayılması nedeni ile örnek yapı grubu içerisine dahil edilmiştir.

Seçilen örnekler teknik bilgiler, suyun etkin kullanım yöntemleri, sertifikasyon sistemleri temel alınarak incelenmiştir, fotoğraflar ile desteklenerek, analiz edilmiştir.



Şekil 5.1. Türkiye iklim bölgeleri haritası [62, 63]

5.1.1. Eser Holding Merkez Ofisi

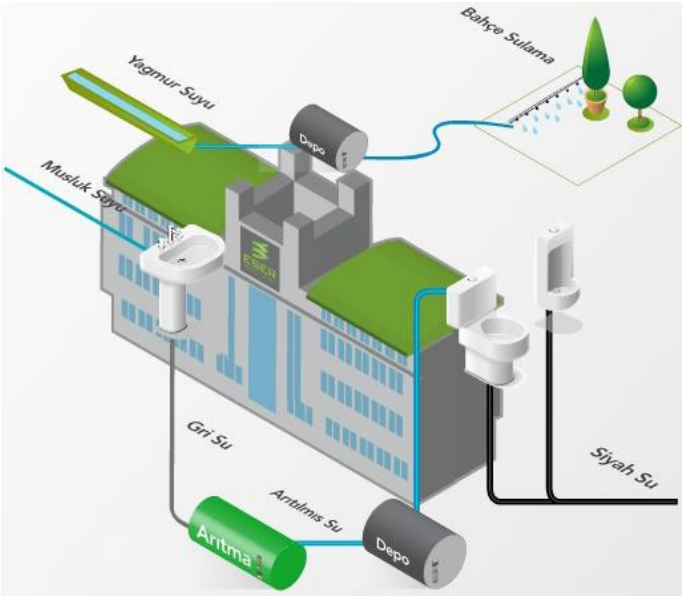
Yapı, Eser Holding adına 7.500 m^2 alanda, Ankara'da inşa edilmiş merkez ofis binasıdır. Yapıda, 2 bodrum kat, giriş, 3 ofis katı ve çatı arası katı olmak üzere toplam 7 kat bulunmaktadır [64]. LEED "Platin" sertifikasına sahip yapı, bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanımı içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 4p), yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p), su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 puan almıştır [65].

Eser Yeşil Binası'na gri su arıtma sistemi yerleştirilmiştir. Gri su arıtma sistemi, büyük ölçekli bir ofis binasında, gün içinde lavabolardan çıkan suların birçok tuvalet sifonlarında kullanılan suyu karşılamaya yetecek ölçüde olduğu düşüncesi ile yerleştirilmiştir. Lavabolardan toplanan su, 4 aşamalı bir sistemden geçmektedir. Bunlar; ön filtreleme, biyolojik arıtım, tortudan arıtma ve UV dezenfeksiyonudur. Geri dönüştürülmüş olan su daha sonra rezervuarlara gönderilmektedir (Şekil 5.2), [64].

Bina içinde en yüksek su kullanımı sifonlardan kaynaklanmaktadır. Su tasarrufu sağlayabilmek için, binada çift sifonlu tuvaletler tercih edilmiştir. Kısmi kullanımda 0.8 galon, tamamen kullanıldığında ise 1.6 galon su salınmaktadır. Susuz pisuarlar ise diğerleriyle karşılaştırıldığında pisuar başına yıllık 150 ton su tasarrufu sağlanmaktır (Şekil 5.3), [64].

Tablo 5.1. EserHolding merkez ofisi yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">ESER HOLDİNG MERKEZ OFİSİ</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Ofis</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Akun Mimarlık</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">7.500 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Ankara, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2011</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Kuru</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED “Platin”</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>



Şekil 5.2. Eser Holding su yönetimi sistemi [66]

Kurulan yağmur suyu toplama sistemi ile toplanan sular depolama tanklarında depolanmaktadır, vana ve pompalama sistemleri ile toplanan su, bahçedeki bitkilerin sulama sistemi olan damla sulamada kullanılmaktadır. Yapılan peyzaj düzenlemesinde

bitkiler yerel iklime (ılıman-kuru) uygun ve az su isteyen türler arasından seçilmiştir. Bu şekilde su tasarruflu peyzaj planı oluşturulmuştur [64].



Şekil 5.3. Tuvaletlerde kullanılan su tasarruflu armatürler ve peyzaj düzenlemesi [64]

5.1.2. Gaziantep Ekolojik Bina

Gaziantep Üniversitesi ile Gaziantep Büyükşehir Belediyesi'nin ortak çalışmalarıyla tamamlanan Gaziantep Ekolojik Bina, İnsan Kaynakları Merkezi olarak işlevlendirilmesinin yanı sıra yenilenebilir enerji teknolojilerinin tanıtıldığı bir merkez olarak da hizmet sunmaktadır [67]. Yapı, 2015 yılında LEED "Platin" sertifikasını almıştır.

Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanımı içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 2p), yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p), su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 üzerinden 8 puan almıştır [68].

Suyun etkin kullanımı, yapının bahçesindeki yağmur suyu depolama ve su arıtma sistemleriyle sağlanmıştır. Gri suların yeniden kullanılması amacıyla tasarlanan arıtma sistemiyle geri kazanılan su, klozet rezervuarlarında; toplanan yağmur suları ise peyzaj sulamasında kullanılmaktadır. Düşük debili, basınçlı armatürler ve susuz pisuar kullanımı ile de su tasarrufu sağlanmaktadır (Şekil 5.4), [67].



Şekil 5.4. Gaziantep Ekolojik Bina yeşil çatı uygulaması ve yağmur suyu toplama-arıtma deposu [69]

Tablo 5.2. Gaziantep Ekolojik Bina yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">GAZİANTEP EKOLOJİK BİNA</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Karma işlev</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">325 m²</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Gaziantep, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2011</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Sıcak-Kuru</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED “Platin”</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

Ayrıca yapının çatı uygulaması, klasik çatı anlayışı dışında yeşil çatı uygulaması ile düzenlenmiştir. Az su ve bakım gerektiren iklim ile uyumlu bitkilerden oluşan çatı, binanın izolasyonu için katkı sağlamaktadır. Yapının çevresinde herdem yeşil bitkiler ile oluşturulan peyzaj alanında, damla sulama sistemi uygulanmıştır [69].

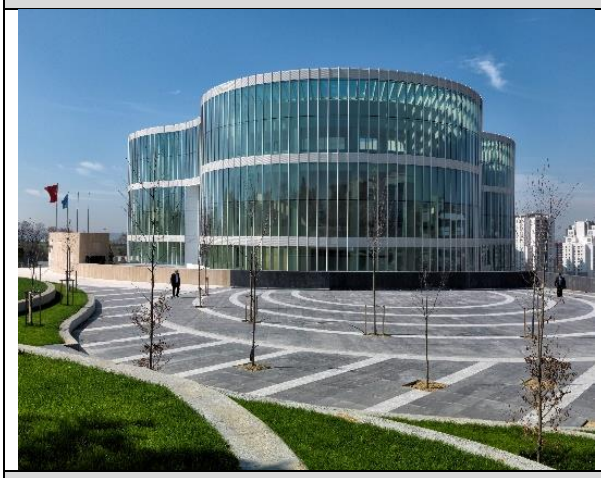
5.1.3. Küçükçekmece Belediye Binası

Küçükçekmece Belediye Binası, eski belediye binasının mekan ihtiyacının artması ve talepleri karşılayamaması nedeni ile yeniden inşa edilmiştir. Bina, eğimli bir arazi üzerinde, 9 katlı bir yapı olarak tasarlanmış ve 2014 yılında faaliyete geçmiştir. Yapı, BREEAM “Mükemmel” sertifikasına sahiptir.

Yapının çatısında biriken yağmur suları toplanarak, 250 m^3'lük bir yağmur suyu depolama tankında biriktirilerek, iç bahçe ve peyzaj alanlarının tamamının sulanmasında kullanılmaktadır. Binanın lavabo ve duşlarından gelen gri atık su, ayrı bir pis su boru sistemiyle toplanarak arıtma işlemlerinden geçirilmekte ve arıtılan su ayrı bir depoda biriktirilerek rezervuarlarında tekrar kullanımı sağlanmaktadır. Gri suyun tekrar arıtılması ile su ihtiyacının yaklaşık %54'ü karşılanabilmektedir. Yapıda, tüketimin

azaltılması ve korunumu için vitrifiye ve mekanik sistem ekipmanları A^{+} ve A^{++} enerji sınıfı ürünler arasından tercih edilmiştir [70].

Tablo 5.3. Küçükçekmece Belediye Binası yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">KÜÇÜKÇEKMECE BELEDİYE BİNASI</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Kamu yönetim binası</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Mutlu Çilingiroğlu</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">40.000 m² (arsa alanı)</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">İstanbul, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2014</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Nemli</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">BREEAM “Mükemmel”</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

11.300 m^2'lik yeşil alana sahip arazide yerel bitki seçimi yapılmıştır. Yeşil alanı sınırlayıcı eleman kullanılmamış, rekreasyon alanı olarak kullanıma sunulmuştur. Binanın üst örtüsünde, bakım gerektirmeyen bitkiler kullanılarak yeşil çatı sistemi uygulanmıştır. Yeşil çatı, akustik ve ısı yalıtımı sağlanması, binadan atmosfere ısı yansımasının engellemesi ve yağmur suyunun toplanması için yapıya katkı sağlamaktadır [70].

5.1.4. İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali

İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali, İzmir, Gaziemir'de yer alan havaalanında bulunan iç hatlar terminalinin yenilenmesi projesi kapsamında inşa edilmiştir. Yapı 185.000 m^2'lik kapalı alana sahiptir ve 2014 yılında faaliyete başlamıştır [71].

Tablo 5.4. İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">İZMİR ADNAN MENDERES İÇ HATLAR YENİ TERMİNALİ</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td>Ulaşım</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td>TAV Ege</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td>185.000 m²</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td>İzmir, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2014</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td>Sıcak-Nemli</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td>LEED “Gümüş”</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>Siyah Su
×</td><td>Gri Su
✓</td><td>✓</td></tr>
</table>

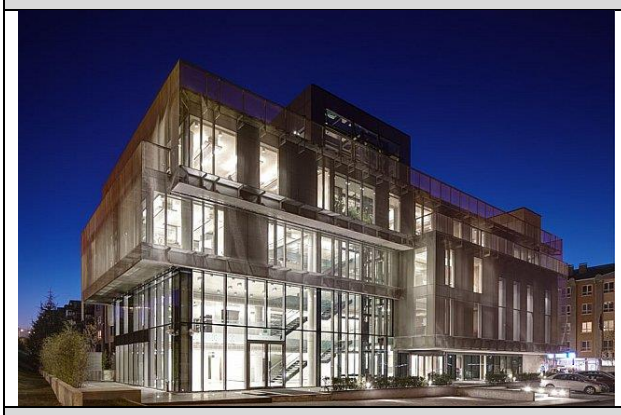
Yapı, 2015 yılında LEED “Gümüş” sertifikası almıştır. Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanım içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 2p), yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p), su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 üzerinden 8 puan almıştır [72].

Yapıda, yağmur suyu toplama sistemleri, gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı gerçekleştirilmiştir. Yapı içerisinde su tüketimini azaltan armatürler ve tesisat sistemlerine yer verilmiştir. Bu uygulamalar su kullanımında %47’lik bir azalma sağlamıştır [71].

5.1.5. Türkiye Müteahhitler Birliği Binası

Türkiye Müteahhitler Birliği Binası, 4.817 m^2 kapalı alan ve toplamda 7.138 m^2 inşaat alanına sahiptir. Türkiye Müteahhitler Birliği’nin yeni genel merkez binası olarak Ankara’da inşa edilmiştir. 2013 yılında inşası tamamlanan yapı, LEED “Platin” sertifikasına sahiptir [73].

Tablo 5.5. Türkiye Müteahhitler Birliği Binası yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">TÜRKİYE MÜTEAHHİTLER BİRLİĞİ BİNASI</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Ofis</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Avcı Mimarlık</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">4.817 m²</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Ankara, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2013</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Kuru</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED “Platin”</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanım içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 4p), yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p), su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 puan almıştır [74].

Yapıda, az su tüketen vitrifiye elemanları kullanımı ile tüketimin azaltılması, yağmur suyunun depolanması ve gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı sağlanmıştır. Peyzaj için az su tüketen, endemik bitkiler tercih edilmiş ve bütünsel bir tasarım elde edilmiştir [73].

5.1.6. Ytong Çatalca Üretim Tesisi

Yapı, Ytong Şirketler Grubu tarafından İstanbul, Çatalca’da yeni üretim tesisi olarak, 2016 yılında inşa edilmiştir. Yapı**,** BREEAM “İyi” sertifikasını almıştır.

Yapıda, sert zeminlerden ve çatıdan toplanarak depolanan yağmur suyu, üretim ve sulama sisteminde yeniden kullanılarak şebeke suyu kullanımı minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Binada kullanılan su armatürlerinin verimlilik değerleri uluslararası standartların üzerinde seçilmiştir. Seçilen su tüketimi düşük armatürler ile %40’ın üzerinde su tasarrufu sağlanmaktadır [75].

Tablo 5.6. Ytong Çatalca Üretim Tesisi yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">YTONG ÇATALCA ÜRETİM TESİSİ</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7">
</td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Ticaret</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">İstanbul, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2016</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Nemli</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">BREEAM “İyi”</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

Alanda yapılan peyzaj düzenlemesi, proje arazisinin uygulama yapılmadan önceki durumunda yer alan bitki türleri tespit edilerek, inşaat sonrasında önceki duruma göre yeşil alan ve bitki çeşitliliği artırılmıştır. İklimle uyumlu bitki seçimi yapılarak, doğal peyzaj uygulaması yapılmıştır [75].

5.1.7. Park Dedeman Levent Hotel

Park Dedeman Levent Hotel, İstanbul, Şişli'de inşa edilmiştir. Yapı, 23.400 m²'lik toplam inşat alanı ile 18 kattan oluşmaktadır. Yapı, LEED "Altın" sertifikasına sahiptir. Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanım içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 4p) , yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p) , su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 puan almıştır [76].

Tablo 5.7. Park Dedeman Levent Hotel yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">PARK DEDEMAN LEVENT HOTEL</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Ticaret</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">23.400 m²</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">İstanbul, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2015</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Nemli</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED “Altın”</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">×</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

Yapıda, gri suyun geri dönüşümü ve tekrar kullanım olanağı sağlanmıştır. Klozetler haricinde lavabolardan biriken gri su, arıtma işleminden geçirilerek tuvalet rezervuarlarında ve sulamada kullanılmaktadır. Gri suyun geri dönüşümü ve tekrar kullanımı 30 m^3'lük su tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca az hacimli rezervuarlar, yüksek verimli, fotoselli armatürler kullanılmıştır. Bu uygulamalar sayesinde hotel genelinde, su tüketiminde %40 oranında tasarruf sağlanmaktadır [77].

Oda katlarının kapalı-açık alanlarında ve binanın çevresindeki peyzaj alanlarında yer alan bitkiler, bakımı kolay ve bölgeye özgü bitkiler arasından tercih edilerek, damla sulama sistemi kullanılmıştır [77].

