



**TARİHİ KENTLERDE SU SARNIÇLARININ YENİDEN KULLANIMI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: SAFRANBOLU ÖRNEĞİ**

İREM KAHYAOĞLU

ŞUBAT 2023

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI

Yüksek Lisans

Yapım Teknolojileri

TARİHİ KENTLERDE SU SARNIÇLARININ YENİDEN KULLANIMI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: SAFRANBOLU ÖRNEĞİ

İREM KAHYAOĞLU

ŞUBAT 2023

ÖZET

TARİHİ KENTLERDE SU SARNIÇLARININ YENİDEN KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: SAFRANBOLU ÖRNEĞİ

KAHYAOĞLU, İREM

Yapım Teknolojileri Yüksek Lisans

Danışman: Doç. Dr. Timuçin Harputlugil

Şubat 2023, 143 Sayfa

Sanayileşme ve ekonomik gelişmeye bağlı olarak kent nüfusu her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak kentlerin büyümesi ile alt yapı, ulaşım, konut, sanayi ve enerjiye duyulan ihtiyaç artmaktadır. Hızla büyümekte olan kentlerde, canlı yaşamı için hayati olan suya duyulan talep ve nüfus artışına paralel olarak tüketilen su miktarı artmaktadır. Artan tüketim ile sınırlı olan su kaynakları daha da sınırlı bir hale gelmektedir. Küresel olarak su kaynaklarının yaklaşık %69'u tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır. Bu miktarı %19 ile sanayi sektörü (enerji, ticari ve endüstriyel sektörler) ve %12 ile konut kullanımı izlemektedir (Birleşmiş Milletler 2021). Bu durum göz önünde bulundurulduğunda küresel ölçekteki su tüketiminde büyük bir paya sahip olan yapılar ve yapı stoğunun çoğunu oluşturan konutlarda su kullanımının yönetimi ve su kaynaklarının korunması sürdürülebilir bir çevre sağlanması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile Safranbolu gibi mimari dokusu koruma altına alınmış tarihi kentlerde, hızlı nüfus artışı, küresel ısınma, iklim değişikliği ve bilinçsiz su kullanımı nedenleriyle meydana gelen su kaynaklarının hızla tükenmesi ve her geçen gün artan su talebi problemine çözüm aranmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda bölgede bulunan sarnıçların yeniden işlevlendirilmesi ile yapılarda su verimliliğini arttırmak amaçlanmıştır.

İlk olarak bu konu ile ilgili kaynak taraması yapılmıştır. Yapılan kaynak taraması sonucunda, iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın olumsuz etkileri ile nüfus artışı ile paralel olarak artan su talebinin, su kaynaklarının varlığını ve kalitesini olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, yapılarda su verimliliğini sağlamak amacıyla su tasarruflu ekipman kullanımı ve atık suyun geri dönüşümü gibi stratejilerin uygulanabileceği saptanmıştır. Özellikle, mimari mirası koruma altına alınmış tarihi kentlerde hali hazırda bulunan ve unutulmaya yüz tutmuş mimari birer değer olan su yapılarının yeniden işlevlendirilerek kullanımının, su verimliliğinin sağlanmasında önemli bir potansiyel olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma kapsamında ele alınan Safranbolu Tarihi Kentinde, su kuyuları, çeşmeler, yağmur depoları, kar kuyuları ve sarnıçlar gibi çeşitli su depolama unsurlarının olduğu belirlenmiştir. Safranbolu'daki su yapıları arasından sarnıçlar, kapasitelerinin büyük olması, sayıca fazla olmaları, çoğunun kullanılabilir durumda olması ve konumları sebebiyle bu çalışmada ele alınmıştır.

Bu doğrultuda, Safranbolu Tarihi Kentinde saha çalışması yapılması planlanmıştır. İki aşamada yürütülen saha çalışmasında, kentteki 11 adet sarnıca ulaşılabilmektedir. Tespit edilen sarnıçlar incelenip belgelenmiştir. Daha sonra çalışma alanı olarak belirlenen bölgedeki 12 konağın ve 13 konutun günlük, aylık ve yıllık su tüketim verileri uygulanan anket çalışması ile tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan anket uygulaması sonucunda suyun mekânsal kullanım ile bu mekanlardaki su tasarruflu ekipman kullanımı ile ilgili analizler yapılmıştır. Yapılan saha çalışması sonucunda, ele alınan 25 yapıda tüketilen su ile bu yapılar üzerinden yapılan yağmur suyu hasadı sonucunda gelen atık suyun ve yağış rejimine bağlı olarak bölgede olması beklenen yüzeysel akış suyunun, bölgedeki sarnıçlarda rahatça depolanıp arıtılarak geri kazanılabileceği görülmüştür. Ayrıca bölgede tespit edilememiş başka sarnıçlarında olduğu, keşfedilecek olan bu sarnıçlarla birlikte daha fazla yaşam alanının değerlendirilmeye alınarak daha fazla suyun geri kazanılabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Sürdürülebilirlik, Sarnıçlar, Safranbolu, Yeniden Kullanım

ABSTRACT

A RESEARCH ABOUT ADAPTIVE REUSE OF CISTERNS IN HISTORIC CITIES: CASE OF SAFRANBOLU

KAHYAOĞLU, İREM

M.Sc. in Building Technologies

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Timuçin Harputlugil

February 2023, 143 Pages

Due to industrialization and economic development, the urban population is increasing day by day. Accordingly, with the growth of cities, the need for infrastructure, transportation, housing, industry and energy is increasing. In rapidly growing cities, the demand for water, which is vital for life, and the amount of water consumed increase in parallel with the population. With increasing consumption, water resources are becoming increasingly scarce. Globally, approximately 69% of water resources are used for agricultural purposes. This amount is followed by the industrial sector (energy, commercial and industrial sectors) with 19% and residential use with 12% (United Nations 2014). Given the circumstances, the management of water use and the protection of water resources in buildings and residences, which have a large share in water consumption on a global scale, are very important in terms of providing a sustainable environment. In this study, it has been tried to find solutions to problems such as rapid depletion of water resources and increasing water demand because of the rapid population growth, global warming, climate change and unconscious water use in historical cities such as Safranbolu, whose architectural texture is under protection. In this context, it is aimed to increase water efficiency in buildings by adaptive reuse of the cisterns in the region.

In this direction, firstly, a literature review was conducted. As a result of the literature review, it was concluded that climate change and global warming caused an increase in water demand with population growth, and in this case, it negatively affected the existence and quality of water resources. In this context, it has been determined that strategies such as the use of water-saving equipment and wastewater recycling can be applied in order to ensure water efficiency in buildings. In particular, it was concluded that the adaptive reuse of water structures, which are architectural values that are already in the historical cities can be an important potential in ensuring water efficiency. It has been determined that there are various water storage elements such as water wells, fountains, rain tanks, snow wells and cisterns in the historical city of Safranbolu, which is considered within the scope of this study. Among the water structures in Safranbolu, the cisterns are discussed in this study because of their large capacity, their large number, the fact that most of them are usable and their location.

In this direction, it is planned to carry out field work in Safranbolu Historical City. Fieldwork was carried out in two stages and 11 cisterns in the city were reached. The detected cisterns were examined and documented. Then, daily, monthly and annual water consumption data of 12 mansions and 13 residences in the study area were determined by the applied survey study. In addition, as a result of the survey application, analyzes were made about the spatial use of water and the use of water-saving equipment in these places. As a result of the field work, it has been seen that the water consumed in the 25 buildings, the wastewater generated as a result of the rainwater harvesting from these buildings and the surface runoff water expected to be in the region can be easily stored and treated in the cisterns in the region. In addition, it is predicted that there are other cisterns that have not been identified in the region, and that with these cisterns to be discovered, more living areas can be evaluated and more water can be treated.

Keywords: Climate Change, Global Warming, Sustainability, Cisterns, Safranbolu, Adaptive Reuse

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca, değerli vaktini esirgemedi sorularımı hiçbir zaman cevapsız bırakmayan, yardım ve katkılarıyla beni bilgilendiren ve yönlendiren, gelecekteki meslek hayatım için örnek aldığım tez danışmanım Doç. Dr. Timuçin HARPUTLUGİL'e,

Çalışmam için gerekli veri paylaşımını ve araştırma desteğini sağlayan Sayın Aytekin KUŞ'a, Safranbolu Belediyesi'ne, Safranbolu bölge halkına, Çelik Palas Otelin, Zalifre Konaklarının, Muhsin Bey Konağının, Sarnıçlı Birdane Konağının, Nimet Hanım Konağının, Yorgancıoğlu Konaklarının, Demir Kapı Konağının, Paflagonya Konağının, Hotel Uz'un sahiplerine ve çalışanlarına,

Hayatımın her anında yanımda olan ve beni destekleyen, karşılaştığım zorluklarla mücadele etme gücü veren, annem İlknur KAHYAOĞLU'na, babam Kemal KAHYAOĞLU'na ve kardeşim Didem KAHYAOĞLU'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL OLMADIĞINA DAİR BEYAN SAYFASI.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	XV
BÖLÜM I	1
1. GİRİŞ	1
1.1 PROBLEMİN TANIMI	3
1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI, HEDEFLERİ VE ÖNEMİ	4
1.3 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	5
1.4 ARAŞTIRMA SORULARI.....	6
1.5 HİPOTEZ.....	6
1.6 ARAŞTIRMANIN KURGUSU VE YAPISI.....	6
BÖLÜM II	9
2. KAYNAK TARAMASI	9
2.1 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, KÜRESEL ISINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	9
2.1.1 İklim Değişikliği ve Küresel ısınma	9
2.1.1.1 İklim Değişikliğinin ve Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerindeki Etkileri	11
2.1.2 Sürdürülebilirlik.....	12
2.1.2.1 Su Kaynaklarının Korunumu Açısından Sürdürülebilirlik	15
2.1.2.2 Su Tüketimi Açısından Sürdürülebilirlik.....	19
2.2 YAPILARDA SU DEPOLAMA ALANLARI VE SARNIÇLAR	22
2.2.1 Yapılarda Su Depolama Alanları	22
2.2.2 Sarnıçlar	25

2.2.2.1 Açık Sarnıçlar	26
2.2.2.2 Kapalı Sarnıçlar.....	27
2.2.3 Sarnıçların Tarihi Gelişimi	29
2.2.4 Kapalı Sarnıçların İşlevsel Dönüşümünün ve Kullanım Durumlarının İncelenmesi	33
2.3 UYARLAMALI YENİDEN KULLANIM (ADAPTİVE REUSE)	34
2.3.1 Tarihi Yapı ve Koruma Kavramı	34
2.3.2 Uyarlanabilir Yeniden Kullanım Kavramı (Adaptive Reuse)	38
2.3.2.1 Yeniden Kullanımı Gerektiren Nedenler	41
2.3.2.2 Yeniden Kullanım Avantajları ve Önemi	43
2.3.2.3 Yeniden Kullanımın Kısıtları.....	44
2.3.2.4 Yeniden Kullanım Süreci ve İlgili Örneklerin İncelenmesi.....	45
2.4 SAFRANBOLU TARİHİ KENTİ	47
2.4.1 Safranbolu Tarihi Kenti	47
2.4.2 Safranbolu Yerleşim Bölgesinin ve Yapı Profilinin İncelenmesi.....	50
2.4.3 Safranbolu'daki Su Yapılarının İncelenmesi	53
2.4.3.1 Safranbolu'daki Rum Yerleşimleri	54
2.4.3.2 Sarnıçlar	55
2.4.3.3 Kuyular.....	56
2.4.3.4 Yağmur Depoları.....	57
2.4.3.5 Çeşmeler.....	57
2.4.3.6 Havuzlar	58
BÖLÜM III.....	60
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	60
3.1 ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ.....	61
3.2 SAHA ÇALIŞMASI.....	62
3.2.1 İncelenmiş Olan Bölgenin Belirlenmesi	63
3.2.2 Belirlenen Bölgedeki Sarnıçların Mevcut Durum Tespiti ve Analizi.....	65
3.2.3 Belirlenen Bölgedeki Kullanıcıların Su Tüketim Verilerinin Saptanması ve Analizi.....	69
3.2.3.1 Anket Çalışması Uygulama Protokolü.....	69
3.2.3.2 Anket Çalışması Sonuçlarının Analizi	71
3.2.4 Sarnıçların Yeniden İşlevlendirilerek Kullanımının Belirlenen Bölge Kapsamında Yeterliliğinin Analiz Edilmesi.....	84

BÖLÜM IV	93
4. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA.....	93
4.1 ANALİZ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	93
4.2 ANALİZ VERİLERİ SONUCUNDA ÇALIŞMA ALANININ	
ÖLÇEĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	95
BÖLÜM V.....	98
5. SONUÇ.....	98
KAYNAKÇA	102
EKLER.....	117
EK 1: ANKET ÇALIŞMASI SORULARI.....	117

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Tespit Edilen Sarnıçların Listesi.....	65
Tablo 2: Konakların Yıllık Su Tüketim Miktarları.....	72
Tablo 3: Konutların Yıllık Su Tüketim Miktarları.....	73
Tablo 4: Konakların ve Konutların Toplam Yıllık Su Tüketim Miktarları	75
Tablo 5: Konakların Su Tasarruflu Ekipman Kullanımı.....	78
Tablo 6: Konutların Su Tasarruflu Ekipman Kullanımı.....	79
Tablo 7: Bölgedeki Sarnıçların Kapasiteleri	85

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Araştırmanın Kurgusu	8
Şekil 2: Brundtland Modeli	13
Şekil 3: Hart Modeli	13
Şekil 4: Peru Nazca'daki sarnıç	29
Şekil 5: Peru Nazca'daki sulama kanalı	29
Şekil 6: Göbeklitepe'de yer alan sarnıçlardan bazıları	30
Şekil 7: Göbeklitepe'de yer alan sarnıçlardan bazıları	30
Şekil 8: Göbeklitepe'de yer alan sarnıçlardan bazıları	30
Şekil 9: Antik bir arkeolojik sit alanı olan Chamaizi yakınlarındaki ev kompleksindeki su sarnıcı.	31
Şekil 10: Santorini adasında yer alan su sarnıcının dışarıdan görünümü.	31
Şekil 11: Santorini adasında yer alan su sarnıcının içeriden görünümü	31
Şekil 12: Scott Campbell, Sürdürülebilirlik üçgeni	41
Şekil 13: Safranbolu'nun Yıllara Göre Değişen Nüfus Grafiği	48
Şekil 14: Geleneksel Safranbolu Evlerinin yerleşimi	51
Şekil 15: Geleneksel Safranbolu Evleri ve ahşap yapı sistemi	52
Şekil 16: Geleneksel Safranbolu Evleri ve taş duvarları	52
Şekil 17: Safranbolu'da bir sokak	53
Şekil 18: Muhsin Bey Konağının bahçesinde bulunan sarnıç	56
Şekil 19: Sarnıçlı Birdane Konakta bulunan sarnıç	56
Şekil 20: Nimet Hanım Konağının bahçesinde bulunan sarnıç.	56
Şekil 21: Sarnıçlı Birdane Konağın bahçesinde bulunan kuyu	57
Şekil 22: Erciyes Konağının bahçesinde yer alan yağmur suyu deposu	57
Şekil 23: Tuzcupınarı Çeşmesi.	58
Şekil 24: Asmazlar Konağı havuzlu oda	59
Şekil 25: Hacı Hüseyinler Evi bahçesindeki havuzlu oda	59
Şekil 26: Çalışmanın Yöntem Şeması	62
Şekil 27: Safranbolu Haritası ve Atatürk ve Barış Mahalleleri	64

Şekil 28: Safranbolu Haritası ve Safranbolu Bağlarbaşı Mahallesi.....	64
Şekil 29: Çalışma Alanı Haritası	65
Şekil 30: Anket Çalışmasının Kapsamı	70
Şekil 31: Anket Yapılan Konak ve Konutlar	71
Şekil 32: Konakların Yıllık ve Mevsimsel Su Tüketim Miktarları	72
Şekil 33: Konakların Kişi Başı Su Tüketim Miktarları	73
Şekil 34: Konutların Yıllık ve Mevsimsel Su Tüketim Miktarları	74
Şekil 35: Konutların Kişi Başı Su Tüketim Miktarları	74
Şekil 36: Konakların ve Konutların Toplam Yıllık Su Tüketim Miktarları	75
Şekil 37: Tüketilen Maksimum ve Minimum Su Miktarı	76
Şekil 38: Konaklarda ve Konutlarda Tüketilen Suyun Mekânsal Analizi.....	77
Şekil 39: Konaklarda ve Konutlarda içme suyu, bahçe sulama ve konut temizliği amacıyla ortalama yıllık tüketilen su miktarı.....	77
Şekil 40: Konaklarda Su Tasarruflu Ekipman Kullanım Yüzdesi.....	78
Şekil 41: Konaklarda Su Tasarruflu Ekipman Kullanım Yüzdesi.....	79
Şekil 42: Konakların Su Tüketimi ile Geri Kazanılacak Su Miktarını Gösteren Sankey Diyagramı.....	80
Şekil 43: Konutların Su Tüketimi ile Geri Kazanılacak Su Miktarını Gösteren Sankey Diyagramı.....	81
Şekil 44: Yüzeysel akış suyu hesabına dâhil edilen alan.....	83
Şekil 45: Evsel Su Tüketimi, Yağmur Suyu Hasadı ve Yüzeysel Akış Suyu ile Geri Kazanılacak Su Miktarını Gösteren Sankey Diyagramı	84
Şekil 46: Utku ve Baysal Sokakları ile Çevrelenen Bölgedeki Sarnıçlar	85
Şekil 47: Membran Biyoreaktör Sisteminin Çalışma Prensibi	89
Şekil 48: Gri Su Geri Kazanım Kavramsal Plan Şeması.....	91
Şekil 49: Gri Su Geri Kazanım Kavramsal Kesit Şeması.....	91

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler

CO ₂	:Karbondioksit
CH ₄	:Metan
N ₂ O	:Nitröz oksit
O ₃	:Ozon gazı
C°	:Santigrat
m ³	:Metreküp
m ²	:Metrekare
'	:Dakika
°	:Derece
%	:Yüzde işareti

Kısaltmalar

UN-Water	:United Nations Water (Birleşmiş Milletler Su)
IPCC	:Intergovernmental Panel on Climate Change (Birleşmiş Milletler tarafından kurulan Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli)
BMİDÇS	:Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
IUCN	:International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği)
WCED	:World Commission on Environment and Development (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu)
ASCE	:The American Society of Civil Engineers (Amerikan İnşaat Mühendisleri Derneği)
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
DİE	:Devlet İstatistik Enstitüsü
NCDENR	:North Carolina Department of Environment and Natural Resources (Kuzey Karolina Çevre ve Doğal Kaynaklar Departmanı)
M.Ö.	:Milattan Önce

M.S.	:Milattan Sonra
Y.Y.	:Yüzyıl
Km	:Kilometre
MGM	:Meteoroloji Genel Müdürlüğü
m	:Metre
KTCKK	:Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu
ICOMOS	:International Council on Monuments and Sites (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi)
İSMEP	:İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi
DEH	:Department of Environment and Heritage (Çevre ve Miras Departmanı)
UNESCO	:United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
EPA	:Environment Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
MBR	:Membran Biyoreaktör Arıtma Teknolojisi
UF	:Ultrafiltrasyon
MF	:Mikrofiltrasyon

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu yaklaşık olarak 7,8 milyardır ve dünya nüfusunun %55,7'lik kısmı kentlerde yaşamaktadır (Dünya Bankası 2020). Sanayileşme ve ekonomik gelişmeye bağlı olarak kent nüfusu her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak kentlerin büyümesi ile alt yapı, ulaşım, konut, sanayi ve enerjiye duyulan ihtiyaç da çoğalmaktadır. Hızla büyümekte olan kentlerde, canlı yaşamı için hayati olan su 'ya duyulan talep ve su tüketim miktarı da nüfus artışı ile paralel olarak artmaktadır. Artan tüketim ile sınırlı olan su kaynakları daha da sınırlı bir hale gelmektedir.

Kentleşme ve nüfus artışının etkisi ile özellikle büyük kentlerde yoğun su tüketimi beraberinde atık su ve kaynak yetersizliği gibi problemleri de gündeme getirdiğinden kentsel ölçekteki su yönetimi önemli hale gelmektedir (Mazı ve Tan 2009: 1-10; Okello vd. 2015: 1284).

Kentlerde artan nüfus beraberinde doğal kaynakların kontrolsüz ve hızlı tüketimi, sera gazı salımları, küresel ısınma, ekosistemlerin bozulması, iklim değişikliği, hava ve su kirliliği ve yüksek enerji maliyetleri gibi sosyal, çevresel ve ekonomik problemlere sebep olmaktadır. Her geçen gün artarak özellikle insan yaşamı için ciddi bir tehlike oluşturmakta olan bu problemler dünya ülkelerini yaşanabilir bir gelecek için çeşitli önlemler almaya ve düzenlemeler yapmaya yönlendirmiştir.

Tüm bu problemler sonucunda, 1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayımlanan "Ortak Geleceğimiz" raporu ile sürdürülebilirlik kavramı en geniş tanımıyla dünyaya duyurulmuştur. Raporda sürdürülebilirlik kavramının temelinde tanımlanan sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden taviz vermeden karşılayabilen gelişme olarak yer almıştır (World Commission 1987). Küresel ölçekte yaşanan çevresel sorunların büyük bir çoğunluğu insan faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir. Özellikle yapılar ve inşaat sektörü, sera gazı

salımı ve doğal kaynakların tüketimi açısından çevreye verilen zararda büyük bir paya sahip olduğundan yapılı çevrenin sürdürülebilirlik yaklaşımı ile ele alınması oldukça önemlidir. Bu yaklaşım doğrultusunda ortaya çıkan sürdürülebilir mimarlık, gelecek nesillere yansıtacak olan sonuçlarını akılda tutarak, yerel sosyal-kültürel ve çevresel bağlamlara uyarlanmış binalar üretmeyi amaçlamaktadır (Guedes vd.2009: 2002).

Su canlı yaşamının devamlılığı için oldukça önemlidir. Bu sebeple su kaynaklarının mevcudiyeti ve bu kaynaklara ulaşım insanlık tarihi boyunca hayati olmuştur. İklim değişikliği, küresel ısınma ve nüfus artışı ile paralel olarak artan su talebi, su kaynaklarının varlığını ve kalitesini olumsuz yönde etkileyerek insan yaşamı için tehlike oluşturmaktadır (Karaman ve Gökalp 2010: 59-66). Birleşmiş milletlerin 2020 Dünya Su Kalkınma Raporunda, nüfus artışı, ekonomik gelişme ve değişen tüketim alışkanlıklarının bir sonucu olarak son yüzyılda küresel olarak su kullanımının altı kat arttığı ve her yıl yaklaşık %1 oranında istikrarlı olarak artmaya devam ettiği belirtilmiştir (Birleşmiş Milletler 2020). Daha düzensiz ve belirsiz bir tedarik süreci ile birleştiğinde, iklim değişikliği şu anda su sıkıntısı çeken bölgelerin durumunu daha da kötüleştirecek ve su kaynaklarının bugün hala bol olduğu bölgelerde su stresi yaratacaktır (Birleşmiş Milletler 2020). Günümüzde meydana gelen çevresel sorunların etkisi ve suyun kontrolsüz kullanımı sonucunda en kolay ulaşılabilir su kaynakları bile yetersiz hale gelmiştir. Bu durum su kaynaklarının korunumunu ve etkin kullanımını kaçınılmaz hale getirmektedir.

Bu araştırma kapsamında ele alınacak olan Safranbolu sahip olduğu kültürel ve doğal miras gözetilerek 1994 yılında Unesco tarafından hazırlanan Dünya Miras Kenti Listesi'nde yer almıştır. Kültürel miras, bir ulusun özgünlüğünü, uygarlığını, ne kadar ilerlediğini ve yaratıcılığını ifade etmektedir. Mimari miras ise, bir milletin her çağda ulaştığı sosyal, tarihi, ekonomik, sanatsal, çevresel ve politik hayatının tüm farklı yönlerini yansıtmaktadır (Abbas ve Khaznadar 2019: 1). Konumu sebebiyle yüzyıllardır yerleşim bölgesi olan Safranbolu sahip olduğu kültürel ve mimari mirasın korunabilmiş olması ve bu doğal mimari mirasın zamana ve ihtiyaca bağlı olarak gelişmesi ve büyümesi açısından oldukça önemli niteliklere sahiptir.

Küresel ölçekte meydana gelen küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunların olumsuz etkileri Safranbolu gibi kültürel ve mimari mirası koruma altına alınmış olan tarihi kentlerde de fazlaca hissedilmektedir. Bu tarihi kentlerde yer alan ve unutulmaya yüz tutmuş mimari değerler olan sarnıçların, iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın olumsuz etkileri olan su kaynaklarının tükenmesi ve su

tüketiminin artması gibi problemlerle mücadele kapsamında değerlendirilebileceği öngörülmektedir.

Bu kapsamda, tarihi kentlerde iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele kapsamında sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanım potansiyellerinin değerlendirilmesi konusunda ilgili ulusal ve uluslararası birçok kaynak ve çalışma incelenmiştir. Tarihi su yapılarının ve sarnıçların yeniden işlevlendirilmesi ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunsa da sarnıçların iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın olumsuz etkileriyle mücadele kapsamında yeniden işlevlendirilmesi konusunda üretilen çalışmaların oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir.

1.1 PROBLEMİN TANIMI

Sanayi devrimi sonrasında ekonomide yaşanan gelişmelerle birlikte kentlerde yaşayan nüfus artmış bu durum doğal kaynakların kontrolsüz ve hızlı tüketimi, artan su talebi, sera gazı salımı, küresel ısınma, iklim değişikliği, hava ve su kirliliği gibi birçok çevresel probleme sebep olmuştur (Birleşmiş Milletler 2020; European Commission 2019: 3-6). Dolayısıyla günümüzde, su kaynaklarının varlığı ve kalitesi, kentleşme, nüfus artışı ve iklim değişikliği gibi nedenlerle tehdit altındadır. Kentleşmedeki plansızlık, su geçirimsiz yüzeylerin artması ve varolan yeşil alanların yok edilmesi suyun doğal döngüsünü olumsuz yönde etkilemektedir. Suyun doğal döngüsünde hareket edememesi sonucunda yüzeydeki sular yeraltı sularına karışmamaktadır ve bu durum su varlığını tehlikeye sokmaktadır. Ayrıca yeraltına karışmayan su yüzeysel akışa geçerek kentlerde sel ve taşkınlara neden olmaktadır. Bu durum karşısında günümüz kentlerindeki geleneksel sistemler yetersiz kalmaktadır (Konyalı ve Çay 2020: 2). Özellikle mimari dokusu koruma altına alınmış tarihi kentlerdeki yapıların çoğunda kentsel sıhhi su tesisat sisteminin eski olması ya da hiç olmaması sebebiyle bu yapılara tesisat sistemleri sonradan dâhil edilmiş fakat günümüz koşullarında verimli hale getirilememiştir. Bu çalışma kapsamında, mimari dokusu koruma altına alınmış tarihi kentlerde, küresel ısınma ve iklim değişikliğini de gözeterik, artan su talebi ve azalan su kaynakları sebebiyle yapı çevrelerinde su verimliliğinin artırılması ihtiyacı problem olarak belirlenmiştir.

Bahsedilen sorunlar kapsamında, tarihi kentlerde ve yapılarda günümüz su verimliliğinin artırılması için sarnıçların yeniden kullanım (adaptive reuse) potansiyelleri araştırılmaktadır. Belirlenen bu problem için çözüm arayışları Safranbolu Tarihi Kenti özelinde bilimsel çerçevede ele alınmıştır.

Safranbolu'nun bu çalışmada ele alınmasının nedeni ise sahip olduğu önemli niteliklere ek olarak bu bölgede unutulmaya yüz tutmuş su yapılarından biri olan sarnıçların yoğun olarak bulunması ve bu sarnıçların iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele etmek için önemli bir seçenek oluşturma potansiyelidir. Köklü bir tarihi olan ve yüzyıllardır yerleşim bölgesi olan Safranbolu'da kuyular, çeşmeler, yağmur depoları, kar kuyuları ve sarnıçlar, su depolamak ve kullanmak amacıyla yapılmış yapı türleridir. Safranbolu'da, Bağlar Mahallesi'nde kuyu ve çeşmeler, Kıranköy'de sarnıçlar ağırlıklı olarak bulunurken, Safranbolu'nun eski yerleşim bölgesinde ise çeşmeler ağırlıktadır. Bu üç farklı bölgenin üçünde de birbirinden farklı su depolama yöntemleri kullanılmaktadır (Bölükbaşı Ertürk vd. 2013: 5-12).

Bu araştırmada, sarnıçların kullanım amaçlarına paralel olarak su depolama amacıyla yeniden işlevlendirilerek kullanılması öngörülmüş olup bölge kapsamında bahsedilen artan su talebi ve su kaynaklarının kontrolsüz tüketimi gibi problemlere ne derece çözüm sağlanılabildiği değerlendirilmektedir.

1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI, HEDEFLERİ VE ÖNEMİ

Su kaynaklarının küresel kullanımının dağılımına bakıldığında; %72'sinin tarımsal amaçlı, %16'sının hane ve belediye kullanımı, %12'sinin ise sanayi sektörü tarafından kullanıldığı görülmektedir (UN-Water 2021: 23).

Küresel ölçekteki su tüketiminde büyük bir paya sahip olan yapılar ve yapı stoğunun çoğunu oluşturan konutlarda su kullanımının yönetimi ile su tüketimini daha verimli hale getirmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Sınırlı sayıda olan su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir bir çevre sağlanması açısından yapılan bu çalışmalar kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, Safranbolu gibi mimari dokusu koruma altına alınmış tarihi kentlerde, yeni tesisat sistemleri sebebiyle işlevini kaybetmiş olan sarnıçların günümüzde tekrar canlandırılarak küresel ısınma ve iklim değişikliğinin de gözetilerek su kaynaklarının hızla tükenmesi ve artan su talebi gibi problemlere çözüm aranması ve yapıli alanlarda su verimliliğine katkısının araştırılmasıdır.

Bu çalışmanın hedefi, belirtilen amaç doğrultusunda sarnıçların yeniden kullanıma uygun olup olmadığının ortaya konmasıdır. Bu hedef doğrultusunda tespit edilen sarnıçların su depolama kapasiteleri ve bölgedeki yaşam alanlarında tüketilen su miktarları ile ilgili sayısal değerler ortaya koyularak sarnıçların yeniden kullanım stratejileri geliştirilmektedir. Elde edilen veriler analiz edilerek bölgedeki sarnıçların,

su verimliliğine katkısının ölçüleri ve bu bağlamda geliştirilebilecek stratejilerin çerçevesi değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın kapsamı, Safranbolu ile sınırlı olup, ele alınan sarnıçların incelenmesi de kentin seçili bir alanında yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak sarnıçların yoğun olarak bulunduğu tarihi bir bölge olan Barış ve Atatürk mahalleleri seçilmiştir. Seçilen bu bölgede yoğunlukla konutlar ve konak oteller bulunmaktadır. Ele alınan konut ve konak otellerin su tüketim verileri yapılan anket sonucunda saptanıp fatura dökümanları ile de doğrulanmıştır. Elde edilen su tüketim verileri ile o bölgede yer alan sarnıçların kapasiteleri karşılaştırılarak bölgedeki su kullanımının ne kadarının sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanılması sonucu karşılanabildiği tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışma, tarihi kentlerde unutulmaya yüz tutmuş mimari değer olan sarnıçların yeniden işlevlendirilerek gün yüzüne çıkarılması ve çalışma kapsamında geri dönüştürülerek elde edilen suyun kentsel kullanıma sunulması açısından önemsenmektedir.

1.3 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu tez çalışmasında kullanılan yöntemin birinci ayağında dört alt başlıkta literatür araştırması yapılmaktadır. Sırasıyla, iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın su verimliliği üzerindeki etkileri ve su verimliliği açısından sürdürülebilirlik alanında, yapılarda su verimliliğini sağlamaya yönelik stratejiler, atık suyun geri dönüşümü stratejisi, su depolama elemanları, sarnıçlar ve sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımı ile ilgili literatür araştırması yapılmaktadır. Son olarak da Safranbolu Tarihi Kenti ve bölgedeki su yapıları ile ilgili kaynaklar taranmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntemin ikinci ayağında ise sarnıçların yoğun olarak bulunduğu bölgede saha çalışması yapılmaktadır. Yapılmakta olan saha çalışmasının ilk aşamasında, Safranbolu'da tespit edilen sarnıçlar haritalandırılmış olup kullanım durumlarına, kapasitelerine ve buldukları bölgeye göre kategorize edilmiştir. Saha çalışmasının ikinci aşamasında ise, belirlenen çalışma bölgesinde yer alan yaşam alanlarının su tüketimini tespit etmek amacıyla kullanıcılarına su tüketimleri ile ilgili bir anket çalışması uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntemin son ayağında ise uygulanmış olan anketin sonucunda elde edilen veriler hazırlanan çeşitli tablolarla analiz edilmiştir. Daha sonra tespit edilen sarnıç kapasiteleri ile bölgedeki su tüketim verileri yapılan sayısal

hesaplamalar yardımıyla karşılaştırılmış olup sarnıçların yeniden işlevlendirilmesi sonucunda su verimliliğinin ne derece sağlanabildiği analiz edilmiştir.

1.4 ARAŞTIRMA SORULARI

Araştırmaya ait aşağıda belirtilen sorularla araştırmanın çerçevesinin belirlenmesi hedeflenmektedir.

1. Küresel ısınma ile iklim değişikliğinin yapılarda su kullanımı üzerindeki etkileri nelerdir?
2. Yapılarda su verimliliğini sağlamaya yönelik stratejiler nelerdir?
3. Tarihsel bölgelerde yapıları çevreler için su verimliliği açısından kullanılabilir tarihli yapılar nedir?
4. Sarnıçların su verimliliği kapsamında yeniden işlevlendirilmesi ile günümüz şartlarındaki kullanım potansiyeli nedir?

1.5 HİPOTEZ

Bu çalışma kapsamında tanımlanan hızlı nüfus artışı, küresel ısınma, iklim değişikliği ve bilinçsiz su kullanımı nedenleriyle meydana gelen su kaynaklarının hızla tükenmesi ve her geçen gün artan su talebi gibi problemler tarihi kentler özelinde ele alınmıştır. Bu problemlere çözüm arayışında tarihi bölgelerde bulunan geçmişte üretilen, zamanla kullanımı bırakılmış ve günümüzde unutulmaya yüz tutmuş olan su yapılarının değerlendirilmektedir. Özellikle sarnıçların gerekli onarım ve bakım çalışmaları sonrasında yeniden kullanım potansiyellerinin olduğu saptanmıştır. Bu doğrultuda çalışma, “Sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımı, Safranbolu gibi tarihi bir kentte iklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadele kapsamında su verimliliğinin sağlanmasında faydalı olur” hipotezine sahiptir.

1.6 ARAŞTIRMANIN KURGUSU VE YAPISI

Bölüm 1: Giriş; İncelenen konuyla ilgili yapılan arka plan araştırması doğrultusunda problemin belirlenerek araştırmaya ait; amaç, kapsam, yöntem, hedefler, araştırma soruları, hipotez ve araştırmanın kurgusunun yer aldığı giriş kısmıdır.

Bölüm 2: Kaynak Taraması

2.1 İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik: Araştırmanın ilk adımı olan kaynak taramasının ilk aşamasıdır. Bu bölümde, iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın

özellikle su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerinden bahsedilmiştir. Ayrıca sürdürülebilirlik kavramı su kaynaklarının korunumu ve tüketimi açısından ele alınmıştır. Bu bölümde suyun sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik genel bir perspektif sağlanmaya çalışılmaktadır.

2.2 Yapılarda Su Depolama Alanları ve Sarnıçlar: Araştırmanın ilk adımı olan kaynak taramasının ikinci aşamasıdır. Bu kısımda, yapılarda su depolama alanları, özellikle sarnıçlar ele alınmaktadır. Bu anlamda sarnıçların tanımı, tarihi gelişimi ve Türkiye’de yer alan sarnıçların durumu incelenmektedir.

2.3 Yeniden Kullanım (Adaptive Reuse): Araştırmanın ilk adımı olan kaynak taramasının üçüncü aşamasıdır. Bu kısımda, yeniden kullanım kavramı ele alınmaktadır. Bu anlamda ulusal ve uluslararası birçok kaynakta yer alan yeniden kullanım kavramının tanımı, tarihi gelişimi, avantajları, önemi ve yeniden kullanım ile ilgili örneklerin durumu incelenmektedir.

2.4 Safranbolu Tarihi Kenti; Araştırmanın ilk adımı olan kaynak taramasının dördüncü aşamasıdır. Bu kısımda, Safranbolu Tarihi Kenti ele alınmaktadır. Bu anlamda bölgenin yerleşimi, yapı profili ve bölgede bulunan su yapıları incelenmektedir.

Bölüm 3: Malzeme ve Yöntem; Çalışma için bir yol haritası niteliği taşıyan bu bölüm kapsamında, araştırmanın ilk adımı olan literatür taramasında ve ikinci adımı olan saha çalışmasında toplanan veriler, bu veriler ışığında yapılan saha çalışmasında kullanılan materyaller ve saha çalışması sonucunda elde edilen bulgular aktarılmakta ve uygulanan yöntem detaylıca açıklanmaktadır. Bu kapsamda belirlenen bölgedeki kullanıcıların su tüketim verileri saptanarak analiz edilmekte ve sonuçları değerlendirilmektedir. Daha sonra sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımının belirlenen bölge kapsamında yeterliliği analiz edilmektedir.

Bölüm 4: Değerlendirme ve Tartışma; Araştırmanın son adımı olan bu bölümde literatür araştırması ve saha çalışması sonucunda su tüketimi ve sarnıçlar ile ilgili elde edilen veriler ve sarnıçların olası kullanım senaryoları üzerinden değerlendirme yapılmaktadır.

Bölüm 5: Sonuç; Son bölüm olan bu kısımda araştırma sonucunda elde edilen bulgular, saha çalışması sonucunda elde edilen veriler, sarnıçların olası kullanım senaryoları ve bu senaryoların eksik veya yeterli seviyede kalabileceği de açıklanarak sarnıçların iklim değişikliği ile mücadele sürecine katkıları aktarılmaktadır. Araştırmanın yapısı ve kurgusu *Şekil 1*’de paylaşılmıştır.



Şekil 1: Araştırmanın Kurgusu

BÖLÜM II

2. KAYNAK TARAMASI

2.1 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, KÜRESEL ISINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Literatür araştırmasının ilk bölümünde iklim değişikliği ve küresel ısınma kavramları irdelenerek su kaynakları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Daha sonra sürdürülebilirlik kavramı tanımlanarak su kaynaklarının korunumu ve su tüketimi açısından ele alınmıştır.

2.1.1 İklim Değişikliği ve Küresel ısınma

19.yüzyılın son çeyreğinde meydana gelen Sanayi Devrimi ile kömür, petrol gibi fosil yakıtların tüketimi başlamış ve bunun sonucunda insan faaliyetlerinin doğal çevre üzerindeki etkisi ciddi seviyelere ulaşmıştır (Cesur 2014: 17). Bu nedenle 1800'lü yıllardan başlayarak günümüze kadar olan süreçte insan faaliyetlerinin, sera gazı salımlarına, küresel ısınmaya, doğal kaynakların tükenmesine ve küresel iklim sistemini etkileyerek iklim değişikliğine sebep olduğu açık bir şekilde görülmüştür. Nüfus artışı ve kentleşme gibi nedenlerden ötürü tüketimin artması buna karşın doğal kaynakların giderek azalması, kirlenmesi ve hatta yok olmaya başlaması günümüzde sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır. Çalışmanın bu bölümünde iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi çevresel problemlere bu problemlerin sürdürülebilirlik özelinde su kaynakları üzerindeki etkileri aktarılmaktadır.

İklim; yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun vadede oluşan tüm hava koşullarının ortalama özelliklerinin, oluşma sıklıklarının ve zamanlarının, gözlemlenen ekstrem değerlerinin, şiddetli olayların ve tüm değişkenliklerin tamamı olarak tanımlanabilmektedir (Türkeş 2001: 1-2). Dolayısıyla iklim, doğrudan ya da dolaylı olarak doğal çevreyi etkilediğinden canlı yaşamını ve koşullarını belirleyici özelliğe sahiptir.

İklimin ortalama halinde ya da değişkenliğinde uzun vadede meydana gelen değişimler ise iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (Türkeş 2008: 27). İklim değişikliği, çeşitli iç ve dış etmenler sebebiyle oluşabilmektedir. İklim değişikliğine sebep olabilecek iç etmenler, insan ve doğa kaynaklı faaliyetleri ve farklılıkları içermektedir. Öyle ki fosil yakıtların yakılması sonucu atmosfere salınan sera gazları ve aerosoller, iklim değişikliğine sebep olabilmektedir. İklim değişikliğine sebep olan dış etmenler ise yer kabuğu hareketlerini ve güneşin etkilerini içermektedir (Türkeş 2008: 27).

19.yüzyıldan itibaren sanayi devriminin etkisiyle birlikte kömür, petrol gibi fosil yakıtların yoğun olarak tüketilmesi sonucunda atmosferde sera gazlarının (su buharı, CO₂, CH₄, N₂O ve O₃) miktarı artmıştır (Cesur 2014: 17-18). Atmosferde yaşanan bu sera gazlarının birikimi yerkürenin ışınım yoluyla soğumasına engel olarak yerkürenin daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır. Bu durum doğal sera etkisi olarak adlandırılmaktadır. Küresel ısınma ise, sera etkisinin artması sonucunda yerkürede ve atmosferde belirlenen sıcaklık artışı şeklinde tanımlanabilmektedir.

Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri olan; kuraklık, susuzluk ve sel dünyanın birçok yerinde görülmeye başlanmıştır. Bu sebeple, küresel ısınma ve iklim değişikliği son yıllarda tüm ülkelerin gündeminde yerini almıştır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini farkına varmak ve bu etkilerle mücadele etmek amacıyla birçok konferans düzenlenmiş, bu konferanslar sonucunda raporlar ve bildirimler yayınlanmıştır (Cesur 2014: 17-22). Yayınlanan rapor ve bildirimler sırasıyla (Cesur 2014: 19);

- 1972’de Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı düzenlenerek ozon tabakasına hasar veren gazlar ele alındı.
- 1979’da Birinci Dünya İklim Konferansı gerçekleştirildi. İnsan faaliyetleri sonucunda meydana gelen iklim değişikliğine dikkat çekilerek küresel ısınma konusunda bir rapor hazırlandı.
- 1985’te sera gazlarının, yerkürenin sıcaklığının artmasında etkili olduğu ve dolayısıyla toplumların enerji kullanımlarında bunu dikkate alması gerektiği ifade edilmiştir.
- 1988 yılında Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kuruldu.
- 1990 yılında IPCC tarafından ilk rapor yayınlandı.

- 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzalandı ve imzalayan bütün ülkelerin sera gazları ile ilgili rapor hazırlaması mecburi kılındı.
- 1997 yılında Kyoto Protokolü kabul edildi. Protokol ile sanayisi gelişmiş toplumlara sera gazı salımını kısıtlama ve indirgeme sorumluluğu verildi.

2.1.1.1 İklim Değişikliğinin ve Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerindeki Etkileri

İklim değişkenliği ve küresel ısınma, pek çok kişi tarafından bilinen ve gözlemlenen negatif etkilere ve bu etkiler sonucunda da insanlar ve doğal çevre üzerinde hasarlara neden olmuştur (Türkeş 2022: 197). Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC 2022) 6. ve son değerlendirme raporuna göre kara ve okyanus sıcaklıklarındaki artış, yoğun yağış olayları ve kuraklık gibi olaylar iklimde ve havada meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca gıda ve su kaynaklı hastalıkların arttığı, buzulların eridiği ve yeraltı sularının varlığının iklim değişikliği nedeniyle yok olma tehlikesi altında olduğu belirtilmektedir. Raporda, son yıllarda belirgin bir şekilde gözlemlenen ve giderek artan bu etkilerin insan faaliyetlerinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Ayrıca sera gazı emisyonlarının artarak devam ettiğini ve bunun sonucunda sıcaklık artışını 1,5 C° üzerinde sınırlamaya yönelik alınan önlemlerin yeterli olmadığı belirtilmiştir. (IPCC 2022: 11).

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tüm bu olumsuz etkilerine ek olarak bu çalışma kapsamında su kaynakları üzerindeki etkileri ayrıca önem taşımaktadır. Raporda da belirtildiği gibi iklimde yaşanan değişikliklerin orta ve uzun vadede birçok tatlı su kaynağını olumsuz yönde etkileyeceği ve etkilerin boyutlarına göre su yönetiminde güçlükler yaşanacağı tahmin edilmektedir. Bazı bölgelerde yağışın fazlaşacağı bazı bölgelerde ise buharlaşma sonucunda kuraklık yanacağı düşünülmektedir (IPCC 2022: 11).

Küresel ısınmanın da etkisiyle önümüzdeki yıllarda daha belirgin olarak gözlemlenebilecek olan iklim değişikliğinin, su kaynakları üzerindeki etkilerden bazıları şunlardır (IPCC 2022: 60-118):

- İklim değişikliğinin 2050 yılına kadar tatlı su kaynakları üzerinde olumsuz etkilere neden olacağı tahmin edilmektedir.

- Yağış rejimindeki düzensizlikler donucunda meydana gelen yağış artışıyla paralel olarak su taşkınları da artacaktır.
- Su kaynaklarının varlığı azalacaktır.
- Tarımsal kullanım ve içme suyu ihtiyacı artacaktır.
- Sudan ve ııııdan kaynaklanan hastalıklar artacaktır.
- Deniz seviyesi yükselmesine bağılı olarak, birçok bölge sular altından kalacaktır.

Sera gazı emisyon miktarının şuan ki seviyesinde ya da üzerinde devam etmesi, sıcaklığın daha fazla artmasına ve iklim üzerinde birçok değişikliğe sebep olacaktır. Bu yüzden toplumlar, insan etkili sera gazı salımlarındaki artışı ve sebep olduğu iklim değişikliğini engellemek gibi ciddi bir sorumluluğa karşı karşıya kalmaktadır.

2.1.2 Sürdürülebilirlik

Sanayi devrimi ve sonrasında meydana gelen nüfus artışı, doğal kaynakların kontrolsüz ve hızlı tüketimi sonucunda sera gazı salımları, küresel ısınma, iklim değişikliği, hava ve su kirliliğı gibi çevresel problemlerle karşı karşıya kalınmıştır. Canlı yaşamı açısından ciddi bir tehlike oluşturmakta olan bu problemler gelişmiş ülkeleri yaşanabilir bir gelecek için çeşitli önlemler almaya ve düzenlemeler yapmaya yönlendirmiştir.

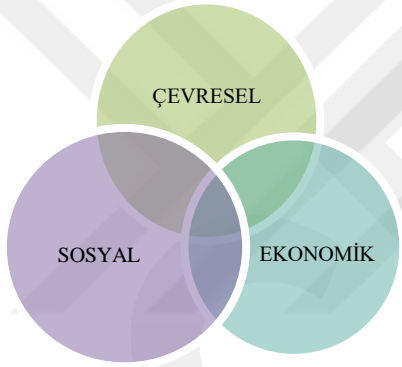
Bu kapsamda iklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkilerini gözlemlemek ve mücadele etmenin yollarını aramak için bir dizi konferans düzenlenerek çeşitli raporlar ve bildirimler yayınlanmıştır. Tüm bunlar sonucunda ise bahsedilen problemler ile mücadele etmek ve gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakmak amacıyla sürdürülebilirlik konsepti ortaya atılmıştır.

Bu doğrultuda sürdürülebilirlik ile ilgili yapılan ilk tanımlamalardan biri ise Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun (WCED) Ortak Geleceğimiz Raporunda sürdürülebilir kalkınma olarak yapılmıştır. Raporda, "Sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden taviz vermeden karşılayabilen gelişme" olarak tanımlanmıştır (World Commission 1987). Yapılan bu tanımlama ile bugünkü nesillerin ihtiyaçları karşılanırken, gelecek nesillerin benzer ihtiyaçlarının da göz ardı edilmemesine dikkat çekilmiştir.

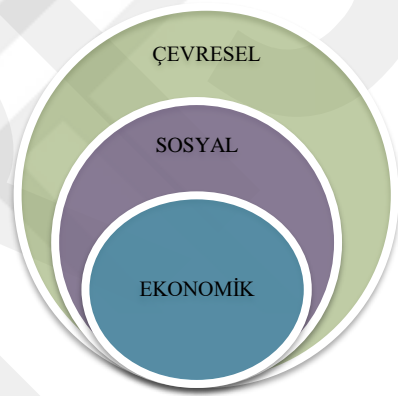
Rapora paralel olarak Keleş'in yaptığı sürdürülebilir gelişme tanımı ise doğal kaynakların ve çevresel değerlerin aşırı tüketiminden kaçınarak, bugünün ve geleceğin

nesillerini de gözeterek rasyonel yöntemlerle kullanılmasını ve ekonomik refahın sağlanmasını hedefleyen çevreci bir anlayış olarak tanımlanmıştır (Keleş 1998: 112).

Temelinin on yıllar öncesine dayandığı bilinen sürdürülebilirlik kavramının yıllar içinde birçok tanımlaması yapılmıştır bunun sebebi sürdürülebilirlik kavramının çok boyutlu bir kavram olmasıdır. Yapılan bu tanımlamaların çoğunda sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve toplumsal olmak üzere üç temel bileşeni olduğu vurgulanmaktadır. Bu kapsamda sürdürülebilirlik, ekonomik açıdan uygulanabilir olmalı, çevre üzerinde etkin olan insan faaliyetlerinde çevreyi gözetmeli, kişilere ve toplumlara karşı eşitlikçi davranmalıdır (Şen vd. 2018: 4). Sürdürülebilirlik bileşenlerinin birbirleriyle olan ilişkilerine göre farklı sürdürülebilirlik modelleri oluşturulmuştur (Değirmenci 2021: 12-13).



Şekil 2: Brundtland Modeli, 1987



Şekil 3: Hart Modeli, 1999

Şekil 2’de görülen Ortak Geleceğimiz Raporu temel alınarak geliştirilen ilk sürdürülebilirlik modelinde, çevresel, sosyal ve ekonomik bileşenleri eşit ağırlıktadır. Bu üç bileşenin kesiştiği kısım, sürdürülebilirliği oluşturmaktadır (Değirmenci 2021: 12-13).

Şekil 3’te görülen Hart’ın 1999 yılında sunduğu ikinci sürdürülebilirlik modelinde ise, iç içe geçmiş halde bulunan üç bileşenin her birine farklı ağırlık verilmiştir. Ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik ile sınırlandırılırken çevresel sürdürülebilirlik hepsini sınırlandırmaktadır (Değirmenci 2021: 12-13).

Bu çalışmada, çevresel sürdürülebilirlik kapsamında kaynak korunumu ve sürdürülebilirliği üzerinde durulacaktır. Çevre, insanların ve diğer canlıların yaşamını sürdürdüğü bu sebeple sürekli bir etkileşim halinde oldukları biyolojik, fiziki, sosyal,

kültürel ve ekonomik bir ortam şeklinde ifade edilebilmektedir (Şen vd. 2018: 33). Daha kısa bir ifadeyle çevre, bir canlının yaşamını sürdürdüğü ortam ve koşullar olarak tanımlanabilmektedir. Şüphesiz canlıların sürdürdükleri yaşamın kalitesi de buldukları çevreye bağlıdır.

Sürdürülebilirlik kavramı çevre açısından değerlendirildiğinde ise; bir ekosistemde bulunan bitkiler, hayvanlar ve su kaynakları gibi bütün unsurlarının sistemde herhangi bir aksaklık oluşturmandan mümkün olan en iyi haliyle gelecek kuşaklara taşınması olarak ifade edilebilmektedir (Aytuğ 2014: 3).

Çevresel sürdürülebilirliğin Herman E. Daly tarafından yapılan başka bir tanımında ise kavram doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından ele alınmaktadır (Daly 2007: 57-59). Herman E. Daly kavramı çevre kirliliği, yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar olarak üç başlıkta ele almaktadır (Şen vd. 2018: 34).

Bir başka tanıma göre ise sürdürülebilir kalkınmanın üç önemli bileşeninden biri olan çevresel sürdürülebilirlik, kaynakların korunmasının yanında, ekosistemin esnekliğini ve dayanıklılığını da dikkate almaktadır. Hostovsky'e göre çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için bazı basit stratejiler geliştirilebilmektedir. Bu stratejiler; kaynak tüketimini azaltmak, tek kullanımlık ürünler satın almak yerine ürünleri yeniden kullanmak, su ve elektrik tasarrufu yapmak, daha az araba kullanmak, organik ürünler tüketmek ve yeşil alanları korumak olarak sayılabilmektedir (Hostovsky 214: 1925).

Bu tanımlamadan hareketle çevresel sürdürülebilirliğin, ekosistemin ve doğal kaynakların muhafaza edilebilmesi doğrultusunda izlenecek yöntemlerin bütünü olduğu öne sürülebilmektedir. Doğal kaynakların zaman içinde zarar görerek yok olacağı düşüncesi günümüzde karşı karşıya kaldığımız küresel ve çevresel sorunların temelini oluşturmaktadır.

Dolayısıyla daha az kaynak tüketerek kaynak korunumunu sağlamak, daha az atık üretmek ve atık yönetimi yapmak, yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve bu kaynakları etkin kullanmak, dayanıklı ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanmak çevresel sürdürülebilirliğin zeminini oluşturmaktadır (Değirmenci 2021: 15).

Yapılan tanımlamalara paralel olarak Güner çevresel sürdürülebilirliğin etkinliğinin sağlanabilmesi için aşağıda yer alan beş şartın yerine getirilmesi gerektiğini ifade etmiştir (Güner 2020: 25). Bu şartlar sırasıyla;

- Doğal kaynakların asgari seviyede kullanılması,

- Yenilenebilir kaynakların üretim için gerekli olan madde ve tüketim malzemesi olarak kullanılması
- Atık geri dönüşüm stratejilerinin arttırılması
- Yenilenebilir enerji sistemlerinin dikkate alınmasıyla enerji kaynaklarının korunması
- Çevre ile ilgili olarak yapılan düzenlemelerde, çevrenin ve canlıların zarar görmeyeceği stratejilerin uygulanması

Dolayısıyla doğal kaynaklardan biri olan su açısından bakıldığında su tüketiminin ve talebinin giderek arttığı bugünlerde suyun sürdürülebilirliğini sağlamak için korunumunu ve verimliliğini arttırmak dünya genelinde giderek daha fazla kabul gören bir anlayış haline gelmektedir. Bu kapsamda su kaynaklarının yönetiminde, su kaynaklarının muhafaza edilmesi ve sürdürülebilir bir biçimde tüketilmesi olmak üzere iki temel unsur vardır (Aksungur ve Firidin 2008: 9).

Bu çalışma kapsamında sürdürülebilirlik kavramı su kaynakları korunumu ve suyun tüketimi açısından incelenecek olup bu kapsamda yapılmış olan literatür araştırmaları paylaşılacaktır.

2.1.2.1 Su Kaynaklarının Korunumu Açısından Sürdürülebilirlik

Su; canlıların ve yaşamın devam kaynağıdır. Hayati öneme sahip olan su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir biçimde kullanılması için su kaynaklarının yönetimi ve korunumu önem taşımaktadır.

Dünya üzerinde canlıların yararlanabilecekleri tatlı su miktarı kısıtlıdır (Yılmaz ve Marşoğlu 2021: 174-184). Yeryüzündeki suyun sadece %2,5'lik kısmı olan tatlı suyun önemli bir bölümü buzullarda ya da yeraltındadır (Water Science School, 2019). Suyun miktarı ve kalitesi, 2050 yılına kadar 9,8 milyara ulaşması beklenen yaklaşık 8 milyar nüfuslu bir dünyada önemli bir endişe haline gelmektedir (Birleşmiş Milletler 2022).

Su talebinin fazla olması, su temin sisteminin yetersiz kalması gibi birçok sebepten dolayı su miktarı sınırlı olabilmektedir. Dolayısıyla su stresi, her bölgede giderek artan bir problem olmaktadır ve çoğunlukla yoksul toplumları etkilemektedir. Su stresi ya da kıtlığı ifadesi, bir bölgedeki yenilenebilir tatlı su kaynaklarının %25'i veya daha fazlası tüketildiğinde o bölgede gelecekte yaşanabilecek olan su sıkıntısını

ifade etmektedir. Su kıtlığı ifadesi değişken bir kavram olmakla beraber erişilebilen su miktarı veya su talebi değiştikçe farklılaşmaktadır (UN-Water 2021).

Küresel olarak bakıldığında, 1950 yılında 20 milyon nüfusa sahip 12 ülkenin su kıtlığı ile karşı karşıya kaldığı bilinmektedir. 1990 yılında ise bu sayı 26 ülke ve 300 milyona çıkmıştır. 2002 yılına gelindiğinde ise 18 ülkede 166 milyon insan ciddi boyutlardaki su kıtlığı ile mücadele etmiştir (Campbell-Page 2002). Günümüzde ise dünya çapında yaklaşık 2,3 milyar insanın su stresi çeken ülkelerde yaşadığı ve bunun 733 milyonunun yüksek ve kritik seviyede su stresi yaşayan ülkelerde yaşamına devam ettiği bilinmektedir (UN-Water 2021: 15). Ayrıca 3,6 milyar insan ise yetersiz atık yönetiminden muzdardır (Dünya Bankası 2022). Tüm bunlar sonucunda 2025 yılına kadar, su stresi yaşayan insan sayısının 3 milyar'a ulaşacağı ya da çoğu fakir ülkelerden oluşacak şekilde dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 40'ına yükseleceği öngörülmektedir (Campbell-Page 2002).

Zaten az miktarda olan kullanılabilir su kaynaklarının hızla tükenmesine karşın nüfus artışına bağlı olarak her geçen gün artan su talebi sebebiyle su kaynaklarının korunumu ve daha etkin kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir.

Su korunumu ifadesi, su kaynağını koruyup muhafaza etmeyi ve aynı zamanda su kaynağının kalitesinin bozulmasını önlemeyi amaçlayan her türlü strateji, yönetim ve kullanıcı uygulamalarını ifade etmektedir (Pereira vd. 2012: 39-51). Su korunumu ifadesi sürdürülebilirlik açısından ele alındığında birçok tanımla karşılaşılmıştır.

Ortak Geleceğimiz Raporunda su kaynaklarının sürdürülebilirliği, gelecek nesillerinde aynı haklarını gözeterek insanların ve çevre ekosistemlerin mevcut ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, su miktarını ve kalitesini sağlama ile yönetme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (World Commission 1987).

Başka bir kaynakta ise sürdürülebilir kaynak yönetimi olarak ele alınan kavramın kapsamı su, enerji ve malzeme tüketiminin asgari seviyeye indirilmesi ve kaynakların geri dönüştürülerek yeniden kullanımı stratejileri olarak yer almaktadır (Yılmaz ve Maraşoğlu 2021: 174-184).

Larry W. Mays ise su kaynaklarının sürdürülebilirliğini, toplumların ve ekosistemlerin şuanadaki ve gelecekteki tüm gereksinimlerini gidermek ve insan ya da doğal kaynaklı afetlerden insanları korumak olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlamadan hareketle Mays su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin içeriğini maddeler halinde açıklamıştır. Mays'e göre suyun sürdürülebilirliği (Mays 2007: 11);

- İklim değışikliği, kuraklık ve nüfus artışının yoğun olarak yaşandığı dönemlerde tatlı su kaynaklarının korunarak gelecek nesillere aktarılmasını,
- Güvenli bir şekilde su ve gıda tüketiminin sağlanması ve sel gibi afetlerden korunmayı,
- Temiz su altyapısının olması ve suyun kullanıldıktan sonra arıtılıp geri kazanılması,
- Su tedarik etme sürecinin ve oluşabilecek olan su fazlalığının yönetimini sağlamak için gerekli kurumlara sahip olmayı,
- Yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde tanımlanmayı kapsamaktadır.

Loucks ise su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin, sadece bugünün koşulları için değil uzak geleceği de gözetmeyi vurgulayan bir eğilim olduğunu belirtmiştir. Loucks sürdürülebilir su kaynakları sistemlerini, şimdi ve gelecekte toplumsal hedeflere katkıda bulunmak amacıyla tasarlanan ve yönetilen sistemler olarak tanımlamaktadır. Bu sistemler aynı zamanda ekolojik, çevresel ve hidrolojik bütünlüğü de gözetmektedir (Loucks 2000: 3-10).

Dolayısıyla su kaynaklarının korunumu ve yönetimi uzun yıllardır tartışılan bir kavram olsa da bölgesel ölçekte uygulanamamaktadır. Sürdürülebilir su kaynakları yönetimine yönelik bir çerçeve oluşturmaya çalışan Thornton ve arkadaşlarına göre suyun sürdürülebilirliğini gerçekten sağlayabilmek için bölgesel bir bakış açısı gereklidir. Su kaynaklarının yönetiminin mümkün olduğunu ifade ederek bunu amaçlayanlar için bir dizi adımdan oluşan bir çerçeve geliştirmişlerdir. İlk olarak mücadele edilen krizin tanınması gerektiği ifade edilmektedir. Bu krizin kabul edilmesiyle, kötü yönetim, planlama eksikliği, kontrolsüzlük, maliyetli çözümler gibi olumsuz durumların hepsi de kabul edilmektedir. Daha sonra asgari gereksinimler tespit edilmeli ve kullanılabilir su ile ihtiyaç duyulan su miktarı karşılaştırılmalıdır. Ayrıca asgari düzeyde temin edilebilen suyun kullanım alanlarına göre bir öncelik sıralaması yapılması gerekmektedir. Yapılan sıralamada hemen ve yakın gelecekte yapılabilecek uygulamalar dikkate alınmalıdır. Hemen yapılabilecekler, suyun canlıların temel ihtiyaçları için kullanılmasıdır. Yakın gelecekte yapılabilecek uygulamalar ise yaşam alanı içinde düşük akışlı ve su tasarruflu ekipmanlar kullanması ve sızıntıların tespit edilip onarılması olarak sıralanabilmektedir. Suyun öncelikli olmayan kullanımları için ise cezai yaptırımlar seçenek olarak değerlendirilebilmektedir. Yapılan su yönetim uygulamaları değerlendirilmeli ve

verimleri ölçülmelidir. Dolayısıyla toplumların suyun sürdürülebilirliğini sağlayabilmeleri için su tasarrufu, suyun yeniden kullanımı, geri dönüşüm, ekonomik teşvikler, yeni teknolojiler, politikalar, yasalar ve yönetmelikler dahil olmak üzere bir dizi seçenek bulunmaktadır (Thornton vd. 2006: 2772).

Kaynak korunumu kısaca; gelecek nesillerin gereksinimlerini göz önünde bulundurup, kaynakları olabildiğince az kullanarak ve koruyarak, bugünün gereksinimlerini karşılamak ve doğaya zarar vermeyecek şekilde kullanılan kaynağın yeniden sisteme dâhil edilebilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Sürdürülebilir su kullanımı ya da su kaynaklarının sürdürülebilirliği ise, suyun savurgan olmadan gerektiği kadarıyla çevresini de gözeterek uyum içinde verimli kullanılmasıdır. Bu doğrultuda, su tüketiminin asgari düzeye indirilmesi, suyun verimli ve yeniden kullanımı üzerine stratejilerin geliştirilmesi ve suyun sürdürülebilir yönetimi için su tasarrufu yöntemlerinin üretilip kullanılması gerekmektedir (Kırtoran ve Karaer 2018: 151-159).

Suyun etkin ve yeniden kullanımına ilişkin yöntemlerden yaygın olarak tercih edileni yağmur suyu ve gri su kaynaklarının kullanımınıdır (Salgot 2006: 190-197). Yapılardan gelen atık su, gri su ve siyah su olarak sınıflandırılmakta olup, bulaşık ve çamaşır makineleri ile lavabo ve duş kullanımı sonrası oluşan atık su; gri su, tuvalet kullanımı sonrası oluşan atık sular ise siyah su olarak tanımlanmaktadır. Yağmur suyu ve yapılardaki kullanım sonucu oluşan gri su gerekli arıtma işlemleri gerçekleştirildikten sonra yapı içinde ve dışında kullanılabilir. Atık suların yeniden kullanılabilmesi için gerekli arıtma işlemleri atık suyun özelliklerine ve arıtıldıktan sonra hangi amaçla yeniden kullanılacağına bağlı olarak değişmektedir. Yağmur suyundan ve gri sudan, arıtma işlemi sonrasında; araçların yıkanması, eğer var ise süs havuzlarının doldurulması, bahçe sulanması, tuvalet ve apartman temizliği gibi birçok alanda faydalanılabilmektedir. Ayrıca suyun sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla yağmur sularının hasat edilmesi ve gri su sistemlerinin kullanılması su kullanımı için ödenen maliyetleri de düşürmektedir.

Suyun yeniden kullanımı ile iki temel fonksiyon gerçekleştirilmiştir (Urkiaga vd. 2006: 81-91). Bu fonksiyonlar;

1. Arıtılan atık su belirli bir amaç için su kaynağı olarak kullanılır ve arıtılan atık su tatlı su kaynaklarından uzak tutularak yüzey ve yeraltı sularının kirlenmesinin önüne geçilmiş olur.

2. Suyun yeniden kullanımı ile ekonomik tasarruf, değerli madde ve ısı geri kazanımı sağlanabilir.

Suyun sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla verimli kullanımı, gri su ile yağmur sularının arıtılması ve atık su miktarının azaltılmasına ek olarak su kullanımının en aza indirilmesine de bağlıdır. Bir sonraki bölümde su tüketimi açısından sürdürülebilirlik kavramı ele alınacak olup bu kapsamda uygulanabilecek stratejiler incelenecektir.

2.1.2.2 Su Tüketimi Açısından Sürdürülebilirlik

Enerji, su ve malzeme gibi doğal kaynakların yönetimi kaynakların sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Kaynakların yapılarıdaki kullanımının yani yapılara girdisinin azaltılması tüketim açısından tasarruf edilmesi, kaynakların sürdürülebilirliğini arttırmada fayda sağlayabilmektedir. Küresel olarak su kaynaklarının yaklaşık %69'u tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır. Bu miktarı %19 ile sanayi sektörü (enerji, ticari ve endüstriyel sektörler) ve %12 ile hane halkı kullanımı izlemektedir (Birleşmiş Milletler 2021). Artan nüfusun etkisiyle birlikte yapılarıdaki su tüketimi küresel ölçekteki su tüketiminde önemli bir yüzdelik paya sahiptir. Örneğin, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre temel ihtiyaçlarımızı karşılamak için günde 50 ila 100 litre arasında suya ihtiyacımız olmasına rağmen, 2018 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesine çekilen kişi başı günlük ortalama su miktarı 224 litre olarak hesaplanmıştır. Üç büyük şehirde ise çekilen kişi başı günlük ortalama su miktarının İstanbul için 189 litre, Ankara için 239 litre ve İzmir için 208 litre olduğu tespit edilmiştir (TÜİK 2018; Birleşmiş Milletler 2003). Dolayısıyla günlük ihtiyaç duyulan su miktarından çok daha fazlası tüketilmektedir. Bu sebeple yapılarda sürdürülebilir su kullanımının sağlanması oldukça önemli hale gelmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı su kullanımı açısından tanımlandığında; sisteme giren ve çıkan su arasında bir denge oluşturularak sistem üzerinde olumsuz bir duruma sebep olmadan ve gelecek kuşakların su tüketim ihtiyaçlarını riske atmadan suyun kullanılması durumu olarak ifade edilmiştir (Aytuğ 2014: 3).

Gleick ve diğerleri tarafından sürdürülebilir su kullanımı ise; su döngüsünün ve çevredeki sistemleri gözeterik şekilde suyun kullanımı olarak tanımlamaktadır. Ayrıca yedi maddelik bir sürdürülebilirlik şartı sunmuşlardır (Gleick 1998: 574):

- İnsan yaşamı için tüm insanlara asgari düzeyde su temini garanti edilecektir.

- Ekosistemlerin varlığını devam ettirmek ve iyileştirmek amacıyla asgari düzeyde su sağlanacaktır.
- Bulunduğu konuma ve kullanım amacına bağlı olarak su kalitesi, belirlenen minimum standartlarda olacaktır.
- Gelecek süreçte insan faaliyetleri, tatlı su kaynaklarının ve hareketlerinin yenilenebilirliğini olumsuz yönde etkilememelidir.
- Su kaynaklarının varlığı, kullanımı ve kalitesine ilişkin bilgiler elde edilip tüm tarafların erişimine sunulmalıdır.
- Oluşabilecek çatışmaları önlemek ve çözüme kavuşturmak amacıyla kurumsal sistemler oluşturulacaktır.
- Suyun planlanması ve karar alınması ile ilgili süreç, bu durumdan etkilenen tüm tarafların temsil edilmesi sağlanarak ve katılımı teşvik edilerek demokratik olmalıdır.

Su tüketiminin azaltılması sürdürülebilir su kullanımı stratejilerinden biridir. Su tüketiminin azaltılması başka bir deyişle su tasarrufu temel olarak talep ve arzı eşitlemeyi amaçlamaktadır. Kumari ve Singh su tasarrufunu üç biçimde tanımlamışlardır (Kumari ve Singh,2016: 76);

- Su kaybı, tüketimi veya israfında azalma
- Su tasarrufu veya su verimliliği önlemlerinin uygulanmasıyla sağlanan su kullanımında bir azalma
- Su kaybını veya kullanımını azaltmak için uygulanan davranış değişikliği, cihaz, teknoloji veya iyileştirilmiş tasarım kullanımı

Başka bir kaynakta ise su tasarrufu, su talebini ve belirli bir amaç için kullanımını kısıtlayıp denetim altında tutarak su kaybının önlemek olarak tanımlanmaktadır (Pereira vd. 2012: 40).

Su tasarrufu, su verimliliğini sağlamakta aracı olarak görülmektedir. Suyun tasarruflu kullanımı ile kullanılan su miktarı azalmakta ve su verimi sağlanmaktadır. Dolayısıyla yapılarda su tüketiminin asgari düzeye indirgenerek suyun daha verimli kullanılması sağlanmalıdır.

Suyun asgari düzeyde tüketilebilmesi için izlenecek stratejilerden ilki bina içindeki su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi, ikincisi ise binada kullanılan cihazlar yerine su tasarruflu olanlarının kullanılması, üçüncü ve son strateji ise binada

meydana gelen sızıntıların tespit edilerek denetlenmesidir. Bu stratejiler aşağıda detaylıca açıklanmaktadır.

Su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi: Yapılarda kullanılan su miktarı, tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesiyle azaltılabilmektedir. Bu alışkanlıklardan bazıları; diş fırçalarken veya tıraş olurken musluğun kapatılması, duş süresinin kısaltılması, bulaşıkların makinede yıkanması, çamaşır ve bulaşık makinelerinin sadece tamamen dolduğunda kullanılması, meyve ve sebzelerin bir kaptan yıkanması şeklinde alınabilecek önlemler ile su kullanımında tasarruf edilebilmektedir.

Su tasarruflu ekipmanların kullanılması: Yapılarda su tüketimini azaltmak için su temin sistemleri ve armatürlerde düşük debili olanlar seçilebilir. Vakum destekli veya çift akışlı rezervuar sistemlerine sahip tuvaletler, lavabo ve duş başlıkları için havalandırılmalı musluk tercih edilemsi su tüketimini azaltmaktadır. Doğru batarya ve rezervuar tercihleriyle su tüketimindeki tasarruf oranı % 50'ye ulaşabilmektedir (DİE 1997; Yetkin 2019: 74).

Bölgeye uygun peyzaj seçimi: Yapı alanın, iklimsel koşulları gözetilerek iklime ve bölgeye uygun bitkiler tercih edilerek gereksiz su kullanımının önüne geçilebilmektedir.

Su kayıplarının kontrolü: Yapıda meydana gelen sızıntıların tespit edilerek denetlenmesidir. Ayrıca su tüketiminin azaltılması için tesisat ve bataryaların bakımının ve onarımının doğru zamanda yapılması önemlidir.

Günümüzde yaşam alanlarında, su tüketim maliyetlerini azaltmak amacıyla da çeşitli su tasarruf stratejileri geliştirilmiştir. Bu durum suyun sürdürülebilirliği açısından da önemlidir. Gönüllü olarak uygulanan su tasarrufu yöntemleri, su tüketimini yaklaşık olarak yüzde iki ila yüzde beş oranında azaltabilmektedir (NCDENR 2004). Kuzey Carolina Çevre ve Doğal Kaynaklar Bölümü tarafından hazırlanan Su Tasarrufu ve Su Kullanım Verimliliği Raporunda evsel su kullanımında uygulanabilecek su tasarrufu stratejileri paylaşılmaktadır. Bu stratejiler yukarıda bahsedilen stratejilerle büyük oranda uyumla birlikte raporda ek olarak aşağıdaki stratejiler de verilmektedir (NCDENR 2004);

- *Su Kullanımının Denetlenmesi ve Ölçülmesi;* suyun etkin korunumu için su sistemine giren ve çıkan su doğru olarak ölçülmelidir.
- *Sulama Verimliliği Çevre Düzenlemesi;* sulama miktarının sınırlandırılması, araba ve yaya yolu gibi sert zeminlerin sulanmaması ve sulama sistemlerine nem veya yağmur sensörlerinin ilave edilmesidir.

- *Su Basıncı Azaltma*; dağıtım sistemindeki basıncın azaltılmasıyla su kaybı önenebilir ve vana/boru gibi malzemelerin daha uzun ömürlü olması sağlanabilmektedir.
- *Suyun Yeniden Kullanımı*; atık su arıtılarak sulama, temizleme ve bazı endüstriyel işlemler gibi birçok amaç için kullanılabilir. Böylece verimlilik artırılabilir.

Yapılarda su tüketiminin azaltılması, yapılardaki girdi ve çıktıyı her ikisini de azaltabilmektedir. Dolayısıyla su kullanımının azalması sonucunda atık üretimi de azalmaktadır. Binalarda su tasarrufu ile hijyen kurallarından ödün vermeden su tüketiminin asgari düzeye indirgenerek daha akılcıca kullanılması ve binalarda tüketilip atık su haline gelen bu asgari miktardaki suyun geri dönüşümünün sağlanarak yeniden kullanılması ile su tüketiminde verim edilebilmektedir.

2.2 YAPILARDA SU DEPOLAMA ALANLARI VE SARNIÇLAR

Çalışmanın bu bölümünde yapılarda su depolama elemanları ele alınmış olup özellikle sarniçler üzerinde durulmuştur. Sarnıcın tanımı ve türleri, tarihsel gelişim süreci ile ilgili yapılmış olan literatür araştırmaları aktarılmıştır. Son olarak mevcut işlevi ile ya da başka bir işlev verilerek yeniden kullanılan sarniç örnekleri incelenmiştir.

2.2.1 Yapılarda Su Depolama Alanları

Su, insan yaşamı için temel bir ihtiyaç olduğundan, yüzyıllardır çeşitli yöntemler ile bu ihtiyacın sağlanması amaçlanmıştır ve bu amaçla pek çok yapı üretilmiştir. Su, aynı zamanda birçok uygarlığın kurulmasına ve gelişmesine katkıda bulunmuştur. Yerleşik yaşama geçişten sonra suyun, toplumların günlük yaşantısında ve yerleşim biçimlerinde başrol oynadığı ve toplumsal kimlikten inanç sistemine kadar birçok alanda etkili olduğu bilinmektedir (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49). Tarih boyunca uygarlıklar, akarsu ve göl gibi su kaynaklarının yakınına kurulmuştur. Örneğin, Anadolu'daki ilk yerleşim yerleri arasında olan Göbeklitepe, Çayönü ve Nevalı Çori'nin, Dicle ve Fırat'ın aktığı Bereketli Hilal olarak bilinen bölgede, Çatalhöyük ise Çarşamba Çayı'nın kenarında kurulduğu bilinmektedir (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49-96; Özdoğan vd. 1991: 71-86).

Güncel araştırmalarda ilkçağ medeniyetlerinin bir su etrafında kurulup geliştiği bilinmektedir. Bu medeniyetler; Sümer, Mısır, Hint, Çin, Asur, Babil ve Hitit'tir.

Kurulan yerleşim alanlarında, tatlı su kaynakları bir kanal yardımıyla yaşam alanlarına taşınmış ve taşınan su inşa edilen su yapıları aracılığıyla depo edilmiştir. Yapılan bu su yapıları, onları üreten uygarlıkların mimari ve teknik becerilerini, toplumsal yaşam düzenlerini ve estetik değerlerini yansıtmaktadır (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49-96). Su kıyısında yer alan Göbeklitepe, Çayönü, Nevalı Çori ve Çatalhöyük gibi ilk yerleşimlerde de tatlı su kaynaklarından yararlanmaya imkân sağlayan çeşitli su yapıları keşfedilmiştir. Bu su yapıları, yağmur suyunu depolamaya yarayan sarnıçlar ile suyu dağıtmak için kullanılan kanallardan ve borulardan, kuyulardan, kaynak mağaralardan, yeraltı ve yerüstü sularının biriktirildiği depolar ve çeşmelerden oluşmaktadır (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49-96; Mellaart 1970; Özdoğan ve Özdoğan 1991: 71-86).

Örneğin; Çayönü'nde (M.Ö. 9 bin) ve Nevalı Çori höyüğünde (M.Ö. 7 bin) benzer şekilde inşa edildiği düşünülen konutlarda drenaj ya da havalandırma amaçlı oluşturulduğu düşünülen kanallar tespit edilmiştir (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49-96). Hacılar Höyük olarak bilinen Burdur yakınlarındaki bölgede de M.Ö. 5 binli yıllara ait olduğu düşünülen su kuyuları keşfedilmiştir. Dairesel şekilde olan kuyuların iç kısmı taştan oluşmaktadır (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49-96; Mellaart 1970: 23-37).

Tarih boyunca, toplumların suya ulaşması çok kolay olmamış, çoğu zaman suyu kaynağından taşımaları ve dağıtmaları gerekmiştir. Bu durumun bir sonucu olarak her toplum kendi becerilerini kullanarak su yapıları inşa etmiştir. İlk örnekleri tarımsal amaçlı yapılan sulama kanalları ve su iletim sisteminde kaynaktan suyu taşıyan yapılar olan su yapılarının, yüzyıllardır birçok uygarlığın yerleşim yeri olan Anadolu'da önemli türlerinin bulunduğu bilinmektedir (Güngör 2021: 32-48). Bu türlerden bazıları; su kemerleri, kanallar ve çeşitli borular, barajlar, tüneller, akarsuları örten yapılar ve sarnıçlardır (Öziş vd. 2008: 555-566). Uygarlıkların gelişmesi ve devamında yaşanan nüfus artışıyla suya duyulan gereksinim artmış, su kaynaklarının da sınırlı olması sebebiyle su yapıları önem kazanmıştır (Güngör 2021: 32-48).

Ayrıca, Orta Anadolu'da Hitit döneminde (M.Ö. 2 binli yıllar) barajlar, göletler, su toplama kanalları, suyolları, havuz, sarnıç, çeşme, kuyu ve kaynak mağaraları, Doğu Anadolu'da Urartu döneminde (M.Ö. 1'li yıllar) kanallar, barajlar, basamaklı tüneller; Helenistik, Roma ve Bizansın erken döneminde kaynaktan suyu taşıma sistemleri, sarnıçlar, tüneller ve barajlar, Selçuklu döneminden kalma taşıma

ve sulama sistemleri, Osmanlı döneminde ise taşıma sistemleri ve barajlar inşa edildiği bilinmektedir (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 49-96 ; Öziş vd. 2008: 555-566).

Roma dönemine gelindiğinde ise çoğunlukla su yolları, kanallar ve barajlar ile sınırlandırılan su yapıları yapım tekniklerinin gelişmesi ile çeşitlenmiştir. Su kemerleri ile su şehrin dışından taşınmış, sarnıçlarda ise biriktirilmiştir. Sınırların genişlemesi ve nüfus artışı sonucunda suyun tedarik edilmesi ve muhafaza edilmesi önemli bir problem haline gelmiş bu amaçla birçok su yolu ve sarnıç inşa edilmiştir (Güngör 2021: 32-48). Bizans Döneminde de yine artan nüfusla birlikte, özellikle İstanbul'da suyun depolanması amacıyla farklı boyutlarda birçok sarnıç yapılmıştır. Bu sarnıçlardan bazıları; 4.y.y.'da inşa edilen Binbirdirek sarnıcı ve 6. y.y.'da inşa edilen Yerebatan sarnıcıdır (Baykan ve Baykan 2015: 144-156). Ayrıca su kemerleri, kanallar ve galeriler de inşa edilmiştir. Anadolu Selçuklu döneminden kalma çok sayıda köprü ve suyolları olduğu da bilinmektedir. Osmanlı döneminde, uzunlukları 23 ile 130 km arasında değişen birçok suyolunun ve bu suyollarına eklenen önemli bentlerin olduğu bilinmektedir (Baykan ve Baykan 2015: 144-156). İstanbul'un fethinden sonra sarnıçlara itibar edilmemiş taşıyıcı boru hatları yenilenip onarılarak kente su taşınmıştır. Daha sonraki süreçte, yeni su sistemleri yapılırsa da Kanuni Sultan Süleyman döneminde genişleyen ülke sınırları ve kalabalıklaşan kent sebebiyle su temin sıkıntısı yaşanmıştır. Dolayısıyla, bu dönemde de çeşitli su yapıları inşa edilmiştir. Mimar Sinan tarafından yapılan bu su yapıları; çeşme, maksem ve sebillerdir (Karakuş 2019: 14-30).

İnşa edilen su yapılarından, bentler, barajlar, kuyular ve sarnıçlar suyun depolanması için kullanılırken suyolları, galeriler, su kemerleri, maksem ve çeşmeler yerleşim alanlarında kullanılması amacıyla suyun dağıtılması için inşa edilmiştir.

Su Yolları (Galeriler); yerleşim bölgesine, su teminini sağlamak için şehir dışından su getirilmesi amacıyla yapılmıştır (Güngör 2021: 32-48).

Su Kemerleri; kentlere su tedarik edip sulama, içme ve diğer kullanımlar için suyu dağıtmak amacıyla çeşitli türlerde su kemerleri inşa edilmiştir. En basit versiyonu ile su kaynağından daha alçak zemine oyularak üretilen su kemerlerine su akıtılarak buradan dağıtılmıştır (Valipour vd. 2020: 12-16).

Maksemler; suyolları ile getirilen suyun dağıtımını sağlamak amacıyla inşa edilmiştir. Üstü tonoz ya da kubbe ile örtülü bir yapıya sahiptir (Güngör 2021: 32-48).

Çeşmeler; üzerinde muslukların ve suyun biriktiği bir haznenin olduğu, yapıldığı döneme ait süslemeleri olan, , bir niş'te yer alan ayna taşı ve üzerinde bulunan kitabe, musluktan akan suların biriktiği alan ve bu alanın iki yanında yer alan bekleme yerlerinden oluşmaktadır (Güngör 2021: 32-48; Pilehvarian ve Urfalıoğlu 2000).

Bentler – Barajlar; suyollarının başlangıç noktası olup yağmur sularını ve akarsuları biriktirip yağışın az olduğu dönemlerde kullanmak amacıyla yapılmışlardır (Güngör 2021: 32-48; Acar 2019).