5.1.8. Eskişehir Su Sporları Merkezi

Eskişehir Su Sporları Merkezi, Tepebaşı Belediyesi tarafından Eskişehir'de 2015 yılında inşa edilmiştir. 60.000 m^2'lik merkez içerisinde, 25 m uzunluğunda altı kulvarlı yarı olimpik kapalı yüzme havuzu, 250 m^2 ve 25 m^2 rehabilite ve eğlence havuzu, 110 m^2

açık havuz ayrıca yoga, plates, aerobik, masa tenisi, toplantı salonları ve step alanları yer almaktadır. Yapı, 2015 yılında LEED "Altın" sertifikası almıştır [78].

Tablo 5.8. Eskişehir Su Sporları Merkezi yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">ESKİŞEHİR SU SPORLARI MERKEZİ</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td>Spor</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td>Ömer Güçhan</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td>60.000 m²</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td>Eskişehir, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2015</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgeleri</td><td>Ilıman-Kuru</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td>LEED "Altın"</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td colspan="2">Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td colspan="2" rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanım içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 4p), yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p), su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 puan almıştır [79].

Yapı, su sporları merkezi olarak faaliyet göstermesi sebebiyle havuz ve duş kullanımında fazla su tüketilmektedir. Yapıda, suyun etkin kullanımı için yağmur suyunun depolanması ve gri suyun geri dönüştürülerek tekrar kullanımı sağlanmaktadır. Bahçenin sulanması için arıtılan gri su kullanılmaktadır. Ayrıca duş, lavabo, pisuar ve rezervuarlarda az su tüketen verimli armatürler seçilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamalar sayesinde su tüketiminde yaklaşık %70 su verimliliği ve yıllık 2500 ton su tasarrufu sağlanmaktadır [80].

5.1.9. Piri Reis Üniversitesi Kampüsü

Piri Reis Üniversitesi Kampüsü, İstanbul, Tuzla'da 60.000 m^2 kapalı eğitim alanı ile 2013 yılında kurulmuştur. Üniversite, denizcilik konusunda eğitim vermektedir. Kampüs BREEAM "Çok İyi" sertifikasına sahiptir [81].

Tablo 5.9. Piri Reis Üniversitesi Kampüs künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Eğitim</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Kreatif Mimarlık</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">60.000 m²</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">İstanbul, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2013</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Nemli</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">BREEAM "Çok İyi"</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>✗</td><td>✓</td></tr>
</table>

238.000 lt hacimli depolama alanı ile yağmur suları toplanarak peyzaj alanlarının sulaması için kullanılmaktadır. Lavabo ve duşlardan gelen tüm gri sular, ayrı bir su hattı ile 109.000 lt hacimli tanklarda toplanarak, arazi içerisinde sürdürülebilir bir şekilde arıtılarak rezervuarlarda kullanılmaktadır. Ayrıca araç yıkama sistemi ile birlikte tüketilecek suyun temizliği sağlanarak yeniden kullanımına olanak sağlanmaktadır. Banyo ve tuvaletlerde kullanılan armatürler düşük su tüketimli olarak tercih edilmiştir. Yeraltı suların kirliliğinin önlenmesi için yağ tutucular bulunmaktadır. Kampüs içerisinde su tüketimi aylık olarak takip edilmektedir [82].

Blokların, denize paralel konumlandırılması ile hakim rüzgar kontrol altına alınmış, sert rüzgarlardan korunmuş iç bahçeler yaratılmıştır. Toplam 28.000 m^2 yeşil alana sahip kampüste, az su isteyen ve bölgeye özgü bitkiler tercih edilmiştir. Çevreye ek

olarak yeşil çatı uygulamaları yapılmış, bütüncül peyzaj alanları yaratmanın yanı sıra izolasyona katkı sağlanması amaçlanmıştır [82].

5.1.10. Diyarbakır Güneş Evi

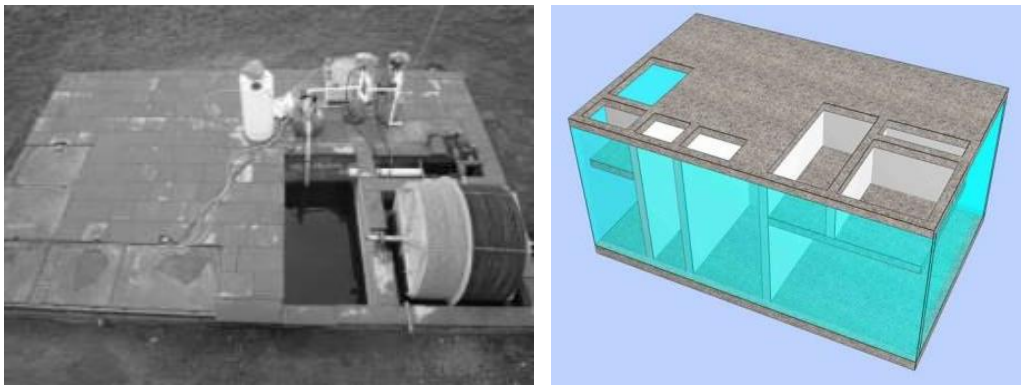
Yapı, Diyarbakır'da 2007 yılında eğitim, araştırma ve uygulama merkezi olarak inşa edilmiştir. Yapıya, suyun etkin kullanımıyla birlikte güneş enerjisinden pasif yararlanma yöntemleri uygulanmıştır [83].

Tablo 5.10. Diyarbakır Güneş Evi yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">DİYARBAKIR GÜNEŞ EVİ</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Karma işlev</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Çelik Erengezgin</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">120 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Diyarbakır, Türkiye</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2007</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Sıcak-Kuru</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">×</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td></tr>
</table>

Evsel atıklar, Dönen Biyolojik Disk (Rotating Biological Disk) yöntemiyle, plastik dairesel levhalar üzerinde üreyen bakteriler sayesinde, çok düşük bir enerji kullanımı ile %90-95 oranında arıtılmakta, bahçe sulamasında kullanılmak üzere yağmur suyu deposuna aktarılmaktadır. Belli aralıklarla toplanan katı atıklar da kurutulup, yine bahçede gübre olarak değerlendirilmektedir. Biyolojik arıtma tesisinde yer alan disklerin yüzeyindeki bakteriler, tamamen doğal olarak oluşmakta ve ani değişkenlik gösteren organik yüke, diğer sistemlere göre çok daha hızlı uyum sağlamaktadır. Arıtmayı gerçekleştiren bakterilerin çoğalabileceği yüzeyin, dönen disklerden ibaret olması küçük

bir alana yüzlerce metrekarelik yüzeyin sığdırılabilmesini mümkün kılmaktadır (Şekil 5.5), [83].



Şekil 5.5. Diyarbakır Güneş Evi biyolojik arıtma tesisi [83, 84]

Çatılardan alınarak borularla yapının kuzey cephesindeki su deposuna yönlendirilen yağmur suyu, yer altında saklanmaktadır. Evsel atıkların arıtılmasından elde edilen suyun karbon filtreden geçirilmesi sonucu, ikisi birlikte bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Bu suyun, temizlik suyu olarak rezervuarlarda kullanılmasının mümkün olduğu belirtilmektedir [83].

Yağmur suyu toplama işlemi bir ileri aşamada, 50-60 cm bahçe toprağı altına yerleştirilecek çakıl benzeri süzek malzeme ve drenaj kanalları kullanarak yani yağmur düşen yüzey alanını büyüterek arttırılabilmektedir. Böylece bahçe toprağını ve yüzey bitkilerinin köklerinin ıslatıp işlevini yerine getiren yağmurun fazlası geri kazanılıp depolanamaktadır. Binanın sıcak-kuru iklim bölgesinde yer alması nedeni ile az su isteyen yerel bitkiler tercih edilerek peyzaj düzenlemesi yapılmıştır [83].

5.2. Uluslararası Örnek İncelemeleri (Amerika Birleşik Devletleri)

Uluslararası örnek yapılar, Amerika Birleşik Devleri'nde yer alan yapılar arasından seçilmiştir. Fiziksel su kıtlığına yaklaşan ve su kıtlığı az olan farklı bölgeler barındırması nedeni ile Amerika, Türkiye ile su kıtlığı/kısıtı karşılaştırması yapıldığında benzer bölgelere sahiptir. Bu da örnek gruplar arasında benzer stratejiler uygulanabileceği öngörüsünü ortaya çıkarmaktadır.

Amerika Birleşik Devleri içerisinden 10 yapı örneği seçilmiştir. Sertifika sistemine sahip olmaları örneklerin seçim kriterini belirlemiştir. Amerika iklim bölgelerine de dikkat edilerek seçilen örnekler arasından;

- Sidwell Friends School (Ilıman-Nemli İklim Bölgesi)

- Collaborative Life Sciences Building (Soğuk İklim Bölgesi)
- The Edith Green - Wendell Wyatt Federal Building (Soğuk İklim Bölgesi)
- J. Craig Venter Institute (Sıcak-Kuru İklim Bölgesi)
- Center For Sustainable Landscapes (Soğuk İklim Bölgesi)
- Tassafaronga Village (Okyanus İklim Bölgesi)
- Federal Center South Building 1202 (Okyanus İklim Bölgesi)
- Arizona State University Student Health Services (Sıcak-Kuru İklim Bölgesi)
- The David and Lucile Packard Foundation (Okyanus İklim Bölgesi)

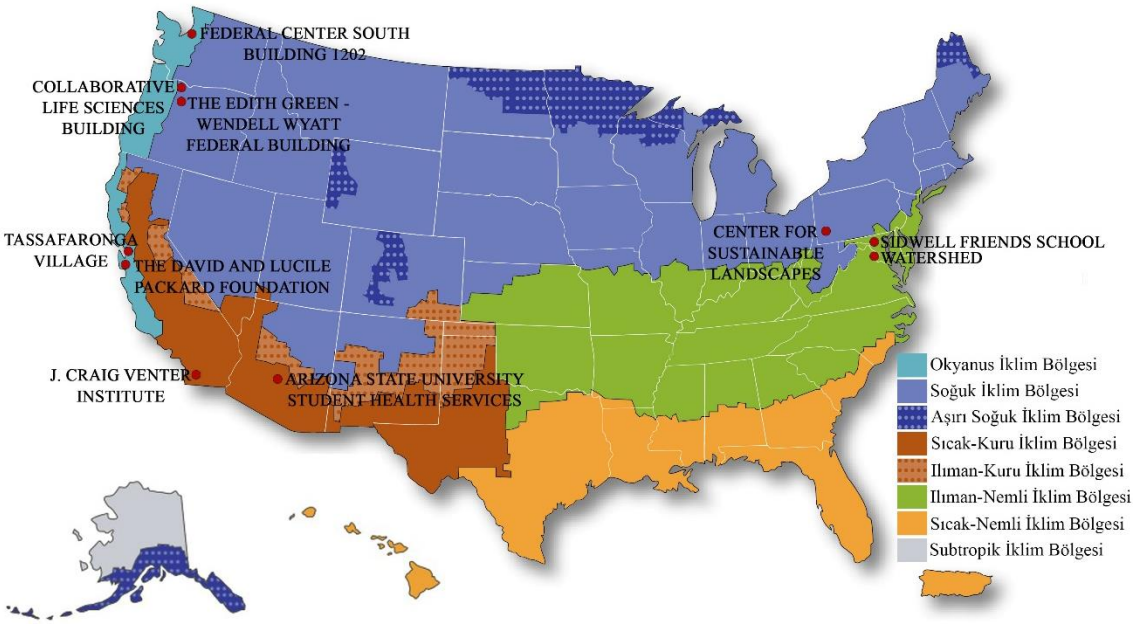
Amerika'da yer alan "Yeşil Bina Konseyi" tarafından düzenlenen "LEED" sertikifasına sahiptir.

Bu yapılar haricinde seçilen;

- Watershed (Ilıman-Nemli İklim Bölgesi)

yerel ödül veya sertifikaları bulunmasına rağmen genel kabul görmüş (LEED, BREEAM, DNGB vb.) herhangi sertifikaya sahip değildir. Fakat yapı, su etkin kullanım ve yönetim prensibiyle tasarlandığı ve tamamen tasarımına suyun etkin kullanımı yön verdiği için bu konuda örnek yapı grupları arasına dahil edilmiştir.

Seçilen tüm örnek yapılar teknik bilgiler, suyun etkin kullanımı ve yöntemleri, sertifikasyon sistemleri baz alınarak incelenmiş, suyun etkin kullanım stratejilerinin şematize edildiği çizimler ve fotoğraflar ile desteklenerek, incelenmiştir.



Şekil 5.6. Amerika iklim bölgeleri haritası [85]

5.2.1. Sidwell Friends School

2007 yılında, Washington'da yer alan Sidwell Friends School yenilenmiş ve kentsel kampüs olarak modernize edilmiştir (Şekil 5.7). Bina, bu değişim ile birlikte LEED "Platin" sertifikasına sahip olmuştur [86].

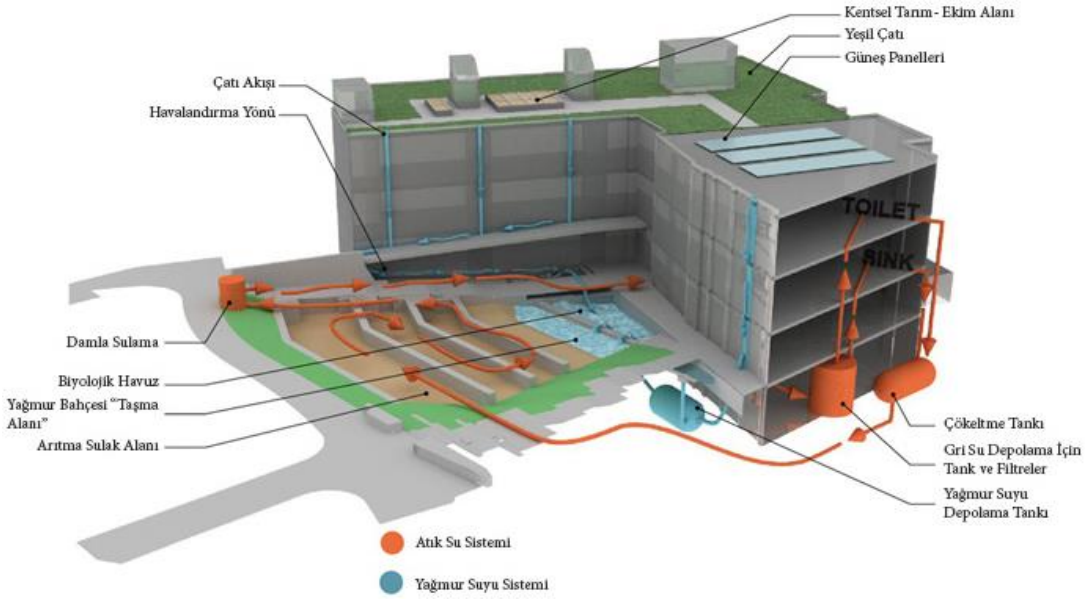


Şekil 5.7. Sidwell Friends School, eski ve yeni kampüsünden genel görünüş [87]

Okul binası dönüşüm sonrasında açık bir yaşam laboratuvarı halini almıştır. Öğrenciler, sürdürülebilir uygulamalar için sınıf haricinde bu alanlarda da çalışabilmektedirler [87].