Kuyular; tam anlamıyla bir su depolama alanı olarak sayılmasa da yapıların yakınında inşa edilmeleri ve su kaynağına direkt erişim olanağı verdiği için bu kapsamda ele alınmaktadır. Kuyular, yer yüzeyinin suya erişene kadar kazılıp çevresine duvar inşa edilen genelde silindir biçimde olan su yapılarıdır (Güngör 2021: 32-48).

2.2.2 Sarnıçlar

Sarnıçlar, yağmur sularının toplanması için bir binanın altına veya toprak altına yapılmış, etrafı sıvalı duvarlarla çevrili, üstünde bırakılan boşluktan kova ya da pompa ile su taşınabilen su mahzenleri olarak tanımlanabilmektedir (Yılmaz Emre 2014: 823-827). Kavramın küçük havuz anlamına gelen *şahrinç*'tan geldiği düşünülmektedir (Yıldırım 2016: 27). Sarnıçlar, antik kentler döneminden modern kentlerin kuruluşuna kadar kent yaşamı ve gelişimi için önemli olan ve yıllar içinde de önemini koruyan su yapılarıdır (Yılmaz Emre 2014: 823-827).

Sarnıcın bir diğer tanımı ise, sıvaları, genellikle suyu tutmak için kullanılan bir hazne olarak yapılmıştır. Sarnıç, su depolamak için kullanılan geçirimsiz duvarları olan, yeraltındaki boşluktur (Koelbel ve Hilal 2009: 5).

Antik dönemde inşa edilen sarnıçlar, yalnızca su biriktirmek amacıyla değil bununla birlikte yeraltı odaları, hapisane hücreleri, saklanma ve mezar yerleri gibi çeşitli amaçlarla da kullanılmıştır (Mays vd. 2013: 1916-1940).

Kudüs ve İsrail'in yer aldığı topraklarda geçmiş dönemlere ait birçok sarnıcın olduğu bilinmektedir. Bu sarnıçların bir kayaya oyularak üretildiği ve su sızıntısını önlemek için kil ile kaplandığı tespit edilmiştir. Bu dönem boyunca sarnıçlar, iyi tasarlanıp planlanmış bir şehrin temel öğelerinden biri haline gelmiştir (Mays vd. 2013: 1916-1940).

Klasik ve Helenistik dönemlerde herhangi bir kuşatma olduğunda, bölge sakinlerinin suya ulaşımını garanti edebilmek için sarnıçlar inşa edilmiş ve bu sarnıçlarda kış mevsimi boyunca yağmur suları toplanmıştır (Mays vd. 2013: 1916-1940).

Yerleşik hayata geçilmesi sonucu doğal su kaynaklarına uzak verimli toprakların sulanması amacıyla yapılan sarnıçlar, artan nüfus sonucunda içme suyu biriktirmek için de kullanılmıştır (Güngör 2021: 32-48). Dolayısıyla sarnıçlar, yaşam alanlarının oluşturulmasında ve kent dağılımında önemli bir parametre olmuştur (Kerim ve Süme 2018: 1-8). Öyle ki, Bizans döneminde okul, saray ya da ibadethane gibi büyük yapılar inşa edilmeden önce, kalabalık olması öngörülen yerlere öncelikle büyük sarnıçlar yapıldığı bilinmektedir (Yıldırım 2016: 29). Açık ya da kapalı inşa edilen sarnıçların, tarih boyunca zaman zaman savaş sebebiyle tehdit altında kaldığı bilinmektedir (Kerim ve Süme 2018: 1-8).

Genellikle toprak altında, duvarları harçlarla sıvalı halde inşa edilen sarnıçlar, tarih boyunca mücadele edilmesi gereken en önemli problemlerden biri olan susuzluk veya suya erişim zorluğu sebebiyle inşa edilmiştir. Dünya genelinde, birçok yerleşim bölgesinde farklı tekniklerle inşa edilmiş sarnıçlar yer almaktadır. Bazı kaynaklarda, konut yapılarının bodrum katlarının sıva ile kaplanarak sarnıç olarak kullanıldığı da belirtilmektedir (Yıldız 2003: 29-30). Sarnıçlar üstü açık veya kapalı olarak inşa edilmiştir. Açık sarnıçlar, büyük boyutlardaki su toplama alanları olup genelde tarımsal ve hayvansal ihtiyaçlar için kullanılmıştır devasa boyutlarda toplama haznelerinden oluşmaktadır (Yılmaz Emre 2014: 823-827; Yıldırım 2016: 31-32). Kapalı su sarnıçları ise genelde yapıların veya yerin altına yerleştirilmiş olup daha temiz olması sebebiyle içme suyu depolamak amacıyla kullanılmıştır (Yıldırım 2016: 31-32).

2.2.2.1 Açık Sarnıçlar

Açık sarnıçlar; açık hava su depolama ve dağıtım havuzu olarak tanımlanabilmektedir. İnşa edilme amaçları, yağmur suyu, akarsu ve sel sularını biriktirmek olan açık sarnıçların dört tarafı duvarlarla çevreli olup genelde dikdörtgen ya da kare plan şemasına sahiptir (Yıldırım 2016:36).

Ayrıca literatürde, açık sarnıçların su kaynaklarından ya da suyollarından gelen suyu bünyesinde toplayıp kent merkezindeki suyollarına ileten toplama hazneleri olduğu yönünde de görüşler de vardır (Savaş 2009: 16).

Açık hava sarnıçları, genelde sağlam olması amacıyla kentin yüksek noktalarında yer alan oyukların içine gömülerek inşa edilmiştir. Bu sarnıçların inşasında taş, tuğla ve suyun sızmasını önlemek için tuğla ve mermer parçaları ile kireç ve keten yağından hazırlanan özel harç kullanılmıştır (Yücel 1967: 17).

Açık sarnıçlar, şehir tehdit altında iken su ihtiyacının rahat karşılanmasına olanak sağladığından Bizans Dönemi boyunca kritik bir öneme sahip olmuştur. Yüksek kapasitelerde su depolayan açık sarnıçların kalın ve yüksek duvarları, su basıncına karşı koyabilecek dayanıklılıkta yapılmıştır (Savaş 2009: 16).

Yücel'e göre İstanbul'da bilinen önemli üstü açık sarnıçlar; Aetios Sarnıcı (Vefa Stadı), Aspar (Çukurbostan) Sarnıcı ve Hagios Makios (Altımermer) Sarnıcı'dır. Üstü açık bu sarnıçlar yaklaşık olarak 800.000 m³ su toplamaktadır (Yıldız 2003). Yüksek kapasitelerde su depolama imkânı sağlayan açık sarnıçları çevreleyen duvarların kalınlığı 4 ila 6 m, yüksekliği ise 10 ila 15m arasında değişmektedir (Yücel 1967: 17-18).

Açık sarnıçların, kapalı sarnıçlara oranla daha az olmasının sebebi denetiminin ve hijyen koşullarının sağlanmasında yaşanan zorluklardır. Bu sebeple kapalı sarnıçlara daha fazla rastlanmaktadır.

Açık sarnıçlar, günümüzde özgün işlevlerini kaybetse de boyutlarının büyük olması sebebiyle üstleri kapatılamayıp ilk inşa edildikleri halde kalmışlardır. Zaman içinde pek çok işlev verilen açık sarnıçlar, dönem dönem tarımsal ya da sosyal alanlar olarak da kullanılmıştır.

2.2.2.2 Kapalı Sarnıçlar

Kapalı sarnıçlar, suyolları veya su kemerleri aracılığıyla taşınan suyun depolanması amacıyla yer altına inşa edilen alanlardır. Kapalı sarnıçlar, suya ulaşımı kolaylaştırmak amacıyla saray, cami, konak, kilise, medrese vb. gibi önemli görülen ve birçok kişi tarafından kullanılan yapıların altlarına yerleştirilmiştir (Yıldırım 2016: 46).

Bizans döneminde, hijyen ve denetim zorluğu sebebiyle açık sarnıçların kullanımının zamanla terk edilip kapalı sarnıç yapımına daha çok ağırlık verildiği bilinmektedir. Kapalı sarnıçlar, açık sarnıçlarla benzer şekilde dikdörtgen veya kare bir plan şekline sahiptir. Taş sütunlar üzerinde kemerler ve tonozlar vasıtasıyla üzerleri örtülmüştür (Yücel 1967: 18).

Literatürde verilen bilgilere göre; Bizans döneminde inşa edilen büyük sarnıçların birbirleri ile bağlantıları olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sarnıçlardaki suyun zehirli olup olmadığını tespit etmek amacıyla sarnıçlarda balıkların olduğu da bilinmektedir. Osmanlı dönemine gelindiğinde ise toplumun inancına göre durgun suyun hijyenik olmadığını düşünülmesi sonucunda sarnıçlara verilen önem azalmıştır. Bu dönemde, sarnıçlar imalathane, mahpushane ve çöplük gibi farklı işlevler için kullanılmıştır. Bu dönemde su ihtiyacı, şehir merkezlerine kurulan çeşmelerden karşılanmıştır (Yıldırım 2016: 46).

Kapalı sarnıçlar, su depolamaya ek olarak üzerinde bulunan yapı için temel görevi de görmektedir. Örneğin, İstanbuldaki saray gibi büyük yapıların altında bir ya da birden fazla sarnıç inşa edilerek engebeli arazinin bir ölçüde düzeltildiği de belirtilmektedir (Eyice 1989: 3-14).

Genelde insan kalabalığının fazla olabileceği alanlar olan ibadet mekanları ya da önemli kimseler tarafından yaptırılan konakların altına sarnıçlar inşa edilmiştir. Örneğin; Ayasofya'nın bahçesinde su ihtiyacını karşılamak amacıyla irili ufaklı birçok sarnıcın olduğu bilinmektedir (Kerim ve Süme 2018: 5).

Kapalı sarnıçlar; yapılarda alt bir yapı olarak ya da bağımsız bir yapı olarak inşa edilmiştir. İnşa edilen bu yapıların fonksiyonlarından bazıları aşağıda verilmektedir (Yıldırım,2016: 46).

- Su ihtiyacını karşılamak için yapılanlar
- Eğimli bir araziye düzeltmek için yapılanlar
- Sığınak olarak kullanılmak amacıyla yapılanlar

Ayrıca, Roma döneminde kapalı sarnıçlardaki suyun bekletilip kirliliğinin önlenmesi için de kullanıldığı bilinmektedir (Yıldırım 2016: 60).

Kapalı sarnıçlar, sızıntıyı engellemek amacıyla duvardaki tuğlalar yakılıp kum, kireç ve öküz ya da manda kılı içeren bir sıva ile kaplanmıştır (Altuğ 2015: 9). Kapalı sarnıçlarda, su basıncına karşı dayanıklılık sağlamak için köşeler geniş açılı ve pahlı yapılar duvarlar dışarıdan payandalar ile desteklenmiştir. Tuğla ve mermer kolonlardan oluşan sarnıçlardaki mermer kolonlar arasında kemerler ve çapraz tonozlar yer almaktadır. Bir merdiven aracılığıyla içine inilen sarnıçların zemini de tuğla ya da mermerden oluşmaktadır (Altuğ 2015: 7; Yıldırım 2016: 47).

En bilinen kapalı sarnıçlar, 336 sütunlu İmparator Sarnıcı ya da bilinen adıyla Yerebatan Sarnıcı ile 224 sütunlu Binbirdirek Sarnıcı'dır. Kapalı sarnıçlar, yaklaşık 200.000 m³ hacim sağlamaktadır (Yıldız 2003: 30-33).

2.2.3 Sarnıçların Tarihi Gelişimi

Sarnıçların yapımının ve kullanımının, neolitik çağa kadar uzandığı düşünülmektedir. Bu çağda, köy yerlerindeki evlerin zeminlerine su geçirmez sıva ile sarnıçların inşa edildiği bilinmektedir (Miller 1980: 331-341).

Sarnıçların ilk örneklerinden biri ise Peru'nun güney kıyısında bulunan Nazca'da yer almaktadır. Su kaynaklarına uzak bir nokta olan ve taştan spiral formda yapılmış olan sarnıçların suyolları ve kanallar aracılığıyla beslendiği keşfedilmiştir (Güngör 2017: 38; Klimczak 2016). Şekil 4 ve 5'te Peru Nazca'daki sarnıca ait resimler yer almaktadır.



Şekil 4: Peru Nazca'daki sarnıç (Klimczak 2016)



Şekil 5: Peru Nazca'daki sulama kanalı (Klimczak 2016)

Anadolu'da yer alan ilk yerleşim yerlerinde suyu etkin bir şekilde kullanabilmek amacıyla üretilen sarnıç, kanal, kuyu ve kaynak mağara gibi çeşitli su yapılarının olduğu bilinmektedir. Öyleki Schmidt ve Herrmann tarafından Göbeklitepe'de bilinen en erken su yapıları gün yüzüne çıkarılmıştır. Bu su yapıları, tepenin batı yönünde kayalar oyularak yağmur sularını biriktirmek için üretilmiş üstü açık kanal ve sarnıçlardır. Çoğunlukla yuvarlak ve dikdörtgen formda olduğu görülen

bu su yapılarından 61 adet olduğu belirlenmiştir (Aykutlu ve Pilehvarian 2022: 52; Schmidt ve Herrmann 2012: 57-64). Şekil 6, 7 ve 8'te Göbeklitepe'de bulunan sarnıçlardan bazıları gösterilmektedir.



Şekil 6: Göbeklitepe'de yer alan sarnıçlardan bazıları (Schmidt ve Herrmann 2012)



Şekil 7: Göbeklitepe'de yer alan sarnıçlardan bazıları (Schmidt ve Herrmann 2012)



Şekil 8: Göbeklitepe'de yer alan sarnıçlardan bazıları (Schmidt ve Herrmann 2012)

Antik dönemde kayaya oyularak üretilen sarnıçlara ek olarak yapıların ya da toprağın altına inşa edilmiş sarnıçların da olduğu bilinmektedir. Öyle ki, Girit Adasının bulunduğu bölgede, su temin etmek amacıyla birçok yapının üretildiği bilinmektedir. Bu su yapıları genelde, yeraltına taşlarla inşa edilmiş, 1,5- 7,0 m çaplı ve 2,5- 5,0 m derinliği olan silindir şeklinde yapılardır. Sarnıç duvarlarının yüzeyine su sızıntısını önlemek amacıyla hidrolik sıva uygulandığı düşünülmektedir. Bu bölgede yer alan en eski sarnıcın ise antik bir arkeolojik sit alanı olan Chamaizi 'de MÖ 3. ve 2. bin yıllara tarihlenen bir konut yapısının merkezinde yer aldığı bilinmektedir. Şekil 9'da Chamaizi'deki konut yapısında bulunan sarnıç gösterilmektedir. (Mays vd. 2013: 1916-1940).



Şekil 9: Antik bir arkeolojik sit alanı olan Chamaizi yakınlarındaki konut yapısındaki su sarnıcı (Mays vd. 2013).

Helenistik dönemde su temini ve depolanması gerekliliği, dönemin sarnıçlarının hem kamusal hem de evsel kullanım için yapımını arttırmış, teknolojik ve hijyenik yönlerini iyileştirmiştir. O dönemdeki çoğu sarnıçta, yağmur suyu depolanmıştır ancak bazı sarnıçlarda kaynak suyunun da depolandığı bilinmektedir (Mays vd. 2013: 1916-1940).

Santorini olarak da bilinen Thera adasında, antik çağda, yağmur suyu ve/veya kaynak suyu toplayarak su temini sağlanmıştır. Şekil 10 ve 11’de Santorini adasında yer alan sarnıçlar gösterilmektedir.



Şekil 10: Santorini adasında yer alan su sarnıcının dışarıdan görünümü (Mays vd 2013).



Şekil 11: Santorini adasında yer alan su sarnıcının içeriden görünümü (Mays vd. 2013).

Çatılardan toplanan yağmur suları suyuolları ile sarnıçlara yönlendirilmiştir. Bu sarnıçların çok sayıda ve küçük/orta büyüklükte olmaları suyun insan ölçeğine yakın bir şekilde depolandığını göstermektedir (Mays vd. 2013: 1916-1940).

Artan nüfus, değişen alışkanlıklar ve gelişen zanaatkârlık yetenekleri ile suya duyulan talep artmış sarnıçların boyutları büyümüş ve sayıları fazlalaşmıştır (Mays vd. 2013: 1916-1940). Zaman içinde, sarnıçların değeri fark edilmiş yeni sarnıçlar yapılmaya başlanmıştır. Öyle ki uygun görülen bazı yapıların duvarları sızdırmaz harç ile sıvanarak yapı sarnıç haline getirilmiştir. İstanbulda bulunan Myrelaion Sarnıcı bunlardan biridir (Bayülgen 2017: 16).

Sarnıçlar, antik dönemlerden günümüze kadar olan süreçte birçok uygarlık tarafından çeşitli formlarda ve ebatlarda inşa edilmiştir. En görkemli türlerinin ise Roma ve Bizans Dönemlerinde üretildiği bilinmektedir. Osmanlı Dönemine kadar etkin bir şekilde kullanılan sarnıçlar, daha sonra kullanılmayarak unutulmuş veya farklı amaçlar için kullanılmaya devam etmiştir (Güngör 2021: 32- 48). Sarnıçların kullanımının terk edilmesinde gelişen su tesisat sistemleri de etkili olmuştur. Ancak su sistemlerinin hizmet vermediği uzak bölgelerde sarnıç kullanımı devam etmiştir. İstanbul'da yer alan Bizans Döneminde ait sarnıçların genelde kaya üzerinde yapıldığı bilinmekle birlikte iletim sistemlerinin doğru seçilmesi sonucunda günümüze kadar ulaşabildiği düşünülmektedir (Güngör 2017: 43). Ayrıca sarnıçların çoğunun gömülü olması ve giriş çıkışa izin vermemesi, çeşitli dış etmenlerden kaynaklı bozulmaları da engellemiştir. Günümüze kadar ulaşmış ve İstanbul'da yer alan en bilinen sarnıçlardan bazıları ise Yerebatan Sarnıcı, Binbirdirek Sarnıcı, Nakilbent Sokağı Sarnıcı, Şerefiye Sarnıcı, Yavuz Sultan Selim Camii altında bulunan sarnıçlar, Pantokrator Sarnıcı, Aspar Sarnıcı ve Mokios Sarnıcı'dır (Güngör 2021: 32- 48).

Cumhuriyet dönemine gelindiğinde ise gelişen teknoloji ile su ihtiyacı kolayca karşılanabildiğinden sarnıçların bir kısmı unutulmuş bir kısmının kullanımına ise depolama veya imalathane gibi başka işlevler verilerek devam edilmiştir. Sarnıçların, zaman zaman orijinal işlevine paralel olarak yangın söndürmek amacıyla su çekilen depolar olarak da kullanıldığı bilinmektedir (Yıldırım 2016: 34). Sarnıçlar zaman içinde orijinal işlevlerini kaybetmelerde çoğu yapısal olarak ayakta kalarak günümüze ulaşabilmiştir. Günümüzde keşfedilmeyi bekleyen daha birçok sarnıcın olduğu düşünülmektedir.

Sarnıçlar gibi eski su temin sistemleri ve yapıları, basitlik, kullanım kolaylığı ve karmaşık kontroller gerektirmemektedir ve bu da onları daha sürdürülebilir kılmaktadır (Mays vd. 2013: 1916-1940).

2.2.4 Kapalı Sarnıçların İşlevsel Dönüşümünün ve Kullanım Durumlarının İncelenmesi

Eski kentlerin tümünde su depolama ve dağıtma sistemlerine rastlanmakta, bir kısmında kanalizasyon sistemi de bulunmaktadır. Kanallar ya da pişmiş toprak borulardan oluşan su iletim sistemleri ile kullanılmış olan açık ve kapalı sarnıçlar da su gereksiniminin karşılanmasına hizmet etmiştir. Zaman içinde gelişen teknoloji ile suya ulaşım kolaylaşmış su dağıtım sistemleri gelişmiştir. Dolayısıyla, sarnıçların kullanımı zamanla azalmıştır. Günümüzde sarnıçlar özgün işlevlerini yitirmiş, büyük bir çoğunluğunun üstleri kapatılmış ve terk edilmiştir. Yapısal olarak ayakta kalan bazı sarnıçlar ise yeniden işlevlendirilerek tekrar kullanılmıştır.

Özellikle İstanbul'da Roma ve Bizans dönemlerinden kalan sarnıçların önemli bir kısmı yeniden işlevlendirilerek turistik amaçla kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, tarihsel süreçte keşfedilen sarnıçlardan birkaçının günümüzdeki kullanım durumları ve değişen işlevleri aşağıda kısaca aktarılmaktadır.

İstanbul tarihi yarımadasında yer alan ve günümüze sağlam bir şekilde ulaşmış Yerebatan ve Binbirdirek sarnıçları müze olarak yeniden işlevlendirilmiştir (Güngör 2017: 44). Şerefiye Sarnıcı'nın yeniden kullanımı için 2013 yılında proje yarışması düzenlenmiş, gerekli çalışmalar sonucunda ise 2018 yılında kültür ve sanat yapısı olarak kullanıma açılmıştır (Mamaiezi ve Sirel 2022: 581-582). İstanbul'da yer alan diğer sarnıçların ise bir kısmı restoran, kafe ve çarşı olarak dönüştürülmüştür (Güngör 2017: 44).

Günümüze ulaşabilen açık sarnıçlar özgün işlevlerinden bağımsız olarak, boyutları büyük olması sebebiyle sosyalleşme alanı veya spor alanı olarak kullanılmaktadır. Örneğin; İstanbul'da tarihi Yarımada'nın batısında yer alan Aetius Sarnıcının içinde Karagümrük Futbol Stadı bulunmaktadır (Altuğ 2015: 6).

Literatürde geçen yeniden işlevlendirilmiş diğer bir sarnıç ise;

Buffalo Bayou Parkı Sarnıcı: Aslında 1926'dan beri kullanılan bir rezervuar olan bu yapı, sızıntılar nedeniyle devre dışı bırakılmıştır. Yaklaşık 10.000 metrekarelik bir alana yayılan 221 sütunlu yapı, güçlendirilip iyileştirilerek üzerindeki park ile çalışan bir sivil alana dönüştürülmüştür (Archdaily 2012).

Günümüzde sarnıçların pek çoğunun içerisinde su bulunmamakla birlikte önemli bir kısmının içinde tortu ve moloz birikimi olduğu görülmüştür. Yeniden işlevlendirilen kapalı sarnıçların önemli bir kısmının turizme yönelik olarak değerlendirildiği görülmektedir.

2.3 UYARLAMALI YENİDEN KULLANIM (ADAPTİVE REUSE)

Çalışmanın bu bölümünde araştırma konusu kapsamında tarihi yapı, koruma ve uyarlanabilir yeniden kullanım kavramları ele alınmıştır. Daha sonra ayrı birer başlık altında uyarlanabilir yeniden kullanımı gerektiren sebepler, yeniden kullanımın önemi ve avantajları, yeniden kullanımın kısıtları ve tez kapsamında konuyla ilgili olarak sarnıçların yeniden kullanım örnekleri incelenmiştir.

2.3.1 Tarihi Yapı ve Koruma Kavramı

Koruma kavramı geçmişten günümüze zaman içinde anlam ve nitelik olarak değişmiş ve genişlemiştir. 1983 yılında yürürlüğe giren Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanununda "Koruma" ve "Korunma" kavramları, taşınmaz ve taşınır kültür varlıkları için ayrı ayrı açıklanmıştır. Her iki kavram içinde; muhafaza, bakım, onarım ve restorasyon işleri olarak tanımlanmış ayrıca taşınmaz kültür varlıklarında farklı olarak fonksiyon değiştirme işleri de tanımlamaya dahil edilmiştir. (KTCKK 1983).

Tarihi eserler ile alanların korunmasının ve restore edilmesinin önemli savunucularından biri ve Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (ICOMOS)'nin ilk başkanı olan Piero Gazzola ise koruma kavramı ile ilgili "...Bir mimari eser bundan sonra üretilme amacına hizmet edemiyorsa, eserin korunması kültürel bir vazife olmaktadır" demiştir (Houbart 2015: 117-124).

Gazzola makalesinde, medeni toplumların ilerlemesi açısından miras niteliğinde ki mimari eserlerin korunması yönündeki temel gerekliliği ifade etmektedir. Ayrıca koruma kavramının hem maddi hem manevi yararlarının olduğunu ifade etmiştir (Aveta 2005: 3).

1981 ve 1987 yılları arasında Birleşik Krallık ICOMOS Milli Komitesi başkanlığı yapan ve Tac Mahal, Çin Seddi gibi önemli eserlerin koruma amaçlı restorasyon uygulamalarına danışmanlık hizmeti veren koruma mimarı Feilden'a göre ise koruma kavramı; yıkılmayı engellemek ve değişim sürecini yönetmek için yapılan uygulamadır. Amacı tarihi yapıları kullananlara ve onları ziyaret edenlere bu yapıların sahip olduğu sanatsal ve insani mesajları sunmaktır. Ayrıca Feilden, koruma da

“minimum ancak en etkin” felsefesini benimsemiş, asgari düzeyde müdahale ve eylemin en iyi seçenek olduğunu ve mümkün olduğunca gelecekteki olası müdahaleleri engellemeyecek şekilde revize edilebilir olması gerektiğini ifade etmiştir (Ersen 2012: 3-11; Feilden 1982: 3).

Ansiklopedik mimarlık sözlüğünde Hasol koruma kavramını, sanatsal ya da tarihsel niteliği olan yapıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli tedbirlerin alınması şeklinde tanımlamıştır (Hasol 2014: 279).

Ahunbay ise korumacılığı, tekil bir yapıdan çok kentin tümünü dahil eden çoklu yapıların regülasyonu, ıslahı vb. uygulamaları kapsayan, tarihi yapıyı korurken aynı zamanda modern yapıyı geliştirmenin ihtiyacını vurgulayan ve o kentteki toplumun ortak mirasını gözetmesi yönünde isteklendiren bir araç olarak değerlendirmektedir (Ahunbay 2004: 184; Kan 2009: 11).

Bir başka kaynakta ise koruma; tarihi eserlerin sahip olduğu nitelikleri doğru bir şekilde gelecek kuşaklara iletilmesi için devam ettirilen yöntem ve çalışmaların tamamı olarak belirtilmektedir (Levent 2011: 120).

Dolayısıyla, koruma ve korumacılık ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yapılan tüm bu tanımlamaların temelinde toplumun kimliğine sahip çıkılmasının, kültürel sürekliliğinin sağlanmasının ve tarihi değerlerinin korunmasının önemine vurgu yapılmaktadır.

Korumadaki amaç zaman içinde değişen ihtiyaçlar ve toplumsal görüşler nedeniyle değişime uğramıştır. Geçmişte amaç; yapının yaşamını sürdürebilmesini sağlamak, yıkılan bölümlerini onarmak ve formunun bütünlüğünü korumak, değişen ihtiyaçlara ve isteklere cevap verecek şekilde yenilemektir. Günümüzdeki amacı ise; ait olduğu dönemin mimari dokusunu, inşa tekniklerini ve yaşam biçimini ifade eden tarihi yapıların ve bulunduğu çevrelerin devamlılığını sağlamaktır (Kan 2009: 13). Günümüzde, kültürel ve mimari miras niteliği taşıyan tarihi yapıların ve bulunduğu çevrelerin, sahip oldukları değerler ile korunması ve günümüz şartlarına uygun hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Koruma ile toplumların, tarihi ve sosyo-kültürel kimliklerine ve değerlerine sahip çıkması ve devamlılığını sağlaması, kamusal değer üreten bir uygulamadır. Dolayısıyla bu açıdan toplumsal bir kavram niteliği taşımaktadır (Levent 2011: 115-132).

ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi’nde yapılan tanımlamaya göre “Kültürel miras, geçmişten gelen ve devamlı değişmekte olan, o bölgede bulunan toplumun aitlik duygusu içinde olduğu değerlerin, geleneklerin, inançların ve

bilgilerin bir simgesi olan soyut ve somut haldeki yapılarıdır” (ICOMOS 2013). Tarihi kentler ve dokular, arkeolojik alanlar, anıtsal yapılar, çeşitli kültürel ve estetik değerler içeren peyzajlar gibi somut kültürel miraslara ek olarak müzik, dil, dans, ritüel, gelenek vb. gibi varolan soyut değerler de kültürel miras olarak değerlendirilmektedir (İSMEP 2014).

Kültürel mirasın önemli bir tamamlayıcısı olan mimari miras ise, insanlığa mal olmuş, çeşitli boyutlarda, farklı nitelikte, sahip olduğu bütün özgün değerleriyle birlikte koruma ilkeleri gözetilerek korunması ve geleceğe taşınması gereken yapı ve yapı gruplarıdır (ICOMOS 2013).

Kültürel ve mimari miras olarak geçmişle ve gelecekle olan bağı temsil eden tarihi yapıların korunması ve gelecek nesillere aktarılması önemlidir.

Tarihi yapılar; ait oldukları toplumların sahip olduğu tüm bilgi ve birikimleri ile dönemin kentsel ve mimari tarzını gösteren önemli bir simge niteliğindedir (Ahunbay 2004; Aydın ve Şahin 2018: 63). Böylece içinde bulunduğu toplumun bir parçası olarak, toplumsal kimliğin korunmasına ve gelecek kuşaklara taşınmasını sağlamaktadır.

Feilden'in tanımına göre ise tarihi yapılar, bizde merak duygusu uyandıran ve yapıyı üreten insanlar ve kültürler hakkında daha fazla şey öğrenmek istememizi sağlayan eserlerdir. Tarihi, mimari, estetik, kültürel, ekonomik, sosyal ve siyasi değerleri olan tarihi yapılar, toplumun kültürel değerlerinin bir simgesidir (Feilden 1982: 1).

Özellikle ait oldukları döneme ilişkin değerleri gelecek nesillere aktarım sorumluluğuna sahip tarihi yapıların korunması önemlidir. Bu kapsamda koruma, genel olarak yapının istenmeyen değişimlere uğramaması ve kültürel devamlılığının sağlanması yönünde yapılan uygulamaları kapsamaktadır (Feilden 1982: 195). Korunması sağlanan tarihi yapıların, günümüzdeki yaşam şartlarına uyarlanarak topluma yararlı olması da sağlanmalıdır. Bu kapsamda, tarihi yapıları korumasının yanında gelişimini de destekleyen koruma yöntemlerinden biri ise yeniden kullanımdır (Orhan ve Yıldız 2022: 44-63).

Süreç içerisinde yaşanan ekonomik, kültürel, sosyal ve çevresel nedenlerle orjinal işlevlerini yitiren tarihi yapıların korunması ve bu korumanın devamlılığının sağlanması durumu, yeniden kullanım kavramını öne çıkarmaktadır (Feilden 1982: 9). Koruma uygulamaları genel olarak tarihi yapının, özgün formu ile korunmasını ve gelecek kuşaklara aktarılarak varlığını sürdürmesini hedeflemektedir. Yapının

durumuna göre nasıl bir yaklaşımla ve hangi müdahale yönteminin uygulanacağına karar verilmektedir. Müdahalenin derecesi basit onarım ve esaslı onarım olarak iki başlıkta ele alınmaktadır (ICOMOS 2013).

Basit Onarım; tarihi yapıların eksilmiş ya da zarar görmüş malzeme ve mimari öğelerinin uzmanlar tarafından özgün haline uygun bir şekilde onarılmasıdır.

Esaslı Onarım; tarihi yapıların basit bakım ve onarım ile çözüme kavuşturulamayan problemlerine özgü, bir projeye dayandırılmış olan birkaç müdahale tekniğinin birlikte kullanıldığı uygulamalardır.

Müdahale yaklaşımlarından bazıları ise aşağıda sıralanmaktadır (ICOMOS 2013).

Rehabilitasyon; güncel ihtiyaçları karşılayamayan ve bu sebeple kullanımı terk edilmiş olan yapıların, mimari yapısı korunarak onarılmasını ve gerekli güncel donanımlar ile desteklenmesini içeren uygulamalardır.

Yeniden Kullanım – Yeniden İşlevlendirme; tarihi yapının özgünlüğü ve bütünlüğü korunarak yeni bir işlev için kullanılması kapsamında gerekli görülen uygulamaların hazırlanan koruma projesine göre yapılmasıdır.

Taşıma; taşınmaz kültür varlıklarının buldukları yerlerde korunması esas alınsa da riskli bir durum varsa ya da herhangi bir toplumsal bir fayda öngörülüyorsa hazırlanacak projeler kapsamında taşıma işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Anastylosis; tarihi yapıya ait bağımsız haldeki mimari unsurları, yapının orijinal hali gözetilerek bir bütün olacak şekilde tekrar düzenlenmesidir.

Yeniden Yapım; kültür varlığı niteliklerine sahip ve toplumun hafızasında yer etmiş fakat belli olmayan sebeple günümüze ulaşamamış olan yapının gerek duyulması halinde yeniden yapılmasıdır.

Tarihi yapıları korumaya yönelik yapılan müdahalelerden en çok tercih edileni ise yapıya yeni bir işlev verilerek yeniden kullanılmasıdır (Aydın ve Şahin 2018: 1). Yeniden kullanım kapsamında yapılan uygulamalar ile yapıların kullanım ömrünün ve direncinin geliştirilmesi ve yapının hayata döndürülmesi mümkün olabilmektedir. Yeniden kullanım, yapının varolan fonksiyonunu çeşitli iyileştirmelerle devam ettirmek ya da restore etmek demektir. Yeniden işlevlendirme ise yapıya uygun yeni bir işlevin verilmesidir (Ijla ve Broström 2015: 53). Yeniden kullanım pratiği, çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere sürdürülebilirliğin ana bileşenlerine birçok açıdan yararlı olma potansiyeline sahiptir (Orhan ve Yıldız 2022: 46). Bu sebeple bu çalışma

kapsamında ele alınan ve önemli bir tarihi değer olan sarnıçların rehabilite ederek yeniden kullanımının sağlanması amaçlanmaktadır.

2.3.2 Uyarlanabilir Yeniden Kullanım Kavramı (Adaptive Reuse)

Zamanın devamlılığı içinde, toplumda varolan değişimler insan gereksinimlerini de etkilediğinden, insanların içinde yaşadığı mekanları da içinde bulunduğu döneme ve çevreye göre dönüştürmektedir. Son dönemde, iklim değişikliği, sera gazı salımı gibi küresel ölçekte meydana gelen çevresel problemler önemli hale gelmiş ve yeni yapı üretimine alternatif olarak varolan yapıların yeni bir işlev ile yeniden kullanımı daha çok söz konusu olmuştur (Douglas 2006: 146-196).

Uyarlamalı yeniden kullanım (adaptive reuse) kavramı, tarihi yapıları tekrar hayata döndüren bir dönüşüm süreci olarak düşünülebilmektedir. Ayrıca bu sayede toplum kendi geçmişiyle tekrar bir etkileşim kurma şansı elde etmektedir.

Uyarlamalı yeniden kullanım ICOMOS Yeni Zelanda'da, yapının kültürel miras değerini korunurken uygun bir kullanım için yapının belirli bir bölümünde yapılan değişim süreci şeklinde tarif edilmiştir (Wong 2016: 13). ICOMOS Avustralya'da ise, bir yapının varolan ya da önerilen kullanımına uygun olarak değiştirilmesi şeklinde ifade edilmiştir (Wong 2016: 13).

“Adaptive” kavramı; yeniden kullanım, dönüşüm veya bir nesneyi günümüz şartlarına uyarlama işlemi ve ihtiyacı olarak tanımlanmaktadır (Douglas 2006: 146). “Reuse” ifadesi ise, belirli bakım onarım çalışmalarından sonra yapının üretilme amacına hizmet etmeye devam etmesi anlamına gelmektedir (Freschi ve Maas 2016: 11-24). “Uyarlamalı Yeniden Kullanım (Adaptive Reuse)” kavramı ise, orijinal fonksiyonunu gerçekleştirilemeyen yapıların, günümüz ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tekrar işler hale getirilmesi ve gelecek kuşaklara taşınması şeklinde tanımlanabilmektedir (Yıldırım ve Turan 2012: 493-503).

Tarihi yapılar eğer mümkünse orijinal işlevine devam edecek şekilde yeniden kullanılabilir fakat eğer tarihi yapı mevcut işlevine devam edemiyorsa bu durumda yeni bir işlev verilerek yaşamını sürdürmesi sağlanabilir. Bu doğrultuda yapılan yeniden kullanım kavramı ile ilgili tanımlamalardan bazıları aşağıda verilmektedir.

Yung ve Chan yeniden kullanımı, yapının yıkılması yerine yaşamının uzatılıp yenilenmesi için sürdürülebilir bir yenileme biçimi olarak tanımlamaktadır. Bu tür bir uygulamanın sosyal, ekonomik ve çevresel faydalarının olacağını da ifade etmişlerdir (Yung ve Chan 2012: 352-361).

Schmidt ise yeniden kullanımı, yapının kullanıcılarının şundaki zorunlu ihtiyaçlarına ve gelecekte oluşabilecek değişimlere yanıt vermesi ve bu şekilde değerini yükseltmesi olarak tanımlamıştır (Schmidt vd. 2009: 5-9).

Brooker ve Stone ise, yeniden kullanımı bir yapıyı değiştirme süreci olarak tanımlamıştır. Bu doğrultuda, yeniden kullanım teriminin, "yeniden biçimlendirme (remodelling)", "güçlendirme (retrofitting)", "dönüştürme (conversion)", "adaptasyon", "yeniden işletme (reworking)", "rehabilitasyon" veya "yenileme (refurbishment)" olarak da adlandırıldığını ifade etmiştir (Brooker ve Stone 2014; Plevoets ve Cleempoel 2011: 1).

Plevoets ve Cleempoel's göre ise, yeniden kullanım, kültürel mirasın korunması kapsamında önemli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Plevoets ve Cleempoel 2011: 1).

Dolayısıyla yeniden kullanımın, tarihi yapının gelecek nesillere taşınabilmesi amacıyla uygulanan her türlü bakım ve onarım müdahalelerini içerdiği söylenebilmektedir (Ahunbay 2004; Kuban 2000).

Love ve Bullen ise yeniden kullanımı, günümüzde atıl kalan bir yapıyı güncel bir amaç için tekrar kullanılması kapsamında yeni bir yapıya dönüştürülmesi süreci şeklinde tanımlamıştır (Love ve Bullen 2011b: 32-44).

Tekeli ise yeniden kullanımı, geçmişi olduğu gibi muhafaza eden durgun bir yaklaşımdan çok tarihi yapıyı koruyup aynı zamanda yeni eklemeler ile onu geliştiren etkin bir yaklaşım olarak ifade etmiştir (Zenginerler 2021: 21-23).

Yapıların mümkün olan en uzun süre yaşatılması ve gelecek nesillere aktarılması her koruma uygulamasının olduğu gibi yeniden kullanım yönteminin de başlıca hedefidir. Uyarlanabilir yeniden kullanım, sadece yapıların güncel koşullar için dönüşümünü değil aynı zamanda kültürel bir miras olarak korunmasını sağlayan yöntem ve stratejiyi de ifade etmektedir. Tarihi ve kültürel mirası koruyarak yenilenmesi ve çağın ruhuna ve gereksinimlerine uygun hale getirilmesi sürecidir (Abdulameer ve Abbas 2020: 1-3).

Tarih boyunca hemen her dönem, eski yapıları koruma kaygısı gündeme gelmiştir. Korunması gereken yapılar ve bu yapıların nasıl korunacağına dair geliştirilen yöntemler her dönemin kendi şartları çevresinde şekillenmiştir (Wong 2016: 6).

Varolan yapıların yeni işlevler verilerek dönüştürülmesi yeni bir yöntem olmamakla birlikte geçmişte de yapısal olarak sağlam görülen yapılar değişen

ihtiyaçlar ve yeni kullanımlar için uyarlanmıştır. Örneğin, tarih boyunca birçok dönüşüme maruz kalan Roma Kolezyumu, çeşitli istilalar ve kuşatmalar nedeniyle savunma ve barınma amaçlı kullanılmıştır. Yapıda birçok tonozlu bölge konut haline getirilmiştir. Daha sonraki süreçte ise yapının mezarlık olarak kullanıldığı bilinmektedir (Wong 2016: 47).

Yeniden kullanıma dair ilk teorik yaklaşımın 19. yüzyılda, Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc'un, yeniden kullanımı, tarihi yapıları korumanın bir yolu olarak nitelendirdiğinde ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Bir yapıyı korumanın en iyi yolunun, onun için bir işlev bulmak ve bu işlevin gereksinimlerini, yapıda daha fazla değişiklik yapmayacak şekilde karşılamak olduğunu savunmuştur (Plevoets ve Cleempoel 2011: 2).

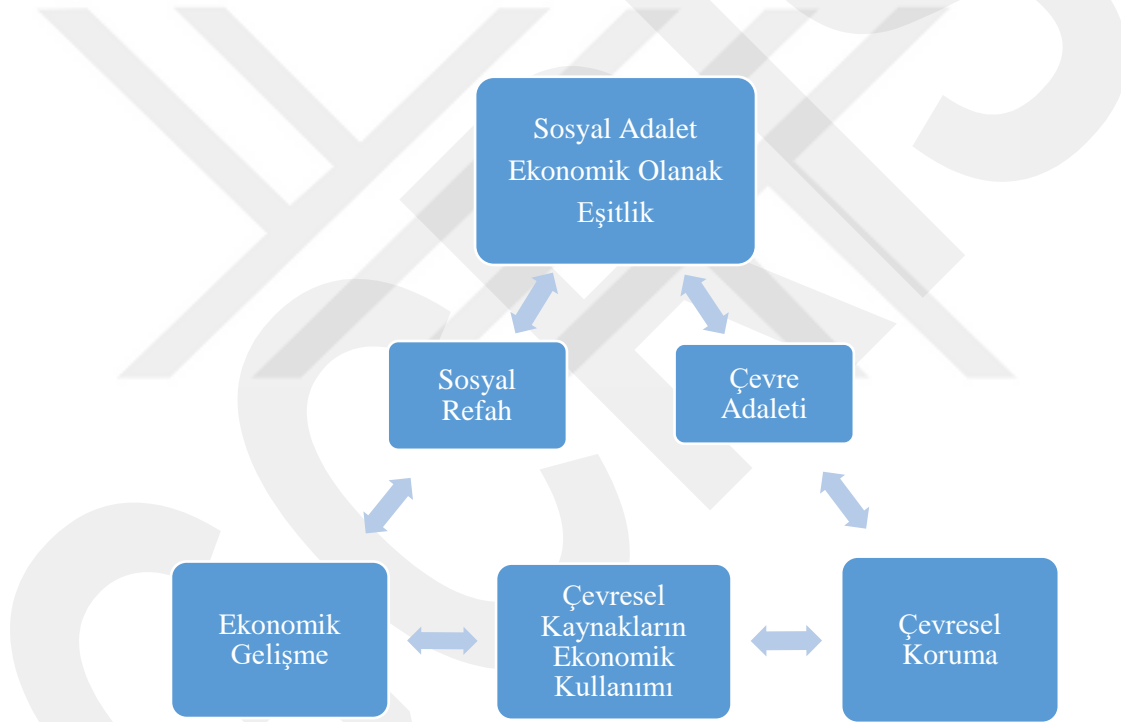
19. yüzyılın ortalarında tarihi yapıların değerli olduğu ve korunması gerektiği anlayışı ortaya çıkmaya başlamıştır (Elsorady 2014: 511). 20. yüzyılın ilk yarısında ise mimarlar geleneksel yapıdan farklı yeni yapılar üretmeyi amaçlasalar da, 20. yüzyılın ikinci yarısında tarihi yapılar ile çalışmayı ilginç bulmaya başlamışlardır (Plevoets ve Cleempoel 2012: 2).

1950'lerde ve 1960'larda yaygınlaşmaya başlayan uyarlanabilir yeniden kullanım o dönemde, önemli bir kültürel mirası korumak kadar iyi bir şehir yapmanın da bir parçası olarak görülmüştür (Lanz ve Pendlebury 2022: 443-444). Yeniden kullanım, 1960'larda ve 1970'lerde çevreye yönelik artan endişe nedeniyle mimari olarak tartışılmaya başlanmıştır (Cantell 2005:3).

1970'li yıllardan itibaren, yeniden kullanım, literatürde olduğu gibi mimarlık ve koruma konusunda gerçekleştirilen çok sayıda konferansın da teması haline gelmiştir (Plevoets ve Cleempoel 2011: 3). Yapıların yeniden kullanımı ve dönüşümü son yıllarda giderek artan bir yönelim haline gelmiştir (Love ve Bullen 2011b: 32-44). Küresel ölçekteki yapı stoğunun önemli bir kısmını oluşturan tarihi yapıların birçoğu yıkılmaktadır. Yıkılan yapıların her biri ciddi miktarda atık oluşturmaktadır (Yung ve Chan 2012: 352-361). Dolayısıyla yeniden kullanım kavramı varolan yapıları, sosyal, ekonomik ve çevresel bakımdan iyileştirebilen ve geliştirebilen bir süreç olarak değerlendirilebilmektedir. Yeniden kullanım yoluyla bir yapının yaşamını sürdürmek, atık üretimi ve yarattığı çevre kirliliği azaltabilir ve böylece sürdürülebilirliğe önemli bir katkı sağlanabilmektedir (Love ve Bullen 2011a: 411-421).

Burada amaç, yeniden kullanımın kullanıcının gereksinimlerine daha iyi hizmet etmesi ve yapıya daha uzun bir kullanım ömrü sağlamasıdır (Douglas 2006: 146).

Uyarlamalı yeniden kullanımın bir yolu olan yeniden işlevlendirme üzerine çalışan bir diğer araştırmacı Scott Campbell ise yeniden kullanımın olası etkilerini “Sürdürülebilirlik Üçgeni” şeklinde tanımlamaktadır. Şekil 12’de verilen üçgende, ideal bir “Adaptive Reuse” projesinin bu üçgenin tüm köşelerini (eşitlik/sosyal adalet, çevresel koruma, ekonomik gelişme) karşılayan ve merkeze odaklanan bir tasarımla mümkün olabileceği anlatılmaktadır (Campbell 1996: 62). Dolayısıyla yeniden kullanım alanında üretilen projelerin birçoğunun sahip olduğu etkiler çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere üç grupta toplanabilmektedir (Zenginerler 2021: 31).



Şekil 12: Scott Campbell, Sürdürülebilirlik üçgeni (Campbell, 1996)

2.3.2.1 Yeniden Kullanımı Gerektiren Nedenler

Yapılar, toplumsal yapı ile etkileşim halinde olduğundan zaman içinde toplumda meydana gelen değişimler ile paralel olarak ihtiyaca göre değişip dönüşmektedir. Yapıların, günümüzün değişen şartlarına ayak uyduramaması sonucunda çeşitlik zorluklar ile karşılaşmaktadır. Bu zorluklar sonucunda, günümüz ihtiyaçlarına cevap veremeyen yapıların yıkılması ya da yeniden kullanımı için işlevlendirilmesi durumu ortaya çıkmaktadır. Binaların fiziksel ömürleri, mevcut

işlevlerinden çok daha uzun süre dayanabilmektedir. Sahip olduğu işlevin eskimesi sonucunda yapılar yenilenip orijinal işlevlerinde ya da yeni işlev atanarak kullanılmaktadır (Büyükarıslan ve Güney 2013: 34). Tarihi yapıların yapısal işlevlerini tamamlamalarındaki sebepler kısaca aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Selçuk 2006);

- Ekonomik ve sosyal gelişmelerle birlikte yapıların mevcut işlevlerini kaybetmesi.

- Gelişen teknoloji ile birlikte yapıların mevcut işlevlerinin gereklilikleri değişir ve yapılar işlevsel olarak eskimektedir.

- Yetkili kurumlar tarafından geçmişte alınan kararların düzgün uygulanmaması ve denetlenmemesi sonucunda yapıların eskimesidir.

- Artan nüfus ve yaşanan ekonomik gelişmelere bağlı olarak tarihi dokunun fiziksel yapısı değişebilmektedir.

Son yıllarda gittikçe popüler olan tarihi yapıların yeniden kullanımın, yeni yapı üretimi yerine tercih edilme nedenlerinden bazıları Douglas aşağıdaki gibi sıralamıştır (Douglas 2006: 146-196).

1. *Mevcut hibeler:* Bazı durumlarda, yapıların uyarlama veya iyileştirme uygulama maliyetleri için hibeler mevcuttur bu durum yeniden kullanım için bir sebep olabilmektedir.

2. *Zamanlama:* Zaman sıkıntısının olduğu durumlarda tadilat, yeni yapımdan daha hızlı bir süreç olduğundan tercih edilebilmektedir.

3. *Bozulma:* Tarihi yapılarda meydana gelen bozulmaların önüne geçebilmek için yeniden kullanım uygulanabilmektedir.

4. *Verim:* Bir binanın termal, akustik, yapısal veya dayanıklılık performansını artırma ihtiyacı da yeniden kullanım için bir neden olabilmektedir.

5. *Kullanım değişikliği:* Uzun süre boş kalmış olan yapının varolan işlevinin tercih edilmemesi sonucunda yapının kullanılmaya devam etmesi için yeniden kullanım tercih edilebilmektedir.

6. *Yasal kısıtlamalar:* Çeşitli sebepler yüzünden yıkılmasına izin verilmeyen ve hali hazırda kullanılmayan bir yapı yeniden kullanım tekniği ile tekrar kullanılabilir.

7. *Koruma:* Mimari ve tarihi açıdan önemli nitelikleri olan yapının hayata döndürülmesi için yeniden kullanım yöntemine başvurulabilmektedir.

Tüm bunların dışında ayrıca çevreye daha az zarar vermek amacıyla daha fazla enerji ve atık harcayan yıkım yerine yeniden kullanım tercih edilebilmektedir. Bu durum çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır.

2.3.2.2 Yeniden Kullanım Avantajları ve Önemi

Yeniden kullanım, tarihi kentlerin sahip olduğu kimliğini ve yaşamını muhafaza edip iletme, yaşam kalitesini iyileştirme, yenilenemeyen miraz yapılarının sayıca azalmasını engelleme, toplumda ortak bir sorumluluk geliştirme, koruma hedefleri ile sürdürülebilirlik amaçlarını bütünleştirmek için bir çerçeve sağlama ve tarihi bölgelerin değişim niteliği kazanması konularında avantaj sağlamaktadır (Love ve Bullen 2011a: 411-421). Dolayısıyla yeniden kullanımın sağladığı birçok yarar vardır.

Bu yararlardan ilki ekonomik olmasıdır. Genellikle, varolan bir yapıyı dönüştürüp yeniden kullanmak, yapıyı yıkıp yenisini inşa etmekten daha ucuz bir yöntemdir. Aynı zamanda uyarılma sürecinde, varolan altyapı sebebiyle uygulama süresi kısa dolayısıyla yeni yapım sürecinden daha hızlıdır (Douglas 2006: 146-196). Ayrıca yeniden kullanılan yapıların değeri artmakta ve ülke ekonomisi açısından da yararlı olmaktadır (Büyükarıslan ve Güney 2013: 35).

Bir diğeri ise hammadde ve enerji kullanımından edilen tasarruf ile sağlanan çevresel yararadır. Tarihi yapılar yıkılarak yerine yeni bir yapı yapmak için gerekli olan enerji, yapı malzemelerinin elde edilişi için gerekli olan enerji ve hammadde, bu hammaddeler için gerekli doğal kaynakları düşündüğümüz zaman, yeniden kullanımın çevreye saygılı ve tasarruflu bir yaklaşım olduğu ifade edilebilmektedir. Dolayısıyla, yeniden kullanım doğal kaynakların daha az kullanılması ve enerji tüketiminin azaltılması anlamında çevresel ve ekonomik yarar sağlamaktadır (Aydın ve Okuyucu 2009: 36).

Ayrıca yeniden kullanım, tarihi yapıların sürdürülebilirliği içinde bir araçtır (Cantacuzino 1989: 1-9) ve tarihi birikimin korunması kapsamında sosyokültürel sürdürülebilirliğe etken bir faktör olduğundan bu anlamda da bir fayda sağlamaktadır (Aydın ve Okuyucu 2009: 37).

Bununla birlikte, kullanılmayan endüstriyel yapıların varolan işlevleri ya da yeni bir işlevle yeniden kullanılması atıl haldeki alanları tekrar canlandırmaktadır. Bu anlamda yeniden kullanım ile sosyal olarak fayda da sağlanabilmektedir (Douglas 2006: 146-196).

Mimari veya tarihi öneme sahip bir binanın iyi planlanmış bir yeniden kullanımı, sahibine hatırı sayılır ve kalıcı bir prestij getirerek bu anlamda bir avantaj sağlayabilmektedir (Douglas 2006: 146-196).

Yeniden kullanım; tarihi yapıları sahip olduğu tüm niteliklerle koruyarak gelecek kuşaklara aktarması sonucunda toplumun kültürel kimliğinin devamlılığını da sağlamaktadır.

2.3.2.3 Yeniden Kullanımın Kısıtları

Mevcut bir binayı uyarlamamanın çeşitli avantajları olmasına rağmen, bu tür bir müdahale çoğu zaman birtakım sakıncaları da beraberinde getirir. Bahsedilen bu sakıncalar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Douglas 2006: 146-196):

Fonksiyonel; yeni bir işlev verilen mevcut yapının yerleşim ve yükseklikleri yeni fonksiyon için uygun olmayabilir. Dolayısıyla kullanıcıların taleplerini tam anlamıyla karşılamayabilir.

Teknik; yeniden kullanılan eski bir yapı, yeni bir yapıdan daha kısa bir ömüre sahiptir. Ayrıca eski yapıda yapılan bakım ve onarımların yapının performansını tamamiyle iyileştireceğinin güvencesi yoktur.

Ekonomik; iyileştirilmiş olsa bile yeniden kullanılan eski bir binanın bakım maliyetleri yeni bir binadan daha fazladır. Bunu sebebi, yapıya ait malzemelerin bulunmasının zor ve maliyetli olabilmesidir.

Çevresel; yeniden kullanılan yapı iyileştirilmiş olsa da kendi doğası gereği ve kullanım yoğunluğu sebebiyle çevresiyle uyum içinde olmayabilir.

Yasal; yeniden kullanılan eski yapıları, yangın kaçış ve dayanıklılık gibi bazı yönetmeliklere uygun hale getirmek zor olabilmektedir.

Tarihi yapılarda yapılan müdahaleler ve çalışmalar beraberinde birtakım zorlukları da getirmektedir. Bu zorluklar; yapıda kullanılan malzemelerin ve o malzemeleri uygulayabilen uygun niteliklere sahip ustanın günümüzde bulunamaması olarak sıralanabilmektedir (Love ve Bullen 2011a: 411-421). Bahsedilen bu zorluklar, yeniden kullanım maliyetini de etkileyebilmektedir.

Tarihi yapıların yeniden kullanımı sürecinde yeni bir işlev verilirken yapının tarihi ve kültürel nitelikleri dikkate alınmalıdır. Dolayısıyla, yapının sahip olduğu fiziksel özellikler ve işlevi bu konuda çeşitli kısıtlar yaratmaktadır. Örneğin, yapının boyutlarında değişiklik yapılamaması, çevreyle uyumlu yeni bir işlevin seçilmesi, yeni işlev ile mevcut tasarımın uyumlu olması (Başgöl ve İlerisoy 2021: 166-167).

2.3.2.4 Yeniden Kullanım Süreci ve İlgili Örneklerin İncelenmesi

Düzenli bakım ve onarımı, tarihi yapıyı korumanın bir bölümü haline getirilmediğinde yapılar yıllar içinde iç ve dış etkenlerden dolayı bozulmaya uğramaktadır. Dolayısıyla sık sık asgari düzeyde müdahale ile yapılacak olan bakımların yerine yüksek bütçeli esas onarımların yapılması gerekir. Böyle durumlarda, tarihi yapıları koruma pratiğinin bir yöntemi olan yeniden kullanım yöntemi tercih edilebilmektedir (Üner vd. 2021: 80-87).

Mevcut ya da yeni bir işlevle kullanılacak olan tarihi yapılar, dönüştürülürken asıl amaç yapının korunarak yaşatılmasıdır. Bu kapsamda yapılara yeniden kullanım stratejilerinin gerekli ilkeler ışığında belirli bir denge gözetilerek uygulanması gerekmektedir.

ICOMOS 2013 yılında yayınladığı Mimari Mirası Koruma Bildirgesinde ise mimari mirasa müdahale ilkelerini sırasıyla şu şekilde sıralamıştır (ICOMOS 2013);

- Yapının özgünlüğü korunmalı
- Yapılan uygulamalar yapıya hasar vermemeli, sahip olduğu nitelikleri değiştirmemeli veya yok etmemeli
- Bir dönemin izlerini ortaya çıkarmak için başka bir döneminki silinmemeli
- Yapılan uygulamalar yenilenebilir veya kaldırılabilir olmalı
- Yapılacak testler sonucunda yeni bir malzeme ve tekniğin kullanılması
- Müdahale sürecini ve sonrasını kapsayacak şekilde kontrol yapıları tanımlanmalı ve gerekli yasal çerçeve de oluşturulmalıdır.
- Yapılan müdahalelerin her adımı belgelenmeli ve bütün uzmanların erişimine ve kullanımına açık tutulmalıdır.
- Gerekli yerel ve uluslararası yaklaşımlar gözetilmesi şartıyla yapının projelendirilmesi ve uygulamasında farklı çözümlerin ele alınabileceği kabul edilmelidir.

Bu çalışma kapsamında ele alınan tarihi su yapılarından biri olan sarnıçlar daha önce bahsedildiği gibi, antik çağlardan başlayarak günümüze kadar olan süreçte kentlerin su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılmıştır. Zamanla, bu su yapılarının yerini modern su şebeke sistemleri almıştır. İşlevlerini bütünüyle kaybeden bu su yapıları günümüzde âtil durumda kalmıştır. Bu çalışmada, sarnıçların gerekli bakım ve onarım uygulamaları sonrasında özgün işlevleri ile yeniden kullanılması öngörülmektedir.

Tüm ilkeler ve kriterler ışığında, literatürde sarnıçların korunması ve iyileştirilmesi ile ilgili birkaç çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan biri; Enriquez ve arkadaşları tarafından yapılan *Sustainable Water Management in the Tourism Economy: Linking the Mediterranean's Traditional Rainwater Cisterns to Modern Needs* adlı çalışmada, bir ege adası olan Santorini adasındaki geleneksel sarnıçların restore edilmesi ve yağmur sularını bu sarnıçlarda toplayıp depolayarak su verimliliği ile sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Geçmişte, bölge de yaşayan insanlar su temin edebilmek için kuyuları ve küçük baraj sistemlerini kullanmışlardır. Bununla birlikte, zaman içinde gelişen medeniyet ile su sistemleri gelişmiş evsel ve tarımsal amaçlı kullanılmıştır. Bölgedeki geleneksel ev tasarımında, en az bir sarnıç bulunurken, ev sarnıcının yetersiz kaldığı dönemlerde ek su temini için köy sarnıçları inşa edilmiştir. Santorini'de zamanla turizmin gelişmesiyle birlikte yerel su kaynaklarında ciddi sıkıntılar yaşanmıştır. Bu doğrultuda Cornell Üniversitesi araştırmacıları, Thera Su ve Kanalizasyon İdaresi ile 2016 yılında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada temel olarak 5 sarnıca odaklanılarak sarnıçların durumu incelendi, haritası çıkarıldı ve değerlendirildi. İkinci olarak, bölge de bir su müzesi oluşturma amacıyla araştırmalar yapılarak çeşitli planlar ve projeler geliştirmiştir. Çalışmadaki amaç, belediyeyi suyun korunumunu ve sürdürülebilirliğini destekleme konusunda teşvik etmek ve bilgilendirmek için bir stratejisi geliştirmektir. Yapılan çalışma sonucunda sarnıçların merkezi olmayan depolama alanları olarak iyileştirilebileceği sonucuna varıldı. Ayrıca sarnıçların, adanın mevcut su sistemine dahil edilebileceği ya da yeniden inşa edilebileceği düşüncesi üzerinde duruldu (Enriquez vd. 2017: 1-16).

Bir başka örnek çalışma ise, Alanya Kalesinde bulunan konut sarnıçlarıdır. Bölgede, 19.yy. sonu ile 20.yy. başında üretildiği düşünülen geleneksel Alanya evlerinde bulunan sarnıçlarda konutun çatısından toplanan yağmur suları biriktirilmektedir. Mutfak bölümünde yer alan sarnıçtan su çekilirken sarnıç üzerinde bulunan ağız veya baca şeklindeki boşluktan su bir kova yardımıyla çekilmektedir. Kasım ayında tümüyle dolduğu belirtilen sarnıçta yaklaşık 27 ton su depolanabilmektedir (Yetkin ve Akman 2021: 1003-1016).

Bir diğer çalışmada ise, Muğla'nın Ula ilçesindeki dairesel formda kısmi gömülü sarnıçlar ele alınmaktadır. Bölgede bulunan sarnıçlar kurumsal organların kararıyla restore edilerek yeniden işlevlendirilmiştir. Sarnıcın yeni işlevi ise sosyal ve sanat organizasyonlarının yapılacağı bir sanat evidir. Restorasyon çalışmalarında,

sarnıcın duvarları güçlendirilmiş ve çift kollu ahşap merdiven eklenmiştir (Dere 2022: 497-515).

2.4 SAFRANBOLU TARİHİ KENTİ

Bu bölümde ilk olarak Safranbolu Tarihi Kenti, yerleşim bölgesi ve yapı profili kapsamında incelenecektir. Daha sonra bu bölgede yer alan su depolama elemanlarıyla ilgili yapılan literatür araştırması paylaşılacaktır. Bölgede yer alan kuyular, çeşmeler, yağmur depoları, kar kuyuları ve sarnıçlar gibi çok çeşitli su depolama elemanlarından özellikle sarnıçlar üzerinde durulacaktır.

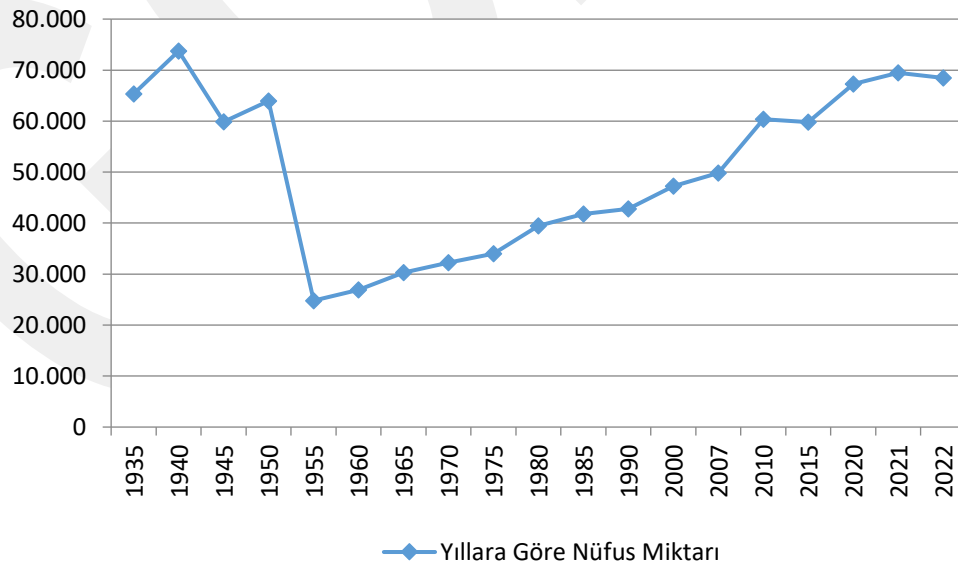
2.4.1 Safranbolu Tarihi Kenti

Tarihi kentler, sahip oldukları kent dokusu ile içinde buldukları çevrenin ve toplumun geçmişini, mekânsal ve kültürel olarak gösteren öğelerdir. Dolayısıyla içinde buldukları toplumun geleneklerini, kültürünü, mimari üslubunu, estetik değerlerini, düşüncelerini ve yaşam biçimini gelecek nesillere aktarması sebebiyle önemsenmektedir (Ayaz vd.2018: 1-14).

Bu çalışma kapsamında incelenecek olan Safranbolu Tarihi Kenti de tarif edildiği gibi içerisinde malzeme ve biçim özelliklerini koruyan tarihi bir doku barındıran ve bu tarihi dokuyu bugünlere taşıyabilmiş bir kenttir. Safranbolu'nun sahip olduğu bu tarihi dokuyu korumaya ilişkin gösterilen çabaların geçmişi 1975 yılına kadar uzanmaktadır. Öyle ki *1975 Avrupa Mimari Miras Yılı Etkinlikleri* Safranbolu'da gerçekleşmiştir. 1976 yılında ise kent için kentsel sit alanı olarak kabul edilmiş ve devaam eden süreçte Süha Arın tarafından "Safranbolu'da Zaman" isimli belgesel hazırlanmıştır. Kaymakamlar Evi ve Arasta Çarşısı, 1978 ve 1979 yıllarında istimlak edilip gerekli bakım ve onarım çalışmaları yapılmıştır. 1981 yılına gelindiğinde ise Reha Güney tarafından kaleme alınan "Geleneksel Safranbolu Evleri ve Oluşumu" isimli eser yayınlanmıştır (Kuş 2003; Özdemir 2011: 129 – 142). 1985 yılında ise kentsel sit alanı ilan edilen kentin Bağlar ve Çarşı olarak anılan bölgelerindeki 975 adet taşınmaz kültür varlıkları tescil edilmiştir. Bu eserlerin 810 tanesi sivil mimariye ait iken 165 tanesi anıt eser niteliğindedir. Daha sonra 1991 yılında ise kentsel sit alanı olarak tescil edilen alanların korunması ve planlanması amacıyla imar planı hazırlanmıştır (Oral 2019: 601). 1994 yılına gelindiğinde ise kent, UNESCO tarafından hazırlanan Dünya Kültür Mirası Listesi'ne dâhil edilmiştir (Oral 2019: 599).

Safranbolu'nun Dünya Mirası Kentler listesine dâhil edilmesiyle, kültürel ve doğal mirası koruma altına alınmıştır. Bu gelişmeden önce, resmi kuruluşlar tarafından tarihi kent dokusu niteliği taşıyan eserlerin belirlenmesi, muhafaza edilmesi ve sit alanı olarak kabul edilmesi kapsamındaki çabalar Safranbolu'nun bu listeye alınmasında etkili olmuştur. Bu durum sonucunda turistlerden tarafından kente olan rağbet artmış, elde edilen finansal gelir ile mimari mirası korumaya yönelik çalışmalar yapılmıştır (Oral 2019: 599). Kentte ve bulunduğu bölgede, cami, çeşme, saat kulesi, han, güneş saati, çeşitli konut yapıları, müze, kaya mezarları, körü ve höyük gibi birçok türde tarihi eser olduğu bilinmektedir (Kaştan 2017: 79). Kentin bünyesinde birçok sit alanı barındıran kentte, yirmibir tanesinin arkeolojik, altı tanesinin kentsel ve iki tanesinin ise doğal sit alanlarına ait olduğu bilinmektedir (Koçan 2022: 566). Safranbolu, kültürel ve mimari mirasının korunması ve bu doğal mimari mirasın zamana ve ihtiyaca bağlı olarak gelişmesi ve büyümesi açısından çok önemli niteliklere sahiptir.

Safranbolunun bu denli korunması ve zaman içinde farklılaşmamasının nedeni, nüfusunda büyük dalgalanmaların olmamasına yorulmaktadır (Kaştan 2017: 79). Şekil 13'te yer alan grafikte görüldüğü gibi kentte doğal olarak gelişen bir nüfus planlaması söz konusudur. Safranbolu'da fazla çocuk dahibi olunmasındansa çocukların eğitim alması önemsenmiş, aileler genelde iki çocuk sahibi olmuşlardır (Kaştan 2017: 79).



Şekil 13: Safranbolu'nun Yıllara Göre Değişen Nüfus Grafiği (TÜİK 2022; Türkiye Nüfusu 1935)

Safranbolu, nüfusunun 1935-1950 yılları arasında fark edilir derecede fazla olmasının sebebi bir kaza olması ve birçok köy ve bölgenin Safranbolu'ya bağlı olmasıdır. Bu sebeple 1937 yılında Safranbolu'ya 73 köy ve 3 bölge bağlıydı ve nüfusu yaklaşık olarak 58.100' idi. 1945 yılında ise Safranbolu'ya bağlı 25 köy bulunmaktaydı, bu köylerden biri ise Karabük'tü. Zaman içinde Demir Çelik Fabrikasının da kurulmasıyla Karabük hızlı bir gelişim göstermiş ve il olmuştur. Safranbolu, Osmanlı hâkimiyetinde iken ilk olarak Kastamonu daha sonra Zonguldak sancaklarına bağlanmış, günümüzde ise Karabük'ün bir ilçesidir (Fındıkoğlu 2011: 2-11).

Anadolu'nun kuzeybatı kesiminde Batı Karadeniz bölgesinde yer alan bir vadinin yamacına kurulan Safranbolu, çeşitli su kaynaklarını ve verimli arazileri bünyesinde barındırmaktadır. Safranbolu'nun, Paleolitik Çağdan itibaren birçok uygarlığın yerleşim yeri olduğu düşünülmektedir (Oral 2019: 601). Safranbolu'nun, tarihte "Paflagonya (Paphlagonia)" olarak adlandırıldığı bilinse de başka kaynaklarda Bizans döneminde "Dadybra" olarak adlandırıldığı anlaşılmaktadır (Safranbolu Belediyesi 2021 ve Oral 2019: 601). Başka bir kaynakta ise bölgedeki ilk yerleşimlerin 'Zağfiranboli' ismi ile anıldığı ve milattan sonra 610 yılına tarihlendiği ifade edilmiştir (Çağlayan vd. 2022: 40). Kentte, Hititler, Frigler, dolaylı yoldan Lidyalılar, Persler, Helenistik Krallıklar (Pondlar), Romalılar, Selçuklular, Çabanoğulları, Candaroğulları ve Osmanlı İmparatorluğunun egemenlik sürdüğü bilinmektedir. Kent hakkında yazılmış olan ilk eserlerin ise Roma Dönemi'ne ait olduğu bilinmektedir (Oral 2019: 601). Safranbolu tarih boyunca Türkler ile Bizanslılar, Türk Beylikleri ile Osmanlı ve çeşitli uygarlıklar arasında el değiştirmiştir (Safranbolu Belediyesi 2021). Bölgenin türk kültürü ve gelenekleri ile tanışması 12.yüzyıl'da Danişmentoğulları'nın hâkimiyetine girmesi ile olmuştur. Daha sonra ise 1200'lü yıllarda Çobanoğulları ve 1300'lü yıllarda Candaroğulları tarafından ele geçirilmiştir (Oral 2019: 597-631).

Safranbolu'ya hâkim olan uygarlıklar hakkında bilgiler ise çeşitli gezi notları ve belgelerden elde dilmektedir. Öyle ki, İbn-i Batuta'nın gezi notlarında yer alan bilgiler ışığında 1300'lü yıllarda Safranbolu'yu hakimiyet altına alan Candaroğullarının, cami, medrese ve hamam gibi birçok mimari eseri kente kazandırdığı bilinmektedir (Safranbolu Belediyesi 2021).

Osmanlıların Safranbolu'ya ilk hakimiyeti ise 1392 yılında Osmanlı-Candaroğulları savaşı sonucunda olmuştur. Kentin Osmanlı egemenliği altındayken adı sırasıyla "Zalifre", "Borlu" ve "Taraklıborlu" olmuştur. 1700'lü yıllarda

“Zağfiran-ı Bolu” iken 1800’lü yıllarda “Zağfiranbolu” olmuştur. Cumhuriyet dönemine gelindiğinde ise kenti ismi “Safranbolu” olmuştur (Oral 2019: 601).

Günümüzde kentte yer alan yapıların tamamı geçmişte kente hakim olan uygarlıkların ve toplumların sosyal ve kültürel nitelikleri ile biçimlenmiştir (Deniz ve Ersöz 2020: 530). Örneğin, Safranbolu’nun üç önemli bölgesinden biri olan ve hala varlığını sürdürdüğüne Çarşı bölgesi, Osmanlı kent yapısına sahiptir. Ek olarak Kıranköy, Bağlarbaşı ve Aşağıtokatlı olarak bilinen kentin diğer alanları da tarihi bir yapıya sahiptir. Her ne kadar bu bölgeler arasında, modern malzemeler ve tekniklerle inşa edilmiş, belirli bir döneme ait olmayan işlevsel yapılardan oluşan yeni bir kent dokusu oluşmuştur. Ancak 20. Yüzyılın sonlarına doğru kentin Dünya Kültür Mirası Listesi’ne alınması ile tarihi kent dokusunun niteliklerine ve üslubuna sahip modern yapılar sayıca fazlalaşmıştır (Oral 2019: 597-631).

İlk imar planı 1936 yılında oluşturulan kentin çevresindeki boş araziler, Karabük’te yapılması planlanan Demir-Çelik Fabrikası’nın doğurabileceği konut ihtiyacı sebebiyle imara açılmıştır. Bugün Emek Mahallesinin olduğu bölge de çeşitli işçi konutları üretilmiştir. 1968 yılında ise ikinci bir imar planı hazırlanarak kentin tarihi dokusunu korunmasına dikkat çekilmiştir. İmar planında yapılan değişiklikler ile 1974 yılında tekrar yürürlüğe konmuştur. Kentte yeni mimari dokunun bulunduğu Aslanlar ile Kıranköy arasındaki yapılaşmaların yoğunluğu imar planında yapılan değişikliklere göre uygulanmıştır (Ulukavak 2020: 12).

2.4.2 Safranbolu Yerleşim Bölgesinin ve Yapı Profiline İncelenmesi

Safranbolu Kenti, 41° 16' kuzey enlemi ile 32° 41' boylamı arasında yer almaktadır. Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan kent, kuzey-güney yönünde az eğimli bir alanın akarsular ile bölünmesi sonucu meydana gelen vadilerin içinde ve civarında gelişmiştir (Gezer 2013: 13-31).

Safranbolu kendi tarihi açısından önemli görülen, Çarşı, Kıranköy ve Bağlar olmak üzere üç bölgeden oluşmaktadır: Çarşı bölgesinde, ticaret ve konut alanları birarada yer almakla birlikte ticaret bölgesi dışındaki kısımda müslüman halka ait yerleşim alanları yer almaktadır. Kıranköy bölgesinde ise, Rumların yaşadığı; Bağlar bölgesinde ise yazlık konutlar bulunduğu bilinmektedir (Bozkurt ve Altınçekiç 2013: 80). Safranbolu’da iki bin adet geleneksel konut yapısının bulunduğu ve bunların yaklaşık %40’ının koruma altına alındığı bilinmektedir (Bozkurt ve Altınçekiç 2013: 80).

Safranbolu'daki evlerde genel olarak yapı sistemi ve malzemesi olarak taş, ahşap ve toprak/kerpiç kullanılmıştır. Kullanılan malzemeler ve kullanım alanları aşağıda sıralanmaktadır (Gezer 2013: 13-31).

- Taş; temel yapımında, zemin katın ve bahçenin duvarlarında, yol yapımında, suyollarında ve ayrıca kapı kemeri yapımında kullanılmıştır. Taş evlerde kullanılırken doğal yüzeyiyle cilasız olarak tercih edilmiştir.

- Toprak, genel olarak bağlayıcı, kerpiç ve çamur olarak kullanılmıştır.

- Ahşap ise, yapı sisteminde ve kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

Şehir merkezi olan Çarşı'da evler karşılıklı iki yamaca yaslanarak topoğrafya eğimine paralel çevresi ile uyumlu bir şekilde yerleştirilmiştir. Evler güneşten en üst seviyede yararlanacak şekilde birbirlerinin güneşini kesmeden konumlanmıştır. Evler, yamaçlara yaslandığı için şiddetli hava koşullarından da korunabilmişlerdir. Ayrıca, arsaların küçük ve biçimlerinin bozuk olması sebebiyle organik bir yerleşim düzeni görülmektedir. Kentin yüksek bir noktasında yer alan ve yazın serin olan Bağlar bölgesinde ise yazlık evler ve meyve bahçeleri yer almaktadır (Gezer 2013: 13-31). Şekil 14'te Safranbolu çarşı bölgesinde evlerin konumlanması ile ilgili resim yer almaktadır.



Şekil 14: Geleneksel Safranbolu Evlerinin yerleşimi (Kahyaoğlu 2021).

Halk geçimini genelde ahşap işlemeciliği, dokumacılık, bakırcılık, demircilik ve keçecilikten sağlamıştır (Bozkurt ve Altınçekiç 2013: 80).

Safranbolu evlerinde, girişin yer aldığı zemin kat taş duvarlardan oluşurken üst katlar ahşaptan inşa edilmiştir. Zemin katlar dışı tamamıyla kapalıyken ara ve üst katlar yaşamın olduğu katlardır. Genellikle zemin'e ek olarak bir veya iki kattan oluşsa da daha çok katlı olanlarına da rastlanmaktadır. Üst katlarda bulunan odaların genelde tek ya da iki cephesinde, iki yöne doğru alt kısımlarından ya da tümüyle açılabilen pencereler bulunmaktadır (Bayazıt 2016: 2). Şekil 15 ve 16'da Geleneksel Safranbolu Evleri ve yapısal sistemleri ile ilgili resimler yer almaktadır.



Şekil 15: Geleneksel Safranbolu Evleri ve ahşap yapı sistemi (Kahyaoğlu 2021).



Şekil 16: Geleneksel Safranbolu Evleri ve taş duvarları (Kahyaoğlu 2021).

Safranbolu evlerinde genel olarak merkezi plan tipinde köşe odalara rastlanmaktadır. Odalar birbirinden eyvanlar ile ayrılmıştır. Genelde birden fazla ailenin birarada yaşadığı evlerde, her aile için ayrı bir yaşama alanı tanımlanarak aileler tüm ihtiyaçlarını bu odalar içinde karşılardı (Bayazıt 2016: 2). Bu odaların yüksekliği diğer alanlara göre daha fazladır ve payandalarla sokağa doğru çıkma yapılarak odalar genişletilmiştir. Yapılan bu çıkmalara sedirler konulmuştur. Odalarda ise duvar içinde gömülmüş halde bulunan banyolar vardır (Gezer 2013: 13-31). Safranbolu evlerinde erkekler genel olarak selamlık adı verilen bölümde oturuyordu. Selamlık, bütün bir kat ya da girişte bir oda da yer almaktaydı ve iş görüşmeleri de genelde burada yapılmaktaydı (Bayazıt 2016: 2). Zemin katta ayrıca yiyecek depoları, ahır ve büyük ocakların olduğu "hayat", eğer zemin taş kaplı ise "taşlık" bölümü bulunmaktadır (Gezer 2013: 13-31). Odaların çevrelediği ve genelde evdeki yaşamın döndüğü merkez alana sofa denmektedir. Sofanın ışık alabilmesi için ise odalar arasında bulunan eyvanlardaki pencereler kullanılmaktadır (Bayazıt 2016: 3). İklim,

sosyo ekonomik yapı, aile yapısı ve kültür, Safranbolu yöresindeki evlerinin tipolojisinde ve yapısında etkili olmuştur (Bozkurt ve Altınçekiç 2013: 80). Dolayısıyla, Safranbolu Evleri içinde inşa edildiği dönemin kültürel, tarihi, ekonomik ve sosyal niteliklerini yansıtmakla birlikte bulunduğu bölgenin coğrafi etkisi altında gelişen ve çevresiyle uyumlu yapılardır.

Safranbolu sokaklarındaki taşlar ise, drenaj için orta kısımda eğimli biçimde yerleştirilmiştir (Gezer 2013: 13-31). Şekil 17’de yer alan Safranbolu’da bir sokaktaki ortaya doğru eğimli taşlar görülebilmektedir.



Şekil 17: Safranbolu’da bir sokak (Kahyaoğlu 2021).

2.4.3 Safranbolu’daki Su Yapılarının İncelenmesi

Su hayattır, su olmadan canlıların yaşamını sürdürmesi mümkün değildir. Safranbolu’da su kaynakları bakımında zengin bir yerleşim yeridir (Kaştan 2017: 80). Bu sebeple geleneksel konut yapılarının yanında inşa edilmiş çok sayıda su yapıları bulunmaktadır. Kentte su kaynaklarının bol ve çeşitli olması sebebiyle belirli bir su kültürü oluşmuştur. Geleneksel Safranbolu evinde su ile ilişkilendirilmiş olan birçok bölüm bulunmaktadır. Bu kısımlar; sofada bulunan havuz, hamamlar, sebiller, tuvalet ve mutfak bölümleridir. Avlu çeşmeleri, açık hava hamamları, sarnıçlar ve kuyular diğer su yapılarıdır. Ayrıca evin bahçesinde evden bağımsız olarak yapılmış havuzlu odalar bulunmaktadır. Safranbolu’nun üç farklı bölgesinde, birbirinden farklı su depolama yöntemleri görülmektedir. Bağlar Mahallesi’nde kuyu ve çeşmeler, Kıranköy’de sarnıçlar, Çarşı’da ise çeşmeler bulunmaktadır. Bu yapılar cadde üzerinde ya da evlerin bahçelerinde bulunabilmektedir (Bölükbaşı Ertürk vd.2013: 5-12).

Safranbolu'da su kuyusu, çeşme ve sarnıçlara ek olarak yağmur deposu ve kar kuyusu gibi su depolamak ve su kullanmak için yapılmış yapı tiplerine de rastlanmaktadır. Su kuyusu; suya ulaşmak için kazılmış ve etrafına duvar örülmüş derin bir çukurdur. Çeşme; borularla taşınan suyun musluktan veya oluktan aktığı yapı tipidir. Yağmur tankları, yağmur suyunu depolamak ve daha sonra kullanmak için kullanılan depolama alanlarıdır. Kar kuyuları; yazın kullanılmak üzere karın biriktirildiği derin çukurlardır. Sarnıçlar ise doğal veya sonradan oluşan yağmur sularını toplamak için kullanılan büyük yer altı depolama alanlarıdır. Çalışmanın bu bölümünde bahsedilen su yapıları detaylı olarak anlatılacaktır.

2.4.3.1 Safranbolu'daki Rum Yerleşimleri

Safranbolu, ilk kez Türklerin hâkimiyetine girdiğinde Kıranköy ve Yazıköy bölgesinde Rumların yerleşik olduğu belirtilmiştir. 1923 yılına kadar bu bölge de yaşayan Rumlar, Türklerden farklı olarak Bağlar bölgesinde ki yazlık konutları kullanmamışlardır. Bizans döneminde bölgeye yerleştirildikleri düşünülen Rumların, dil olarak Türkçe konuştukları ve Hristiyan oldukları bilinmektedir (Kılıç 2018: 19).

Karcı, *Hicri 1299 (1882) tarihli Kastamonu Vilayet Sâlnâmesi* isimli makalesinde, Safranbolu'nun da kazası olduğu Kastamonun kazalarının sosyal, ekonomik ve idari yapılarına dair yaptığı saptamaları aktarmaktadır. Makalede o dönemde, Safranbolu'da 6827 Müslüman ve 352 Rum hanesinin bulunduğunu ve 23580 Müslüman ve 1443 Rum nüfusu olduğunu ifade etmiştir (Karcı 2012: 145).

Hicri 1314 yılında (1896-1897 yılları) ise Safranbolu merkezde 4, Yazıköy bölgesinde ise 3 toplamda ise 7 adet Rum mahallesinin bulunduğu, Rum nüfusun ise 2684 olduğu belirtilmiştir. Türk nüfusu ise 5.488'dir (Kılıç 2018: 21). 1921 yılı nüfus mübadelesi öncesinde ise kentte 2.749 gibi oldukça fazla sayıda ve nüfusun yaklaşık üçte bir oranında Rum'un yaşadığı düşünülmektedir (Ulukavak 2017a: 41-54).