Tablo 5.11. Sidwell Friends School yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">SIDWELL FRIENDS SCHOOL</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Eğitim</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Kieran Timberlake</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">15.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Washington, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2007</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Nemli</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED "Platin"</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>



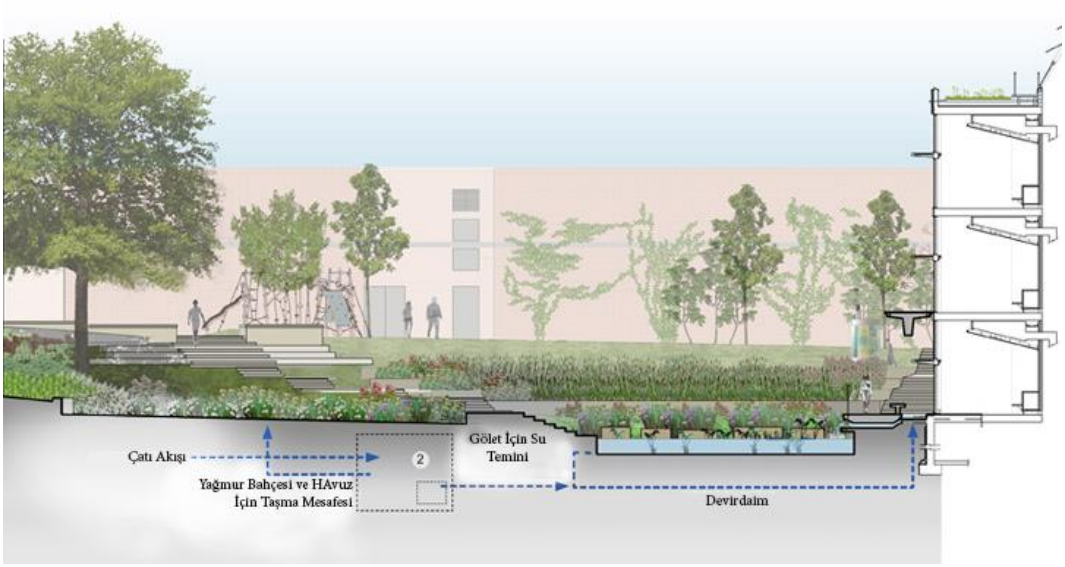
Şekil 5.8. Atık su ve yağmur suyu sistemleri [88]

Peyzaj alanlarına ve binalara ek olarak geliştirilen bir entegre sistem ile okuldan gelen atık suyun tekrar depolanma, temizlenme ve yeniden kullanımına olanak sağlanmaktadır. Mutfak ve banyolardan gelen atık ve kanalizasyon suları ilk olarak bir tankta toplanmakta, katı atıklar yeraltında inşa edilen sulak alana çökeltilmektedir. Geri dönüşüme aktarılan su, binanın tuvalet ve soğutma kulesinde yeniden kullanılmadan önce üç ile beş gün boyunca sistem içerisinde dolaştırılmaktadır (Şekil 5.8), [87].



Şekil 5.9. Sidwell Friends School yağmur bahçesi [88]

Teraslı sulak avlu, binadaki atık su için birincil filtrasyon mekanizması olarak tepeden aşağıya kademeli inecek şekilde tasarlanmıştır. Banyo ve mutfaklardan gelen atık suların üzerinde, öğrencilerin koku ve su ile temas etmemesi için kum tabaka bulunmaktadır (Şekil 5.9-5.10), [87].



Şekil 5.10. Yağmur bahçesi kesiti [88]

Kampüs, Piedmont Yaylası ve Güneydoğu Ovaları ekolojik bölgelerinin yakınında bulunmaktadır ve peyzaj alanları bu bölgeler örnek alınarak tasarlanmıştır. Meşe ağaçları, sulak alan bitkileri gibi 80'den fazla yerel bitki türü kullanılarak "mikro-yenileme alanı" adı altında düzenleme yapılmıştır. Kampüs bahçesi düzenlemesinin yanı sıra çatılarda, yeşil çatı uygulamaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.11), [89].



Şekil 5.11. Çatı bahçesi ve kademeli bahçeden genel görünüş [88]

Atık su yönetim sistemi günlük 3.000 galon suyun temizlenmesini sağlamaktadır. Yerinde atık su arıtımı, suyun yeniden kullanımı ve su tasarrufu sağlayan yerel bitkiler ile birlikte okulun su tüketimi %93 oranında azalmaktadır [88].

5.2.2. Collaborative Life Sciences Building

Oregon Health & Science University adına, araştırma amacıyla Portland,'da inşa edilen binada; sınıf, laboratuvar, klinik gibi çeşitli bölümler yer almaktadır. Yapı kuzey kule, güney kule ve merkezde yer alan orta avludan oluşmaktadır. Yapının inşası 2014 yılında tamamlanmıştır [90].

Tablo 5.12. Collaborative Life Sciences Building yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">COLLABORATIVE LIFE SCIENCES BUILDING</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td>Eğitim</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td>SERA Architects</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td>60.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td>Portland, Oregon, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2014</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td>Soğuk</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td>LEED "Platin"</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td colspan="2">Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td colspan="2" rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

Yapıda kullanılan su tasarrufu yöntemleri ve yağmur suyu toplama sistemi ile %60 oranında su tasarrufu elde edileceği tahmin edilmektedir. Düşük debili armatür kullanımı ile %35 su tasarrufu sağlanmıştır. Kuzey kule ve orta avludan, yağmur suyu toplama sistemi dahilinde 44.500 galon su depolama havzasına sahip yer altına yerleştirilmiş tank ile yılda 700.000 galon su depolanması sağlanmaktadır. Depolanan su WC'lerde kullanılmaktadır (Şekil 5.12), [90].

Öncelikli olarak tıbbi simülasyonların geliştirildiği güney kulede, yağmur suyunun etkisinin azaltılabilmesi için 2.300 m^2 yeşil çatı uygulaması yapılmıştır [90].



Şekil 5.12. Su yönetim stratejileri [90]

Peyzaj düzenlemesi, su tasarrufu göz önünde bulundurularak yapılmıştır. 2.500 m^2'lik peyzaj alanında, 1.500 m^2'de su tasarrufu sağlayabilmek ve yerel türlere yaşam alanı oluşturabilmek için minimum su isteyen yerel bitkiler tercih edilmiştir. Diğer peyzaj alanları ise damla sulama sistemi ile sulanmaktadır (Şekil 5.13), [90].



Şekil 5.13. Peyzaj alanları [91]

5.2.3. The Edith Green-Wendell Wyatt Federal Building

Edith Green-Wendell Wyatt Federal Binası, Portland şehir merkezinde bulunmaktadır. Yapım yılı 1974 olan yapı, yenilenerek ofis binası olarak kullanılmaktadır. 48.000 m^2'lik inşaat alanına sahip yapı, 18 kattan oluşmaktadır. LEED "Platin" sertifikası almıştır [92].

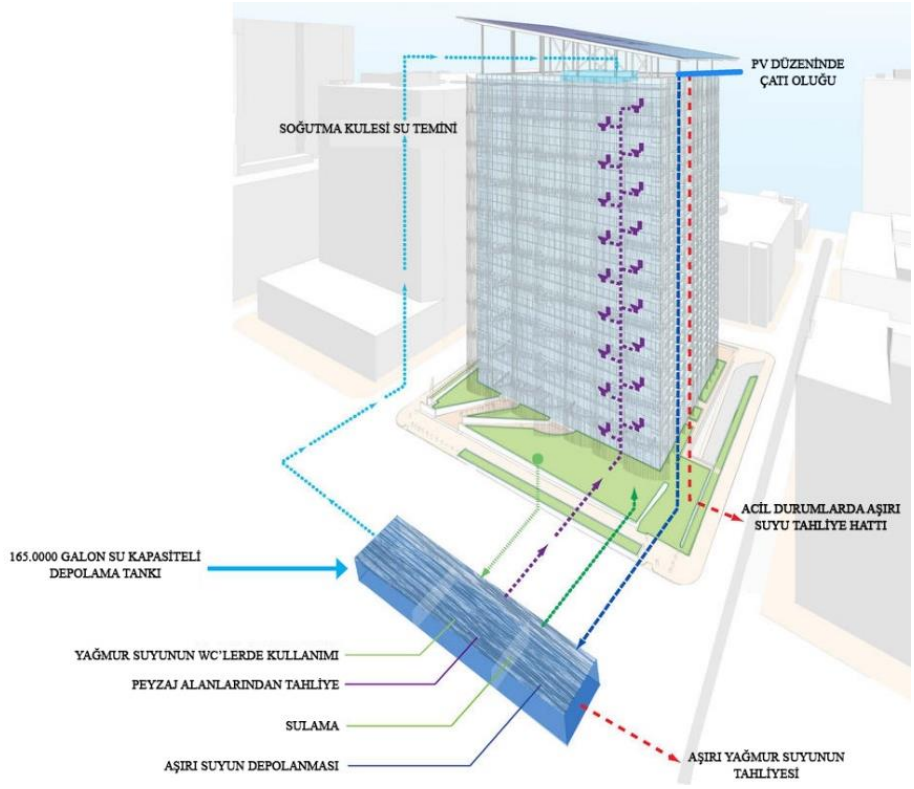
Edith Green-Wendell Wyatt Federal Binası, kış aylarında günde yaklaşık 10.000 galon su tüketirken, yaz aylarında, sulama ve soğutma kuleleri günde 12.000 ile 17.000 galon arasında su tüketmektedir [93].

Edith Green-Wendell Wyatt Federal Binası'nda, yağmur suyu toplamak için 160.000 galonluk bir su deposu ve su tasarruflu sıhhi tesisat fikstürünü birleştiren ikili bir strateji ile %65'den fazla su tasarrufu sağlanmaktadır. Yağmur suyu, çatıya açılı olarak yerleştirilmiş güneş panellerine çarparak doğrudan depolama tanklarına yönlendirilmektedir (Şekil 5.14), [93].

Tablo 5.13. The Edith Green-Wendell Wyatt Federal Building yapı künyesi

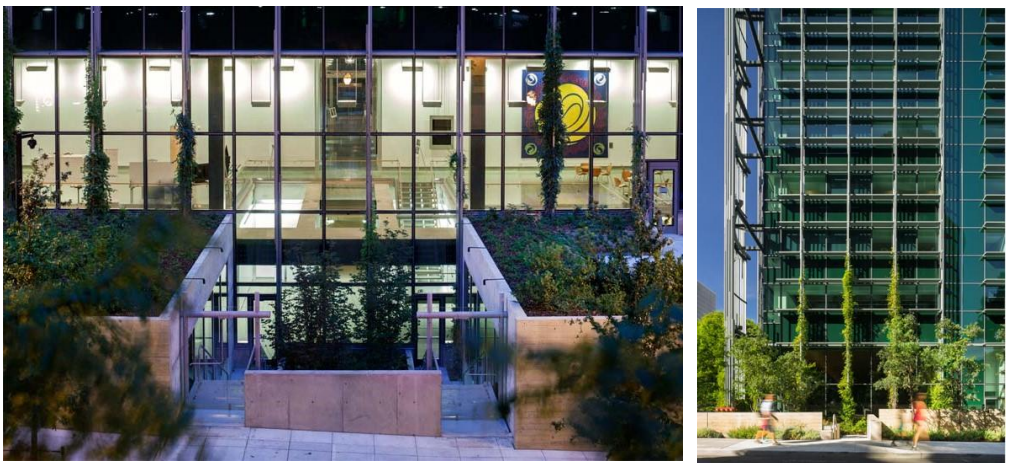
<table>
<tr><th colspan="5">THE EDITH GREEN - WENDELL WYATT FEDERAL BUILDING</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="8"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Ofis</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">SERA Arhitect</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">48.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Portland, Oregon, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2013</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Soğuk</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED "Platin"</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><th colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</th></tr>
<tr><th>Yağmur Suyu Toplama</th><th>Doğal Peyzaj Uygulamaları</th><th colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</th><th>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</th></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

Depolanan yağmur suyu, WC, sulama ve soğutma kulelerindeki su ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Bir yıl boyunca, 626.544 galon yağmur suyu toplanmış ve yeniden kullanımı sağlanmıştır. Kış aylarında, yağmur suyu yapıda kullanılan toplam suyun % 85'ini karşılamaktadır [93].



Şekil 5.14. Yapının su yönetim stratejileri [93]

Edith Green-Wendell Wyatt Federal Binası'nın batı cephesinde yer alan strüktür yalnızca binaya gölge sağlamak amaçlı değil aynı zamanda yerel bir ekosistemi destekleyen dikey peyzaj şeklindedir. Tırmanan sarmallardan oluşan cephe ile binanın zemin düzlemi ve çevredeki peyzaj ile uyumu amaçlanmıştır (Şekil 5.15), [93].



Şekil 5.15. Yapının batı cephesine yerleştirilmiş tırmanıcı bitkiler [93]

Kuraklık toleransı, toprak uyumu ve güvenlik kurallarıyla uyum içinde biyo-bölge arasından seçilmiş bitkilerden oluşan yeşil bir düzenleme yapılmıştır. Yaprak döken saksılar da kışın binaya daha fazla ışık katarak, sonbaharda bir renk efekti sağlamaktadır. Ayrıca yapının giriş ve çıkışlarını vurgulamak amacıyla güzel kokulu bitkiler seçilerek, yerleştirilmiştir [93].

5.2.4. J. Craig Venter Institute

J. Craig Venter Institute, 1992 yılında kurulmuş, bugün genomik tıp, bulaşıcı hastalıklar, bitki, mikrobik ve çevresel genomik, sentetik biyoloji, biyolojik enerji ve biyoenformatik alanlarında araştırmalar yürüten laboratuvardır. Yapı, 112 araçlık otopark alanı ve 3 kat araştırma bölümünden oluşmaktadır. Ülkedeki ilk net sıfır enerji alanına sahip laboratuvar olarak LEED "Platin" sertifikasına sahip olmuştur [94].