Rumların daha çok sanatkârlık ve esnafılık yaptığı, marangozculuk, duvarcılık, demircilik, terzilik ve kunduracılık gibi mesleklerinin olduğu belirtilmektedir (Kılıç 2018: 21; Ulukavak 2017a: 41-54). Rumların mesleki becerilerinin bir sonucu olarak çoğunun büyük konaklara sahip olduğu bilinmektedir. Rum evleri, kentteki geleneksel evler ile benzerlik göstermektedir (Kılıç 2018: 36).

1921 yılı nüfus mübadelesi sonrasında ise Rumların sahip olduğu konaklar ve arsalar Safranbolu'ya gelen Türkler arasında paylaştırılmıştır (Ulukavak 2017a: 41-54). Rumların yerine yerleştirilen halk genel olarak, tütüncülük, tarım ve hayvancılık

yapmıştır. Yaptıkları meslek sebebiyle ahır vb. alanlara ihtiyaç duyan göçmenler hayvanları evlerinin içinde muhafaza etmişlerdir (Ulukavak 2017a: 41-54). Bölgede yaşanan bu değişimler yaşam alışkanlıkları ve konut yapılarını da etkilemiştir. Göçmenlerin, yaşam tarzlarına hitap etmeyen Rum evleri birçok değişime uğramıştır (Günay 1981; Kalyoncu ve Tunçözgür 2012; Kılıç 2018: 28). Gelen göçmenlerin önemli bir kısmı uyum sağlamakta güçlük çekmiş, bir süre sonra kendilerine verilen mal ve mülkleri satarak Bursa ve çevresine gitmişlerdir (Ulukavak 2017a: 41-54). Kalanların ise Karabük Demir Çelik Fabrikasında çalıştıkları bilinmektedir.

Rumların yaşadığı dönemde Kıranköy olarak bilinen bölge milli mücadele döneminde Misak-i Milli Mahallesi adını almıştır. Daha sonra 1974 yılında Misak-ı Milli Mahallesi'nin Atatürk ve İnönü mahalleleri olarak ikiye bölünmesi teklifi belediye meclisi tarafından kabul edilmiştir (Deniz ve Ersöz 2020: 533). Bu çalışmada odaklanılacak olan sarnıçlar, o dönemde tamamen Rumların yaşadığı bir semt olan Kıranköy'de yer alan rum evlerinde yoğun olarak bulunmaktadır. Sarnıçlara ek olarak, Rum evlerinin bahçelerinde kar kuyuları, yağmur depolarının da bulunduğu bilinmektedir. Çeşmeler ise Osmanlı döneminden kalan su yapılarıdır.

2.4.3.2 Sarnıçlar

Sarnıçlar, evsel ya da kentsel kullanım için suyun biriktirildiği alanlardır. Safranbolu bölgesinde, genelde Rum Evlerinde bodrum veya zemin katta bulunabildiği gibi evden bağımsız olarak bahçede de yer alabilmektedir (Kılıç 2018: 38). Sarnıçlar günümüzde üstü kapatılmış veya toprakla doldurulmuştur.

Sarnıçlar genelde merdivenli ve tonozlu olan su depoları olarak kullanılmaktadır. İçlerinde bulunan su seviyesi, yağış rejimine ve mevsimlere bağlı olarak değişmektedir (Bölükbaşı Ertürk vd. 2013: 9-12). Şekil 18, 19 ve 20'de Safranbolu'da yer alan sarnıçlardan bazıları gösterilmektedir.



Şekil 18: Muhsin Bey Konağının bahçesinde bulunan sarnıç (Kahyaoğlu 2021).



Şekil 19: Sarnıçlı Birdane Konakta bulunan sarnıç (Kahyaoğlu 2021).



Şekil 20: Nimet Hanım Konağının bahçesinde bulunan sarnıç (Kahyaoğlu 2021).

2.4.3.3 Kuyular

Kuyular, genelde yeraltı suyula beslenen ve su temininde kullanılan yapılardır. Safranbolu'da ise daha çok Bağlar bölgesinde bulunmaktadır. Bmlgedeki bazı kuyularda mağaralardan suların da olduğu bilinmektedir (Ulukavak 2017b: 163-180). Şekil 21'de Safranbolu'da yer alan kuyu gösterilmektedir.



Şekil 21: Sarnıçlı Birdane Konağın bahçesinde bulunan kuyu (Kahyaoğlu 2021).

2.4.3.4 Yağmur Depoları

Kıranköy’de yer alan Rum evlerinin bahçesinde rastlanılan yağmur depoları da yine yağmur suyunu biriktirmek için kullanılmaktadır. Şekil 22’de Safranbolu’da yer alan yağmur deposu gösterilmektedir.



Şekil 22: Erciyes Konağının bahçesinde yer alan yağmur suyu deposu (Kahyaoğlu 2021).

2.4.3.5 Çeşmeler

Safranbolu’da çeşmeler genel olarak çarşı bölgesinde yer almaktadır. Safranbolu’da halk, tarihin hemen her dönemi evsel kullanımlar ve içme suyu olarak çeşmeleri kullanmışlardır. Çeşmeler genelde, kentin önemli noktaları olan, kavşaklara ve köşelere yerleştirilmiştir. Çeşme bölgedeki halk arasında, “Pınar” olarak bilinmekte

olup konuşma dilinde “Puğar” olarak anılmaktadır. Safranboludaki bazı bölgeler oradaki çeşmenin ismiyle anılmaktadır. Örneğin, Arslanlar ile Köyiçi arasındaki bölge Çampınarı ve Müftüpinarı olarak bilinirken Kıranköy ile Emek arasındaki bölge ise Paşapınarı olarak bilinmektedir (Ulukavak 2017b: 163-180).

Safranbolu’da süslemeleri ve kitabeleri olan çeşitli boyutlarda yaklaşık 138 adet çeşme olduğu düşünülmektedir (Gülmez 2006- 377-435). Çeşmeler, 1950 yılından itibaren önemini yitirmeye başlamıştır. Daha sonra su kaynakları ile çeşmeler arasındaki suyollarının bakımsız kamasıyla da kurumaya yüz tutmuştur (Ulukavak 2017b: 163-180). Şekil 23’te Safranboluda yer alan bazı çeşmelerin resmi gösterilmektedir.



Şekil 23: Tuzcupınarı Çeşmesi (Akçasu Mahallesi Kaçak Sokak) (Ulukavak 2017).

2.4.3.6 Havuzlar

Safranboludaki su kültürünün önemli bir parçası olan havuzlar, genelde evlerin oturma alanlarında ya da bahçelerde bulunmaktadır. Havuzlar, Safranbolunun hem merkezinde hem de yazlık konutların olduğu alanda görülebilmektedir. Safranbolu’da havuzların üç önemli işlevi vardır. Bunlar (Ulukavak 2017b: 163-180);

- Ahşap olan evlerin olası bir yangın ihtimalinde kurtarılabilmesi için havuzlar önemlidir.
- Bahçedeki arklarla bağlantılı olan havuz, bahçedeki meyve ve sebzelerin sulanabilmesi için kullanılabilir.
- Serinlemek ve rahatlamak için bir dinlenme noktası olarak da kullanılmaktadır.

Havuz kapasiteleri 5-10 m³ ile 50-60 m³'e kadar değişebilmektedir. Bağlar bölgesinde yer alan bazı büyük havuzların çocuklar için yüzme havuzu olara da kullanıldığı bilinmektedir (Ulukavak 2017b: 163-180).

Şekil 24 ve 25'te Safranbolu'daki havuzlara ait görseller verilmektedir.



Şekil 24: Asmazlar Konağı havuzlu oda (Bölükbaşı Ertürk 2010).



Şekil 25: Hacı Hüseyinler Evi bahçesindeki havuzlu oda (Bölükbaşı Ertürk 2010).

BÖLÜM III

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Geçmişte sarnıçlar, suyun toplanması ve depolanması amacıyla üretilip kullanılmıştır. Sarnıçlarda depolanan su, kentsel alanlarda ve evlerde tüketilmiştir. Zaman içinde gelişen teknoloji ile evde suya erişim oldukça kolaylaşmış bunun sonucunda sarnıç kullanımı zamanla azalmıştır. Günümüzde Safranbolu'daki sarnıçların önemli bir kısmı ya terk edilmiş ya da üzeri örtülmüş halde bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında ele alınan Safranbolu tarihi kentinde ise yeni tesisat sistemlerinin sonradan dâhil edildiği eski ahşap yapılar bulunmaktadır. Birçoğu koruma altına alınmış tarihi ahşap yapılardan oluşan bu kentte iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele kapsamında sarnıçlar bir potansiyel olarak ele alınmaktadır. Sarnıçlar, kapasiteleri, sayıları, kullanım durumları ve konumları gibi sebeplerden dolayı Safranbolu tarihi kentinde su verimliliğini sağlamak amacıyla bir seçenek olarak bu çalışmada incelenmektedir.

Safranbolu'da yer alan sarnıçlar yapılan saha çalışması ile tespit edilerek belgelenmiştir. Daha sonra sarnıçların yoğun olarak bulunduğu bölge çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Belirlenen bölgede yer alan yaşam alanlarındaki su tüketim verileri yapılan anket çalışması sonucunda tespit edilmiştir. Elde edilen su tüketim verileri ile belirlenen bölgedeki sarnıçların kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Yapılan kıyaslama sonucunda, sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanılmasıyla bölgedeki su kullanımının ne kadarının karşılanabildiği belirlenmeye çalışılmaktadır.

Bölgede tespit edilen ve kullanılabilir durumda olan sarnıçların, yeniden kullanım için yenilenmesi ve güçlendirilmesi öngörülmektedir. Yenilenen sarnıçlarda, yapılarda tüketilen gri suyun, çatılardan gelen yağmur sularının ve yüzeysel akış sularının depolanması planlanmaktadır. Daha sonra burada depolanan gri su, sarnıçlara entegre edilmiş olan gri su arıtma sistemi ile arıtılarak geri kazanılmaktadır. Arıtılmış ve geri kazanılmış olan suyun, konut ve kentsel kullanımlarda tüketilmesi hedeflenmektedir.

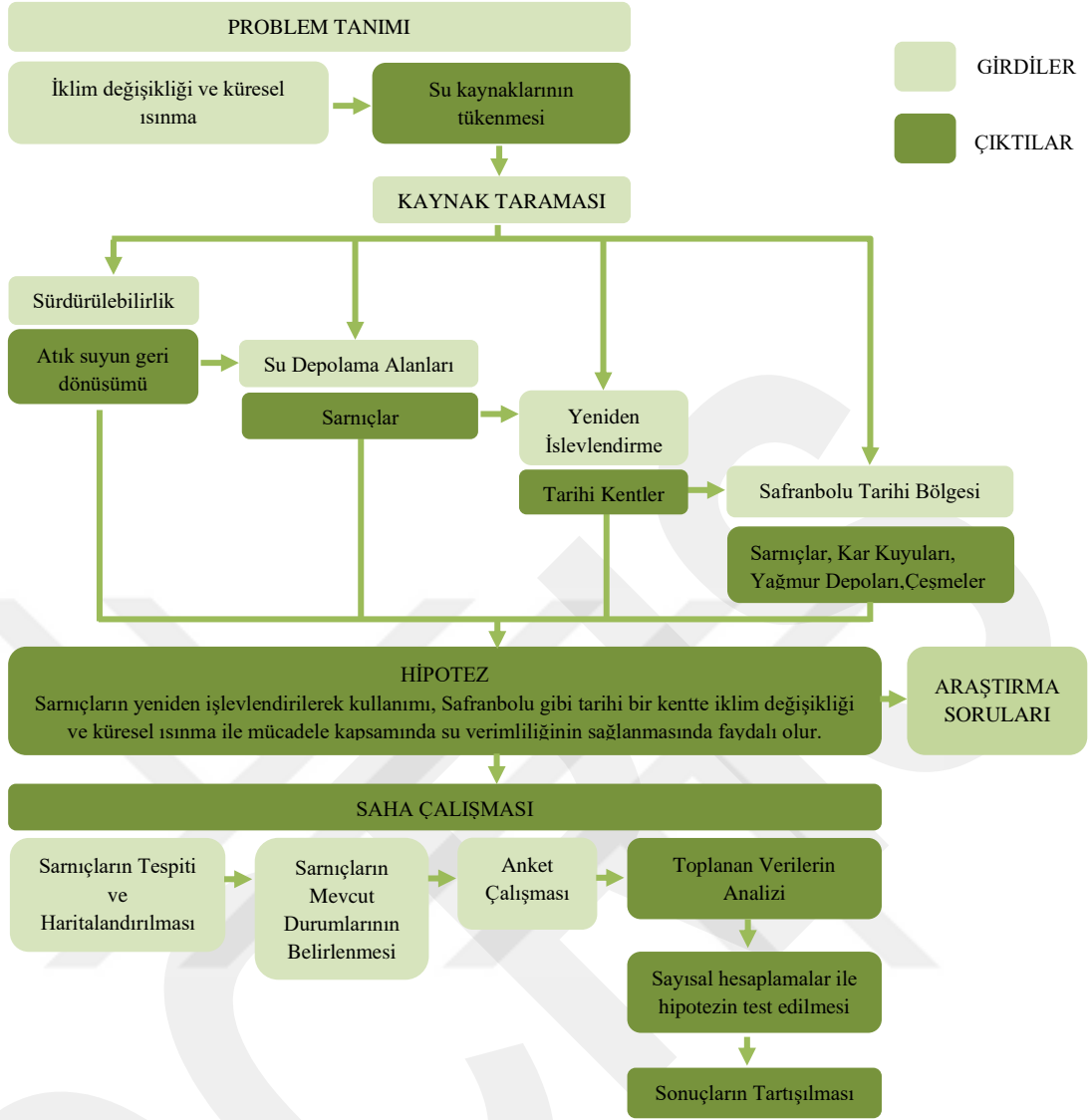
3.1 ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada, ulusal/uluslararası kaynak taraması yapılarak iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisi ile mücadele etme yolları, Safranbolu’da yapılan saha çalışması üzerinden araştırılmaktadır. Bu kapsamda araştırma; kaynak taraması, kaynak taramasına bağlı saptamalar sonucunda saha çalışmasının yapılması, saha çalışmasının çıktılarının değerlendirilmesi ve elde edilen sonuçların sayısal hesaplamalar ile analiz edilmesi olmak üzere 4 adımlı olarak yürütülmektedir.

Dört başlıkta incelenen ilk adımda yapılan kaynak taraması ile ilk olarak iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik kavramı su kaynakları kapsamında detaylı olarak ele alınmaktadır. Daha sonra yapılarda su depolama elemanları ve sarnıçlar incelenmekte olup devamında yeniden işlevlendirme (adaptive reuse) kavramı üzerine kaynak taraması yapılmaktadır. Ayrıca saha çalışması kapsamında incelenmekte olan Safranbolu tarihi bölgesi ile ilgili araştırma da bu bölümde yapılmaktadır.

Kaynak taramalarına bağlı olarak yapılan saptamalar sonucunda sarnıçlar iklim değişikliği ile mücadele kapsamında atık su depolama açısından öne çıkan özellikleri ve kapasiteleri sebebiyle çalışma kapsamında değerlendirilmektedir. Yöntemin ikinci adımında saha çalışması iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, bölgedeki sarnıçlar incelenip niteliklerine göre belgelenmiştir. İkinci aşamada, çalışma alanı içerisinde yer alan yaşam alanlarına ait tüketim verileri uygulanan anket ile toplanmıştır.

Saha çalışması sonucunda, çalışma kapsamında belirlenen bölgedeki yaşam alanlarından toplanan su tüketim verileri hazırlanan tablo ve grafikler ile analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda bölgede yaz ve kış olmak üzere iki farklı mevsimde tüketilen maksimum ve minimum su tüketim miktarları ile tüketilen suların kullanıldığı yaşam alanları detaylıca incelenmiştir. Yöntemin son adımında ise, analizlerden elde edilen sonuçlar ile sarnıçların kullanım kapasiteleri yapılan sayısal hesaplamalar ile kıyaslanmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucunda sarnıçların bölgedeki su tüketiminin ne kadarını karşılayabildiği değerlendirilmektedir. Çalışmada uygulanan yöntemlerin akış şeması Şekil 26’da yer almaktadır.



Şekil 26: Çalışmanın Yöntem Şeması

3.2 SAHA ÇALIŞMASI

Bu çalışmada, Tarihi Safranbolu Kenti ve bu bölgedeki su depolama unsurları hakkında literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda Safranbolu kentinde su kuyuları, çeşmeler, yağmur depoları, kar kuyuları ve sarnıçlar gibi çeşitli su depolama unsurlarının olduğu görülmüştür. Safranbolu şehrinin üç farklı bölgesinde birbirinden farklı su depolama yöntemleri ve elemanları kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında ele alınacak olan sarnıçların, geçmişte Rumların yaşadığı bir semt olan Kıranköy 'deki Rum evlerinde yoğun olarak bulunduğu bilinmektedir. 1921 yılında meydana gelen nüfus mübadelesinden önce Safranbolu'da o dönemki nüfusun üçte birine karşılık gelen 2.749 Rumun yaşadığı bilinmektedir. Safranbolu'da, Kıranköy dışında, Kirkille ile Kayarlı arasında ve Akçasu Çayı'nın sağ

tarafında bulunan bir semtte de Rumların yaşadığı bilinmektedir. 1921'deki nüfus mübadelesi sonrasında Safranbolu'ya gelen Türklere, Rum evleri ve tarlaları dağıtılmıştır (Kuş 2015: 41-54).

Rumların yaşadığı bölgede yoğun olarak bulunduğu bilinen sarnıçlar, sayıları, kapasite büyüklükleri, kullanım durumları ve yaşam alanlarına yakınlıkları sebebiyle dikkat çekmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında, bu çalışmada Safranbolu gibi tarihi bir kentte sarnıçların iklim değişikliği ile mücadele kapsamında su verimliliğinin sağlanmasında faydalı olacağı ile ilgili hipotez ortaya koyulmuştur. Ortaya koyulan hipotezi test etmek amacıyla saha çalışması yapılması planlanmıştır. Saha çalışmasının Safranbolu'nun Kıranköy bölgesini merkez alarak yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Geçmişte Rumların yaşadığı bölge olan Kıranköy bölgesi, milli mücadele sırasında Misak-ı Milli Mahallesi olarak anılmıştır. Daha sonra 1974 yılında Misak-ı Milli Mahallesinin, Atatürk ve İnönü mahalleleri olarak ikiye ayrılması önerisi belediye meclisinde kabul edilmiştir (Kuş 2015: 41-54).

İki aşamada yürütülen saha çalışmasının ilk aşamasında, incelenecek olan bölge yapılan literatür araştırmaları ve bölge yetkilileri ile görüşülerek belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bölgedeki sarnıçların mevcut durumu tespit edilerek niteliklerine göre belgelenmiştir. Saha çalışmasının ikinci aşamasında, sarnıçların yoğun olarak bulunduğu bölgedeki yaşam alanları tespit edilerek bu yaşam alanlarına ait tüketim verileri kullanıcıların beyanları, su faturaları ve uygulanan anket ile toplanmıştır. Anket uygulaması, alınan etik kurul izni sonucunda 2022 yılının mayıs ve aralık ayları içinde yüz yüze görüşülerek yapılmıştır. Yapılan anket çalışmasının soruları tezin ekler kısmında Ek 1'de verilmektedir.

Saha çalışması sonucunda, yaşam alanlarından toplanan su tüketim verileri, mevsimsel şartlara, kişi sayısına ve kullanılan ekipman çeşidine göre detaylıca analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda bölgedeki maksimum ve minimum su tüketim verileri elde edilmiştir. Daha sonra, yapılan sayısal hesaplamalar sonucunda sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımının belirlenen bölge kapsamında yeterliliği değerlendirilmiştir.

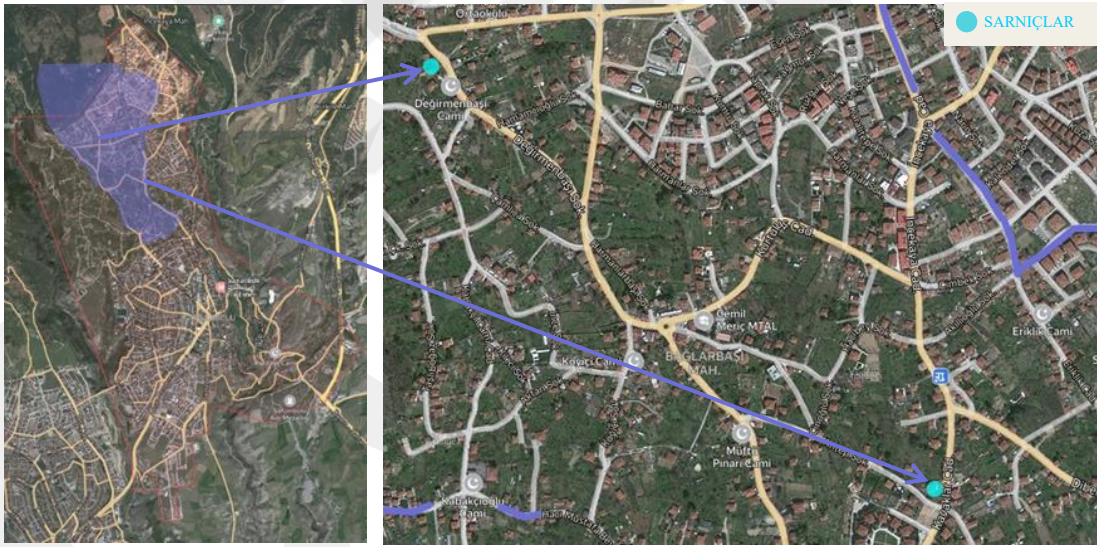
3.2.1 İncelenmiş Olan Bölgenin Belirlenmesi

Kıranköy 'de yoğun olarak bulunduğu keşfedilen sarnıçlar hakkında literatür araştırmasına ek olarak kentin belediye yetkilileri ve çevre esnafı ile konuşularak bilgi edinilmiştir. Elde edilen veriler ışığında Atatürk, Barış ve Bağlarbaşı Mahallerinde

sarnıçların bulunduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen sarnıçlar Şekil 27 ve 28’de ki haritalar üzerinde işaretlenmiştir.

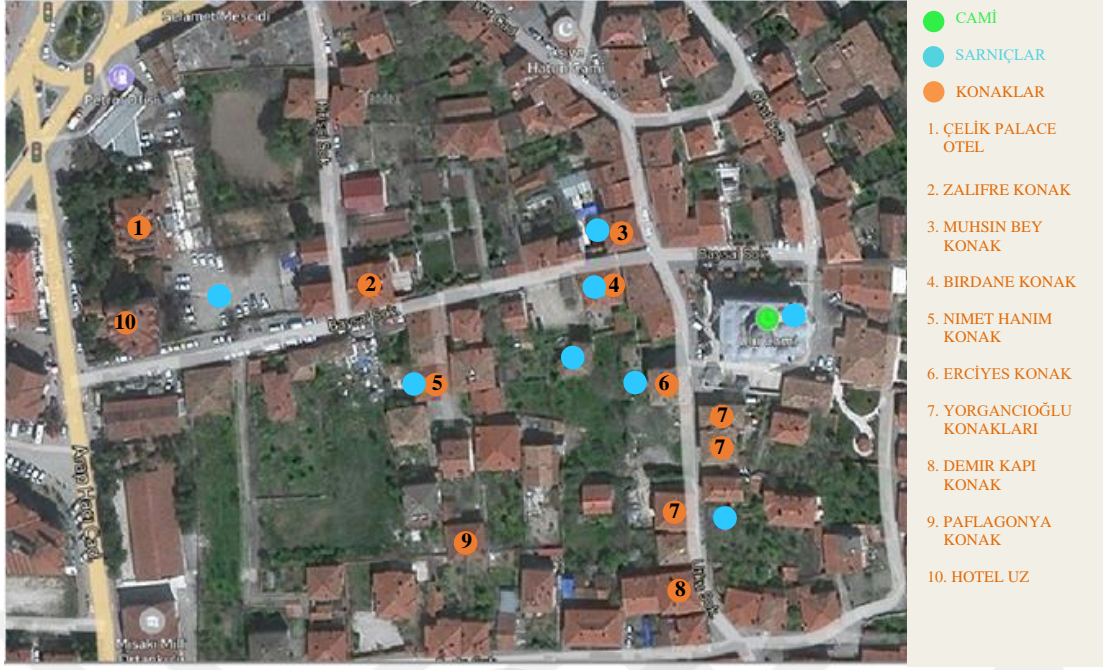


Şekil 27: Safranbolu Haritası (solda) ve Atatürk ve Barış Mahalleleri (sağda)



Şekil 28: Safranbolu Haritası (solda) ve Safranbolu Bağlarbaşı Mahallesi (sağda)

Tespit edilen sarnıçların yoğun olarak Atatürk ve Barış mahallelerinde yer alması sebebiyle bu çalışma kapsamında bu iki mahalle merkez alınarak ulu cami karşısında yer alan utku ve baysal sokaklarının çevrelediği bölgeye odaklanılmaktadır. Ele alınan bölge Şekil 29 'da ki haritada gösterilmektedir.




Şekil 29: Çalışma Alanı Haritası





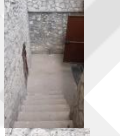
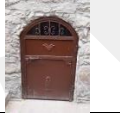




3.2.2 Belirlenen Bölgedeki Sarnıçların Mevcut Durum Tespiti ve Analizi

Literatür araştırması sonrasında belediye yetkililerinden ve çevre sakinlerinden edinilen bilgiler ışığında Kıranköy bölgesinde yer alan sarnıçların önemli bir kısmı ile kuyu ve yağmur deposu gibi çeşitli su depolama alanları yapılan saha çalışması sonucunda tespit edilmiştir. Tespit edilen su depolama alanları Tablo 1’de verildiği gibi kapasitelerine, kullanım durumlarına ve konumlarına göre belgelenmiştir.






Tablo 1: Tespit Edilen Sarnıçların Listesi

	Sarnıç				Sarnıçın Durumu		Yağmur Suyu Deposu
	Sarnıçın Adı	Sarnıçın Konumu	Sarnıçın Kapasitesi	Sarnıçın Fotoğrafi	Kullanılmıyor	Kullanılıyor	
Barış Mahallesi	1.Çelik Palas Otel	Barış Mah. Arap Hacı Sok. No:1	≈ 4 m ³		√		-






Tablo 1'in devamı

Atatürk Mahallesi	2.Muhsin Bey Konağı	Atatürk Mah., Cumhuriyet Cd. No:44 Safranbolu	≈ 15 m ³	  	√		-
Bariş Mahallesi	3.Sarnıçlı Birdane Konak	Bariş Mah., Baysal Sk. No:5, Safranbolu	≈ 15 m ³	  	√		
Bariş Mahallesi	4.Nimet Hanım Konağı	Bariş Mah., Baysal Sokak, No:6 Safranbolu	≈ 6 m ³	  	√		-

Tablo 1'in devamı

Bariş Mahallesi	5.Erciyes Konağı	Bariş, Utku Sk. No:2, Safranbolu (Eski Gülen Konak)	≈ 9 m ³		√		
Bariş Mahallesi	6.Demir Kapı Konak	Bariş Mah., Utku Sk. No:14, Safranbolu	≈ 5 m ³		√		-
Bariş Mahallesi	7.Ulu Cami	Bariş Mah., Cumhuriyet Cd. No:1 Safranbolu	≈ 6 m ³		√		-
Bariş Mahallesi	8.Sobacı Üzeyir'in Bahçesi	Bariş Mah., Baysal Sk. Safranbolu	≈ 7 m ³		√		-

Tablo 1'in devamı

Atatürk Mahallesi	9.Yılanlı Ev	Atatürk Mah., Bağlar Cd. Safranbolu	$\approx 9 \text{ m}^3$	 		√	-
Bağlarbaşı Mahallesi	10.Değirmen Cafe	Bağlarbaşı Mah., Değirmenbaşı Sok. No:61, Safranbolu	$\approx 7 \text{ m}^3$	 		√	-
	11.Paçacıoğlu Evi	Bağlarbaşı Mah., Antep Sk. No:17 Safranbolu	$\approx 9 \text{ m}^3$			√	-

Safranbolu'da daha fazla sarnıcın olabileceği öngörülmekle birlikte bu çalışma kapsamında yapılan araştırma sonucunda sadece 11 adet sarnıç bulunabilmiştir. Sarnıçlardan 7 tanesinin Barış Mahallesinde, 2 tanesinin Atatürk Mahallesinde, 1'er tanesinin Hacı Halil ve Bağlarbaşı Mahallelerinde olduğu tespit edilmiştir. Saha çalışmasının birinci aşamasında tespit edilen Çelik Palasta, Demir Kapı Konakta, Ulu Camide, Sobacı Üzeyir'in Bahçesinde ve Değirmen Kafede bulunan sarnıçların üstünün kapatılmış olduğu, Muhsin Bey Konağında, Sarnıçlı Birdane Konakta, Nimet Hanım Konağında, Erciyes Konağında, Yılanlı Evin Bahçesinde ve Paçacıoğlu Konağında yer alan sarnıçların ise hala kullanılabilir durumda olduğu görülmüştür. Sarnıçlardan 6 tanesinde az miktarda suyun varlığına rastlanmıştır. Yılanlı Ev'de

bulunan sarnıç dışında hiçbir sarnıcın günümüzde kullanılmadığı görülmüştür. Yılanlı ev, Değirmen Kafe ve Paçacıoğlu Konağında bulunan sarnıçlar çalışma alanı olarak belirlenen bölge içinde yer almadığından bu çalışma kapsamına dâhil edilmemiş olup bilgi amaçlı tabloya eklenmiştir. Sarnıç kapasitelerinin yaklaşık olarak 4 m³ ile 15 m³ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ayrıca Sarnıçlı Birdane Konak ve Erciyes Konakta yağmur suyu depolarının olduğu görülmüştür. Sarnıçlı Birdane Konaktaki yağmur suyu deposunun yaklaşık 3m³, Erciyes Konaktaki yağmur suyu deposunun ise 6m³ olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise çalışma alanı olarak belirlenen bölgede yer alan yaşam alanlarının su tüketim verileri tespit edilmiştir. Su tüketim verileri hazırlanan anket çalışması ile elde edilmiştir.

3.2.3 Belirlenen Bölgedeki Kullanıcıların Su Tüketim Verilerinin Saptanması ve Analizi

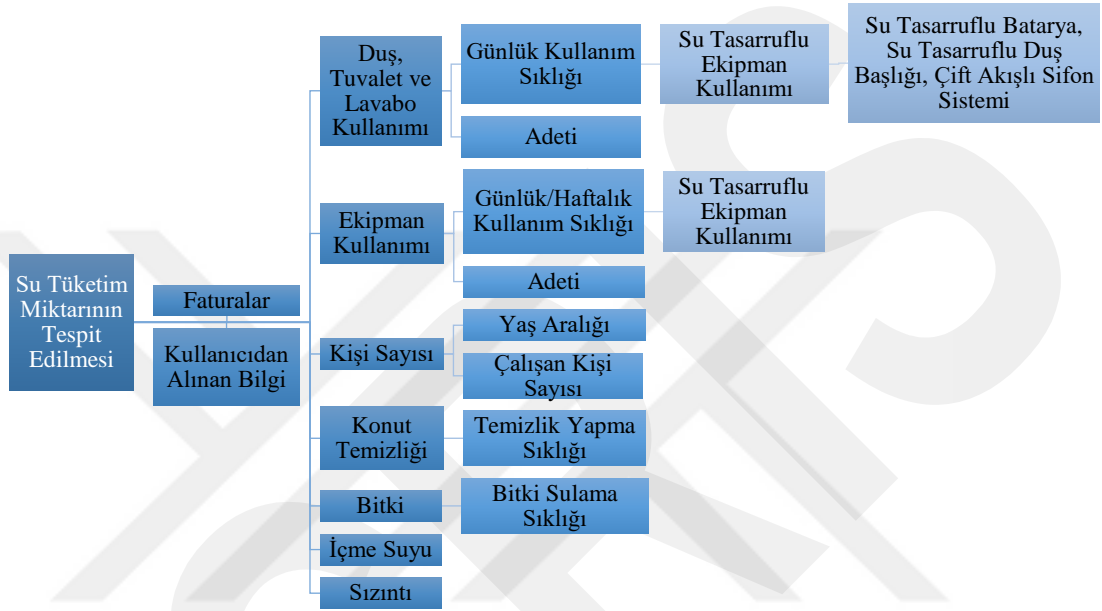
Atatürk ve Barış Mahalleleri merkez alınarak sarnıçların yoğun olarak bulunduğu Utku ve Baysal Sokak çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Saha çalışmasının ilk aşamasında sarnıçlar tespit edilip belgelenmiştir. Saha çalışmasının ikinci aşamasında ise belirlenen bölgedeki yaşam alanlarının yıllık su tüketim verileri kullanıcıların beyanları, su faturaları ya da uygulanan anket çalışması ile tespit edilmiştir.

3.2.3.1 Anket Çalışması Uygulama Protokolü

Anket çalışması, etik kurul izni alınarak 2022 yılının Mayıs ve Aralık ayları arasında yüz yüze görüşülerek uygulanmıştır. Yapılan anket çalışmasının soruları tezin ekler kısmında Ek 1’de verilmektedir. Bölgede konut ve konak olmak üzere iki farklı fonksiyona sahip yapı türleri olduğundan iki çeşit anket hazırlanmıştır. Konutlar; kişilerin ev olarak kullandığı mekânlardır. Konaklar ise eskiden konut olarak kullanılan fakat günümüzde ticari faaliyet ile otel ya da pansiyon olarak kullanılan yerlerdir. Anketlerde genel olarak kullanıcıların yaşam alanlarında suyu nerelerde ne sıklıkla ve ne kadar süreyle tükettikleri sorgulanmıştır. Anket’ te tüketicilerin olgusal ve davranışsal birtakım sorulara çoktan seçmeli olarak cevap vermeleri beklenmiştir. Ayrıca kullanıcılardan, tüketimlerine ait fatura dokümanları talep edilerek faturalarda yazan tüketim miktarları ile anket sorularına verilen cevaplar karşılaştırılmıştır. Anket sonuçlarından elde edilen veriler çeşitli tablo ve grafikler ile analiz edilmiştir. Yapılan

analizler ışığında bölgedeki konut ve konakların su ihtiyaçları belirlenerek bölgede yer alan sarnıçlar ile su ihtiyaçlarının ne kadarının giderilebileceği değerlendirilmektedir.

Kullanıcıların su tüketim alışkanlıkları ve miktarları hazırlanan anket soruları aracılığıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Şekil 30'da hazırlanan anketin kapsamı ayrıntılı olarak sunulmaktadır.



Şekil 30: Anket Çalışmasının Kapsamı

Anket çalışmasının yapıldığı ticari konaklar ve konutlar Şekil 31'de yer alan haritada gösterilmektedir.



Şekil 31: Anket Yapılan Konak ve Konutlar

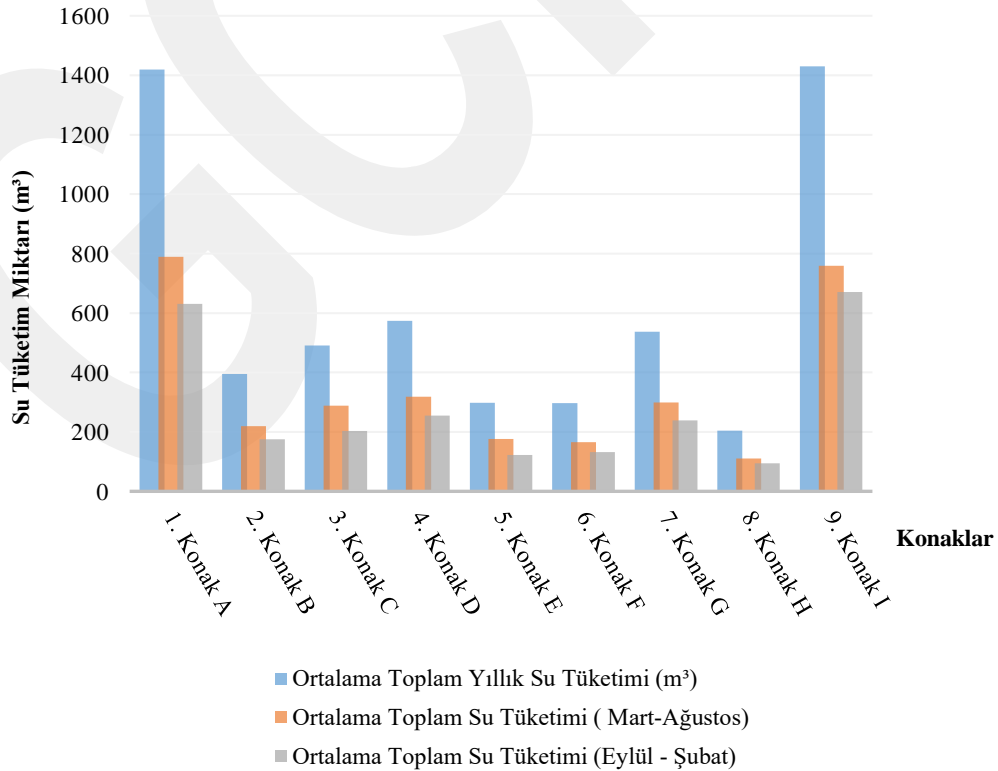
Atatürk ve Barış Mahalleleri merkez alınarak Utku ve Baysal Sokak ile çerçevelenen çalışma alanında toplamda 8 adet sarnıç bulunmaktadır. Bu sarnıçlar haritada mavi ile işaretlenmiştir. Çalışma alanında bulunan 12 konağa ve 13 konuta anket uygulanmıştır. Anketin uygulandığı konaklar turuncu ile konutlar ise kırmızı ile işaretlenmiştir.

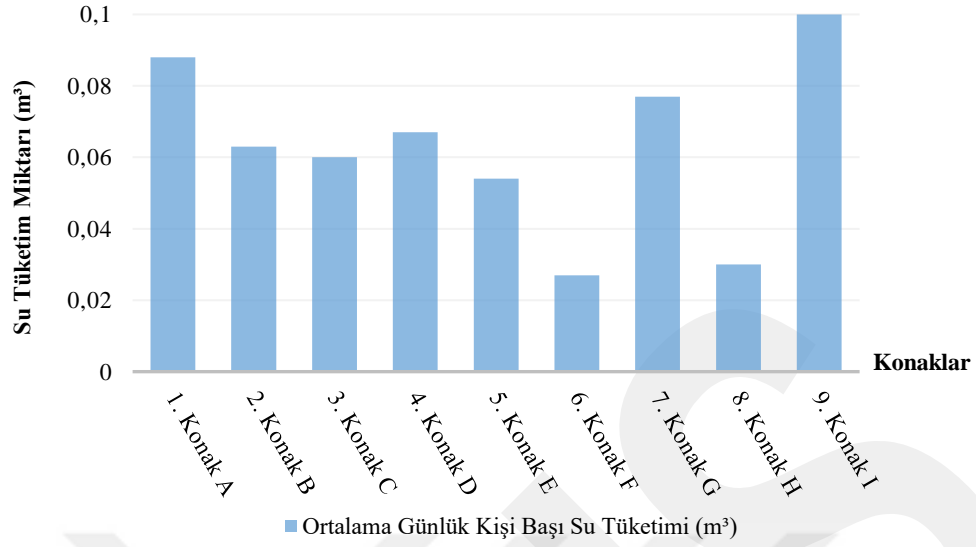
3.2.3.2 Anket Çalışması Sonuçlarının Analizi

Bu çalışma kapsamında ele alınan konakların, günlük, aylık ve yıllık su tüketimleri talep edilen su faturaları doğrultusunda, konutların su tüketimleri ise yıllık su faturası dokümanlarına ulaşamadığı noktada kullanıcı beyanları ve anket çalışması doğrultusunda belirlenerek Tablo 2,3 ve 4'te ayrıntılı olarak verilmiştir. Bahsedilen tablolarda yer alan tüketim bilgileri 2022 yılına aittir. Ek olarak, konakların ve konutların mevsimsel su tüketimleri de verilmektedir. Elde edilen su faturaları ve kullanıcı beyanları doğrultusunda su faturalarının iki ayda bir gelmesi sebebiyle mevsimsel su tüketimi Mart-Ağustos ayları ile Eylül- Şubat ayları arasındaki dönem olmak üzere 2 ayrı başlıkta incelenmiştir. Tablo 2, 3 ve 4'de yer alan tüketim değerlerine ait grafiksel anlatımlar ise Şekil 32, 33, 34, 35 ve 36 'da verilmektedir.

Tablo 2: Konakların Yıllık Su Tüketim Miktarları

Konaklar	Ortalama Toplam Yıllık Su Tüketimi (m ³)	Ortalama Toplam Su Tüketimi (Mart-Ağustos)	Ortalama Toplam Su Tüketimi (Eylül - Şubat)	Ortalama Toplam Günlük Su Tüketimi (m ³)	Ortalama Günlük Kişi Başı Su Tüketimi (m ³)
1. Konak A	1419,22	789	630,22	3,88	0,088
2. Konak B	394,93	219,54	175,39	1,08	0,063
3. Konak C	491,00	288	203	1,34	0,06
4. Konak D	573,38	318,74	255	1,56	0,067
5. Konak E	298,00	176	122	0,81	0,054
6. Konak F	296,85	165,02	131,83	0,81	0,027
7. Konak G	537,53	299	239	1,47	0,077
8. Konak H	204,00	110	94	0,55	0,03
9. Konak I	1430,00	759	671	3,91	0,1
Konakların Toplam Su Tüketimi	5644,91	3124,05	2520,79	15,41	0,57

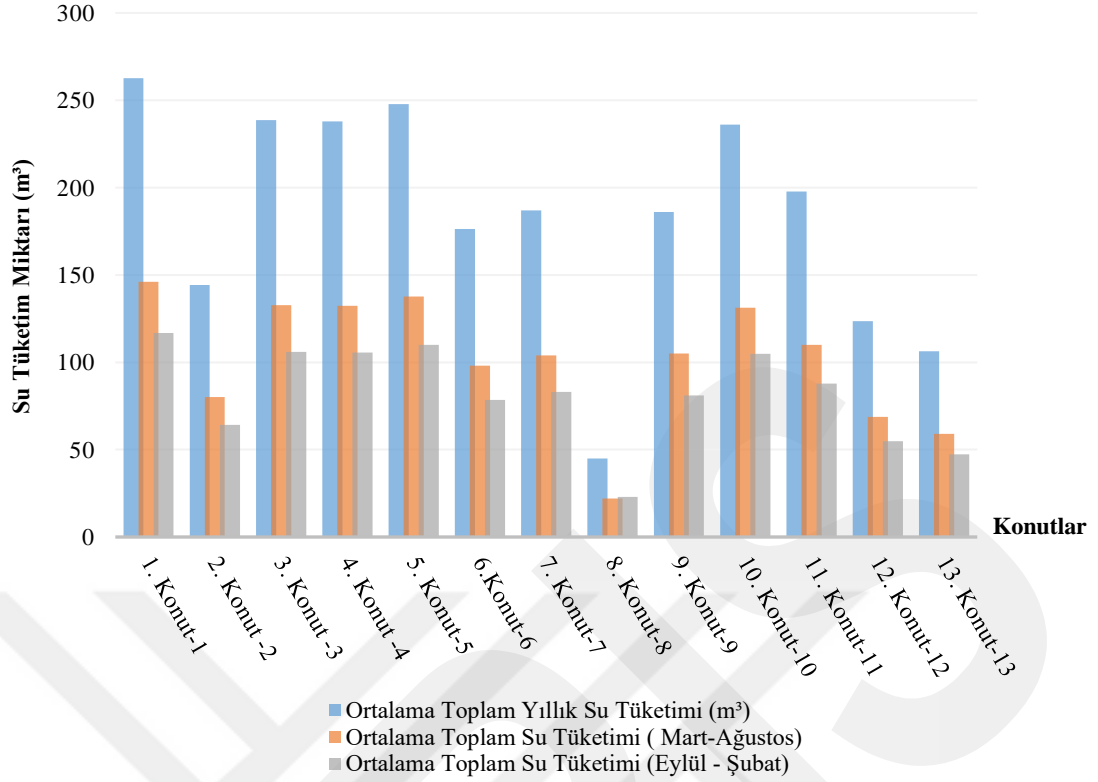
**Şekil 32: Konakların Yıllık ve Mevsimsel Su Tüketim Miktarları**



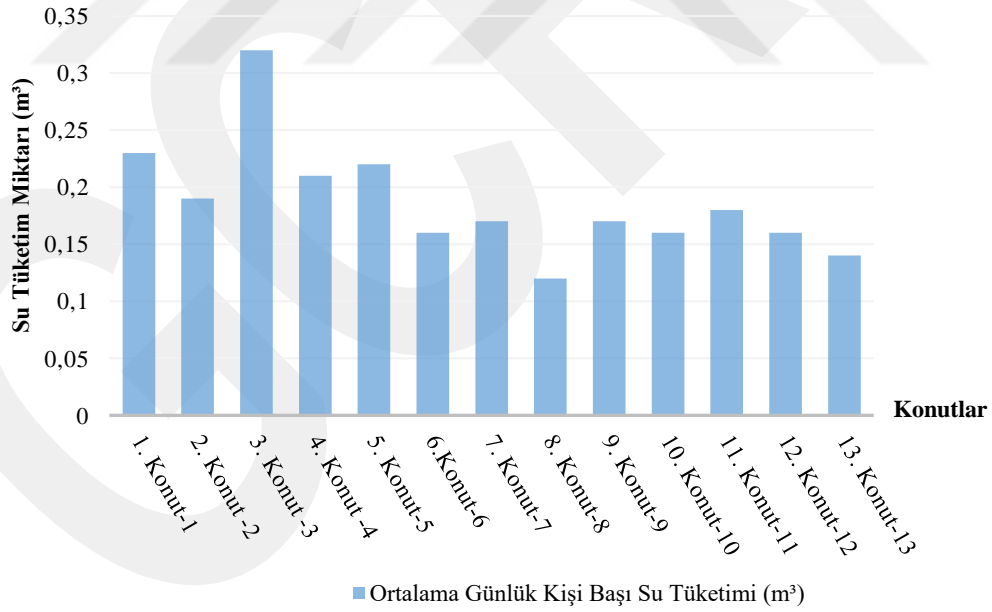
Şekil 33: Konakların Kişi Başı Su Tüketim Miktarları

Tablo 3: Konutların Yıllık Su Tüketim Miktarları

Konutlar	Ortalama Toplam Yıllık Su Tüketimi (m³)	Ortalama Toplam Su Tüketimi (Mart- Ağustos)	Ortalama Toplam Su Tüketimi (Eylül - Şubat)	Ortalama Toplam Günlük Su Tüketimi (m³)	Ortalama Günlük Kişi Başı Su Tüketimi (m³)
1. Konut-1	262,71	146,04	116,7	0,71	0,23
2. Konut -2	144,32	80,22	64,1	0,39	0,19
3. Konut -3	238,76	132,72	106,0	0,65	0,32
4. Konut -4	238	132,3	105,7	0,65	0,21
5. Konut-5	247,84	137,77	110,1	0,67	0,22
6. Konut-6	176,41	98,06	78,4	0,48	0,16
7. Konut-7	186,9	103,89	83,0	0,51	0,17
8. Konut-8	45	22	23	0,12	0,12
9. Konut-9	186	105	81	0,5	0,17
10. Konut-10	236,1	131,24	104,9	0,64	0,16
11. Konut-11	197,75	109,92	87,8	0,54	0,18
12. Konut-12	123,61	68,71	54,9	0,33	0,16
13. Konut-13	106,39	59,14	47,3	0,29	0,14
Konutların Toplam Su Tüketimi	2389,79	1327,01	1062,78	6,48	2,43



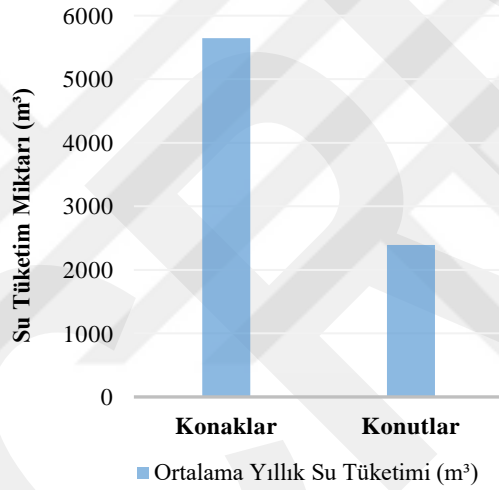
Şekil 34: Konutların Yıllık ve Mevsimsel Su Tüketim Miktarları



Şekil 35: Konutların Kişi Başı Su Tüketim Miktarları

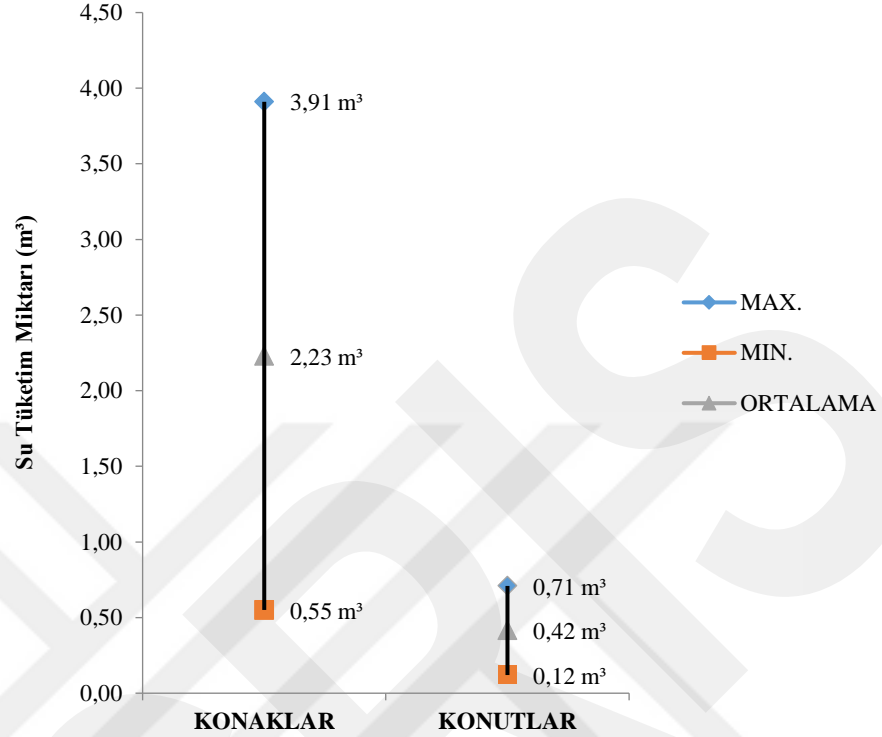
Tablo 4: Konakların ve Konutların Toplam Yıllık Su Tüketim Miktarları

Konaklar ve Konutlar	Ortalama Toplam Yıllık Su Tüketimi (m ³)	Ortalama Toplam Su Tüketimi (Mart- Ağustos)	Ortalama Toplam Su Tüketimi (Eylül - Şubat)	Ortalama Toplam Günlük Su Tüketimi (m ³)	Ortalama Günlük Kişi Başı Su Tüketimi (m ³)
Konakların Toplam Su Tüketimi	5644,91	3124,05	2520,79	15,41	0,57
Konutların Toplam Su Tüketimi	2389,79	1327,01	1062,78	6,48	2,43
Toplam Su Tüketimi	8034,70	4451,06	3583,57	21,89	3,00

**Şekil 36:** Konakların ve Konutların Toplam Yıllık Su Tüketim Miktarları

Çalışma alanında ele alınan konakların ve konutların bir yıl boyunca toplam su tüketimleri 8034,70 m³, toplam günlük su tüketimleri ise 21,89 m³ olarak hesaplanmıştır. Otel olarak işletilen konakların günlük su tüketiminin en çok 3,91 m³, en az 0,55 m³ olduğu görülmüştür. Konutların ise günlük su tüketim verileri en çok 0,71 m³, en az 0,12 m³ olarak saptanmıştır. Elde edilen maksimum ve minimum su tüketim değerlerinin ortalaması alınarak konaklar ve konutlar için ayrı ayrı ortalama günlük tüketim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama günlük su tüketim değerleri konaklar için 2,23 m³ iken konutlar için ise 0,42 m³'tür. Konakların, Mart – Ağustos ayları arasında ortalama günlük tüketim miktarları 1,87 m³ Eylül – Şubat ayları arasındaki dönemde ise 1,54 m³'tür. Konutların, ise Mart – Ağustos ayları arasında ortalama günlük tüketim miktarları 0,55 m³ Eylül – Şubat ayları arasındaki

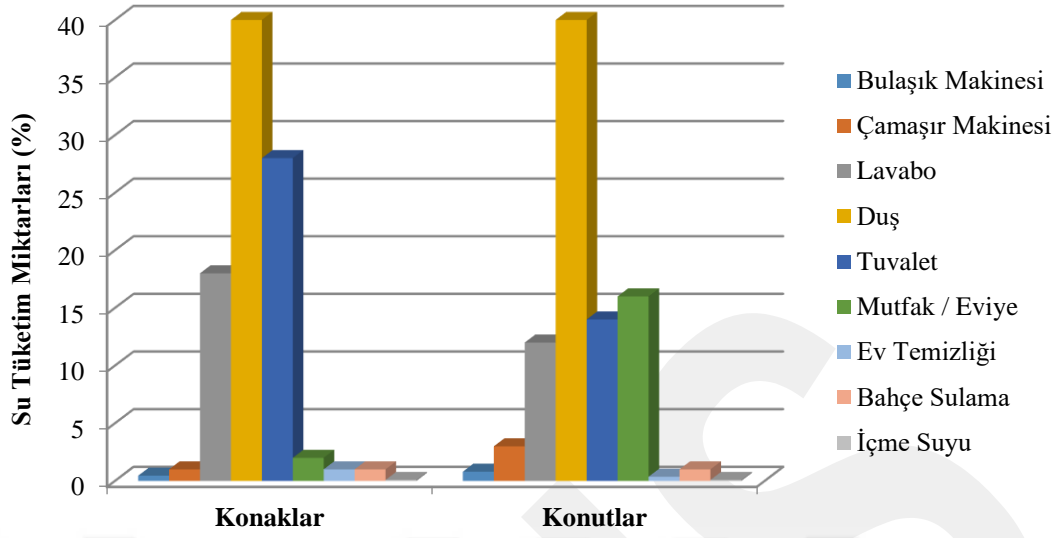
dönemde ise $0,54 \text{ m}^3$ 'tür. Elde edilen günlük maksimum, minimum ve ortalama su tüketim değerleri Şekil 37'de verilmektedir.



Şekil 37: Tüketilen Maksimum ve Minimum Su Miktarı

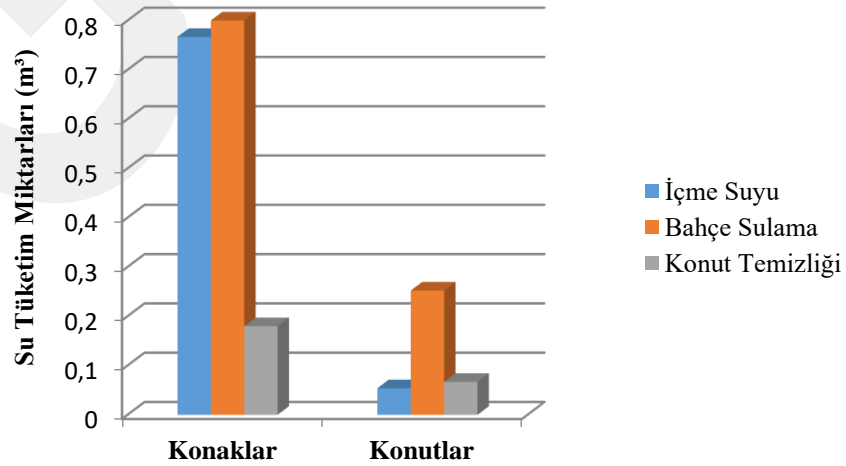
Şekil 37'de verilen ortalama günlük tüketim miktarları temel alındığında çalışma alanında yer alan 12 konağın her biri günde $2,23 \text{ m}^3$ su tüketirken 13 konutun her biri günde $0,42 \text{ m}^3$ su tüketmektedir. Dolayısıyla bu hesaplama göre günde ortalama $32,22 \text{ m}^3$ su tüketilmektedir.

Yıllık ve günlük su tüketim miktarları, saha çalışması kapsamında elde edilen su faturaları ve hazırlanan anket soruları aracılığıyla kullanıcıların su tüketim alışkanlıkları sorgulanarak saptanmıştır. Anket çalışmasında, kullanıcıların suyu hangi mekânlarda ne sıklıkla ve ne kadar süreyle tükettiği sorgulanmıştır. Anket çalışmasının uygulandığı 12 konak ve 13 konutta su tüketim verileri her mekân kullanımı için ayrı ayrı tespit edilmiştir. Anket yapılan tüm konaklarda ve konutlarda her bir mekân için elde edilen su tüketim verilerinin ortalaması alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, yaşam alanlarında, suyun mekânsal kullanımı yüzdelik dilim üzerinden ifade edilmiştir. Elde edilen su tüketim verilerinin mekânsal analizi Şekil 38'de verilmiştir.



Şekil 38: Konaklarda ve Konutlarda Tüketilen Suyun Mekânsal Analizi

Şekil 38’de verilen suyun mekânsal kullanım analizinde, konaklarda ve konutlarda en çok su tüketiminin duş kullanımı sebebiyle gerçekleştiği görülmektedir. Konaklarda duş kullanımından sonra suyun en çok tüketildiği mekânların sırasıyla tuvalet ve lavabo olduğu tespit edilmiştir. Konutlarda ise duş kullanımından sonra su en çok sırasıyla mutfak, tuvalet ve lavabo alanlarında tüketilmektedir. Konaklarda ve konutlarda suyun en az bahçe sulama, ev temizliği ve içme suyu alımı amacıyla tüketildiği saptanmıştır. Şekil 39’da konakların ve konutların ortalama yıllık bahçe sulaması, ev temizliği ve dışarıdan içme suyu alımına harcadığı su miktarları yer almaktadır.

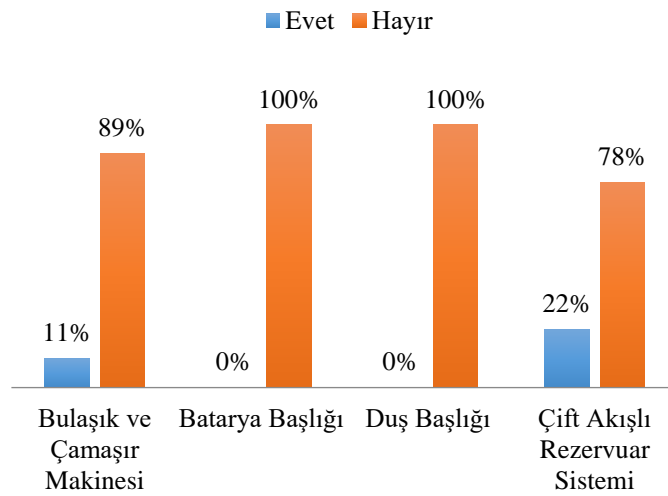


Şekil 39: Konaklarda ve Konutlarda içme suyu, bahçe sulama ve konut temizliği amacıyla ortalama yıllık tüketilen su miktarı

Ek olarak ankette kullanıcılara yaşam alanlarında yer alan ekipmanların su tasarruflu olup olmadığı ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Bu sorulara evet ya da hayır şeklinde cevap vermeleri beklenmiştir. Elde edilen cevaplar Tablo 5 ve Tablo 6’da yer almaktadır. Verilen cevaplar sonucunda yaşam alanlarında kullanılan ekipmanların su tasarruflu olan versiyonlarının kullanımı yüzdelik değer üzerinden analiz edilerek Şekil 40’ta ve Şekil 41’de verilmektedir.

Tablo 5: Konakların Su Tasarruflu Ekipman Kullanımı

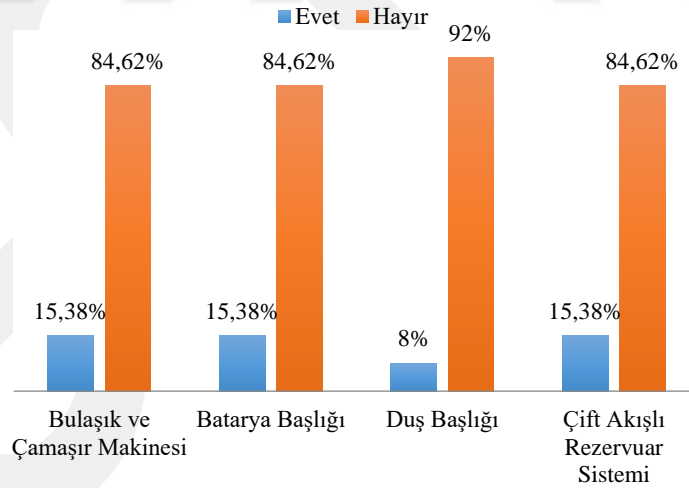
Konaklar	Su Tasarruflu Ekipman Kullanımı			
	Bulaşık ve Çamaşır Makinesi	Batarya Başlığı	Duş Başlığı	Çift Akışlı Rezervuar Sistemi
1. Konak A	Evet	Hayır	Hayır	Evet
2. Konak B	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
3. Konak C	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
4. Konak D	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
5. Konak E	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
6. Konak F	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
7. Konak G	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
8. Konak H	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
9. Konak I	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Evet %	%11	0	0	%22
Hayır %	%89	%100	%100	%78



Şekil 40: Konaklarda Su Tasarruflu Ekipman Kullanım Yüzdesi

Tablo 6: Konutların Su Tasarruflu Ekipman Kullanımı
Su Tasarruflu Ekipman Kullanımı

Konutlar	Bulaşık ve Çamaşır Makinesi	Batarya Başlığı	Duş Başlığı	Çift Akışlı Rezervuar Sistemi
1.Konut-1	Evet	Evet	Evet	Evet
2. Konut-2	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
3. Konut-3	Hayır	Evet	Hayır	Hayır
4. Konut-4	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
5. Konut-5	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
6.Konut-6	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
7. Konut-7	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
8. Konut-8	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
9. Konut-9	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
10-Konut-10	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
11-Konut-11	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
12-Konut-12	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
13-Konut-13	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Evet %	%15,38	%15,38	%7,7	%15,38
Hayır %	%84,62	%84,62	%92,3	%84,62

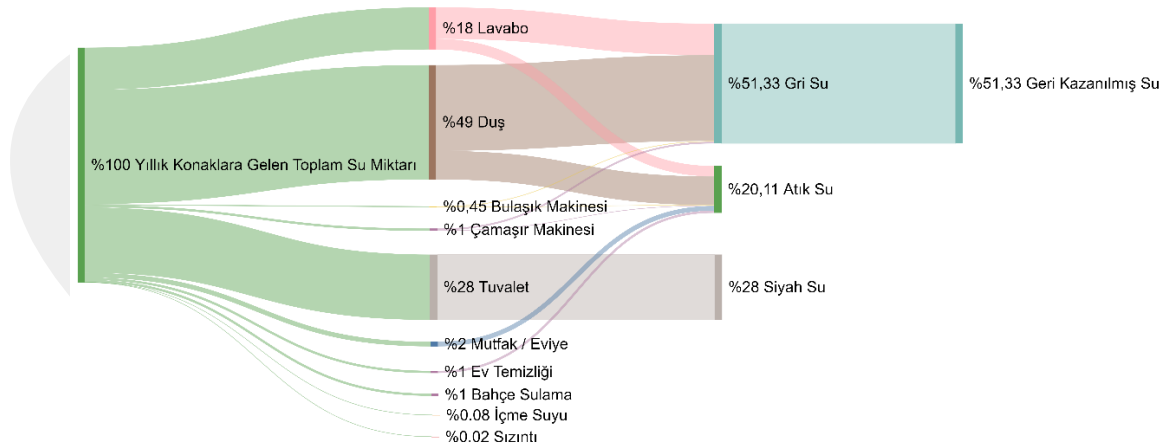


Şekil 41: Konaklarda Su Tasarruflu Ekipman Kullanım Yüzdesi

Anket sorularına verilen cevaplar sonucunda hazırlanan Şekil 40 ve 41'e göre konaklarda su tasarruflu bulaşık makinesi kullanımı %11 iken konutlarda %15,38'dir. Konaklarda su tasarruflu batarya ve duş başlığı tercih edilmezken konutlarda su tasarruflu batarya başlığı kullanımı %15,38, su tasarruflu duş başlığı kullanımı ise %7,7'dir. Konaklarda çift akışlı rezervuar sistemi kullanımı %22 iken konutlarda

%15,38'dir. Yapılan analiz sonucunda incelenen konaklarda ve konutlarda su tasarruflu ekipman kullanımının az olduğu görülmektedir.

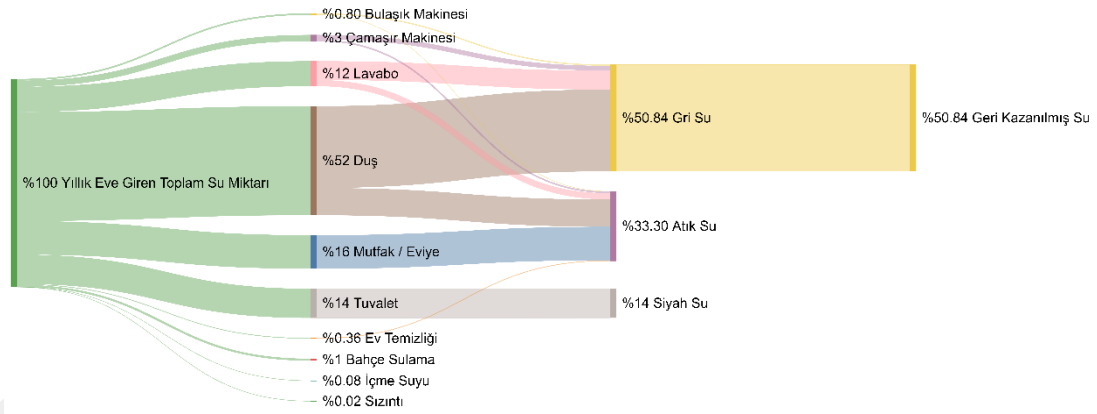
Bu çalışma kapsamında ele alınan yaşam alanlarında bir yıl içinde tüketilen evsel atık suyun bölgede yer alan sarnıçlarda toplanıp depolanması ve daha sonra sarnıçların içinde bulunan atık su arıtma sistemleri ile arıtılarak geri kazanılması öngörülmektedir. Yaşam alanlarında tüketilerek atık haline gelen su, özelliklerine göre gri su ve siyah su olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gri su, lavabo, duş, çamaşır ve bulaşık makinesi gibi tuvalet haricindeki kaynaklardan gelen evsel atık suyudur. Kirlenici özelliği az, organik madde içeriği oldukça zengindir. Siyah su ise tuvalet kullanımı sonucu oluşan evsel atık suyudur. Kirlenici özelliği yüksektir. Gri sular, evsel atık suyun yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır. Gri sular, gerekli arıtım aşamalarından geçtikten sonra bahçe sulama, tuvalet rezervuarlarını doldurma gibi birçok amaçla yeniden kullanılabilir. Gri suyu arıtma yöntemi, içeriğindeki kirlenici maddelerin miktarlarına ve niteliklerine göre değişkenlik göstermektedir (Kütük ve Yüceer 2020: 133-142). Konakların ve konutların tüketimi sonucunda elde edilen atık su miktarı ve sarnıçlardaki arıtma sistemleri ile arıtılarak geri kazanılan su miktarı hesaplanmış olup Şekil 42'de ve Şekil 43'te verilen Sankey diyagramları üzerinden yüzdelik değer olarak ayrı ayrı gösterilmektedir.



Şekil 42: Konakların Su Tüketimi ile Geri Kazanılabilir Su Miktarını Gösteren Sankey Diyagramı

Sankey diyagramlarında belirtilen girdiler ve çıktılar, çalışma alanında yer alan konakların ve konutların gerçek su sayacı okumalarından ve günlük yaşam kullanım modellerine bağlı olarak kullanıcılardan toplanan bilgilerden elde edilmiştir.

Diyagramlardaki %100 yıllık su tüketim miktarları Tablo 4’te hesaplananan yıllık tüketim değerleridir. Şekil 42’deki %100 yıllık su tüketim miktarı 5644,91m³e karşılık gelmektedir. Bu tüketiminin, yaklaşık %49’u duş, %18’i lavabo, %0,45’i bulaşık makinesi ve %1’i çamaşır makinesi oluşturmaktadır. Bu alanlarda tüketilen suyun yaklaşık %75’ini oluşturan gri su, sarnıçlardaki arıtma sistemleri tarafından arıtılarak geri kazanılabilmektedir. Bahsedilen alanlarda tüketilen suyun %25’lik kısmı ise siyah su olarak dışarı atılmaktadır. Yani %49 duş suyu + %18 lavabo suyu + %1 çamaşır makinesi + %0,45 bulaşık makinesinin %75’i geri kazanılmış sudur. Böylece $(49+18+1+0,45) \times 0,75 = \%51,33$ gri su geri kazanılmaktadır. Toplamda %25 kayıp ile 2897,94 m³ su geri kazanılmıştır. Tuvalet ve mutfak atığı içeren su ile ev temizliği için kullanılan temizlik maddeleri içeren 2715,88 m³ su atık su olarak dışarı atılmıştır.



Şekil 43: Konutların Su Tüketimi ile Geri Kazanılabilir Su Miktarını Gösteren Sankey Diyagramı

Şekil 43’teki %100 yıllık su tüketimi 2389,79 m³e karşılık gelmektedir. Bu tüketimin yaklaşık %52’si duş, %12’si lavabo, %0,80’i bulaşık makinesi ve %3’ü çamaşır makinesi oluşturmaktadır. Bu alanlarda tüketilen suyun yaklaşık %75’ini oluşturan gri su, sarnıçlardaki arıtma sistemleri tarafından arıtılarak geri kazanılabilmektedir. Bahsedilen alanlarda tüketilen suyun %25’lik kısmı ise siyah su olarak dışarı atılmaktadır. Yani %52 duş suyu + %12 lavabo suyu + %3 çamaşır makinesi + %0,80 bulaşık makinesinin %75’i geri kazanılmış sudur. Böylece $(52+12+3+0,80) \times 0,75 = \%50,84$ gri su geri kazanılmaktadır. Toplamda %25 kayıp ile 1215,17 m³ su geri kazanılmıştır. Tuvalet ve mutfak atığı içeren su ile ev temizliği için kullanılan temizlik maddeleri içeren 1130,58 m³ su atık su olarak dışarı atılmıştır.

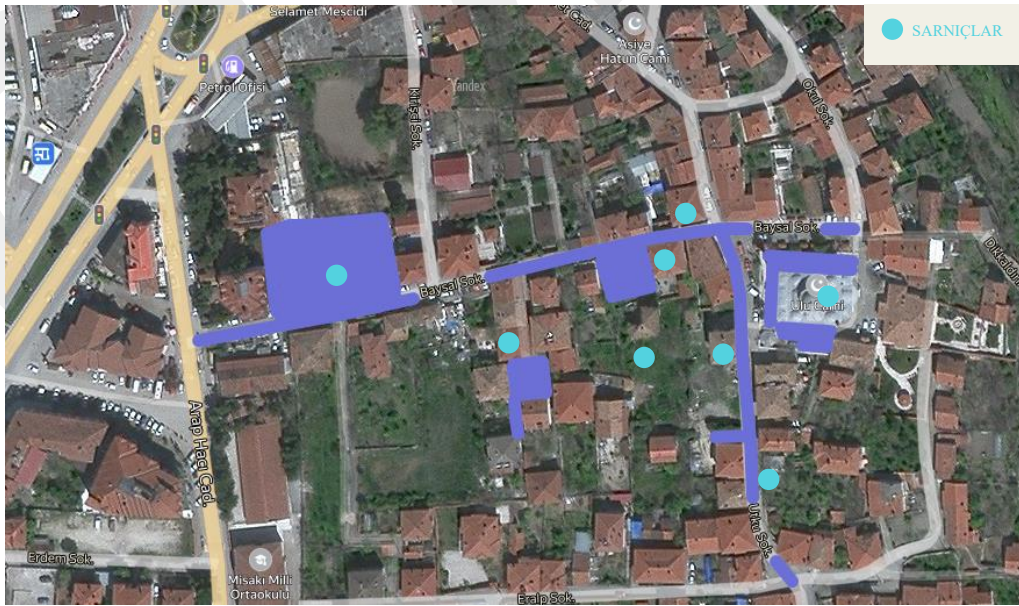
Günümüzde evsel su tüketimi sonucu oluşan gri suya ek olarak yağmur suyu da başka bir alternatif su kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Çatıdan oluklar aracılığıyla toplanan yağmur suyu depolanıp filtrelenerek yapı içinde ve dışında tekrar kullanılabilir. Bu çalışmada sarnıç kapasitelerinin fazla olması sebebiyle yapılardaki yaşam alanlarından gelen atık sulara ek olarak yağmur suyu hasadından gelen atık suları ile yüzeysel akış sularının da sarnıçlarda depolanarak arıtılması öngörülmektedir. Evsel su tüketimi sonucunda oluşan atık sularda olduğu gibi yağmur suları ve yüzeysel akış suları da arıtılıp geri kazanılarak evsel ve kentsel kullanıma uygun hale getirilebilmektedir. Yağmur suyu toplama ve arıtma sistemi; toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, filtreler, pompa, depolama alanı (sarnıç) ve dağıtıcı sistemlerden oluşmaktadır.

Yağmur suyu ile yüzeysel akış suları çatı oluklarından ve yüzeysel su akışının olduğu geçirimsiz yüzeylerden taşıma boruları yardımıyla toplanarak sarnıçlara getirilir. Yağmur ve yüzeysel akış suyunun kumdan filtre ile süzülmesi gerekmektedir. Bu amaçla silis kumu kullanılmaktadır. Alt katmanda 1/3'lük kısmı çakıl üst katmanda ince kumla oluşturulmuş yaklaşık olarak 1m yüksekliğinde bir kum filtresi iyi sonuç vermektedir. Ancak kum filtresi sarnıç içine yapıldığında fazla hacim kaplamasında dolayı kumu geliş borusu veya su alma borusu etrafına koymak, zamanla kirlenen kumları değiştirmek alternatif bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Çakıl ve ince kumdan yapılan 1,40 m yükseklikteki filtreleme sistemi suda bulunan asılı kirlerle yüzücü maddeleri süzmekte ve depolama alanına temizlenmiş suyun geçmesini sağlamaktadır (Tanık 2017). Yağmur ve yüzeysel akış sularını arıtabilmek için ilk olarak kum ve çakıl filtrasyon sisteminin kullanılması atık su geri kazanım sisteminin maliyetini ekstra arttırmaktadır.

Yağmur suyu hasadından gelen atık suyu hesaplayabilmek için ilk olarak Karabük ilinin yıllık ortalama yağış miktarı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nin verilerine göre elde edilmiştir. Bu verilere göre Karabük'ün yıllık ortalama yağış miktarı 487,5 mm olarak belirlenmiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2022). Daha sonra bu çalışma kapsamında dahil edilen yapıların çatı alanları hesaplanmıştır. Yüzeylerdeki emilme sebebiyle yağmur suyu %100 kapasiteyle toplanamamaktadır. Çatıların eğimi, iniş borularında ne kadar su toplandığını etkilediğinden dolayı yaklaşık %25'lik bir kayıp varsayılmıştır. Tüm bunlar sonucunda çatıdan olası toplam yağmur suyu miktarı; “*Yapının Çatı Alanı x 487,5 x 0,75 = litre/yıl*” formülü ile hesaplanabilmektedir.

Buna göre; toplamda 12 konak ve 13 konut olmak üzere 25 yapının her birinin çatı alanı hesaplandı. Yukarıdaki formül yardımıyla her bir yapının çatısından toplanabilecek yağmur suyu miktarı hesaplandı. Toplamda, çalışmaya dâhil edilen tüm yapılardan toplanabilecek olası yağmur suyu miktarı 1217257,03 litre/yıl (1217,257 m³) olarak belirlenmiştir.

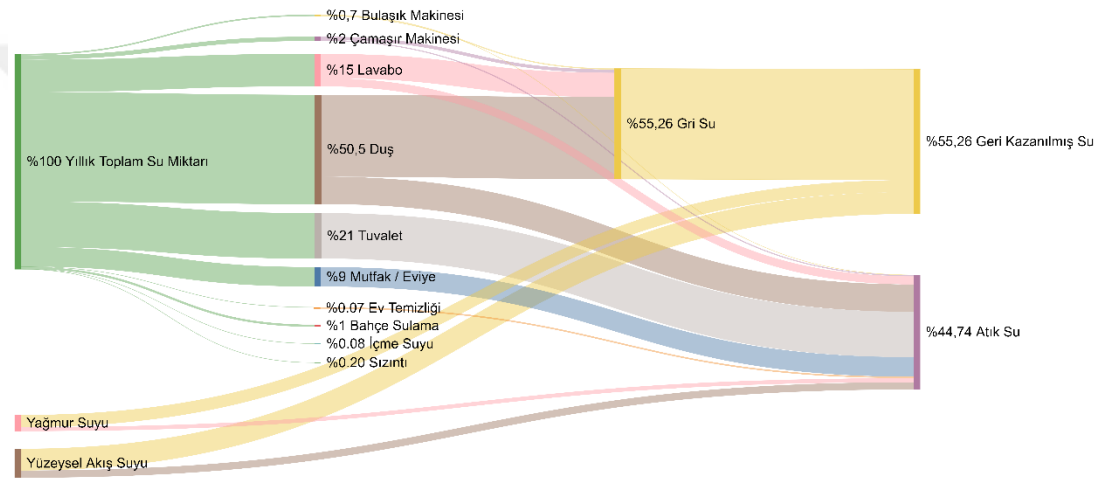
Yüzeysel akış su miktarını hesaplayabilmek için ise yine MGM 'nün Karabük ili için verdiği yıllık yağış verilerinden yararlanılabilmektedir. MGM verilerine göre, Karabük kış aylarında (Aralık, Ocak, Şubat) ortalama 11 gün, İlkbahar'da (Mart, Nisan, Mayıs) ortalama 11,6 gün, Yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) ortalama 6,3 gün ve Sonbahar 'da (Eylül, Ekim, Kasım) 8,6 gün yağış almaktadır. 1m²'lik alana 1 yılda 487,5 lt yağmur suyu düşmektedir. Yerleşim alanlarında bu suyun yaklaşık olarak %30'u buharlaşma ile atmosfere karışırken, %10'u yeraltına sızar, %5'i yeraltı sularına karışır ve %55'i yüzeysel akış olarak devam etmektedir (Nicoll 2011). Çalışma alanında, Utku ve Baysal Sokakları ile konutlar haricinde kalan sert zemin alan 8143,7718 m²'dir. Bu alana bir yılda düşen su miktarı 8143,7718 m² x 0.487mm = 3966,016 m³'tür. Bu suyun yaklaşık olarak %55'i yani 2181,3092 m³'ü yüzeysel akış suyu olarak devam etmektedir. Yüzeysel akış suyu hesabına dâhil edilen, Utku ve Baysal sokakları ile konutlar haricinde kalan alan Şekil 44 'te verilmektedir.



Şekil 44: Yüzeysel akış suyu hesabına dâhil edilen alan

Sonuç olarak, yapıların 8034,70 m³ olan yıllık evsel su tüketiminden, yıllık gri su olarak toplanan su miktarı 4113,11 m³, yıllık yağmur suyu hasadından elde edilen su miktarı 1217,257 m³, bir yılda utku ve baysal sokakları ile yapılar haricindeki sert zeminden toplanan yüzeysel akış suyu miktarı ise 2181,3092 m³'tür.

Bir yılda, evsel su tüketimi, yağmur suyu hasadı ve yüzeysel akış suları da eklendiğinde toplamda 7511,6762 m³ gri su toplanmaktadır. Evsel tüketim, yağmur suyu hasadı ve yüzeysel akış sonucunda elde edilen toplam atık su miktarı ve sarnıçlardaki arıtma sistemleri ile arıtılarak geri kazanılan su miktarı hesaplanmış olup Şekil 45'te sankey diyagramı üzerinden gösterilmektedir.



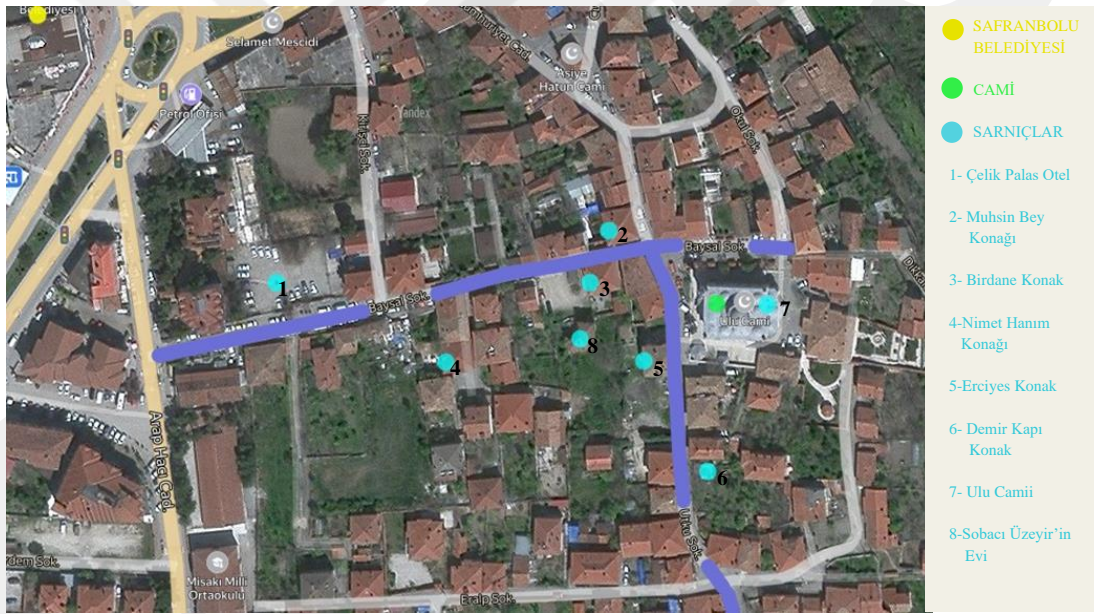
Şekil 45: Evsel Su Tüketimi, Yağmur Suyu Hasadı ve Yüzeysel Akış Suyu ile Geri Kazanılabilir Su Miktarını Gösteren Sankey Diyagramı

Sankey diyagramında görüldüğü gibi toplamda tüketilen suyun yaklaşık %55,26'sı geri kazanılmıştır. Tüketilen suyun %44,74'lük kısmı siyah su olarak dışarı atılmıştır.

3.2.4 Sarnıçların Yeniden İşlevlendirilerek Kullanımının Belirlenen Bölge Kapsamında Yeterliliğinin Analiz Edilmesi

Bu çalışmada, Safranbolu gibi tarihi bir kentte sarnıçların iklim değişikliği ile mücadele kapsamında su verimliliğinin sağlanmasında faydalı olacağı ile ilgili bir hipotez ortaya atılmış ve bu hipotezi test edebilmek amacıyla saha çalışması yapılmıştır. Saha çalışmasının, sarnıçların yoğun olarak bulunduğu ve geçmişte Rumların yaşadığı bölge olarak bilinen Kıranköy bölgesinde yapılması planlanmıştır.