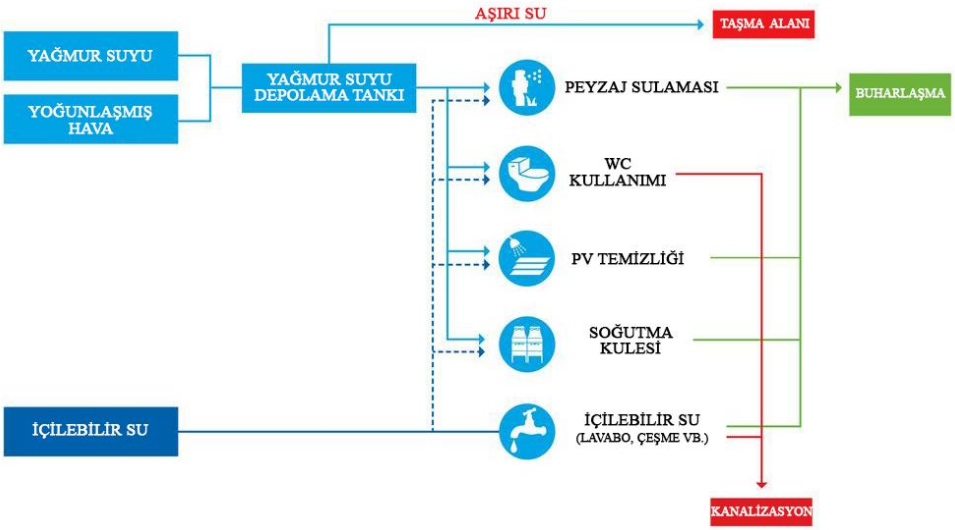
Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanım içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (4p / 4p), yenilikçi atık su teknolojileri (2p / 2p), su kullanımını azaltma (4p / 4p) başlıklarından toplamda 10 puan almıştır [95].

Tablo 5.14. J. Craig Venter Institute yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">J. CRAIG VENTER INSTITUTE</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Araştırma Merkezi</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">ZGF Architects</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">4.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">La Jolla, California, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2013</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Sıcak-Kuru</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED "Platin"</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td colspan="2">Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td colspan="2" rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

Yapıda, su kullanım miktarlarını, sıklığını ve talep sürelerini ölçmek için su dengeleme modeli geliştirilmiştir. İçme suyu kullanılan her şey için, yağmur ve geri dönüştürülmüş su kullanılmasını öngören bir sistem uygulanmıştır. Gelecekte atık suların arıtılarak kullanımına izin vermek için binaya gri su bağlantısı (Kaliforniya'da "Mor Boru" olarak adlandırılmaktadır) yapılmıştır (Şekil 5.16), [94].

La Jolla'da, kasım ayından şubat ayına kadar yağış görülmekte ve yılın geri kalan kısmı nispeten kurak geçmektedir. Bu yüzden binada yeniden kullanılmak üzere 95.000 galon kapasiteli yağmur suyu depolama tankı bulunmaktadır [96]. Depolanan yağmur suyu, peyzaj sulaması, WC'ler, PV panellerin temizliği ve soğutma kulelerindeki su ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır.



Şekil 5.16. J. Craig Venter Institute su yönetim stratejileri [94]

Yapı adasının, Pasifik Okyanusu ve Skeleton Kanyon Ekolojik Alanları ile bağlantılı olması, peyzaj alanlarının düzenlenmesinde etkili olmuştur. Binanın batı kenarı boyunca peyzaj alanları genişletilerek, arazinin kanyon ve doğal çevreyle sürekliliği sağlanmıştır. Bölgeye özgü yerel bitkiler ile peyzaj tasarımı tamamlanmıştır [96].

5.2.5. Center for Sustainable Landscapes

Center for Sustainable Landscapes, Pennsylvania'da 120 yıllık bir tesis olan ve yılda 400.000 ziyaretçi kapasitene sahip, kamuya açık bir cazibe merkezi "Phipps Conservatory and Botanical Gardens" içerisinde yer almaktadır. Eğitim, araştırma ve idari tesislerden oluşmaktadır. Center for Sustainable Landscapes, yenilenebilir enerji

teknolojilerini, koruma stratejilerini, su arıtma sistemlerini sergilemek için özel olarak konumlandırılmış ve sürdürülebilir geniş peyzaj alanları ile bütünleştirilerek tasarlanmıştır [97].

2012 yılında tamamlanan kompleks, 2013 yılında LEED "Platin" sertifikasını almıştır. Bina tasarımı ve yapımı kategorisinde suyun etkin kullanım içerisinde yer alan, su etkin peyzaj (1p / 1p), su etkin peyzaj – içilebilir suyun kullanılmadığı veya sulamanın olmadığı alanlar (1p / 1p), yenilikçi atık su teknolojileri (1p / 1p), su kullanımını azaltma - %20 azaltma (1p / 1p), su kullanımını azaltma - %30 azaltma (1p / 1p), başlıklarından toplamda 5 puan almıştır [98].

Tablo 5.15. Center for Sustainable Landscapes yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">CENTER FOR SUSTAINABLE LANDSCAPES</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="6"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Eğitim ve Araştırma Merkezi</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">The Design Alliance Architects</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">11.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Pittsburgh, Pennsylvania, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2012</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Soğuk</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED "Platin"</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td></tr>
</table>

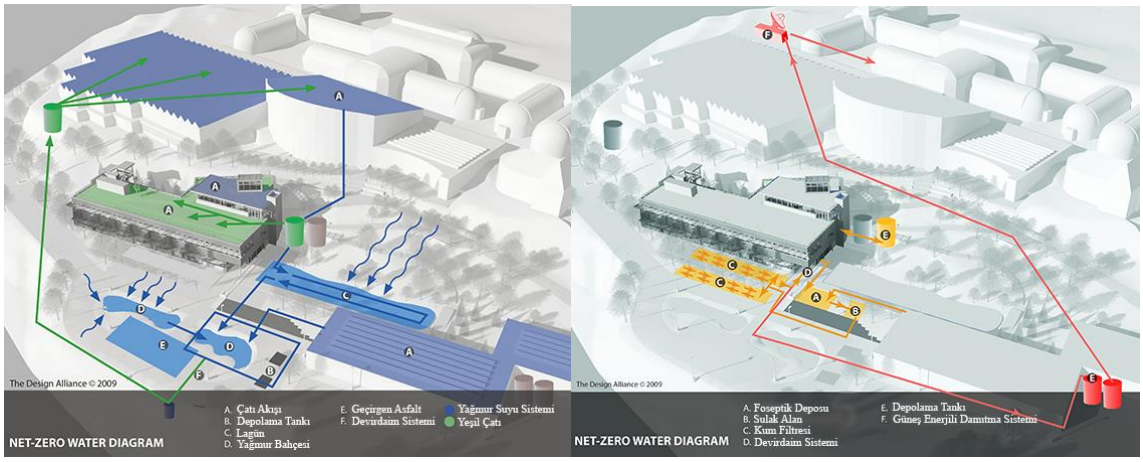
Yapı, tüm yağmur suyu ve sıhhi tesisat atıklarına yerinde çözüm üreten su yönetim yaklaşımlarına göre tasarlanmıştır. Yeşil çatılar, yağmur bahçeleri, biyolojik göletler, lagün, geçirgen asfalt ve yerel peyzaj alanları gibi toprak ve vejetasyon tabanlı sistemler vasıtasıyla alan sınırları içerisinde 10 yıllık su döngüsünü yönetebilen kapasiteye sahiptir [97].

Lagün, sulak alanlarda ve bataklıklardaki doğal su arıtım sürecini sağlarken aynı zamanda yağmur suyunun depolanmasını da sağlamaktadır. Yağmur bahçeleri, geçirgen asfalt ve yeşil çatı, yağmur suyunun geçirimine izin vererek depolanmasına katkı sağlamaktadır (Şekil 5.17), [99].



Şekil 5.17. Alan içerisinde yer alan lagün ve yürüyüş yolları [97]

Yılda yaklaşık 60.000 galonluk yağmur depolarında yaklaşık 500.000 galon yağmur suyu toplanmaktadır. Depolanan yağmur suyu, alan içerisindeki günlük sulama talebini dengelemek için yeniden kullanılmaktadır. Peyzaj alanlarının sulanmasında içilebilir su kullanılmamaktadır. Binalardaki atık sular, çökeltme tankları, sulak alanlar, kum filtreleri ve UV filtreleri kullanılarak arıtılmakta ve WC'lerde tekrar kullanılmaktadır (Şekil 5.18), [97].



Şekil 5.18. Yağmur suyu, yeşil çatı ve atık su arıtma sistemleri [100]

2 dönümlük arazi üzerinde kurulu Phipps Conservatory and Botanical Gardens, 100 yerli bitki türü ile 1.5 dönüm yeşil alana sahiptir. Açık çayırlardan meşe ormanlarına,

sulak alanlara kadar topografyadaki çarpıcı değişikliklere yanıt veren bir dizi ekosistemden oluşmaktadır. Alan içerisindeki lagünde bölgeye özgü balık ve kurbağa türleri yer almaktadır. Endemik yaban hayatı için yiyecek, barınak ve yuva imkânı sağlamaktadır [97].

5.2.6. Tassafaronga Village

Tassafaronga Village, Oakland bölgesine ekonomik bir konut çeşitliliği getiren yeni bir banliyö olarak tasarlanmıştır. 7.500 m^2'lik alan; daha önce eski kamu lojmanları, terk edilmiş bir fabrika ve kullanılmayan tren yollarını içeren sağlıksız bir çevre olarak tanımlanmaktadır. Tassafaronga Village içerisinde; apartman daireleri ve villa tipi farklı konut seçenekleri bulunmaktadır. Her bir yapı LEED "Platin", mahalle ölçeğinde ise LEED "Gold" sertifikasına sahiptir [101].

Tablo 5.16. Tassafaronga Village yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">TASSAFARONGA VILLAGE</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Konut</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">David Baker Architects</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">7.500 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Oakland California, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2010</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Okyanus</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED "Platın"
LEED "Gold"-Neighborhood</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyu Etkin Kullanma Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

Projede, 0.3 m^3 su akış kapasiteli duş başlıkları ve çift sistemli tuvaletler olmak üzere düşük akışlı armatürler kullanılmıştır. İçilebilir su miktarında % 30'luk bir azalma sağlanmıştır [102].

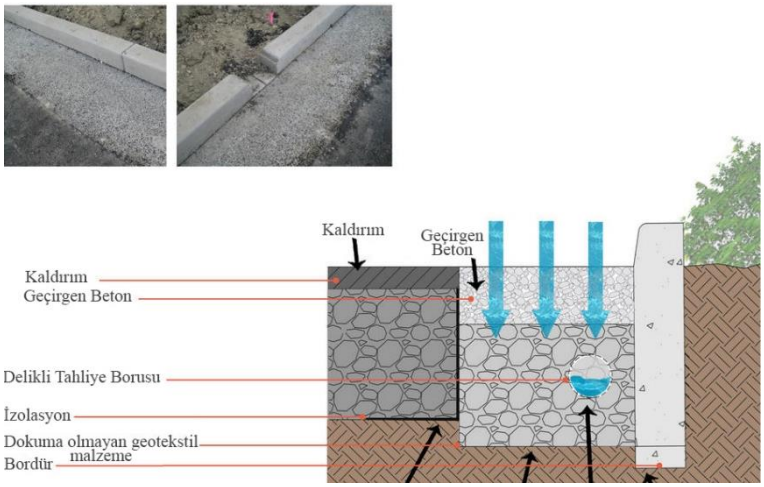
Peyzaj alanları, kuraklığa dayanıklı yerel California ve Akdeniz türlerini öngören "Bay Friendly Landscaping" kurallarına uygun olarak tasarlanmıştır. Türler arasındaki benzerlikler göz önüne alınarak verimli sulama kontrolü sağlanmıştır. Bu öngörülen sulama kullanımında % 81'lik bir düşüş yaşanmıştır [102].

Yürüyüş yolları ile cadde arasında yapılan bitkilendirme zonu, eğimli ekim alanı üzerinde tasarlanıp, fazla suyun doğal eğim ile akış yaparak şehir şebekesine dönüşü sağlanmıştır. Suyun caddeye olabilecek akışını engellemek için bordür kullanılmıştır (Şekil 5.19), [102].



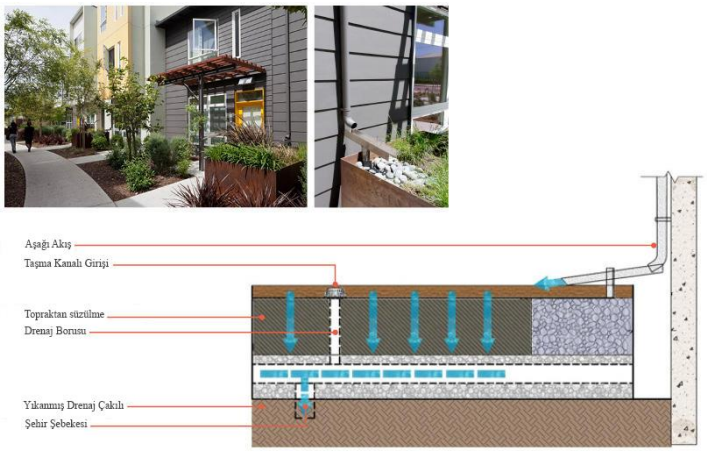
Şekil 5.19. Yürüyüş yolları ile cadde arasında yapılan bitkilendirme zonu tasarımı [102]

Bitkilendirilmiş alanların sınırını oluşturan bordür etrafında geçirgen beton malzeme kullanılmıştır. Kaldırıma sızma ihtimalini önlemek için arada izolasyon yapılmıştır. Suyun akışı sağlandıktan sonra tahliye borusuna ulaşması sağlanmaktadır (Şekil 5.20), [102].



Şekil 5.20. Suyun geçirimli malzeme kullanımı ile toplanması [102]

Çatı yüzeyinden akan su, oluk sistemi ile bütünleşik tasarlanarak bitki saksılarına ulaşmaktadır. Toprakta emilen suyun fazlası süzülerek şehir şebekesine ulaşmaktadır. Suyun istenilen durumdan fazla olması halinde saksı içerisinde taşma kanalı tasarlanmış, suyun buradan şebeke kanalına ulaşması sağlanmıştır (Şekil 5.21), [102].



Şekil 5.21. Yağmur suyunun peyzaj alanlarında kullanımı [102]

5.2.7. Federal Center South Building 1202

Federal Center South Building 1202, “American Recovery and Reinvestment Act (ARRA)” tarafından ülkenin altyapısını iyileştirme ve iş yaratma odaklı tasarlanmıştır. Yapı, manzara açısı, güneşlenme yönü, çevreyle olan uyumu vb. etkenler düşünülerek at nalı formunda tasarlanmıştır (Şekil 5.22). Kolorduya ait 19 departman ve 700 çalışan bulunan yapı, LEED “Altın” sertifikası almıştır.