Saha çalışması iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, incelenecek olan bölge belirlenmiş ve belirlenen bölgedeki sarnıçların mevcut durumu tespit edilerek niteliklerine göre belgelenmiştir. Literatür taraması ve çevre sakinlerinden edinilen bilgilere göre yalnızca 11 adet sarnıcın yeri ve durumu tespit edilebilmiştir. Tespit edilen sarnıçlar ve nitelikleri ile ilgili bilgiler daha önce Tablo 1’de verilmiştir. Sarnıçların önemli bir kısmının Atatürk ve Barış mahallelerinde yaşam alanları içerisinde yer aldığı ve konumlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bu sebeple çalışma kapsamında bu iki mahalle merkez alınarak sarnıçların yoğun olarak bulunduğu ulu cami karşısında yer alan utku ve baysal sokaklarının çevrelediği bölgeye odaklanılmıştır. Odaklanılan bölgede toplamda 8 adet sarnıç yer almaktadır. Bu sarnıçlar Şekil 46 ’daki harita da mavi ile işaretlenerek gösterilmiştir. Sarnıçların kapasiteleri ise Tablo 7’de verilmektedir.



Şekil 46: Utku ve Baysal Sokakları ile Çevrelenen Bölgedeki Sarnıçlar

Tablo 7: Bölgedeki Sarnıçların Kapasiteleri

SARNIÇLAR	SARNIÇ KAPASİTELERİ (m ³)
1.Çelik Palasın Bahçesi	4
2.Muhsin Bey Konağı	15
3.Birdane Konak	6
4.Nimet Hanım Konağı	7
5.Erciyes Konağı	9
6.Demir Kapılı Ev	6
7.Ulu Camii	6
8.Sobacı Üzeyir'in Bahçesi	7

Bu çalışmada, ortaya atılan hipotez kapsamında sarnıçların yenilenip güçlendirilerek yeniden kullanıma uygun hale getirilmesi öngörülmektedir. İlk olarak sarnıçların, uzman bir ekip tarafından, ileri teknoloji ürünü cihazlar kullanılarak yapılacak hasar analizinin yapılması planlanmaktadır. Böylece hasar türlerinin nitelik, genişlik, derinlik ve bütün boyutları net olarak saptanacaktır. Toplamda çalışma alanında tespit edilen 11 adet sarnıçtan 4 tanesinin üstü kapalı olduğu, bazılarının içlerinde bitki büyüdüğü, bazılarında ise çamur ve tahta parçaları olduğu gözlemlenmiştir. 5 tanesinin ise yapısal olarak ayakta olduğu ve büyük bir hasarının olmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra sarnıçların yeniden kullanıma uygun hale getirilebilmesi için, ulusal ve uluslararası koruma kuralları kapsamında gerekli uzmanların kontrolünde ve izninde bakım ve onarımının yapılması amaçlanmaktadır. Bu bakım ve onarım uygulamaları, tavanın kenar kısımlarında ve dış duvarlardaki çatlakların enjeksiyon yöntemiyle doldurulması, malzeme kaybı olan tüm yüzeylerin uygun malzeme ile tamamlanması, korozyona uğramış metal yüzeylerin temizlenmesi, kararma ve renk değiştirme (sararma) olan yüzeylerde uygun yöntemlerle temizlik yapılması, hasar görmüş olan taşıyıcı elemanların onarılmasını kapsamaktadır. Bakım ve onarım aşamasında yapılacak her müdahalenin nitelikli malzeme ve işçilikle yapılması, kullanılacak yeni malzemelerin özgün yapıya uygun özelliklerde olması, yapısal ve görsel açıdan önemlidir (İlsever 2011: 136).

Yenilenen sarnıçlarda, belirlenen yapılarda tüketilen ve atık su haline gelen suyun toplanıp depolanması ve daha sonra burada depolanmış suyun, sarnıçlara entegre edilmiş olan atık su arıtma sistemleri ile arıtılarak geri kazanılması planlanmaktadır. Geri kazanılan suyun, konut ve kentsel kullanımlarda tüketilmesi hedeflenmektedir. Sarnıçlara entegre edilmesi planlanan atık su arıtma teknolojisi tercih edilirken burada depolanacak atık suyun nitelikleri ve miktarı dikkate alınmıştır. Ayrıca sarnıç kapasiteleri, arazi koşulları ve çıkış suyu kalitesi de düşünülerek minimum alanda maksimum verim elde edilebilen arıtma sistemleri değerlendirilmiştir.

Gri su ve siyah su, bir binadan çıkan iki alt atık su akışıdır. Gri su, lavabolar, duşlar ve diğer düşük güçte kaynaklardan gelen sudan oluşmaktadır. Daha yüksek miktarda organik madde içeren siyah su ise tuvaletlerden ve pisuarlardan gelen atık sudur. Mutfak atığı içeren suyun sınıflandırılması ise toplumdan topluma farklılık göstermektedir. Bazı kaynaklar mutfak atığını gri su olarak değerlendirmezken, bazı kaynaklar gri su olarak değerlendirebilmektedir (Joustra ve Yeh 2015: 114-125).

Lavabo muslukları, duş, çamaşır ve bulaşık makinesinden gelen daha az kirli olan gri suların arıtılması, insan atıklarını içeren ve gri suya kıyasla daha kirli olan siyah suların arıtılmasından daha az maliyetli ve daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Arıtılmış ve geri kazanılmış olan gri su, yapılardaki tuvalet rezervuarlarında, yeşil alan sulamasında, araç yıkanmasında, yangın deposunun beslenmesinde ya da endüstriyel amaçlarla kullanılabilir.

Gri su, evsel atık suyun yaklaşık olarak %50-%80'ini oluşturmaktadır (Şahin, 2010: 25). Kalan kısmı siyah su ve diğer atık sularıdır. Çalışma kapsamında dâhil edilen konak ve konutların toplam su tüketiminin yaklaşık olarak %70'ini oluşturan ve duş, lavabo, bulaşık ve çamaşır makinesinden gelen gri su atık su olarak sarnıçlarda depolanacak ve arıtılarak geri kazanılacaktır.

Gri suyun arıtımı için uygun bir arıtma teknolojisinin tercih edilmesi ve bu teknolojinin gerektirdiği donanımların sarnıçlara ve binalara dâhil edilmesi gerekmektedir. Environment Protection Agency (EPA) kılavuzunda, gri suyun kullanım alanlarına göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri ile geri kazanılarak, yeniden kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Geri kazanılan su tuvalet rezervuarlarında kullanılacaksa ileri arıtma (aerobik ya da anaerobik arıtma, kimyasal koagülasyon, filtrasyon, ileri dezenfeksiyon v.b.) bahçe sulamada kullanılacaksa birincil (ızgaralar, filtreler, sedimentasyon (çökelme) tankı, filtreler, ızgaralar) ya da ikincil arıtmadan (biyolojik oksidasyon ya da dezenfeksiyon) geçmesi gerektiği belirtilmektedir (Şahin 2010: 29).

İstenilen standartlarda suyun geri kazanımını sağlayabilmek için gri suyun niteliklerine ve içinde bulunan maddelere göre fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma teknolojilerinden biri veya birkaçı tercih edilmelidir. Çöktürme ve filtrasyon işlemleri fiziksel yöntem olarak uygulanmaktadır. Granüler aktif karbon, fotokatalitik oksidasyon, iyon değiştiriciler, elektrokoagülasyon ise uygulanan kimyasal arıtma teknolojilerinden bazılarıdır. Kullanılan biyolojik arıtma yöntemleri ise; döner biyolojik reaktör, ardışık kesikli reaktör, membran biyoreaktörü, yapay sulak alan, teknolojileridir. (Üstün ve Tırpancı 2015: 123).

Aerobik arıtma sistemlerinde tüketilen enerji maliyetlerinin ve işletme giderlerinin yüksek olması aerobik arıtma sistemlerine alternatif olarak anaerobik arıtma sistemlerini gündeme getirmiştir. İleri arıtma teknolojilerinden biri olan ve 1970'lerden sonra kullanılmaya başlanan anaerobik arıtma yöntemi gittikçe tercih edilen bir yöntem olmuştur. Anaerobik arıtma, organik atıkların oksijensiz ortamda

biyolojik proseslerle parçalanarak, CH₄, CO₂, NH₃ ve H₂S gibi son ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Yapılan araştırmalar, enerji maliyetleri de dikkate alındığında anaerobik arıtma kullanılarak aerobik arıtmaya nazaran daha az enerji gerektirmesi ve ortaya çıkan metan gazının enerjiye dönüştürülebilmesi sonucunda evsel atık sularının ekonomik bir şekilde arıtılabileceği görülmüştür (Yıldız vd. 2013: 62-63). Son yıllarda ise atık su arıtım teknolojisi olarak uygulanan ileri arıtma teknolojilerinin başında membran sistemler gelmektedir. Yüksek çıkış suyu sağlayan ve çıkış suyundaki birçok bakteri ve virüsün giderimine de olanak tanıyan membran sistemler, aerobik ve anaerobik süreçlerin her ikisinde de kullanılmaktadır (Yıldız vd. 2013: 63-65). Membran biyoreaktör uygulaması, filtrasyon ünitesi ile bir aerobik ya da anaerobik reaktörün birleşiminden oluşmaktadır. Günümüzde, bu sistemin performansını artırmak ve alan gereksinimlerini azaltmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

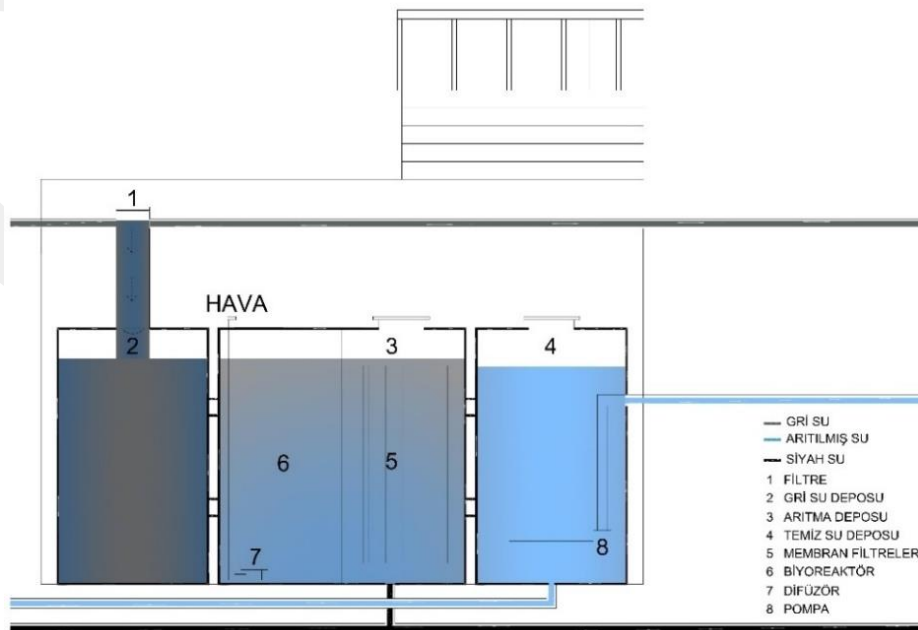
Bu çalışma kapsamında, evsel atık suyun arıtımı için membran biyoreaktör arıtma teknolojisinin (MBR) kullanımı öngörülmüştür. Atık su arıtımı için membran biyoreaktör sisteminin seçilmesinin sebebi, diğer geleneksel biyolojik arıtma teknolojilerine kıyasla yüksek verim elde edilmesidir. Geleneksel aktif çamur arıtımı ile düşük basınçlı membran filtrasyonunu birleştiren bu teknoloji, az yer kaplaması, stabil ve yüksek seviyede atık su kalitesi sağlanması ve minimum operatör dikkatine ihtiyaç duyması sebebiyle atık suyun geri kazanımını sağlamak isteyenler için çekici hale gelmektedir (Adham ve DeCarolis 2007: 2536). Ayrıca, membran biyoreaktör arıtma sisteminin birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlar arasında, organik maddenin giderilmesinde yüksek verimliliğe sahip olması, geliştirilmiş besi maddesi giderimde stabilitesi, arıtımı zor olan atıklara uygulanabilmesi, düşük çamur üretimi, çıkış suyunun yüksek kalitede dezenfeksiyonu, yüksek yükleme hızı, daha az kirlenmiş çamur oluşumu, reaktör için ihtiyaç duyulan alanın küçük olması (Çinar vd. 2006: 204-209) kolay kullanıma sahip olması ve bakterilerin mutlak uzaklaştırılması sayılabilmektedir (Yamato vd. 2006: 911-919).

Bununla birlikte, membran biyoreaktör, özellikle membran kirlenmesi ve konsantrasyon polarizasyonu gibi bazı problemlere sahiptir. Membran biyoreaktörünün işletme ve bakım maliyetleri, membran tıkanması nedeniyle yüksek olabilmektedir. Membran tıkanması, membranın geçirgenliğinde kayıplara neden olur ve dolayısıyla enerji tüketiminin artmasına sebep olmaktadır (Song vd. 2008: 467-474)

Membran gözeneklerinin tıkanması ve kirlenmesini etkileyen faktörler üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda, periyodik fiziksel ve kimyasal temizlik gibi uygun stratejiler ve çalışma parametreleri benimsendiğinde membran kirlenmesinin azaltılabileceği ifade edilmiştir (Tian vd. 2009: 296-305)

Atık su gereksinimlerine bağlı olarak, MBR sistemine belirli ek seçenekler dâhil edilebilir. Örneğin, arıtma zincirindeki çeşitli yerlerde; birincil çökeltme tankından ve ikincil çökeltme deposundan önce ya da MBR veya son filtrelerden önce fosfor giderimi için MBR sistemine kimyasal ekleme yapılabilmektedir (EPA 2007: 1-9).

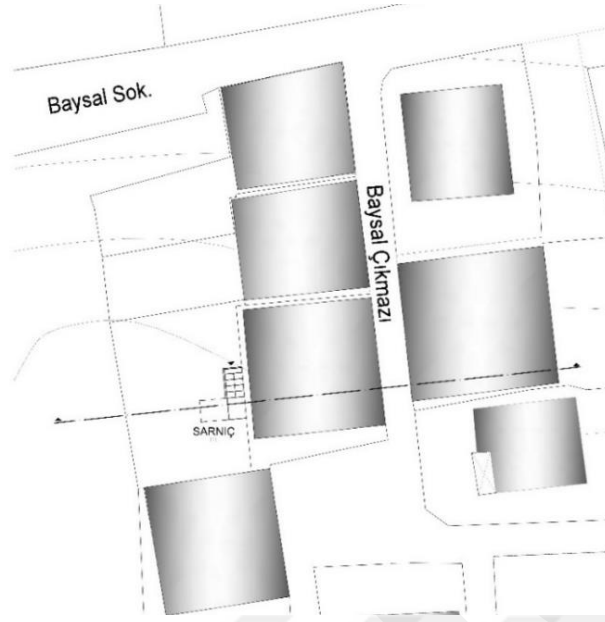
MBR sistemleri, biyolojik reaktöre veya alternatif olarak, biyolojik reaktörden gelen karışık sıvının sirküle edildiği ayrı bir kaba daldırılmış membranlardan oluşmaktadır (EPA 2007: 1-9) Dolayısıyla, membran biyoreaktör arıtma sistemi, membran ultrafiltre ve aerobik biyolojik arıtma reaktörünün birleşiminden oluşmaktadır. Biyolojik arıtmadan sonra, katı-sıvı maddeleri birbirinden ayırmak amacıyla ultrafiltrasyon (UF) veya mikrofiltrasyon membranları (MF) kullanılmaktadır. Sistemin çalışma prensibi kısaca şöyledir, ön arıtma deposuna alınan gri su biyolojik olarak arıtıldıktan sonra 0,10 – 0,15 bar basınç altında membran zarına doğru ilerler ve membran filtrelerden süzülerek partiküllerden, bakterilerden ve virüslerden arındırılmaktadır (Üstün ve Tırpancı 2015: 128). Membran biyoreaktör sisteminin çalışma prensibi Şekil 47’de gösterilmektedir.



Şekil 47: Membran Biyoreaktör Sisteminin Çalışma Prensibi

Gri suyun arıtımı için kullanılan sistemlerin büyüklüğü kabullere bağlı olarak her bir arıtma sistemi için ayrı olarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalar ise sistemin kurulacağı yerin özellikleri, su ihtiyacı ve gri su miktarı göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında kurgulanan gri su geri kazanım sisteminde, bina yapısında ve sarnıçlarda çeşitli donanımlar gerekmektedir. Bina içerisinde, şebeke suyunu taşıyan sisteme ek olarak kanalizasyon şebekesine bağlanacak olan siyah atık sularını taşıyan hat ile duş, lavabo, çamaşır ve bulaşık makinelerinden gelen gri suyu taşıyacak olan şebeke hattı bulunmalıdır. Ayrıca sistemde yağmur suyu ve yüzeysel akış suları da arıtılıp geri kazanılacak ise yağmur sularının ve yüzeysel akış sularının toplanacağı bir diğer şebeke hattı da bulunmalıdır. Gri su, bahsedilen şebeke hattındaki boru tesisatı yardımıyla sarnıçlardaki gri su toplama deposuna getirilir. Depolanan gri su pompa vasıtasıyla membran biyoreaktör deposuna gönderilir. Burada ilk olarak biyolojik arıtmadan daha sonra çeşitli filtrasyon işlemlerinden geçen su arıtılarak temiz su deposuna aktarılır ve kullanıma uygun hale gelir. Ayrıca oluşabilecek kokuları önlemek amacıyla havalandırma bulundurulmalıdır. Havalandırma havuzu da standart boyutunun üçte biri kadar daha küçük yapılabilmektedir. Ayrıca biyolojik arıtma sırasında son çökeltme havuzuna ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu çalışma kapsamında seçilen, membran biyoreaktörün elemanları sırasıyla ızgara (filtre), gri su deposu, membran filtrelerin bulunduğu arıtma deposu ve temiz su deposundan oluşmaktadır. Gri su içerisinde saç vb. gibi bulunabilecek ve uygulamada problem yaratabilecek bazı maddeler sebebiyle borular bu maddelerin tutunmasına imkân vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Filtreler, pompa ve diğer ekipmanlar tamir, bakım ve Pompalar, filtreler ve diğer mekanik ekipmanlar tamir, onarım ve bakım için kolay ulaşılabilir konumda olmalıdır.

Gri suyun geri kazanımıyla ilgili kurgulanan sistemin plan şeması Şekil 48’de, kesit şeması ise 49’da detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 48: Gri Su Geri Kazanım Kavramsal Plan Şeması



Şekil 49: Gri Su Geri Kazanım Kavramsal Kesit Şeması

Yapılan literatür araştırmalarına ek olarak gri su arıtma sistemleri ile ilgili hizmet veren firmalardan edinilen bilgiler ışığında, evsel su tüketimi sonucunda elde edilen atık suyun arıtımı için seçilen membran biyoreaktör sisteminin boyutları günlük arıtılacak atık su miktarı ve depoların yer alacağı arazi koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple arıtma sisteminin boyutları uygulama esnasında gözden geçirilmelidir. Bu çalışmada atık su arıtma sisteminin sarnıç içerisinde kapladığı hacim hesaplanırken sarnıç içerisinde bırakılması gereken havalandırma boşluğu ile toplanan

gri suyun depoya aktarılmadan önce filtreden geçirildiği alanda dikkate alınmıştır. Tüm bunlar sonucunda, gri su deposu, arıtma deposu ve temiz su deposu yaklaşık olarak sarnıç kapasitesinin %60'lık kısmında bulunması öngörülmektedir. Kalan %40'lık kısımda ise gri su filtresi ile havalandırma boşluğunun yer alması düşünülmektedir.

Dolayısıyla, sarnıçların 60m³ olan su depolama kapasitesinin, atık su arıtma sistemi eklendikten sonra 33,6 m³ olacağı düşünülmektedir. Bu arıtma sisteminin kapladığı alan mevcut sarnıç sistemleri kıyaslandığında çelik palasın bahçesinde yer alan sarnıç kapasitesinin arıtma sistemi için uygun alana sahip olmadığı görülmüştür. Bu sebeple hesaplama katılmamıştır.

Şekil 31'de yer alan haritada işaretlenen yaşam alanlarının kullanıcılarından toplanan su tüketim verileri, mevsimsel şartlara, kişi sayısına ve kullanılan ekipman çeşidine göre detaylıca analiz edilmiştir. Tablo 2, 3 ve 4'te çalışma kapsamında ele alınan 12 konak ve 13 konutun yıllık ve günlük su tüketimleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre 12 konak ve 13 konutun 8034,70 m³ olan ortalama yıllık evsel su tüketiminden, gri su olarak toplanan su miktarı 4113,11 m³, m³'tür. Çalışmanın bu bölümünde ise Tablo 2 ve 3'teki verilerden yararlanarak Şekil 37'de hesaplanan ortalama günlük tüketim miktarları ele alınarak sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımının çalışma alanı kapsamında yeterliliğinin analizi yapılmaktadır. Şekil 37'deki verilere göre 12 konağın her biri günde ortalama 2,23 m³ su tüketirken 13 konutun her biri günde ortalama 0,42 m³ su tüketmektedir. Dolayısıyla bu hesaplama göre günde ortalama 32,22 m³ su tüketilmektedir. Sarnıçlarda ise 33,6 m³ gri su depolanabilmektedir. Çelik Palas Otel'in bahçesinde yer alan sarnıçın boyutlarının arıtma sistemi entegrasyonu için uygun olmaması sebebiyle hesaplama katılmamıştır.

BÖLÜM IV

4. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde ise iki aşamada yürütülen saha çalışması ve çıktıları değerlendirilip sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımının potansiyelleri tartışılmaktadır.

4.1 ANALİZ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, sarnıçların iklim değişikliği ile mücadele kapsamında Safranbolu gibi tarihi bir kentte su verimliliğinin sağlanmasında avantaj sağlayabileceği ile ilgili ortaya atılan hipotezi test edebilmek amacıyla saha çalışması yapılmıştır. İki aşamada yürütülen saha çalışmasında, ilk olarak Safranbolu kenti ve kentte bulunan sarnıçlar incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda bölgedeki çalışma alanı belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bölgeden elde edilen verilere göre üç ana başlık altında analizler yapılmıştır.

İlk olarak belirlenen bölgede ve yakın çevresinde yer alan sarnıçların mevcut durumları tespit edilerek analiz edilmiştir. Sarnıçlar, kapasitelerine, konumlarına ve niteliklerine göre belgelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, çalışma alanında 8 adet sarnıcın var olduğu 4 tanesinin kullanılabilir durumda olduğu kalanlarının üstünün kapatıldığı ve kullanılmadığı görülmüştür. Sarnıç kapasitelerinin ise 4 m³ ile 15 m³ arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

İkinci olarak ise çalışma alanı olarak belirlenen bölgede yer alan yaşam alanlarındaki kullanıcıların su tüketim verileri talep edilen fatura dokümanları, kullanıcı beyanları ve hazırlanan anket yardımıyla saptanmış olup elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan konakların ve konutların günlük, aylık ve yıllık su tüketimleri ile günlük kişi başına düşen su tüketimleri belirlenmiştir. Belirlenen bu tüketimler Tablo 2, 3 ve 4'te detaylıca verilmiştir. Elde edilen tüketim verileri sonucunda konaklar ve konutlar için ayrı ayrı ortalama günlük su tüketim değerleri bulunmuş ve bölgedeki toplam günlük su tüketimi hesaplanırken bu değerler temel alınmıştır. Hesaplanan ortalama tüketim

değerleri Şekil 37’de verilmiştir. Ayrıca bölgedeki kullanıcılara uygulanan anket sonucunda su tüketiminin mekânsal analizi ile tasarruflu ekipman kullanım analizi de yapılmıştır. Suyun mekânsal kullanım analizleri Şekil 38’de, su tasarruflu ekipman kullanımı ile ilgili analizler ise Tablo 5 ve 6’da verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda suyun yaşam alanlarında en çok duşta, daha sonra lavabo ve tuvalette tüketildiği, en az ise bahçe sulama, ev temizliği ve içme suyu alımı amacıyla tüketildiği belirlenmiştir. Yaşam alanlarında su tasarruflu ekipman kullanımının konutlarda konaklara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Konutlarda, su tasarruflu bulaşık makinesi, batarya başlığı ve çift akışlı rezervuar sistemi kullanımı %15,38, su tasarruflu duş başlığı kullanımı ise %7,7’dir. Konaklarda ise su tasarruflu bulaşık makinesi kullanımı %11, çift akışlı rezervuar sistemi kullanımı %22’tir. Konaklarda su tasarruflu batarya ve duş başlığı kullanımı tercih edilmemiştir.

Şekil 42’de yer alan sankey diyagramda ise Tablo 2’de verilen konakların ortalama yıllık su tüketiminin dağılımı, tüketilerek atık su haline gelen gri suyun geri kazanım oranı ile dışarı atılan siyah su miktarı verilmektedir. Konaklarda toplamda tüketilen suyun yaklaşık %51,33’ü olan 2897,94 m³ su geri kazanılırken, tuvalet ve mutfak atığı içeren su ile ev temizliği için kullanılan temizlik maddeleri içeren 2715,88 m³ su atık su olarak dışarı atılmaktadır. Şekil 43’te verilen sankey diyagramında ise Tablo 3’te yer alan konutların ortalama yıllık su tüketiminin dağılımı, gri su miktarı, geri kazanılan su oranı ve dışarı atılan atık su miktarı gösterilmektedir. Konutlarda tüketilen suyun yaklaşık olarak %50,84’ü geri kazanılırken, %47,29’u siyah su ve atık su olarak dışarı atılmaktadır.

Evsel su tüketimi sonucu oluşan gri suya ek olarak, yağmur suyu hasadı ile bölgedeki yapıların çatılarından toplanan atık su ile bölgedeki geçirimsiz yüzeylerden toplanan yüzeysel akış suyunun geri kazanım potansiyeli yapılan hesaplamalar ile değerlendirilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’ nün Karabük ilinin yıllık ortalama yağış miktarı verilerinden yararlanarak yağmur suyu hasadından ve yüzeysel akış sularından gelen atık su miktarı yaklaşık olarak hesaplanmıştır. Yağmur suyunun hesaplaması yapılırken çatı eğimi sebebiyle iniş borularında su toplanma ihtimali dikkate alınarak yaklaşık %25’lik bir kayıp varsayılarak hesaplama yapılmıştır. Bölgede, fatura dökümanları elde edilen ve anket yapılan tüm yapıların çatı alanları tek tek hesaplanarak, MGM’ün yayınladığı Karabük için yıllık yağış miktarı olan 487,5mm ile çarpıldığında yıl boyunca toplanabilecek olası yağmur suyu miktarı 1217257,03 litre/yıl (1217,257 m³) olarak saptanmıştır. Yüzeysel akış suyu miktarı

hesaplanırken, buharlaşma ve yer altına sızma oranları da dikkate alınmıştır. Çalışma alanında, Utku ve Baysal Sokakları ile konutlar haricinde kalan sert zemin alanı 8143,7718 m² olarak hesaplanmıştır. Bu alana bir yılda düşen su miktarı 8143,7718 m² x 0.487mm = 3966,016 m³'tür. Bu miktarın yaklaşık %30'unun buharlaşma ile atmosfere karışması, %10'unun yeraltına sızması, %5'inin yeraltı sularına karışması ve %55'inin yani 2181,3092 m³'ünün yüzeysel akış suyu olarak devam etmesi öngörülmektedir (Nicoll, 2011). Dolayısıyla 8034,70 m³ olan yıllık evsel su tüketiminden, gri su olarak toplanan su miktarı 4113,11 m³ yıllık yağmur suyu hasadından toplanan su miktarı 1217,257 m³ ve yüzeysel akış suyu olarak toplanan su miktarı ise 2181,3092 m³ olarak belirlenmiştir. Bir yılda toplamda yaklaşık 7511,6762 m³ gri su toplanmaktadır. Şekil 38'de verilen sankey diyagramda görüldüğü gibi, yağmur suyu ve yüzeysel akış suyu 'da hesaba katıldığında artırılarak geri kazanılan gri su miktarı daha fazla olmaktadır. Toplamda tüketilen suyun yaklaşık %55,26'sı geri kazanılabilmektedir. Tüketilen suyun %39,51 'lik kısmı ise siyah sudur.

Üçüncü olarak ise sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımının belirlenen bölge kapsamında yeterliliği analiz edilmiştir. Bölgede bulunan ve çalışma kapsamına dahil edilen sarnıçların kapasiteleri ile bölgedeki yaşam alanlarındaki su tüketimi kıyaslanmıştır. Bölgedeki sarnıçların toplamda yaklaşık olarak su depolama kapasitesi 60 m³'tür. Sarnıçların, yenilendikten ve güçlendirildikten sonra membran biyoreaktör atık su arıtma sistemi entegre edilmesi sebebiyle kapasitelerinin yaklaşık %60'ının su depolamak amacıyla kullanılabilirdiği görülmüştür. Dolayısıyla arıtma sistemlerinin yer aldığı sarnıçlarda toplamda 33,6 m³ su depolanıp artırılabilir. Bölgedeki sarnıçlardan bir tanesi kapasitesinin yeterli olmaması sebebiyle bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmamıştır.

4.2 ANALİZ VERİLERİ SONUCUNDA ÇALIŞMA ALANININ ÖLÇEĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma kapsamında belirlenen bölgede ele alınan 12 konak ve 13 konuta ait Tablo 2, 3 ve 4'te verilen tüketim verileri temel alınarak elde edilen Şekil 37'deki verilere göre 12 konağın her biri günde ortalama 2,23 m³ su tüketirken 13 konutun her biri ise günde ortalama 0,42 m³ su tüketmektedir. Dolayısıyla bu hesaplama göre konaklar günde ortalama 26,76 m³ su tüketirken, konutlar ise 5,46 m³ su tüketmektedir. Konaklarda tüketilen suyun yaklaşık %51,33'ü olan 13,73 m³'ü, konutlarda tüketilen suyun ise %50,84'ü olan 2,77 m³'ü gri su olarak depolanabilmektedir. Bu

hesaplamaya, günlük ortalama 3,33 m³ yağmur suyu ile 5,9 m³ yüzeysel akış suyu da eklendiğinde günlük yaklaşık olarak 25,73 m³ gri su depolanması öngörülmektedir. Sarnıçlar ise arıtma sistemi entegre edildikten sonra toplamda 33,6 m³ gri su depolama potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla sarnıçlarda, belirlenen yaşam alanlarında tüketilen atık suyun tamamının depolanıp arıtılabildiği görülmüştür. Bölgede henüz tespit edilmemiş başka sarnıçlarında olduğu öngörüldüğünden daha fazla suyun depolanarak arıtımının ve geri kazanımının mümkün olduğu düşünülmektedir. Keşfedilecek olan sarnıçlarla birlikte daha fazla yaşam alanı değerlendirmeye alınarak sarnıçlarda depolanan ve geri kazanılan atık su miktarı artırılabilir. Ek olarak yağmur hasadından elde edilen su ile yüzeysel akış suyu da geri kazanım döngüsüne dâhil edildiğinde daha fazla suyun geri kazanılabileceği görülmüştür. Fakat yakın gelecekte iklim değişikliği ve küresel ısınmanın da etkisiyle yağış oranlarına paralel olarak yağmur suyu ve yüzeysel akış suyu miktarının azalması öngörülmektedir. Bu sebeple atık suların geri kazanım stratejisi bireysel konutlar yerine konut grubu üzerinden bölgesel olarak değerlendirildiğinde daha fazla su geri kazanılarak kentsel kullanıma sunulabileceği sonucuna varılmaktadır. Böylece su verimliliği artırılabilir. Geri kazanım stratejisi bölgesel olarak değerlendirildiğinde, bir sarnıç için ele alınan yapı grubunun sadece konut ya da sadece konak olabileceği gibi konak ve konut olarak ele alınmasının, geri kazanılacak su açısından potansiyelinin daha fazla olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla her bir sarnıçın, sarnıç kapasitesine ve yapılar da tüketilen su miktarına bağlı olarak 3 ya da 4 yapı ile çalışması önerilmektedir.

Geride kazanılan suyun bölgede birçok amaç için kullanılması öngörülmektedir. Bu amaçlardan biri geri kazanılan suyun yaşam alanlarına geri pompalanarak tuvalet rezervuarlarında, apartman ya da araba temizliğinde tekrar kullanıma sunulması ve bu şekilde su tüketiminin azaltılarak su verimliliğinin sağlanmasıdır.

Bir diğer amaç ise geri kazanılmış suyun yangın depolarında kullanılmasıdır. Yangın, geleneksel ahşap çerçeveli yapılar için büyük bir endişe kaynağıdır ve iklim değişikliği nedeniyle daha fazla yangının çıkması beklenmektedir. Safranbolu gibi eski dar şehir sokaklarına sahip bir kentte, itfaiye araçlarının ulaşımı zor olmaktadır. Bu sebeple yangın depoları geri kazanılmış su kullanılarak daha fazla su depolanabilmektedir.

Diğer bir kullanım amacı ise, yüzeysel akış sularını depolayarak iklim değişikliğinin yan etkileri olan sel ve kuraklığı önlemeye çalışmaktır. Ayrıca geri

kazanılan su ile şehirdeki yeşil alanların sulanması mümkün olacak ve su tüketiminden tasarruf edilecektir.

Sarnıçların atık suyun geri kazanımı kapsamında yeniden işlevlendirilerek kullanılması birçok potansiyeli içerse de bu kapsamda yürütülen saha çalışması sırasında birtakım kısıtlarla da karşılaşmıştır. Bu kısıtlar;

- Sarnıçların yerinde gözlemlenip tespit edilmesi sırasında bazı arazilere girilmemiş, ölçüm yapılamamış ve ilgili mülk sahiplerine ulaşılamamıştır.
- Çalışma alanındaki konut kullanıcılarının yıllık su tüketim verileri uygulanan anket ile saptanmış ve ulaşılabilenlerde faturalar ile doğrulanmıştır. Anket uygulanan kullanıcıların çoğunluğunun 60 yaş üstü olması sebebiyle bir kısmının fatura dökümanına ulaşılamamıştır.
- Yağmur suyu hasadından gelen atık su ve yüzeysel akış suyu miktarı hesaplanırken güncel yağış rejimine ulaşamayıp Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait olan ortalama yağış rejimi veri olarak alınmıştır.
- Yakın gelecekte iklim değişikliğinin etkisiyle yağış rejiminin ve su kaynaklarının miktarının azalması öngörülmektedir. Dolayısıyla bölgede tüketilen su miktarı hesaplanırken 2022 yılı itibariyle varolan iklim koşulları değerlendirilmiştir.
- Sarnıçların içerisine entegre edilmesi planlanan arıtma sistemlerinin boyutları değişkenlik gösterdiği için net olarak ortaya koyulamamaktadır.

BÖLÜM V

5. SONUÇ

Suya ulaşım insan sağlığı için temel bir ihtiyaçtır. Kentlerde gerçekleşen nüfus artışına, çarpık kentleşmeye, küresel ısınmaya, sanayileşmeye ve tarımsal kullanıma bağlı olarak su talebi giderek artmakta ve bu durum temiz içme suyu kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır (Kırtorun ve Karaer, 2018). Artan su talebine ek olarak su kaynaklarının kirliliğinin artması, atık su dönüşümünü ve yeniden kullanımını dünya çapında giderek daha fazla kabul gören bir uygulama haline getirmektedir.

Bu çalışma ile Safranbolu gibi mimari dokusu koruma altına alınmış tarihi kentlerde, hızlı nüfus artışı, küresel ısınma, iklim değişikliği ve bilinçsiz su kullanımı nedenleriyle meydana gelen su kaynaklarının hızla tükenmesi ve her geçen gün artan su talebi gibi problemlere bölgede bulunan sarnıçların yeniden işlevlendirilmesi ile çözüm aramak ve bu şekilde su verimliliğini artırmak amaçlanmıştır.

Bu kapsamda, bu konu ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. İlk olarak iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın su verimliliği üzerindeki etkileri ve su verimliliği açısından sürdürülebilirlik konusunda kaynak taranmıştır. Yapılan araştırma sonucunda iklim değişikliği ve küresel ısınmanın, nüfus artışı ile su talebinde de bir artışa sebep olduğu, su kaynaklarının sayısının ve kalitesinin giderek azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Daha sonra su verimliliğini sağlamaya yönelik stratejiler araştırılarak bu bağlamda yapılarda su tasarruflu ekipman kullanımı ve yapılarda tüketilip atık su haline gelen suyun geri dönüşümü stratejisi üzerinde durulmuştur.

Yapılarda atık suyun geri dönüşümü kapsamında gerekli olan su depolama elemanları üzerine araştırma yapılmıştır. Özellikle tarihi bölgelerde yer alan su depolama elemanları incelenmiştir. Depolama kapasiteleri, kullanım durumları ve yaşam alanlarına yakınlıkları sebebiyle sarnıçlar üzerine odaklanılmıştır.

Bu kapsamda, sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanılması ile ilgili literatür araştırması yapılarak günümüz koşullarındaki kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Geçmişte üretilen günümüzde unutulmaya yüz tutmuş olan bu yapıların

önemli bir kısmının gerekli onarım ve bakım çalışmaları sonucunda tekrar kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Sarnıçların yeniden işlevlendirilmesi ile ilgili örnekler incelenmiştir. Günümüzde sarnıçların yeniden işlevlendirilerek kullanımı ile ilgili sınırlı sayıda uygulama denemesi olduğu ve bu uygulama ile bölgedeki su verimliliğinin sağlanması konusunda potansiyelin yüksek olduğu görülmüştür.

Daha sonra bu çalışmada ele alınan Safranbolu tarihi kenti ve kentteki su yapıları üzerine araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda Safranbolu kentinde su kuyuları, çeşmeler, yağmur depoları, kar kuyuları ve sarnıçlar gibi çeşitli su depolama unsurlarının olduğu saptanmıştır. Safranbolu şehrinin farklı bölgelerinde birbirinden farklı su depolama yöntemleri ve elemanları kullanıldığı görülmüştür.

Yapılan literatür araştırması ve bölge sakinleri ile görüşülmesi sonucunda sarnıçların, Rumların yaşadığı bölge olan Kıranköy bölgesinde yoğun halde bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu bölgede saha çalışması yapılması kararlaştırılmıştır. Yapılan saha çalışması iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamasında, çalışma alanı olarak ele alınacak bölge belirlenmiştir. Belirlenen çalışma alanı Şekil 30'da gösterilmektedir. Daha sonra bölgedeki sarnıçlar tek tek tespit edilerek haritalandırılmıştır. Sarnıçlar mevcut kullanım durumlarına, kapasitelerine ve buldukları bölgeye göre kategorize edilerek Tablo 1'de verilmiştir. Saha çalışmasının ikinci aşamasında ise, belirlenen bölgede yer alan yaşam alanlarına ait su tüketim verileri talep edilen su faturaları, kullanıcı beyanları ve hazırlanan anket soruları ile elde edilmiştir. Anket çalışması, etik kurul izni alınarak 2022 yılı mayıs ve aralık ayları arasında yüz yüze görüşülerek uygulanmıştır. Yapılan anket çalışmasının soruları tezin ekler kısmında Ek 1'de görülebilmektedir. Bölgede konut ve ticari yapılar olmak üzere iki farklı fonksiyona sahip yapı türleri olduğundan iki çeşit anket hazırlanmıştır. Anketin uygulandığı konaklar ve konutlar Şekil 31'de verilmektedir. Toplamda 12 konak ve 13 konuta anket uygulanmıştır. Anket çalışması sonucunda elde edilen tüketim verileri ise Tablo 2, 3 ve 4'te yer almaktadır. Yapılan saha çalışması sonucunda toplamda 25 yapının yıllık su tüketimi 8034,70 m³ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan yıllık tüketimin mevsimsel olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Daha sonra Tablo 2, 3 ve 4'teki tüketim verilerinden yararlanarak Şekil 37'de konakların ve konutların ortalama günlük tüketim değerleri hesaplanmıştır. Anket çalışması ile yapılarda tüketilen suyun mekânsal analizi yapılmış ve su tüketilen alanlardaki su tasarruflu ekipman kullanım yüzdeleri de belirlenmiştir. Konaklardaki toplam su tüketiminin yüzdeler dağılımı Şekil 42'deki

sankey diyagram üzerinden gösterilirken konutları ise Şekil 43'teki sankey diyagramda verilmiştir. Konaklarda tüketilen suyun %51,33'ünün gri su olarak depolanıp geri kazanılırken konutlarda tüketilen suyun %50,84'ü geri kazanılabilmektedir. Evsel su tüketimine ek olarak bölgenin yağış rejimi incelenmiş olup yağmur suyu ve yüzeysel akış suları da dahil edilerek daha fazla gri suyun geri kazanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

İncelenen yapılarda tüketilen ve atık haline gelen suya, yağmur suyu ve yüzeysel akış suyu dahil edildiğinde yıllık 7511,6762 m³, günlük ise 20,56 m³ gri su toplanabilmektedir. Sarnıçların ise toplam kapasitelerinin %60'ını oluşturan 33,6 m³'lük kısmında gri su depolanabilmektedir. Bu çalışma kapsamında gri su arıtımı için kullanılan membran biyoreaktör atık su arıtma sistemi, yüksek verim elde edilmesi, az yer kaplaması, geri kazanılan su kalitesinin yüksek olması ve minimum operatör dikkatine ihtiyaç duyulması sebepleri ile tercih edilmiştir. Tercih edilen bu sistem korunmuş ve kapasite olarak 5 m³ ve üzeri alana sahip sarnıçlara uygulandığında yeterli verim elde edilebilmektedir. Çalışma alanında ele alınan sarnıçlardan bazılarında kapasite yetersizliği olduğu için hesaplamalara dahil edilmemiştir. Sarnıçların bir kısmında ise gerekli onarım çalışmaları olmadan arıtma sisteminin uygulanması mümkün değildir. Gelecekte, maliyeti düşük ve daha gelişmiş bir arıtma sistemi bu kapsamda düşünülebilir.