Şekil 5.22. Yapının doğu cephesi ve üst görünüşü [103]

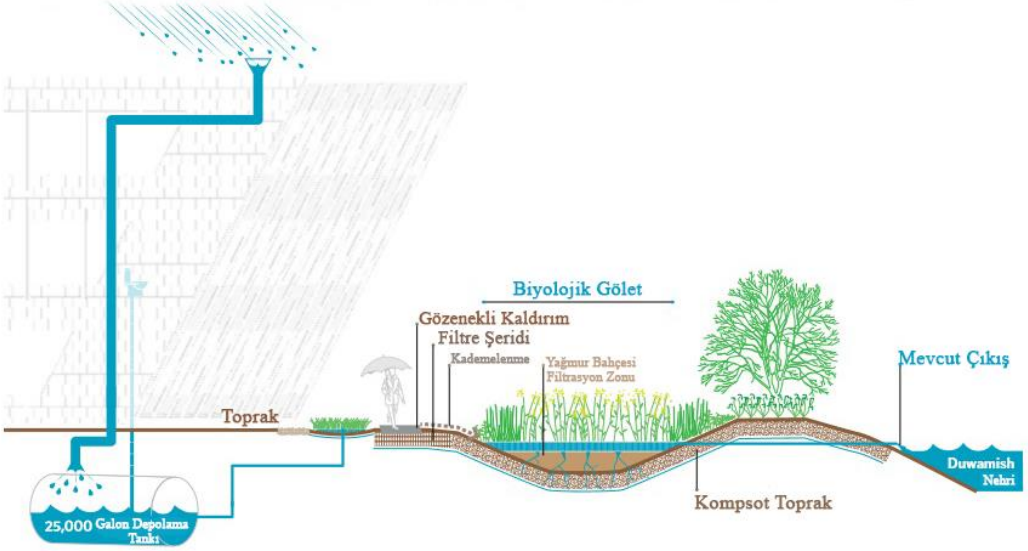
Alan içerisinde yer alan yağmur suyu yüzey havuzları, yağmur bahçeleri ve ıslak havuzlar ile drenaj sağlanmaktadır. Çatı yüzeyinden elde edilen yağmur suları 25.000 galonluk bir tank içerisinde depolanmaktadır [103].

Tablo 5.17. Federal Center South Building 1202 yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">FEDERAL CENTER SOUTH BUILDING 1202</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td>Ofis</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td>ZGF Architects</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td>19.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td>Seattle, Washington, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2012</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td>Okyanus</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td>LEED “Altın”</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>✓</td></tr>
</table>

Çatı yüzeyinden toplanan ve geçirimli döşemelerden elde edilen yağmur suları, biyolojik gölet içerisinde yer alan bitkiler yardımıyla arıtılmaktadır. Kullanılmayan suların, yapının batı cephesinde yer alan nehire tekrar dönüşümü sağlanmaktadır (Şekil 5.23). Biriktirilen yağmur suları ve gri sular, gerekli arıtımlar yapıldıktan sonra WC,

peyzaj alanlarının sulanması ve çatıda yer alan soğutma kulesinin su ihtiyacını karşılamaktadır. Yağmur bahçesi, ise %95 oranında yağmur suyunu tümüyle yerinde tahliye etmek için tasarlanmıştır; bu sistem, şehrin yağmur suyu sistemine olan bağlantı ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır [103].



Şekil 5.23. Biyolojik gölet tasarım ve filtreleme şeması [103]

Yılda 430.000 galon yağmur suyunun depolandığı tahmin edilmektedir. Yağmur sularının WC'lerde kullanımı ile içilebilir su kullanımında %79'luk bir azalma ve sulama talebinde %14'lük bir düşüş sağlanmıştır. Verimli armatürler, su etkin peyzaj ve yağmur suyunun yeniden kullanılması yoluyla içme suyu talebinde %58 oranında azalma sağlanmıştır [103].

5.2.8. Arizona State University Student Health Services

Arizona State University Student Health Services (ASU HSB), mevcut sağlık kliniğinin yetersiz koşulları nedeni ile etkili bir tesise dönüştürülerek yeniden kullanım olanağının sağlandığı projedir (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Yapının eski ve yenilenmiş görünümleri [104]

Proje, 1954 inşa edilen yaklaşık 1.400 m^2'lik tek katlı tesisin yıkılmasını, 1968'de inşa edilen 1.300 m^2'lik yapının yenilenmesini ve yeni bir 1.800 m^2'lik idari destek, laboratuarlar, sağlık programları içeren iki katlı yapının inşa edilmesini içermektedir [105]. Yapı 2012 yılında tamamlanmış olup, LEED "Platin" sertifikasına sahiptir.

Tablo 5.18. Arizona State University Student Health Services yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">ARIZONA STATE UNIVERSITY STUDENT HEALTH SERVICES</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Sağlık</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Lake|Flato Architects</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">3.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Arizona, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2012</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Sıcak-Kuru</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED "Platin"</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

Arizona State University kampüsü, Arizona'daki en büyük kamu arboretumu olup, ziyaretçileri ekolojik sistemler hakkında eğitirken, uygun su yönetimi ve korumaya yönelik bilgiler de vermektedir. Sağlık Hizmetleri Binası, iç ve dış mekanlardaki su tüketimini teknoloji ve uygulamalarla en aza indirgeyerek kampüsün su koruma hedeflerini güçlendirmektedir [104].

Peyzaj alanlarının düzenlenmesinde, pasif yeşil alanlar korunarak, yerel bitkiler tercih edilmiştir. Binaya girişte, hastalara bekleme alanı olarak tasarlanmış "Tedavi Bahçesi" olarak adlandırılan peyzaj düzenlemesi yapılmıştır. Yıkılmış olan yapının dış mekan kaplamaları tekrar kullanılmıştır. Peyzaj alanları, yağmur suyu toplama sistemleri ile sulanmaktadır (Şekil 5.25), [104].

İç mekandaki içilebilir su tüketimi, 0.5 galonluk fikstür kullanımı ile hesaplanan taban çizgisinden %29 oranında düşürülmüştür. Buna ek olarak, uygun tür seçimi de dahil olmak üzere peyzaj ve sulama stratejileri, içilebilir su tüketimini %76 oranında azaltmaktadır. Yapı tüm kampüs çapında yönetilen yağmur suyu kullanımını da desteklemektedir [104].



Şekil 5.25. Yağmur suyu sistemi ve peyzaj alanları [104]

5.2.9. The David and Lucile Packard Foundation

The David and Lucile Packard Foundation, personel, bursiyer ve iş ortaklarını sorunların çözülmesi için bir araya getiren vakıf merkezidir. Yirmi yıl boyunca, vakfın yerel ve uluslararası düzeyde burs programları yaygınlaştıkça, farklı yerlerde olan ofis birimlerinin bir araya getirilme ihtiyacı doğmuştur. Yeni tasarımın yarısı açık iş birimleri ve diğer yarısı küçük özel ofislerden oluşmakta, ayrıca tasarım çeşitli ortak toplantı ve sosyal alanlarla desteklenmektedir [106].

Çatı yüzeyinden depolanan yağmur suyunun tamamı 10.000 galonluk iki depolama tankında toplanır ve her biri sulama ihtiyacının %60'ını ve WC'lerdeki su ihtiyacının %90'ını karşılamaktadır. İçilebilir su kullanımı, susuz pisuarların ve çift su hazneli tuvaletlerin kullanılmasıyla daha da azaltılmıştır [107].

Lavabo ve duşlarda düşük akışa sahip armatürler, bina genelinde kullanılmaktadır. Bu önlemler, tipik bir bina için LEED taban seviyesine kıyasla içilebilir su kullanımında %69'luk bir azalma ile sonuçlanmaktadır [107].

Tablo 5.19. The David and Lucile Packard Foundation yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="6">THE DAVID AND LUCILE PACKARD FOUNDATION</th></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Ofis</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">Architect of Record: EHDD Architecture</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">45.000 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">California, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2012</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Okyanus</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">LEED “Platin”</td></tr>
<tr><td colspan="6">Suyun Etkin Kullanım Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td colspan="2">Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td rowspan="2">✓</td><td rowspan="2">✓</td><td>Siyah Su</td><td>Gri Su</td><td colspan="2" rowspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

Kaliforniya’da uzun süren ve kötüye giden kuraklık yaşanması, sürdürülebilir su uygulamalarının gerekliliğini vurgulamaktadır. Alanda, sayısal veri kontrollü damla sulama sistemi ile sulanan çeşitli yerli ve kuraklığa dayanıklı bitki örtüsünü içeren peyzaj uygulamaları bulunmaktadır [107].

5.2.10. WaterShed

WaterShed, 2011 Solar Decathlon yarışmasında birincilik ödülüne sahip olan bir projedir. ABD Enerji Bakanlığı’nın düzenlediği Solar Decathlon, iki yılda bir düzenlenen bir yarışmadır.

Proje, Maryland Üniversitesi, Mimarlık Bölümü öğrencilerinden oluşan bir ekip tarafından hazırlanmıştır. Birincilik ödülünü alan projenin daha sonra uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.10. WaterShed yapı künyesi

<table>
<tr><th colspan="5">WATERSHED</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7"></td><td>Fonksiyon</td><td colspan="2">Konut</td></tr>
<tr><td>Mimari Tasarım</td><td colspan="2">David Gavin Design Group</td></tr>
<tr><td>İnşaat Alanı</td><td colspan="2">84 m^2</td></tr>
<tr><td>Konumu</td><td colspan="2">Washington, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2011</td></tr>
<tr><td>İklim Bölgesi</td><td colspan="2">Ilıman-Nemli</td></tr>
<tr><td>Ekolojik Sertifikasyon Sistemi</td><td colspan="2">×</td></tr>
<tr><td colspan="5">Suyu Etkin Kullanma Yöntemleri</td></tr>
<tr><td>Yağmur Suyu Toplama</td><td>Doğal Peyzaj Uygulamaları</td><td colspan="2">Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma</td><td>Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>Siyah Su
×</td><td>Gri Su
✓</td><td>✓</td></tr>
</table>

WaterShed'in mimari tasarımı 4 temel prensip ile yönlendirilmiştir;

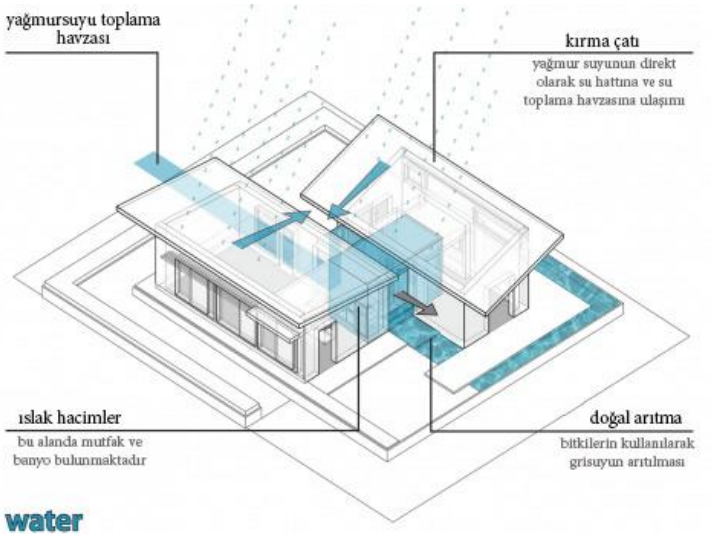
- Su çok değerli bir kaynaktır ve bilinçli olarak ele alınmalıdır,
- Bir ev, bir mikro-ekosistem olarak çalışmalıdır,
- Sürdürülebilir bir ev hem kaynakları korumalı hem de kaynak üretmelidir,
- En iyi pasif ve aktif enerji stratejilerinin birleştirilmesi, çevresi ile uyumlu bir ev yaratmak için en etkili yoldur [108].

Bina, 84 m^2 iklimlendirilmiş alan, iki büyük açık mekan organizasyonu ile birlikte tasarlanmıştır. Formu, bulutlardan yüksek arazilere düşen, suyolları ve akıntılarla aşağıya süzülen, bitki örtüsü tarafından filtrelenen, toprağa sızan ve sonunda buharlaşan suyun yörüngesini vurgulamaktadır (Şekil 5.26), [108].



Şekil 5.26. WaterShed, kat planı ve genel görünüşü [108]

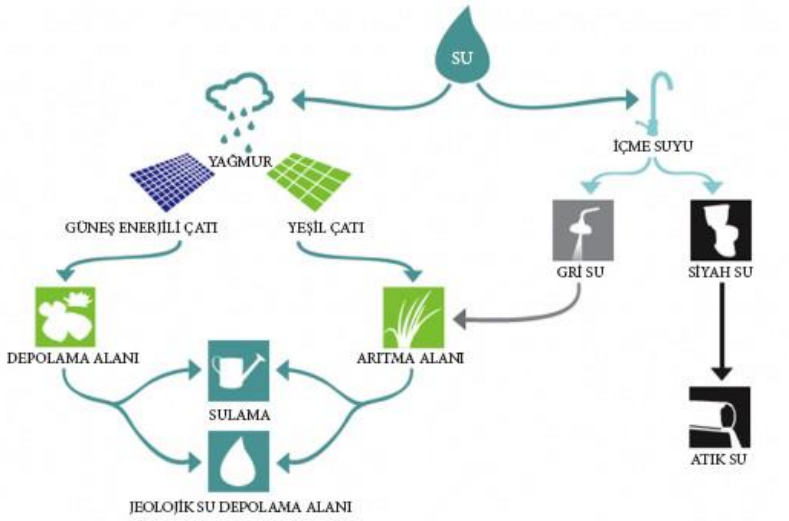
Tek yöne eğimli çatılarla kapatılan iki dikdörtgen hacim, güneş enerjisi üretme ve yağmur suyu toplamayı maksimize etmek için tasarlanmıştır. Toplanan yağmur suyu orta su aksına yönetilmekte ve evde kullanılan su birleştirilen mekanik bir katman aracılığıyla bu aksla kesişmektedir (Şekil 5.27), [108].



Şekil 5.27. Yağmur suyunun çatıdan toplanması [108]

WaterShed, bütün sulara aynı muameleyi yapmayan bir su yönetimine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Burada nitelendirilen 4 tip su vardır (Şekil 5.28), [108]:

- İçilebilir su; insan tüketimine hazırdır ve değerli bir kaynaktır.
- Yağmur suyu; genellikle içme suyu olarak nitelendirilmez, fakat depolanabilir ve sulama ve diğer içme suyu ile ilgili olmayan işlerde kullanılabilmektedir.
- Gri su; biyokatı (yiyecek ve dışkı) içermez ve filtrelendikten sonra sulamada da yeniden kullanabilmektedir.
- Siyah su; biyokatı içeren atık sudur ve bu nedenle güvenli tahliyeden önce çok fazla arıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 5.28. Watershed, su yönetim diagramı [108]

Sulama suyu olarak, yağmur suyu toplanarak kullanılmıştır. Mutfak lavabosu ve tuvalet haricindeki bütün atık sular, besin maddelerini parçalayan ve patojenleri uzaklaştıran yeraltı gri su arıtma sulak alanlarında tutulmuş ve filtrelenmiştir (Şekil 5.29), [108].



Şekil 5.29. Gri suyun dönüşüm şeması [108]

Eğimli çatı yüzeylerinden akan yağmur suları, yağmur suyu toplama kanalları yardımıyla yapının orta bölümünde oluşturulan sulak alanlara iletilmektedir. Sulak alanlar için özel olarak belirlenmiş bitkiler ile suyun emilimi ve depolanması sağlanmaktadır. Depolanan suyun bir sonraki aşamada diğer peyzaj alanlarına ulaşımı sağlanmaktadır (Şekil 5.30), [108].



Şekil 5.30. Yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanımı [108]

Modüler yeşil çatı evin enerji verimliliğini arttırırken, aynı zamanda yağmur suyu akışını da yavaşlatmaktadır. Çatıdan gelen su, su aksının doğu tarafında sulak alan bitkilerini barındıran derin havuzlardan oluşan bir su deposunda toplanmaktadır. Duş, lavabo, çamaşır ve bulaşık makinası suyundan oluşan gri su, su ekseninin batı ucunda inşa edilen sulak alan aracılığıyla toplanmakta ve filtrelenmektedir. Depolanan su, içme suyu tüketimi olmaksızın peyzajı sulamak için yeniden kullanılabilmektedir (Şekil 5.31), [108].



Şekil 5.31. WaterShed, yeşil çatı ve doğal peyzaj alanları [108]

BÖLÜM 6

DEĞERLENDİRME

Çalışma içerisinde sürdürülebilir mimaride suyun etkin kullanım yöntemleri olan yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma (siyah ve gri su), tüketimin azaltılması başlıkları incelenerek, literatür araştırması bölümünde genel bilgiler verilmiştir.

Sertifikasyon sistemlerinin sürdürülebilir mimarinin oluşmasına ve denetiminin yapılmasına olanak sağladığı için genel değerlendirilmesi yapılmış, suyun etkin kullanım yöntemlerine ilişkin belirledikleri stratejiler ele alınmıştır.

Sürdürülebilir mimaride suyun etkin kullanım yöntemlerinin uygulandığı 20 örnek yapı Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nden seçilmiş ve incelenmiştir. Yapı örnekleri, iklim bölgeleri, bölgesel ve mikroklimatik koşullar, vejetasyon, topoğrafya, alan kullanım biçimi, fonksiyon, kat yükseklikleri gibi parametre farklılıkları gözetilerek seçilmiştir. Örnekler, suyun etkin kullanım yöntemlerinden; yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma, tüketimin azaltılması olan dört farklı sınıflama üzerinden ele alınmıştır. Geri dönüşüm ve yeniden kullanma yöntemi, siyah su ve gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı olarak iki alt başlıkta değerlendirilmiştir.

Türkiye'de yer alan örnekler, ofis, kamu yönetimi, ulaşım, ticaret, spor, eğitim-araştırma ve karma işlevli yapı grupları arasından seçilmiştir. Tekil yapılardan kompleks yapılara kadar farklılık gösteren örnekler üzerinden küçük ve büyük ölçekli projelerde uygulanan stratejilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Örnek yapılar Türkiye iklim bölgeleri sınıflandırılmasına göre;

- Sıcak-Kuru iklim bölgesinden; Gaziantep Ekolojik Bina, Diyarbakır Güneş Evi,
- Sıcak-Nemli iklim bölgesinden; İzmir Adanan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali,
- Ilıman-Kuru iklim bölgesinden; Eser Holding Merkez Ofisi, Türkiye Müteahhitler Birliği Binası, Eskişehir Su Sporları Merkezi,

- Ilıman-Nemli iklim bölgesinden; Küçükçekmece Belediye Binası, Ytong Çatalca Üretim Tesisi, Park Dedeman Levent Hotel, Piri Reis Üniversitesi Kampüsü seçilmiştir.

Türkiye içerisinde seçilen örnekler arasından; Eser Holding Merkez Ofisi, Gaziantep Ekolojik Bina, Türkiye Müteahhitler Birliği Binası LEED "Platin", Park Dedeman Levent Hotel ve Eskişehir Su Sporları Merkezi, LEED "Altın", İzmir Adanan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali, LEED "Gümüş", Küçükçekmece Belediye Binası, BREEAM " Mükemmel", Piri Reis Üniversitesi Kampüsü BREEAM "Çok İyi", Ytong Çatalca Üretim Tesisi, BREEAM "İyi" sertifikalarına sahiptirler. Diyarbakır Güneş Evi herhangi bir sertifikaya sahip değildir (Tablo 6.1).

Eser Holding Merkez Ofisi, Diyarbakır Güneş Evi, Gaziantep Ekolojik Bina, Küçükçekmece Belediye Binası, İzmir Adanan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali, Türkiye Müteahhitler Birliği Binası, Ytong Çatalca Üretim Tesisi ve Eskişehir Su Sporları Merkezi, Piri Reis Üniversitesi Kampüsü yağmur suyu toplama sistemine sahipken, Park Dedeman Levent Hotel yağmur suyu toplama sistemini kullanmamaktadır.

Siyah suyun arıtımı sadece Diyarbakır Güneş Evi'nde yapılmaktadır. Gri suyun arıtımı ise Ytong Çatalca Üretim Tesisinde gerçekleştirilmezken diğer örnek yapılar, gri suyu arıtmaktadır. Doğal peyzaj uygulamaları ile tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemleri ise seçilen tüm yapılar üzerinde uygulanmaktadır (Tablo 6.1).

Amerika Birleşik Devleti örnekleri, ofis, konut, sağlık, eğitim ve araştırma merkezi konulu yapı grupları arasından seçilmiştir.

Örnek yapılar Amerika iklim bölgeleri sınıflandırılmasına göre;

- Okyanus iklim bölgesi; Tassafaronga Village, Federal Center South Building 1202, The David and Lucile Packard Foundation,
- Soğuk iklim bölgesi; Collaborative Life Sciences Building, The Edith Green - Wendell Wyatt Federal Building, Center For Sustainable Landscapes,
- Sıcak-Kuru iklim bölgesinden; J. Craig Venter Institute, Arizona State University Student Health Services,
- Ilıman-Nemli iklim bölgesinden; Sidwell Friends School, Watershed seçilmiştir.

Tablo 6.1. Türkiye'den seçilen örnek yapıların değerlendirilmesi

YAPI ÖZELLİKLERİ									SUYUN ETKİN KULLANIM YÖNTEMLERİ				
Yapı İsmi	Yapı Görseli	Fonksiyon	Mimari Tasarım	İnşaat Alanı	Konumu	Yapım Yılı	İklim Bölgesi	Ekolojik Sertifikasyon Sistemi	Yağmur Suyu Toplama	Doğal Peyzaj Uygulamaları	Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma		Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu
											Siyah Su	Gri Su	
Eser Holding Merkez Ofisi		Ofis	Akun Mimarlık	7.500 m²	Ankara, Türkiye	2011	Ilıman-Kuru	LEED "Platin"	✓	✓	×	✓	✓
Gaziantep Ekolojik Bina		Karma İşlev	—	325 m²	Gaziantep, Türkiye	2011	Sıcak-Kuru	LEED "Platin"	✓	✓	×	✓	✓
Küçükçekmece Belediye Binası		Kamu Yönetimi	Mutlu Çilingiroğlu	40.000 m²	İstanbul, Türkiye	2014	Ilıman-Nemli	BREEAM "Mükemmel"	✓	✓	×	✓	✓
İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Yeni Terminali		Ulaşım	TAV Ege	185.000 m²	İzmir,Türkiye	2014	Sıcak-Nemli	LEED "Gümüş"	✓	✓	×	✓	✓
Türkiye Müteahhitler Birliği Binası		Ofis	Avcı Mimarlık	4.817 m²	Ankara, Türkiye	2013	Ilıman-Kuru	LEED "Platin"	✓	✓	×	✓	✓
Ytong Çatalca Üretim Tesisi		Ticaret	—	—	İstanbul, Türkiye	2016	Ilıman-Nemli	BREEAM "İyi"	✓	✓	×	×	✓
Park Dedeman Levent Hotel		Ticaret	—	23.400 m²	İstanbul, Türkiye	2015	Ilıman-Nemli	LEED "Altın"	×	✓	×	✓	✓
Eskişehir Su Sporları Merkezi		Spor	Ömer Güçhan	60.000 m²	Eskişehir, Türkiye	2015	Ilıman-Kuru	LEED "Altın"	✓	✓	×	✓	✓
Piri Reis Üniversitesi Kampüsü		Eğitim	Kreatif Mimarlık	60.000 m²	İstanbul, Türkiye	2013	Ilıman-Nemli	BREEAM "Çok İyi"	✓	✓	×	✓	✓
Diyarbakır Güneş Evi		Eğitim Arş. Uyg. M.	Çelik Erengezgin	120 m²	Diyarbakır, Türkiye	2007	Sıcak-Kuru	×	✓	✓	✓	✓	✓

Amerika içerisinden seçilen örnekler arasından; Sidwell Friends School, Collaborative Life Sciences Building, The Edith Green-Wendell Wyatt Federal Building, J. Craig Venter Institute, Center for Sustainable Landscapes, Arizona State University Student Health Services, The David and Lucile Packard Foundation LEED "Platin", Federal Center South Building 1202, LEED "Altın", Tassafaronga Village, LEED "Platin" ve LEED "Altın" sertifikalarına sahiptirler. WaterShed herhangi bir sertifikaya sahip değildir (Tablo 6.2).

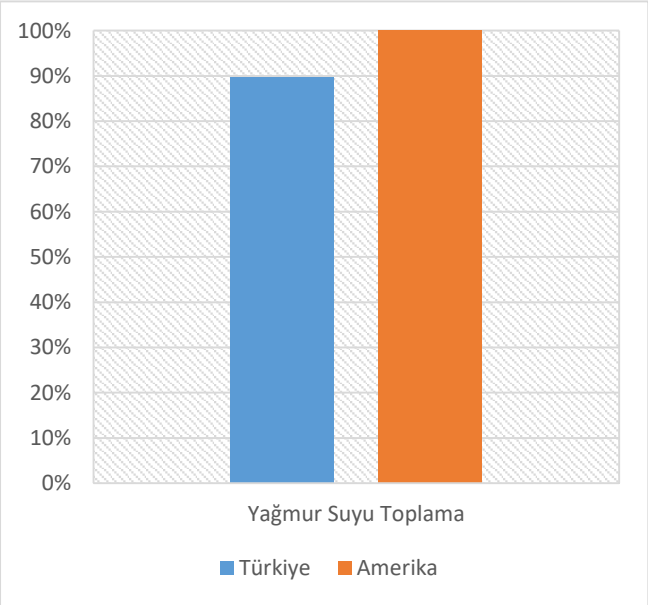
Tablo 6.2. Amerika Birleşik Devletleri'nden seçilen örnek yapıların değerlendirilmesi

YAPI ÖZELLİKLERİ									SUYUN ETKİN KULLANIM YÖNTEMLERİ				
Yapı İsmi	Yapı Görseli	Fonksiyon	Mimari Tasarım	İnşaat Alanı	Konumu	Yapım Yılı	İklim Bölgesi	Ekolojik Sertifikasyon Sistemi	Yağmur Suyu Toplama	Doğal Peyzaj Uygulamaları	Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma		Tüketimin Azaltılması ve Kaynak Korunumu
											Siyah Su	Gri Su	
Sidwell Friends School		Eğitim	Kieran Timberlake	15.000 m²	Washington, ABD	2007	Ilıman-Nemli	LEED "Platin"	✓	✓	×	✓	✓
Collaborative Life Sciences Building		Eğitim	SERA Architects	60.000 m²	Portland, Oregon, ABD	2014	Soğuk	LEED "Platin"	✓	✓	×	×	✓
The Edith Green - Wendell Wyatt Federal Building		Ofis	SERA Arhitect	48.000 m²	Portland, Oregon, ABD	2013	Soğuk	LEED "Platin"	✓	✓	×	×	✓
J. Craig Venter Institute		Araştırma Merkezi	ZGF Architects	4.000 m²	La Jolla, California, ABD	2013	Sıcak-Kuru	LEED "Platin"	✓	✓	×	✓	✓
Center For Sustainable Landscapes		Eğitim ve Araştırma Merkezi	The Design Alliance Architects	11.000 m²	Pittsburgh, Pennsylvania, ABD	2012	Soğuk	LEED "Platin"	✓	✓	✓	✓	✓
Tassafaronga Village		Konut	David Baker Architects	7.500 m²	Oakland California, ABD	2010	Okyanus	LEED "Platın" LEED "Altın"-Neighborhood	✓	✓	×	×	✓
Federal Center South Building 1202		Ofis	ZGF Architects	19.000 m²	Seattle, Washington, ABD	2012	Okyanus	LEED "Altın"	✓	✓	×	✓	✓
Arizona State University Student Health Services		Sağlık	Lake|Flato Architects	3.000 m²	Arizona, ABD	2012	Sıcak-Kuru	LEED "Platin"	✓	✓	×	×	✓
The David and Lucile Packard Foundation		Ofis	Architect of Record: EHDD Architecture	45.000 m²	California, ABD	2012	Okyanus	LEED "Platin"	✓	✓	×	×	✓
WaterShed		Konut	David Gavin Design Group	84 m²	Washington, ABD	2011	Ilıman-Nemli	×	✓	✓	×	✓	✓

Siyah suyun arıtımı sadece Center for Sustainable Landscapes örneğinde yapılırken diğer örnekler siyah suyun arıtımı ile ilgili bir uygulama gerçekleştirmemektedir. Collaborative Life Sciences Building, The Edith Green-Wendell Wyatt Federal Building, Tassafaronga Village, Arizona State University Student Health Services, The David and Lucile Packard Foundation gri suyun arıtılması yöntemini uygulamamakta, Sidwell Friends School, WaterShed, J. Craig Venter Institute, Center For Sustainable Landscapes, Federal Center South Building 1202, gri suyu arıtarak tekrar kullanımını sağlamaktadır.

Yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemleri ise tüm örnek yapı grupları tarafından uygulanmaktadır.

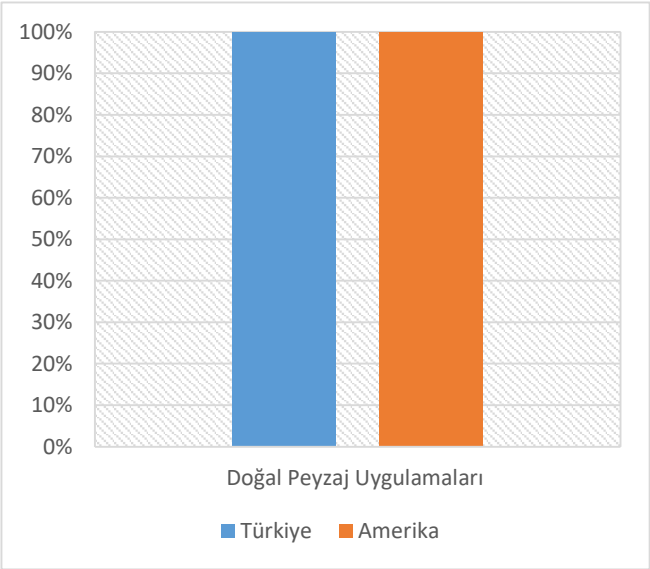
Yağmur suyu toplama yöntemi incelendiğinde; örnekler bazında Türkiye'de %90 oranında uygulanırken, bu oranın Amerika'da %100'e ulaştığı görülmektedir. Farklı kurulum yöntemlerine sahip yağmur suyu toplama, binalarda içilebilir su miktarının kullanımını büyük oranda azaltmaktadır. Amerika'da yapılan haritalama çalışmalarında yağmur suyu haritası bulunması, kullanıcıları bu konuda yönlendirdiği düşünülebilir. İki ülkenin yağmur suyu toplama oranları karşılaştırıldığında Türkiye'de %10'luk kayıp olduğu belirlenmiştir. Temiz su potansiyeline sağlayacağı katkı düşünüldüğünde Türkiye'deki yağmur suyu toplama yöntemini kullanım oranını %100'e ulaştırmak önemlidir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. İki ülke üzerinde incelenen yağmur suyu toplama yöntemi

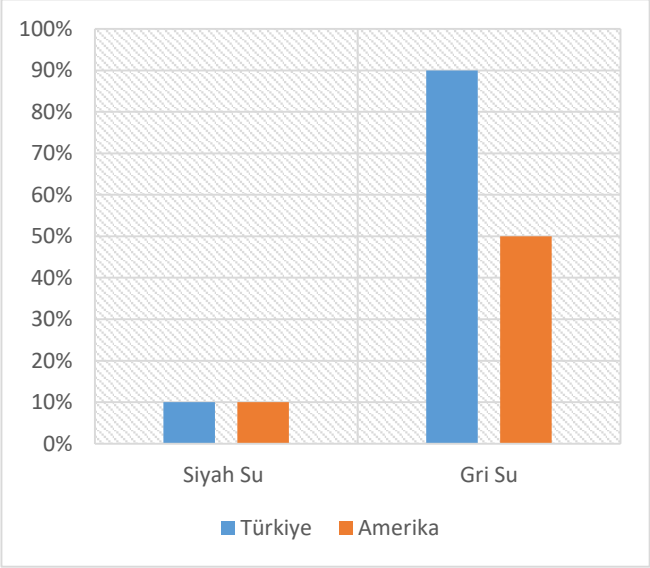
Doğal peyzaj uygulamaları incelendiğinde; her iki ülkede de uygulamaların %100 oranında gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu uygulamalar ülkelerin kendi iklim, topoğrafya, yağış, nem, sıcaklık, rüzgar, yerel bitki örtüsü, bitkilerin su istekleri gibi çeşitli etkenler dikkate alınarak uygulama yapıldığı belirtilmektedir. Doğru bitki seçiminin büyük önem taşıdığı doğal peyzaj uygulamalarında, geniş kamusal alanlar ya da küçük bahçelerde etkin sulama yöntemi uygulanması su tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır (Şekil 6.2).

Suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı yönteminde alt başlık olarak ele alınan siyah suyun geri dönüşümüne bakıldığında; her iki ülkede de %10 uygulama yapıldığı tespit edilmiştir (Şekil 6.3).



Şekil 6.2. İki ülke üzerinde incelenen doğal peyzaj uygulamaları

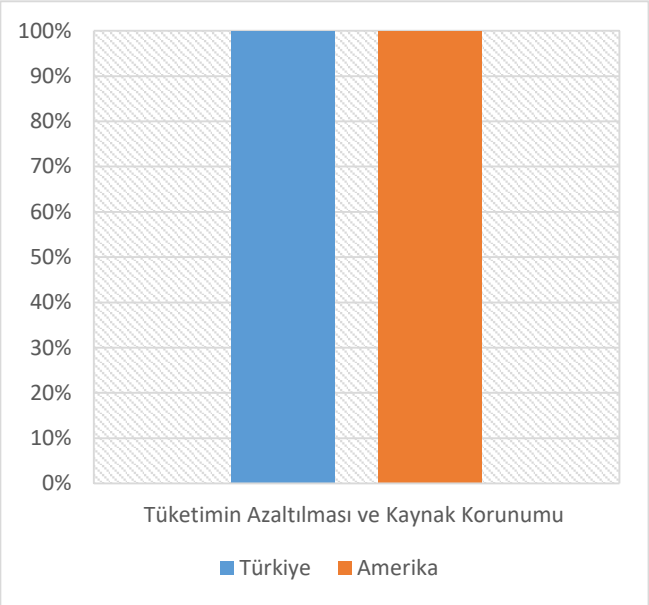
Ülkelerde siyah suyun geri dönüşümü diğer yöntemlere göre göz ardı edilmiştir. Siyah sudaki kirletici maddelerin fazlalığı ve temizlenmesinin zor olması yöntemin az kullanılmasına neden olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 6.3. İki ülke üzerinde incelenen siyah su - gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı

Gri suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı, Türkiye'de %90 oranında uygulanırken, Amerika'da bu oran %50'ye düşmektedir. Suların geri dönüştürülmesi ile binaların iç mekan su ihtiyacı karşılanırken, peyzaj alanlarının sulanmasında da kullanılması, doğal peyzaj uygulamalarına direkt katkı sağlamaktadır. Siyah suya göre arıtılması daha kolay olan gri suyun, özellikle Amerika ve aynı zamanda Türkiye'de uygulama oranları arttırılabilir (Şekil 6.3).

Tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemi incelendiğinde; Türkiye ve Amerika'da %100 oranında uygulama yapıldığı görülmektedir. Binaların iç mekan su tüketiminde, yüksek tasarruflu teçhizat kullanılması, kamusal alanlar başta olmak üzere yapılarda içilebilir suyun kullanımını azaltmaktadır. Kamusal kullanıma veya ofis binalarında sensörlü ürünlerin tercihi, pisuarlarda çift kademe kullanımı suyun tüketimini azaltmaktadır (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. İki ülke üzerinde incelenen tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemi

BÖLÜM 7

SONUÇ

Su, bireyin temel yaşam kaynağı rolü ile vazgeçilemez bir ekolojik unsurdur. İnsan nüfusundaki artış, bu artışın tarım sektörünü doğrudan etkilemesi, küresel iklim değişiklikleri, hızlı kentleşme, teknolojinin gelişimi, bu gelişim ile artan hayat standardı su ihtiyacının doğru orantılı olarak artmasına sebep olmaktadır. Bu noktada, suyun etkin kullanım stratejilerinin küçük ölçekli konut projelerinden büyük ölçekli kamu projelerine kadar her kademe de uygulanması önemlidir.

Fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkemizde, kişi başına düşen su miktarı, gün geçtikçe azalmaktadır. Bu bağlamda yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma ile tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu gelecekte olası su kıtlığına karşı uygulanması gereken yöntemler olacaktır.

Türkiye'de su ile ilgili kanun, kanun hükmünde kararname veya yönetmelikler incelendiğinde birden fazla kurum ve kuruluşa ait çok sayıda su ile ilişkili maddeye ulaşılmıştır. Farklı kurum ve kuruluşların uygulamaları çelişen durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Su ile bağıntılı tüm mevzuatların tek bir başlık altında toplanması kullanıcılar açısından yarar sağlarken, uygulama konusunda daha etkili olacağı tahmin edilmektedir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 2012 yılında, su ile ilgili yasal düzenlemeleri tek ellileştirmek amacı ile " Su Kanun Tasarısı" hazırlanmıştır. Tasarı incelendiğinde, yağmur suyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma veya tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemleri ile ilgili maddeler bulunmadığı tespit edilmiştir. Geri dönüşüm ve yeniden kullanma yöntemi için "Çevre Kanunu'nun geçici 4. maddesi" ve "Atık Su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği" yayınlanmıştır. Fakat bakanlık tarafından oluşturulmak istenen tek ellileştirme politikası bu bağlamda yetersiz kalmaktadır. Suyun korunması ve bilinçli tüketilmesi konularına pozitif etki sağlayan bu yöntemler kanunlar ile desteklenmelidir.

Amerika'daki su ile ilgili mevzuatlar incelendiğinde; yönetmelik, teşvik, devlet denetiminin tekil veya birlikte uygulandığı farklı düzenlemeler bulunmaktadır. Bu düzenlemeler ülke genelinde değil il bazında değişmektedir. İl veya bölgesel olarak klimatik koşulları, yapı kültürü, kullanılan malzeme çeşidi değişebileceği öngörüsü ile su

düzenlemelerinin yerel olarak uygulanması etkili sonuçlar doğurmaktadır. Türkiye için iklim bölgeleri göz önüne alınarak düzenlemeler yapılmalıdır.

Su ile ilgili düzenlemelerin devlet desteği almasının yanı sıra sertifikasyon sistemleri ile de tescillenmesi önemli yarar sağlamaktadır. Sertifikasyon sistemleri, yapıların tasarım, yapım ve kullanım aşamalarında doğaya verilen etkiyi en aza indirirken, malzeme, enerji, su, alan ve atık yönetimi, sağlık, ulaşım gibi konular üzerinde etkili yöntem uygulamalarının denetimini sağlamaktadır. Sertifika sistemlerinin, büyük ölçekli projelerde uygulanmasının yanı sıra farklı ölçek ve konulu yapı tiplerinde de uygulanması gerekmektedir. LEED, BREEAM, DGNB gibi genel kabul görmüş sertifika sistemlerinin uygulandığı Türkiye'de, kendi yapılaşma kültürüne, ekolojik koşullarına, kanunlarına özgü sertifikasyon sistemi oluşturulabilir. Sertifika sistemleri içerisinde belirtilen tüm stratejilerin uygulanması, yenilikçi çözümler ile birlikte, doğaya saygılı ve aynı zamanda uyumlu bir yapay çevrenin yaratılarak, yaşama sunulmasını sağlayacaktır.

Yağmur suyunun kullanılabilirliği Amerika'da incelendiğinde, yağmur suyunun kullanılabilirliği ve peyzaj alanlarında sulama suyu olarak kullanılabilirliği ile ilgili ölçüm ve haritalama çalışmaları yapıldığı görülmüştür. Oysa Türkiye'ye bakıldığında yağmur suyunun kullanılabilirliğine dair çalışmaların yapılmadığı görülmektedir. Türkiye yağış grafiği baz alınarak yağmur suyu ile ilgili ölçüm ve haritalamaların yapılması yağmur suyu toplama yönteminin uygulanabilirliği adına yararlı olacaktır.

Doğal peyzaj uygulamalarına her iki ülkede de önem verildiği ve incelenen tüm örneklerde uygulandığı tespit edilmiştir. Doğaya olan zararı en aza indirgeyerek tasarımların uygulanabilirliğinin yanı sıra doğaya peyzaj uygulamaları ile de katkı sağlamak son derece önemlidir. Bu uygulamaların devamlı olması, bitki seçiminin bölgeye özgü olması, sulama isteğinin bitki türüne göre belirlenmesi, bitki için uygun yer seçimi ayrıca dış mekan döşeme malzemelerinde iklim koşulları dikkate alınarak seçim yapılması (geçirgen, yarı-geçirgen malzeme seçimi gibi), bu malzemelerin suyun emilimini sağlayarak kanalizasyon şebekesine ulaştırması, toprak üzerinde malçlama yapılarak suyun buharlaşmasının önlenmesi gibi birçok uygulama suyun etkin kullanımına yarar sağlayacaktır.

Atık suların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı yöntemi her iki ülkede de incelendiğinde siyah suyun, asgari düzeyde uygulama alanı bulduğu tespit edilmiştir. Siyah su, gri sudan farklı olarak atık sular içerisindeki fosseptik atıklarını içeren

bölümdür. Kirletici maddeler arasındaki azotun, fosseptik atıkları içerisinde yoğun şekilde bulunması siyah suyun temizlenmesini zorlaştırmaktadır. Siyah suyun temizlenmesi için çeşitli aşamalardan geçmesi, maliyetin artması ve kullanılabilirliğini kısıtlaması nedeni ile ülkelerde kullanımına diğer yöntemler kadar önem verilmediği kanısını doğurmaktadır.

Gri suyun geri dönüşümü, siyah suya oranla daha fazla uygulanmaktadır. Fakat gri suyun geri dönüşümü de %100'e ulaşamamıştır. Atık madde yönünden daha az kirletici içeren gri suyun kullanılabilirliği arttırılmalıdır.

Tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu yöntemi ise her iki ülkede de suyun etkin kullanımına yüksek katkı sağlayan uygulamalar arasındadır. Yüksek verimli teçhizatların, konutlardan kamusal alan kullanımlarına kadar her türlü yapı tiplerinde kullanılması önemlidir. Düşük debili, sensörlü musluk başlıkları, kuru veya çift hazneli pisuarlar, hibrid sistemler ile birlikte lavabolarda kullanılan suların geri dönüştürülmesi etkin çözümler olmaktadır.

Suyun etkin kullanımı kapsamında örnekler üzerinden karşılaştırmaların yapıldığı bu çalışmada, Türkiye özelinde;

- su kaynaklarının kullanımını içeren ve detaylı olarak ele alan bütüncül bir taslak oluşturulmalı, gerekli kanun, yönetmelik veya tüzükler ile desteklenmeli,
- suyun etkin kullanımı ve korunumu devlet güvencesi altına alınmalı, kullanıcılar teşvik edilmeli,
- yapılaşma kültürü, iklim bölgeleri, ilgili mevzuatlar, kullanıcı profili göz önüne alınarak özgün sertifikasyon sistemi oluşturulmalı,
- Türkiye'ye özgü oluşturulacak sertifikasyon sistemi içerisinde suyun etkin kullanımı önkoşulu için öngörülen puan; diğer sertifikasyon sistemlerinde sağlanması gereken puanlara oranla yüksek olmalı,
- kullanıcılar ve uygulayıcılar sertifikasyon sistemleri hakkında bilgilendirilmeli, uygulanması konusunda teşvik edilmeli,
- ülkeye özgü ölçüm ve haritalamalar yapılarak suyun etkin kullanım yöntemleri hakkında sayısal veriler sunulmalı,
- yağmur suyu toplama yöntemi uygulamalarının devam ettirilerek, maksimum seviyeye ulaştırılmalı,
- siyah suyun geri dönüşümü ile ilgili çalışmalara önem verilmeli,

- gri suyun geri dönüşümü uygulamaları arttırılmalı,
- doğal peyzaj uygulamaları, tüketimin azaltılması ve kaynak korunumu ile ilgili uygulamalar devam ettirilmeli,
- suyun etkin kullanım stratejilerinin yapının inşa aşamasında maliyeti arttırması, dezavantaj olarak görülse de gelecek yıllarda yöntemlerin avantajları sayesinde kullanıcılara kazanç sağlayacağı düşünülerek uygulama alanları arttırılmalıdır.

Mevcut su kaynaklarının kirletilmeden korunması, bilinçli kullanımı, tüm su kullanıcılarına eşit kullanım olanağının sağlanmasının yanı sıra öneri uygulamaların gerçekleştirilmesi ile fiziksel su kıtlığına yaklaşan ülkemizin, su kıtlığı olmayan ülkeler seviyesine yükselmesi öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Devlet Planlama Teşkilatı Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, ***"Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği"***, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2014

[2] The United Nations World Water Development Report 2016, ***"Water and Jobs"***, (Çevrimiçi), Erişim yeri: http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/396246/, Erişim tarihi: 30.12.2016

[3] Igor A. Shiklomanov; John C. Rodda, "***World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century",*** International Hydrology Series**,** Cambridge University Press, United Kingdom, 2003

[4] Igor A. Shiklomanov, "***Appraisal and Assessment of World Water Resources",*** Water International**,** Vol. 25, No. 1, p: 11-32, 2000

[5] The United Nations World Water Development Report 2003, ***"Water for People Water for Life"***, (Çevrimiçi), Erişim yeri: http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/210593/, Erişim tarihi: 30.12.2016

[6] URL-1: http://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 20.06.2017

[7] ***"Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif***", Erişim Yeri: http://www.dkm.org.tr/Dosyalar/YayinDosya_RnF27jIq.pdf, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 05.04.2017

[8] URL-2: http://www.dsi.gov.tr/kurumsal-yapi, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.04.2017

[9] Sosyal Değişim Derneği, ***"Su Kanunu Tasarısı Eleştirisi ve Alternatif Su Kanunu Tasarısı"***, Aydesa Matbaacılık ve Reklamcılık, İstanbul, 2014

[10] URL-3: http://bursa.imo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=3159&tipi=2&sube=0#.WUj0HGjyjIU, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 10.03.2017

[11] Murat Küçükhemek, *"**Konya Atıksu Arıtma Tesisinde Arıtılmış Atıksuların Pilot Ölçekte Geri Kazanımı Ve Alternatif Bir Su Kaynağı Olarak Yeşil Alan***

Sulamasında Yeniden Kullanımı Projesi", Konya Su Ve Kanalizasyon İdaresi (Koski) Genel Müdürlüğü, s: 2-25, 2010

[12] United States Environmental Protection Agency WaterSense Program, "***Water in Daily Life***", (Çevrimiçi), Erişim yeri: https://www3.epa.gov/watersense/our_water/water_use_today.html, Erişim tarihi: 18.02.2017

[13] United States Department of Energy, "***Alternatıve Water Sources Maps***", (Çevrimiçi), Erişim yeri: https://www.energy.gov/eere/femp/alternative-water-sources-maps, Erişim tarihi: 18.02.2017

[14] Brian Edwards, ***"Sürdürülebilirlik Kültürü ve Mimari Tasarımın Önündeki Güçlükler"***, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, s: 22-34, Antalya, 2007

[15] William McDonough, "***The Hannover Principles Design for Sustainability***", Germany, William McDonough & Partners Press, 1992

[16] Gretchen C. Daily; Paul R. Ehrlich, "***Population, Sustainability, and Earth's Carrying Capacity, Bioscience***", Vol. 42, No. 10, Academic Research Library, p: 761-771, 1992

[17] Gretchen C. Daily; Paul R. Ehrlich, "***Socioeconomic Equity, Sustainability, and Earth's Carrying Capacity"*** Ecological Applications, Vol. 6, No. 4, p: 991-1001, 1996

[18] Nazli Choucri, "***Foreword***", edited by Andrew Scott, Dimensions of Sustainability, Architecture From Technology Environment Culture, E&FN Spon, s: x-1, New York, 1998

[19] İlhan Tekeli, "***Sürdürülebilirlik Kavramı Üzerinde İrdelemeler***", Cevat Geray'a Armağan, Mülkiyeliler Birliği Yayınları: 25, Ankara, s: 729-746, 2001

[20] Seda Tönük, "***Ekolojik Yaşam ve Ekolojik İlkelere Uygun Tasarım***", Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, Mimarlar Odası Antalya Şubesi, s: 72-76, 2007

[21] Ayşin Sev, "***Sürdürülebilir Mimarlık***", Yem Yayın, İstanbul, 2009

[22] Robert Goodland, Herman Daly, "***Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable***", Ecological Applications, by Ecological Society of America, Vol. 6, No. 4, p: 1002-1017, 1996

[23] Zeynep Durmuş Arsan, "***Türkiye'de Sürdürülebilir Mimari***", Mimarlık Dergisi, No:340, TMMOB Mimarlar Odası Yayınları, 2008

[24] Gülser Ünlü Çelebi, Arzuhan Burcu Gültekin, Gülsu Ulukavak Harputlugil, Merve Bedir, Ayşegül Tereci, "***Yapı-Çevre İlişkileri Eğitim Notları***", TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları, İstanbul, 2008

[25] N. Orhan Baykan, **"*Helenistik, Roma ve Bizans Dönemleri Su Yapıları*"**, Tarihi Su Yapıları Konferansı, s:51-62, Güneş Ofset, İzmir, 2008

[26] Ünal Öziş, "***Water Works Through Four Millenia in Turkey***" Environ. Process., Vol.2, p: 559-573, 2015

[27] Ünal Öziş, **"*Tarihi Su Yapıları Açısından Türkiye'nin Dünyadaki Önemi*"**, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayını, No: 70, s: 49-51, 2015

[28] Mehmet Bildirici, **"*Hitit Öncesi ve Hititler Dönemi Tarihi Su Yapıları*"**, Tarihi Su Yapıları Konferansı, s: 21-28, Güneş Ofset, İzmir, 2008

[29] İrfan Unutmaz, ***"Anadolu'da Antik Dönemden Günümüze "Su Mühendisliği Harikaları"***, WİLO Su Mühendisliği Yayınevi, 2013

[30] Mehmet Bildirici, **"*Urartular Dönemi Tarihi Su Yapıları"***, Tarihi Su Yapıları Konferansı, s:29-50, Güneş Ofset, İzmir, 2008

[31] Yalçın Arısoy, ***"Selçuklu ve Osmanlı Dönemleri Su Yapıları"***, Tarihi Su Yapıları Konferansı, s:63-72, Güneş Ofset, İzmir, 2008

[32] Wolfgang Müller Wiener, ***"İstanbul'un Tarihsel Topografyası"*** (3. Baskı), (Çev. Ü. Sayın), İstanbul: YKY Yayınları, İstanbul, 2001

[33] URL-2: http://yerebatan.com/yerebatan-sarnici/hakk%C4%B1nda.aspx, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.05.2016

[34] Doğan Kuban, "***İstanbul Bir Kent Tarihi***", Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2010

[35] Pınar Kısa Ovalı, Nilay Delibaş, ***"Yerel Mimarinin Sürdürülebilirliği Kapsamında Kayaköy'ün Çözümlemesi"***, Megaron Dergisi, Cilt. 11, No. 4, 2016

[36] Pınar Kısa Ovalı, ***"Kişisel Fotoğraf Albümü***", 2009

[37] Ünal Öziş, Yalçın Arısoy, ***"Mimar Sinan'ın Su Mühendisliği"***, Türkiye İnşaat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt. 2, s:21-36, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1987

[38] Abdullah Karahan, "***Gri Suyun Değerlendirilmesi***", IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, s: 1155-1164, 2009

[39] Özlen Doğangönül, Cengiz Doğangönül, "***Küçük ve Orta Ölçekli Yağmursuyu Kullanımı***", Teknik Yayınevi, Ankara, 2009

[40] URL-3:http://www.malaysiarainwaterharvesting.com/wp-content/uploads/2012/06/Underground-system-1280.jpg, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 01.05.2016

[41] URL-4:http://www.aritsel.com/urundetay.asp?Kimlik=21, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 01.05.2016

[42] "***The Texas Manual on Rainwater Harvesting***", (Çevrimiçi), Erişim yeri: http://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf, Erişim tarihi: 01.05.2016

[43] URL-5:http://www.gutterglove.com/GutterGuards/GutterglovePro.aspx, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 01.05.2016

[44] URL-6: http://www.gw.govt.nz/rainwater-tanks/#Why should I install a rainwater tank, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 10.05.2016

[45] URL-7:https://twobertis.wordpress.com/2013/04/21/spring-planting-garden-envy/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 08.05.2016

[46] URL-8:http://edenmakersblog.com/?p=718#sthash.dt9eat5G.dpbs, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 08.05.2016

[47] United States Environmental Protection Agency WaterSense Program, "***Water-Smart Landscapes***", (Çevrimiçi), Erişim yeri: https://www3.epa.gov/watersense/docs/water-efficient_landscaping_508.pdf , Erişim tarihi: 21.02.2017

[48] Thomas V. Cook, Ann Marie Vanderzanden, "***Sustainable Landscape Management: Design, Construction, and Maintenance*** ", John Wiley & Sons, 2010

[49] R. Waskom, J. Kallenberger , "***Graywater Reuse and Rainwater Harvesting*** ", Colorado State University Extension, Natural Resources Series, 2014

[50] URL-9:http://www.dewater.com/water_recycling/blackwater.html, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 08.05.2016

[51] Sue Roaf, Manuel Fuentes, Stephanie Thomas, "***Ecohouse 2: a Design Guide***", Architectural Press, UK, 2003

[52] URL-10:http://www.indiamart.com/crystalsanitaryfittings/hygieia-sensor-taps.html, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 07.05.2016

[53] R. Waskom, M. Neibauer, "***Water Conservation in and Around the Home***", Colorado State University Extension, Consumer Series, 2014

[54] Anna Jaglarz, "***Sustainable Development in the Concepts of Modern Bathrooms***", 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences, p:1-8, 2015

[55] Rüksan Tuna, "***Bina Sertifika Sistemleri***", Ege Mimarlık Dergisi, No:83, s: 20-23, 2013

[56] URL-11: http://www.usgbc.org, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.02.2017

[57] URL-12: http://www.usgbc.org/credentials, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.02.2017

[58] URL-13: http://www.breeam.com/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 30.02.2017

[59] URL-14:http://www.dgnb.de/dgnb-ev/en/council/dgnb/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.03.2017

[60] URL-15:http://www.dgnb-system.de/en/system/criteria/core14/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.03.2017

[61] URL-16: https://issuu.com/manufaktur/docs/dgnb_system_en_062012?mode=embed&layout=http%3A%2F%2Fskin.issuu.com%2Fv%2Flight%2Flayout.xml&showFlipBtn=true, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.03.2017

[62] Özlem Koca, ***"Sıcak-Kuru ve Sıcak-Nemli İklim Bölgelerinde Eneri Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım",*** İTÜ Fen Bil. Enst., Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006

[63] Pınar Kısa Ovalı, ***"Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematiğinin Oluşturulması-Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi"***, Basılmamış Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, 2009

[64] "***Eser Yeşil Binası Bilgilendirme Kitapçığı***", Erişim yeri: http://www.altensis.com/wp-

content/uploads/2011/08/Eser_Yesil_Binasi_Brosur.pdf, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.05.2016

[65] URL-:http://www.usgbc.org/projects/eser-holding-headquarters, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.05.2016

[66] URL-17: http://www.eseryesilbina.com/ , (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.05.2016

[67] URL-18: http://www.gastroantep.com.tr/files/ekolojik-bina-projesi.pdf, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 11.01.2017

[68] URL-: http://www.usgbc.org/projects/gaziantep-yesil-ev, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 09.05.2016

[69] URL-19: https://www.youtube.com/watch?v=abZpisv7GfI, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 11.01.2017

[70] "***Küçükçekmece Belediyesi***", Yeşil Bina Dergisi, No:27, İş Dünyası Yayıncılık, 2014

[71] URL-20: http://www.usgbc.org/projects/izmir-adnan-menderes-airport-terminal?view=overview, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[72] URL-: http://www.usgbc.org/projects/izmir-adnan-menderes-airport-terminal, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[73] URL-21: http://www.tmb.org.tr/tr/tmb-yesil-binasi/mimari-ve-teknik-ozellikler/yenilenebilir-enerji-ve-enerji-verimliligi/204, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[74] URL-: http://www.usgbc.org/projects/turkish-contractors-assoc-headquarters, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[75] ***" Dünyanın İlk ve Tek Yeşil Bina Sertifikalı Ytong Üretim Tesisi: Türk Ytong Çatalca"***, Ytong Aktüel Dergisi, No: 40, Matsis Matbaa Hizmetleri Ltd. Şti., 2016

[76] URL-: http://www.usgbc.org/projects/halk-gyo-levent-urban-hotel, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[77] ***"LEED Gold, Greening Hotel ve Yeşil Yıldız Sertifikalı Park Dedeman Levent",*** Yeşil Bina Dergisi, No: 41, İş Dünyası Yayıncılık, 2017

[78] URL-22: http://tepebasi.bel.tr/haberler/HaberDetay.aspx?hid=4881, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[79] URL-: http://www.usgbc.org/projects/eskisehir-water-sports-center, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[80] ***"LEED Gold Sertifikalı Eskişehir Tepebaşı Belediyesi Su Sporları Merkezi",*** Yeşil Bina Dergisi, No: 38, İş Dünyası Yayıncılık, 2016

[81] URL-23: https://www.pirireis.edu.tr/yesil-kampus, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 14.03.2017

[82] ***"Piri Reis Üniversitesi Kampüsü",*** Yeşil Bina Dergisi, No: 19, İş Dünyası Yayıncılık, 2013

[83] Çelik Erengezgin, "***Diyarbakır Güneş Evi Bilgilendirme Kitapçığı***", Cengiz Dirim Baskı, Diyarbakır, 2008

[84] F. Demet Aykal, Bilal Gümüş, Y. Berivan Özbudak Akça, ***Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması",*** V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır, 2009

[85] Pacific Northwest National Laboratory, Oak Ridge National Laboratory, ***"High-Performance Home Technologies: Guide to Determining Climate Regions by County"***, Building America Best Practices Series, Vol. 7.1, 2010

[86] URL-24:http://www.sidwell.edu/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 18.03.2016

[87] Ennead Architects, "***Sidwell Friends School, Masterplan - Creating A Unified Campus***", New York, 2016

[88] URL-25:https://www.asla.org/sustainablelandscapes/sidwell.html, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 18.03.2016

[89] URL-26:http://www.aiatopten.org/node/140, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 18.03.2016

[90] URL-27:http://serapdx.com/projects/collaborative-life-sciences-building-skourtes-tower/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 11.05.2016

[91] URL-28:http://www.aiatopten.org/node/446, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 11.05.2016

[92] URL-29: http://seradesign.com/projects/edith-green-wendell-wyatt-federal-building/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 20.04.2017

[93] URL-30: http://www.aiatopten.org/node/494, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 20.04.2017

[94] URL-31:http://jcvi.org/cms/sustainable-lab/overview/, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 21.04.2017

[95] URL-: http://www.usgbc.org/projects/j-craig-venter-institute-west, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 21.04.2017

[96] URL-32:http://www.aiatopten.org/node/495, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 21.04.2017

[97] URL-33:http://www.aiatopten.org/node/507, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[98] URL-: http://www.usgbc.org/projects/phipps-center-sustainable-landscapes, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[99] URL-34:https://www.wbdg.org/additional-resources/case-studies/center-sustainable-landscapes, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[100] URL-35:http://www.tda-architects.com/phipps.html, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[101] URL-36 :http://www.dbarchitect.com/project_detail/2/Tassafaronga%20Village.html, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[102] URL-37:http://www.aiatopten.org/node/439, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[103] URL-38:https://www.gsa.gov/portal/getMediaData?mediaId=148243, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[104] URL-39:http://www.aiatopten.org/node/328, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[105] URL-40:https://cfo.asu.edu/health-services-project, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[106] URL-41 :https://www.cbe.berkeley.edu/livablebuildings/pdfs2014/PackardFoundation.pdf, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[107] URL-42: http://www.hpbmagazine.org/attachments/article/12152/15W-David-&-Lucile-Packard-Foundation-Headquarters-Los%20Altos-California.pdf, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 26.04.2017

[108] URL-43: http://2011.solarteam.org/design, (Çevrimiçi), Erişim tarihi: 10.03.2016

ÖZGEÇMİŞ

Nilay DELİBAŞ, 1989 yılında Edirne'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Edirne'de Trakya Birlik İlköğretim Okulu ve Edirne Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden mezun oldu. 2011-12 yıllarında özel bir firmada Peyzaj Mimarı olarak çalıştı. 2014 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.