Dolayısıyla bu çalışma kapsamında ele alınan 25 yapıda tüketilen su ile bu yapılar üzerinden yapılan yağmur suyu hasadı sonucunda gelen atık su ve yağış rejimine bağlı olarak bölgede olması beklenen yüzeysel akış suyu, bölgedeki sarnıçlarda rahatça depolanıp burada arıtılarak geri kazanılabilmektedir. Geri kazanılan su, evsel ve kentsel amaçla kullanılabilmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen modele ait plan ve kesit şeması Şekil 48 ve 49'da yer almaktadır.

Sonuç olarak bu çalışmanın ilk bölümünde ortaya koyulan *“Sarnıçların yeniden işlevlendirilmesi, Safranbolu gibi tarihi bir kentte iklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadele kapsamında su verimliliğinin sağlanmasında faydalı olur”* hipotez, incelenen yapı grubu üzerinde doğrulanmıştır. İncelenen bölgede henüz tespit edilmemiş başka sarnıçlarında olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla keşfedilecek olan sarnıçlarla birlikte daha fazla yaşam alanı hesaba katılarak daha fazla suyun geri kazanılacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda yapılan saha çalışması sırasında, yeni keşfedilen sarnıçların bulunduğu arazi koşulları ve üstlerinin örtülü olması, kullanıcıların yaş aralığı düşünüldüğünde anket ile tespit edilen tüketim verilerinin

faturalar ile doğrulanamaması, çalışmada temel alınan günümüz iklim koşullarının ve su tüketim alışkanlıklarının iklim değişikliği sebebiyle yakın gelecekte değişmesi gibi birtakım kısıtlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Ayrıca sarnıçların içerisine yerleştirilen arıtma sistemlerinin boyutları yerinde çözümler sırasında tekrar değerlendirilmelidir.

Bu çalışma ile görülmüştür ki sarnıçlar gibi geçmiş dönemlerde kullanılan su depolama alanları tarihi kentler özelinde su verimliliği sağlama konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. İncelenen bölgedeki sarnıçlar, bölgedeki su tüketimini tam başa baş karşılamaktadır. Yakın gelecekte su tüketim miktarı arttıkça sarnıçlara ek olarak su depolama alanlarına ihtiyaç duyulacağı bir gerçektir.

KAYNAKÇA

- ABBAS Ahmed ve KHAZNADAR Binyad (2019), “Using Adaptive Reuse as a strategy for the renovation of traditional vernacular architecture in Erbil city”, *6th International Conference on Intangible Heritage, Traditional Craftsmanship*, Edinburgh, United Kingdom.
- ABDULAMEER Zahraa Adil ve ABBAS Sana Sati (2020), “Adaptive reuse as an approach to sustainability”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Cilt 881, ss. 1-16, Bağdat, Irak.
- ACAR Şinasi (2019), “Belgrad Ormanı’ndaki Bentler”, *Z Dergisi*, ss.140-147, <https://www.zdergisi.istanbul/makale/belgrad-ormanlarindaki-bentler-172>, ET.21.03.2023.
- ADHAM Samer ve DECAROLIS James F. (2007), “Performance Investigation of Membrane Bioreactor Systems During Municipal Wastewater Reclamation”, *Water Environment Research*, Cilt 79, Sayı 13, ss.2536-2550.
- AHUNBAY Zeynep (2004), *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, Üçüncü Basım, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- AKSUNGUR Nilgün ve FIRIDIN Şirin (2008), “Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik”, *Sumae Yunus Araştırma Bülteni*, Cilt 8, Sayı 2, ss.9-11.
- ALTUĞ Kerim (2015), “Planlama İlkeleri ve Yapım Teknikleri Açısından Tarihi Yarımada’daki Bizans Dönemi Sarnıçları”, *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, Sayı 15, ss. 3 – 22.
- ARCHDAILY (2012), *Romanesque Cistern Re-Discovered Under Buffalo Bayou Park in Houston*, https://www.archdaily.com/211418/romanesque-cistern-re-discovered-under-buffalo-bayou-park-in-houston?ad_medium=gallery, ET. 18.01.2022.
- AVETA Claudia (2005), Piero Gazzola Restauro Dei Monumenti E Conservazione Dei Centri Storici E Del Paesaggio (Doktora Tezi), Napoli Federico II Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Napoli.

- AYAZ Nurettin, APAK Ömer Ceyhun ve SÜN BÜL Kübra (2018), “Kültürel Miras Alanları Üzerine Bir Meta Analizi: Safranbolu İlçesi Örneği”, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1, ss. 1-14.
- AYDIN Ayşe ve ŞAHİN Özer (2018), “Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesi: Isparta Aya İshotya (Yorgi) Kilisesi’nin Gül Müzesi’ne Dönüşümü”, *TÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*, Cilt 0, Sayı 17, ss. 64-75.
- AYDIN Dicle ve OKUYUCU Ebru Ş. (2009), “Yeniden Kullanıma Adaptasyon ve Sosyokültürel Sürdürülebilirlik Bağlamında Afyonkarahisar Millet Hamamının Değerlendirilmesi”, *Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergi (MEGARON)*, Cilt 4, Sayı 1, ss. 35-44.
- AYKUTLU Feyza ve PILEHVARIAN Kara Nuran (2022), “Anadolu ve Amasya’da Helenistik Dönem Öncesi Su Yapıları”, *Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (ASOBİD)*, Cilt 0, Amasya Özel Sayısı, ss. 49-96.
- AYTUĞ Hüseyin Kutay (2014), “Sürdürülebilir Su Kullanımı Açısından Avrupa Birliği Çevre Politikalarına Türkiye’nin Uyumu”, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, ss.1-18.
- BAŞGÜL Merve ve İLERISOY Zeynep Yeşim (2021), “Yeniden İşlevlendirme Kapsamında Tarihi Yapı Örneği; Kırşehir Cacabey Cami Analizi”, *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1, ss.163-182.
- BAYÜLGEN Batu (2017), “Antiokhos ve Lausos Sarayları”, *Toplumsal Tarih Dergisi*, Sayı 283, ss. 16.
- BAYAZIT Nigan (2016), “Safranbolu Evlerinin Plan Tipolojisi ve Kullanıcı İhtiyaçları Hiyerarşisi”, *Tasarım + Kuram*, Cilt 10, Sayı 17, ss.1-15.
- BAYKAN Orhan ve BAYKAN Nesrin (2015), “Binyıllar Boyunca Anadolu’daki Su Mühendisliği”, *4. Su Yapıları Sempozyumu*, ss. 144-156, Antalya.
- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İNSAN HAKLARI KOMİSYONU (2003), “The Right to Water”, *Human Rights*, Sayı 35, ss.8, Cenevre, İsviçre, <https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>, ET. 14.03.2023.
- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER EĞİTİM, BİLİM VE KÜLTÜR ÖRGÜTÜ (2020), *UN World Water Development Report 2020*, WWAP on behalf of UN-Water, Fransa.

- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER EĞİTİM, BİLİM VE KÜLTÜR ÖRGÜTÜ (2021), “*The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water*”, UNESCO on behalf of UN-Water, Fransa.
- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER EKONOMİK VE SOSYAL İŞLER DEPARTMANI NÜFUS BÖLÜMÜ (2022), *World Population Prospects: The 2017 Revision*, New York, Amerika Birleşik Devletleri, <https://www.un.org/tr/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>, ET. 13.10.2022.
- BÖLÜKBAŞI ERTÜRK A. Esra (2010), “Safranbolu’da Su Mimarisi: Havuzlu Oda/Sofa-Havuzlu Selamlık Köşkü”, *Erdem*, Sayı 56, ss.27 – 58.
- BÖLÜKBAŞI ERTÜRK A. Esra, ŞEKER Dursun Zafer ve ÖZTÜRK İzzet (2013), “Ottoman Period Water Structures and Water-Related Architecture Examples in Safranbolu”, *Water Science & Technology Water Supply*, Cilt 13, Sayı 3, ss.743.
- BOZKURT S. Gülçin ve ALTINÇEKİÇ Hakan (2013), “Anadolu’da Geleneksel Konut ve Avluların Özellikleri ile Tarihsel Gelişiminin Safranbolu Evleri Örneğinde İrdelenmesi”, *İstanbul University Journal of the Faculty of Forestry*, Cilt 63, Sayı 1, ss.69-91.
- BROOKER Graema ve STONE Sally (2014), *Re-readings. Interior architecture and the design principles of remodelling existing buildings*, RIBA Enterprises, London.
- BÜYÜKARSLAN Benay ve GÜNEY E. Dilay (2013), “Endüstriyel Miras Yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Süreci ve İstanbul Tuz Ambarı Örneği”, *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, ss. 31 – 58.
- CAMPBELL PAGE Elizabeth (2002), “Bridging Troubled Waters: A world bank strategy”, *Precis*, Cilt 1, Sayı 221, ss. 1-4, <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/389961468761662011/bridging-troubled-waters-a-world-bank-strategy>, ET.17.03.2023.
- CAMPBELL Scott (1996), “Green Cities, Growing Cities, Just Cities? Urban Planning and the Contradictions of Sustainable Development”, *Journal of the American Planning Association*, Cilt 3, Sayı 62, ss.308-326.

- CANTACUZINO Sherban (1989), *Re-Architecture; Old Buildings / New Uses*, Abbeville Press, New York, Amerika.
- CANTELL Sophie Francesca (2005), *The Adaptive Reuse of Historic Industrial Buildings: Regulation Barriers, Best Practices and Case Studies* (Yüksek Lisans Tezi), Virginia Politeknik Enstitüsü ve Eyalet Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Petersburg.
- CESUR Ayten (2014), “Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri”, *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, Sayı 18, ss. 17-22.
- ÇAĞLAYAN Evrim, BALUN Perihan ve BOZKURT YILDIRIM Gülşah (2022), “Dünya Miras Şehri Safranbolu ile İlgili Lisansüstü Tezler”, *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, ss.38-48.
- ÇINAR Özer, HASAR Halil ve KINACI Cumali (2006), “Modeling of Submerged Membrane Bioreactor Treating Cheese Whey Wastewater by Artificial Neural Network”, *Journal of Biotechnology*, Cilt 123, Sayı 2, ss.204-209.
- DALY Herman E. (2007), *Ecological Economics and Sustainable Development, Selected Essays of Herman Daly*, Edward Elgar Publishing Inc, Amerika Birleşik Devletleri.
- DEĞİRMENCI Nigar Ece (2021), *Çevresel Sürdürülebilirlik Bağlamında Mevcut Konut Tasarımlarının İncelenmesi ve Bir Model Önerisi; Malatya İli Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Gaziantep.
- DEMİR Mustafa (2016), *Zeyrek Sarnıcı (Fil Damı – Pantokrator)*, <https://www.mustafademir.ist/proje-detay/zeyrek-sarnici-fil-dami-pantokrator/>, ET. 13.11.2022.
- DENİZ Taşkın ve ERSÖZ Duygu (2020), “Safranbolu City Place Names: Space, Identity And Culture”, *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, Sayı 42, ss.527-542.
- DERE Murat Erdal (2022), “Su Mimarisi ve Sarnıçlar; Ula Bozyer Sarnıcının Yeniden İşlevlendirilmesi”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 10, Sayı 1, ss.497-515.
- DİE (1997), Devlet İstatistik Enstitüsü, *Elektrik, Su ve Doğalgaz İstatistikleri*, DİE Yayınları, Ankara.
- DOUGLAS James (2006), *Building Adaptation*, Spon Press, Londra.

- DÜNYA BANKASI (2020), *Urban Population*, Amerika,
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?contextual=default>, ET. 27.01.2023.
- DÜNYA BANKASI (2022), *Understanding Poverty: Water*, Amerika,
<https://www.worldbank.org/en/topic/water/overview>, ET. 13.10.2022.
- ELSORADY Dalia (2014), “Assessment of the compatibility of new uses for heritage buildings: the example of Alexandra National Museum”, *Journal of Cultural*, Cilt 15, Sayı 5, ss.511-521.
- ENRIQUEZ Jared, TIPPING David C., LEE Jung Ju, VIJAY Abhinav, KENNY Laura, CHEN Susan, MAINAS Nikolaos, HOLST-WARHAFT Gail ve STEENHUIS Tammo S. (2017), “Sustainable Water Management in the Tourism Economy: Linking the Mediterranean’s Traditional Rainwater Cisterns to Modern Needs”, *Water 2017*, Cilt 9, Sayı 11, ss.868.
- EPA (2007), The Environmental Protection Agency, *Wastewater Management Fact Sheet Membrane Bioreactors 1*, Washington DC, Amerika Birleşik Devletleri, https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-08/documents/membrane_bioreactor_fact_sheet_p100il7g.pdf, ET. 14.03.2023.
- ERSEN Ahmet (2012), “Sir Bernard Feilden 1919-2008 Koruma Mimarları için Anıt bir Anı”, *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, Sayı 9, ss.3-11, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/restorasyon/issue/48690/619455>, ET. 30.11.2022
- EYICE Semavi (1989), “İstanbul’un Bizans Su Tesisleri”, *Sanat Tarihi Araştırmaları Dergisi*, Cilt 2, Sayı 5, ss.3-14.
- FEILDEN Bernard (1982), *Conservation of Historic Buildings*, Routledge, Roma.
- FINDIKOĞLU Ziyaeddin (2011), “Karabük’ün Teşekkülü ve Bazı Demografik ve İktisadi Meseleler”, *Istanbul Journal of Sociological Studies*, Cilt 0, Sayı 1, ss. 1-11, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/101214>, ET. 12.10.2022.
- FRESCHI Elisa ve MAAS Philipp A. (2016), “Introduction: Conceptual Reflections on Adaptive Reuse”, *İçinde, Adaptive Reuse: Aspects of Creativity in South Asian Cultural History*, Ed. Elisa Freschi ve Philipp André Maas, Harrassowitz, ss.11–24, Wiesbaden, Almanya.

- FROM ZERO TO HERO (2019), “Yapılı Çevreler İçin Enerji Verimli Çözümler”,
<https://fromzerotohero.gazi.edu.tr/site/wp-content/uploads/2021/09/Modul-1- IKLIM-DEGISIKLIGI-VE-EKOLOJI-1.pdf>, ET. 27.01.2023.
- GEZER Hale (2013), “Geleneksel Safranbolu Evlerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 23, ss. 13-31.
- GLEICK Peter H. (1998), “Water in Crisis: Paths to Sustainable Water Use”,
Ecological Applications, Cilt 8, Sayı 3, ss. 571-579.
- GUEDES M. Correia, PINHEIRO Manuel ve ALVES L Manuel (2009),
“Sustainable architecture and urban design in Portugal: An overview”,
Renewable Energy, Cilt 34, Sayı 9, ss.1999–2006.
- GÜLERSOY Çelik (2001), *Soğukçeşme Sokağı*, Birinci Basım, Turing ve Otomobil Kurumu Yayını, İstanbul.
- GÜLMEZ Gülşen (2006), *Dünya Mirasında Türkiye; Safranbolu Şehri*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- GÜNER Utku (2020), *Çevresel Sürdürülebilirlik*,
https://books.google.com.tr/books?id=g9rNDwAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false, ET. 28.03.2023.
- GÜNGÖR Selim Sani (2017), “Tarihi Yarımada’daki Roma ve Bizans Dönemi Sarnıçları”, *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, ss.37-72.
- GÜNGÖR Selim Sani (2021), “Osmanlı Su Mimarisi ve İstanbul’daki 19. Yüzyıl Su Yapıları”, *Türk Hidrolik Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, ss. 32- 48.
- HASOL Doğan (2014), “Koruma”, *İçinde Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*, 13. Baskı, Yem Kitabevi, İstanbul.
- HOSTOVSKY Charles (2014), “Environmental Sustainability”, *İçinde*,
Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research, Ed. Alex C. Michalos, ss.1924-1926, Springer, Kanada.
- HOUBART Claudine (2015), “Towards an Integrated Conservation: The Contribution of R.M. Lemaire and Piero Gazzola During The First Decade of Icomos (1965–1975)”, *Conference: Heritage in transformation. Heritage protection in the 21st century*, ss. 117-124, Florence,
https://www.researchgate.net/publication/307903855_Towards_an_integrated_conservation_the_contribution_of_RM_Lemaire_and_Piero_Gazzola_during_the_first_decade_of_ICOMOS_1965-1975, ET. 21.11.2022.

- ICOMOS (2013), “ICOMOS Türkiye Mimari Mirasi Koruma Bildirgesi 2013”, İstanbul, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0784192001542192602.pdf, ET. 18.11.2022.
- IJLA Akram ve BROSTRÖM Tor (2015), “The Sustainable Viability of Adaptive Reuse of Historic Buildings”, *International Invention Journal of Arts and Social Sciences*, Cilt 2, Sayı 4, ss.52-66.
- IPCC (2022), The Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change 2022; Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık, https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf, ET.16.10.2022.
- İLSEVER Ceyhun (2011), *Edirnekapı Sarnıcı Koruma Sorunları* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- İSMEP (2014), İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi, *Kültürel Mirasın Korunması Rehber Kitabı*, Beyaz Gemi Sosyal Proje Ajansı, İstanbul, https://www.ipkb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/ISMEP6_KC3BCltC3BCrelMirasC4B1nKorunmasC4B1.pdf, ET. Erişim:18.11.2022.
- JOUSTRA Caryssa M. ve YEH Daniel H. (2015), “Demand and source driven prioritization framework towardintegrated building water management (IBWM)”, *Sustainable Cities and Society*, Cilt 14, Sayı 1, ss. 117.
- KALYONCU Hür ve TUNÇÖZGÜR Ünsal (2012), *Mübadele ve Safranbolu*, Karabük Valiliği Yayınları, Ankara.
- KAN Havva (2009), *Taraklı Yerleşimindeki Tarihi Dokunun Sürdürülebilirliği Bağlamında Kentsel Koruma ve Geliştirme Stratejileri* (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bartın.
- KARAKUŞ Filiz (2019), “İstanbul’daki Osmanlı Dönemi Tarihi Su Sistemleri’nin İncelenmesi”, *Türk Hidrolik Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, ss.14- 30.
- KARAMAN Sedat ve GÖKALP Zeki (2010), “Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri”, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, ss. 59-66.
- KARCI Erol (2012), “HİCRİ 1299 (1882) Kastamonu Vilâyet Sâlnâmesi’ne Göre Kastamonu Sancağı İle Bağlı Kazaların İdari, Sosyal ve Ekonomik Yapılarına Dair Tespitler”, *Yerel Politikalar*, Cilt 0, Sayı 2, ss.116-147.

- KAŞTAN Yüksel (2017), “Tarih Metodolojisinde Laboratuar Yöntemi ve Safranbolu Örneği”, *Osmanlı Medeniyeti Araştırmaları Dergisi*, Cilt 3, Sayı 5, ss. 72 – 88.
- KELEŞ Ruşen (1998), *Kentbilim Terimleri Sözlüğü*, 2. basım, İmge Kitabevi, Ankara.
- KERİM Ali ve SÜME Veli (2018), “İstanbul’un Eski Su Kaynakları; Sarnıçlar”, *Türk Hidrolik Dergisi*, Cilt 2, Sayı 2, ss. 1-8.
- KILIÇ Havva Sacide (2018), *Safranbolu Kıranköy Bölgesindeki Eski Rum Evlerinin Zorunlu Göç Sonrası Mekansal Değişiminin İrdelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Karabük Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Karabük.
- KIRTORUN Ezgi ve KARAER Feza (2018), “Su Yönetimi ve Suyun Sürdürülebilirliği”, *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, ss.151-159.
- KLIMCZAK Natalia (2016), “Solved: The Mystery of the Spiraling Holes in the Nasca Region of Peru”, <https://www.ancient-origins.net/news-history-archaeology/solved-mystery-spiraling-holes-nasca-region-peru-005704>, ET. 19.10.2022.
- KOÇAN Nurhan (2022), “Safranbolu Eski Çarşı kentsel koruma-kullanma Planlaması”, *GUFBD / GUJS (2022)*, Cilt 12, Sayı 2, ss.564-580.
- KOELBEL Jullian (2009), “Survey and assessment of ancient Cisterns in the West Bank”, *Applied Research Institute of Jerusalem*, <https://www.arij.org/wp-content/uploads/2014/01/Survey-and-assessment-of-ancient-Cisterns-in-the-West-Bank.pdf>, ET. 14.03.2023.
- KONYALI DERELİ Cansu ve ÇAY Rukiye Duygu (2020), “Sürdürülebilir Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yeşil Altyapı Sisteminin Değerlendirilmesi: Fırınlarsırtı TOKİ Konutları (Edirne) Yerleşimi İçin Bir Öneri”, *Kent Akademisi*, Cilt 13, Sayı 4, ss. 668-687.
- KORFMANN Manfred (1999), “1997 Troya Kazıları”, *İçinde, XX. Kazı Sonuçları Toplantısı*, Ed. Koray Olşen, Hayriinnisa Çakmak, Fahriye Bayram, Filiz Kaymaz, Nuray Tarlan, Adil Özme, Kemalettin Ataş, Haydar Dönmez, ss. 357-370, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- KUBAN Doğan (1998), *Kent ve Mimarlık Üzerine İstanbul Yazıları*, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- KUBAN Doğan (2000), *Tarihi Çevre Korumanın Mimarlık Boyutu Kuram ve Uygulama*, YEM Yayınları, İstanbul.

- KUMARI Mamta ve SINGH Jagdeep (2016),” Water Conservation: Strategies and Solutions”, *International Journal of Advanced Research and Review IJARR*, Cilt 1, Sayı 4, ss.75-79.
- KUŞ Aytekin (2003), *Türkiye’de Mimarlık Değerlerinin Korunmasında İlk Adımlar 1975-1980*, Safranbolu Kaymakamlığı Hizmet Birliği Yayını, Karabük.
- KUŞ Aytekin (2015), *Safranbolu Korumada 40. Yıl (1975-2015) 40 Söyleşi 1975 Öncesi ve Sonrası*, Anlatan: Kızıltan Ulukavak, Safranbolu Kültür ve Turizm Vakfı Yayınları, Karabük.
- KÜTÜK Dilara ve YÜCEER Sultan Nilgün (2020), “Binalarda Su Gri Arıtılması”, *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 39, Sayı 7, ss.133-142.
- LANZ Francesca ve PENDLEBURY John (2022), “Adaptive reuse: A critical review”, *The Journal of Architecture*, Cilt 27, Sayı 2-3, ss.441-462.
- LEVENT SARIKAYA Yasemin (2011), “Kültür Mirasına İlişkin Koruma Politikaları ve Uygulamalarında Kamu Yararı İlkesi”, *Toplum ve Demokrasi*, Cilt 5, Sayı 11, ss. 115-132.
- LOUCKS D. Peter (2000), “Sustainable Water Resources Management”, *Water International*, Cilt 25, Sayı 1, ss. 3–10.
- LOVE E. D. Peter ve BULLEN Peter A. (2011a), “Adaptive Reuse of Heritage Buildings”, *Structural Survey*, Cilt 29, Sayı 5, ss.411-421.
- LOVE E. D. Peter ve BULLEN Peter A. (2011b), “A new future for the past: A model for adaptive reuse decision-making”, *Built Environment Project and Asset Management (BEPAM)*, Cilt 1, Sayı 1, ss. 32-44.
- MAMAIYEZI Maryam ve SIREL Ayşe (2022), “Evaluation of the Şerefiye Cistern in the Context of Reuse”, *5th International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism (ICCAUA-2022)*, Cilt 5, Sayı 1, ss.576-585, Antalya.
- MAYS Larry W. (2007), *Water Resources Sustainability*, McGraw-Hill Education, Tempe, Arizona.
- MAYS Larry, ANTONIOU George P. ve ANGELAKIS Andreas N. (2013), “History of Water Cisterns: Legacies and Lessons”, *Journal of Water*, Cilt 5, Sayı 4, ss.1916-1940.
- MAZI Fikret ve TAN Mehmet (2009), “Nüfus Artışı, Kaynak Tüketimi ve Çevre”, *Mevzuat Dergisi*, Sayı 136, ss.1-7.

- MELLAART James (1970), *Excavations at Hacilar I*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2022), *İllere Ait Mevsim Normalleri; Karabük*, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KARABUK_ ET. 13.10.2022.
- MILLER Robert (1980), “Water use in Syria and Palestine from the Neolithic to the Bronze Age”, *World Archaeology*, Cilt 11, Sayı 3, ss.331–341.
- NİCOLL (2011), *Waterloc Yağmur Suyu Yönetim Sistemi*, <https://www.degora.com/images/Waterloc-Yagmursuyu-Yonetim-Sistemi.pdf>, ET. 13.10.2022.
- OKELLO Cornelius, TOMASELLO Bruno, GREGGIO Nicolas, WAMBIJI Nina ve ANTONELLINI Marco (2015), “Impact of Population Growth and Climate Change on the Freshwater Resources of Lamu Island Kenya”, *Water 2015*, Cilt 7, Sayı 3, ss.1264-1290.
- ORAL Bülent (2019), “Geleneksel Mimariye Öykünme Bağlamında Günümüz Safranbolu Sivil Mimarisi”, *İnsan & İnsan*, Cilt 6, Sayı 21, ss.597-631.
- ORHAN Büşra ve YALDIZ Esra (2021), “Koruma Kavramının Bileşeni Olarak Yeniden Kullanımın Sürdürülebilirliğe Katkıları”, *Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi*, Cilt 3, Sayı 4, ss. 44-63.
- ÖZDEMİR Ünal (2011), “Safranbolu’nun Kültürel Miras Kaynakları ve Korunması”, *Doğu Coğrafya Dergisi*, Cilt 16, Sayı 26, ss.129 – 142.
- ÖZDOĞAN Mehmet, ÖZDOĞAN Aslı ve DAVIS Michael (1991), “1989 Yılı Çayönü Kazıları”, *İçinde, XII. Kazı Sonuçları Toplantısı I*, ss.71-87, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- ÖZİŞ Ünal, ARISOY Yalçın, ALKAN Ahmet ve ÖZDEMİR Yalçın (2008), “Türkiye'deki Tarihi Su Yapılarının Evrensel Önemi”, *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, ss. 555-566, Ankara.
- PEREIRA Luis S., CORDERY Ian ve IACOVIDES Iacovos (2012), “Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving”, *Agricultural Water Management*, Sayı 108, ss. 39-51.
- PILEHVARIAN Nuran Kara ve URFALIOĞLU Nur (2000), *Osmanlı Başkenti İstanbul'da Çeşmeler*, Yem Yayınları, İstanbul.

- PLEVOETS Bie ve CLEEMPOEL Van Koenraad (2011), “Adaptive Reuse as a Strategy Towards Conservation of Cultural Heritage: A Literature Review”, *Conference: Proceedings Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII*, Cilt 118, Sayı 12, ss.155–163, Toskana, İtalya.
- PLEVOETS Bie ve CLEEMPOEL Van Koenraad (2012), “Adaptive Reuse as a Strategy Towards Conservation of Cultural Heritage: A Survey of 19th and 20th Century Theories”, *Rie International Conference: Reinventing Architecture and Interiors: the past, the present and the future*, Londra, Birleşik Krallık.
- SAFRANBOLU BELEDİYESİ (2021), *Safranbolu Tarihçesi*, Safranbolu, <https://www.safranbolu.bel.tr/safranbolu-turizm/safrabolu-tarihce>, ET. 09.12.2022.
- SALGOT Miquel (2006), “Water Reclamation, Recycling and Reuse: Implementation Issues”, *Desalination*, Cilt 218, Sayı 2008, ss. 190-197.
- SAVAŞ Macide (2009), *Bakırköy Fildamı Sarnıcı Koruma Sorunları* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- SCHMIDT Klaus ve HERRMANN Richard A. (2012), “Göbekli Tepe – Untersuchungen zur Gewinnung und Nutzung”, *İçinde Wasserwirtschaftliche Innovationen im archäologischen Kontext Von den prähistorischen Anfängen bis zu den Metropolender Antike*, Ed. Florian Klimscha, Ricardo Eichmann, Christof Schuler ve Henning Fahlbusch, ss.57-68, Marie Leidorf GmbH, Almanya.
- SCHMIDT Robert, EGUCHI Toru, AUSTIN Simon ve GIBB Alistair (2009), “Adaptable Futures: A 21st Century Challenge”, *Changing Roles; New Roles, New Challenges Conference*, Noordwijk AAN ZEE, Hollanda.
- SELÇUK Mustafa (2006), *Binaların yeniden işlevlendirilmesinde mekansal kurgunun değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Konya.
- SONG Kyung Guen., KIM Yuri ve AHN Kyu Hong (2008), “Effect of coagulant addition on membrane fouling and nutrient removal in a submerged membrane bioreactor”, *Desalination*, Cilt 221, Sayı 1-3, ss.467-474.
- ŞAHİN Nazlı İpek (2010), *Binalarda Su Korunumu* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü, İstanbul.

- ŞEN Hüseyin, KAYA Ayşe ve ALPASLAN Barış (2018), “Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif”, *Ekonomik Yaklaşım Derneği*, Cilt 29, Sayı 107, ss.1-47.
- T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI (2018), “Cilt 2: Evsel ve Endüstriyel Atıksuların Arıtılması ve Geri Kazanılmasında Membran Teknolojileri”, *Su/Atıksu Arıtılması ve Geri Kazanılmasında Membran Teknolojileri ve Uygulamaları*, Türkiye Çevre Koruma Vakfı, Ankara.
- TANIK Ayşegül (2017), “Yağmur Suyu Toplama, Biriktirme ve Geri Kullanımı”, *Su Kaynakları ve Kentler Konferansı*, ss.28-35, Aktaş Matbaacılık, Ankara.
- TEZCAN Hülya (1989), *Topkapı Sarayı ve Çevresinin Bizans Devri Arkeolojisi*, Turing ve Otomobil Kurumu, İstanbul.
- THORNTON Kent W., LAURIN Christina, SHORTLE James, FISHER Ann, SOBRINHO Jose ve STEWART Margaret (2006), “A Framework and Guidelines for Moving Toward Sustainable Water Resources Management”, *Su Çevre Federasyonu Bildirileri*, Cilt 2006, Sayı 10, ss. 2762-2777.
- TIAN Jia Yue, LIANG Heng, NAN Jun, YANG Yan Ling, YOU Shi Jie ve LI Gui-Bai (2009), “Submerged membrane bioreactor (sMBR) for the treatment of contaminated raw water”, *Chemical Engineering Journal*, Cilt 148, Sayı 2-3, ss.296-305.
- TÜİK (2018), Türkiye İstatistik Kurumu, *Belediye Su İstatistikleri*, Sayı 30668, Ankara.
- TÜRKEŞ Murat (2001), “Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma”, *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri*, ss.187-205, Ankara.
- TÜRKEŞ Murat (2008), “Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler”, *İklim Değişikliği ve Çevre*, Cilt 1, Sayı 1, ss.26-37.
- TÜRKEŞ Murat (2022), “Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) Yeni Yayımlanan İklim Değişikliğinin Etkileri, Uyum ve Etkilenebilirlik Raporu Bize Neler Söylüyor?”, *Resilience Journal*, Cilt 6, Sayı 1, ss.197-207.
- ULUKAVAK Kızıltan (2017a), “Safranbolu Rumları”, *İçinde, Bir Safranbolulunun Penceresinden Safranbolu (Gözlemler - Derlemeler – Denemeler)*, ss.41-54, Karabük Üniversitesi Yayınları, Özer Matbaa, Karabük.

- ULUKAVAK Kızıltan (2017b), “Safranbolu’da Su”, *İçinde, Bir Safranbolulunun Penceresinden Safranbolu (Gözlemler - Derlemeler - Denemeler)*, ss.163-180, Karabük Üniversitesi Yayınları, Özer Matbaa, Karabük.
- ULUKAVAK Kızıltan (2020), *Safranbolu Korumada Tarihsel Süreç*, Safranbolu Araştırmaları Merkezi Yayınları, Safranbolu.
- UN-WATER (2021), *Summary Progress Update 2021– SDG 6 – water and sanitation for all*, UN-Water, Cenevre, İsviçre, https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/07/SDG-6-Summary-Progress-Update-2021_Version-July-2021.pdf, ET. 23.03.2023.
- ÜNER Selen, SAĞIROĞLU Özlem ve GÜNGÖR Can (2021), “Tarihi Su Yapılarının Yeniden İşlevlendirme Yöntemiyle Korunması Konusunda Bir Değerlendirme”, *6. Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi*, ss.80-87, İstanbul.
- URKIAGA Ana, DE LAS FUENTES Libe, BIS Barbara, CHIRU E, BALASZ B ve HERNANDEZ Francisc (2006), “Development of Analysis Tools for Social, Economic and Ecological Effects of Water Reuse”, *Desalination, Cilt 218, Sayı 1-3*, ss. 81-91.
- ÜSTÜN Gökhan Ekrem ve TIRPANCI Ayşenur (2015), “Gri Suyun Arıtımı Ve Yeniden Kullanımı”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 2*, ss.119-139.
- VALIPOUR Mohammed, AHMED Abdelkader, ANTONIOU Georgios, SALA Renato, PARISE Mario, SALGOT Miquel, BENSI Negar ve ANGELAKIS Andreas (2020), “Sustainability of Underground Hydro-Technologies: From Ancient to Modern Times and toward the Future”, *Sustainability, Cilt 8983, Sayı 12*, ss.1-31.
- WATER SCIENCE SCHOOL (2019), *The distribution of water on, in and above the Earth*, <https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth>, ET. 23.03.2023
- WONG Liliane (2016), *Adaptive Reuse: Extending the Lives of Buildings*, Walter de Gruyter GmbH, Berlin, Almanya.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987), *Our Common Future*, New York, Amerika Birleşik Devletleri, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>, ET.17.03.2023.

- YALDIZ Esra (2003), *Konya 'da ki medrese yapılarının yeniden kullanım koşullarına göre değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Konya.
- YAMATO Nobuhiro, KIMURA Katsuki, MIYOSHI Taro, WATANABE Yoshima (2006), “Difference In Membrane Fouling In Membrane Bioreactors (Mbrs) Caused by Membrane Polymermaterials”, *Journal of Membrane Science*, Cilt 280, Sayı 1–2, ss. 911-919.
- YETKİN Elif Gizem ve AKMAN Nilgün (2021), “Geleneksel Sürdürülebilir Yağmur Suyu Depolama Yöntemleri. Emine-Murat Cimrin Koçak Evi Sarnıcının İncelenmesi ve Yeniden Kullanımının Değerlendirilmesi”, *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, Cilt 6, Sayı 3, ss.1003-1016.
- YETKİN Elif Gizem (2019), “Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Yapılarda Su Korunumu Stratejileri“, *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, Cilt 2, Sayı 2, ss. 70-78.
- YILDIRIM İrem (2016), *İstanbul Kapalı Sarnıçlarının İşlevsel Dönüşümünün Mekânsal Bağlamda İrdelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Beykent Üniversitesi Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- YILDIRIM Mücahit ve TURAN Gizem (2012), “Sustainable Development in Historic Areas: Adaptive Reuse Challenges in Traditional Houses In Şanlıurfa, Turkey”, *Habitat International*, Sayı 36, Sayı 4, ss.493-503.
- YILDIZ Süha (2003), *İstanbul' da Suyun Serüveni*, İSKİ Yayınları, İstanbul.
- YILDIZ Sayiter, NAMAL Odman Önder ve ÇEKİM Mehmet (2013), “Atık Su Arıtma Teknolojilerindeki Tarihsel Gelişimler”, *Selçuk Üniversitesi Müh. Bilim ve Teknik Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, ss.55-67.
- YILMAZ EMRE Nilay (2014), “Byzantium Period Water Architecture and a Masterpiece in Istanbul: The Big Basilica Cistern”, *Turk Neurosurg*, Cilt 24, Sayı 6, ss.823-827.
- YILMAZ Gonca ve MARAŞOĞLU Hülya (2021), “Sürdürülebilir Kaynak Yönetiminin Değerlendirilmesinde Döngüsel Yaşam Örneği: Findhorn Ekoköy’ü”, *Social Sciences Research Journal*, Cilt 10, Sayı 1, ss.174 - 184.
- YUNG Esther ve CHAN Edwin (2012), “Implementation challenges to the adaptive reuse of heritage buildings: Towards the goals of sustainable, low carbon cities”, *Habitat International*, Cilt 36, Sayı 3 ss.352-361.

YÜCEL Erdem (1967), “İstanbul'da Bizans Sarnıçları”, *Arkitekt*, Cilt 1967, Sayı 325, ss.16-20, <http://dergi.mo.org.tr/dergiler/2/159/1956.pdf>, ET. 20.10.2022.

ZENGINERLER Merve (2021), *Enformasyon Çağında “Adaptive Reuse: Kayseri, Gesi Hamamı Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), T.C. Erciyes Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Kayseri.

EKLER

EK 1: Anket Çalışması Soruları

Anket, Safranbolu'nun Barış ve Atatürk (İnönü) Mahallelerinde yer alan konut ve ticari yapıların su tüketim miktarları ile su kullanım ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Anketi, Çankaya Üniversitesi Yapım Teknolojileri Tezli Yüksek Lisans Programına devam etmekte olan ve Safranbolu'da ki sarnıçlar üzerine tez çalışmasını sürdüren araştırmacı hazırlamıştır. Anket sonuçlarından elde edilecek veriler çeşitli tablo ve grafikler ile analiz edilecek, bu analizlere dayanarak bahsedilen bölgede ki konut ve ticari yapıların su ihtiyaçları belirlenecek ve yine o bölgede yer alan sarnıçlar ile su ihtiyaçlarının ne kadarının giderilebileceği üzerine çalışılacaktır. Anket 'de genel olarak kullanıcıların evlerinde suyu nerelerde, ne sıklıkla ve ne kadar süreyle tükettikleri sorgulanacaktır. Anket' de tüketicilerin olgusal ve davranışsal bir takım sorulara cevap vermeleri beklenmektedir. Bu sorulara çoktan seçmeli ya da yazılı olarak cevap verilebilmektedir. Çoktan seçmeli sorularda işaretlemek istediğiniz seçeneği yuvarlak içine alabilirsiniz.

Konut olarak kullanılan yapılar için;

1- Konutunuzu ne sıklıkla kullandığınızı aşağıdaki tabloda işaretleyiniz.

		1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kış	Aralık				
	Ocak				
	Şubat				
İlkbahar	Mart				
	Nisan				
	Mayıs				
Yaz	Haziran				
	Temmuz				
	Ağustos				
Sonbahar	Eylül				
	Ekim				
	Kasım				

2- Konutunuzda kaç kişinin yaşadığını, cinsiyetlerini ve yaşlarını aşağıdaki tabloda belirtiniz.

		Yaşı	Çalışma Durumu	
			Çalışıyor	Çalışmıyor
Kadın	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
Erkek	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			

3- Aylık/yıllık su tüketiminiz ne kadardır?
Lütfen Belirtiniz:.....m³

4- Konutunuzda yer alan lavabo ve tuvalet gibi ıslak hacimlerin adetini ve günlük kullanım sıklığını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI		ADET	GÜNLÜK KULLANIM SIKLIĞI
LAVABO (BANYO VE TUVALET TOPLAM)			.....kez
TUVALET	KLOZET		.....kez
	ALATURKA		.....kez
EVIYE (MUTFAK)			.....kez

5- Banyo ve tuvaletteki bataryanızın çeşidi nedir?
A) Fotoselli (sensörlü)
B) Normal

6- Banyo ve tuvaletinizde su tasarruflu batarya başlığı kullanıyor musunuz?
A) Evet
B) Hayır

7- Mutfaktaki bataryanızın çeşidi nedir?
C) Fotoselli (sensörlü)
D) Normal

8- Mutfaktaki musluğunuzda su tasarruflu batarya başlığı kullanıyor musunuz?
C) Evet
D) Hayır

9- Tuvaletinizde çift akışlı rezervuar sistemi (ihtiyaca göre 3 litre ve 6 litre) mi kullanıyorsunuz?
A) Evet
B) Hayır

10- Konutunuzda yer alan banyo adetini ve haftalık kullanım sıklığını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	KİŞİ	KULLANIM SÜRESİ	HAFTALIK KULLANIMI
DUŞ	1.	.....dk	.....kez
	2.	.....dk	.....kez
	3.	.....dk	.....kez
	4.	.....dk	.....kez
	5.	.....dk	.....kez

11- Banyoda su tasarruflu duş başlığı kullanıyor musunuz?

- A) Evet
- B) Hayır

12- Duş alırken hangi sistemi kullanıyorsunuz?

- A) Duş başlığı ile devamlı su akıtarak
- B) Duş sırasında zaman zaman suyu kapatarak
- C) Kademeli duş başlığı ile düşük debili, daha az su akıtarak
- D) Küvet, kova vb... biriktirerek

13- Konutunuzda yer alan çamaşır makinesinin marka/modelini ve haftalık kullanım sıklığını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	MARKA/ MODEL	KAPASİTESİ	HAFTALIK KULLANIMI
ÇAMAŞIR MAKİNESİ		.....kg	.....kez

14- Konutunuzda yer alan bulaşık makinesinin marka/modelini ve haftalık kullanım sıklığını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	MARKA/ MODEL	HAFTALIK KULLANIMI
BULAŞIK MAKİNESİ		.....kez

15- Konutunuzun büyüklüğü ne kadardır?

Lütfen Belirtiniz:.....m²

16- Konutunuzu haftada kaç kez temizlersiniz?

A) 1

B) 2

C) Diğer (Lütfen Belirtiniz):kez

17- Konutunuzda düzenli olarak suladığınız bahçe ya da bitki var ise adetini ve haftalık sulama sıklığınızı aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	ADET	HAFTALIK SULAMA SIKLIĞI	SULAMA SÜRESİ
BİTKİ			.....dk
BAHÇE			.....dk

18- Çeşme suyunu içmek, yemek yapmak, meyve yıkamak için kullanır mısınız?

A) Evet

B) Hayır

19- Cevabınız hayır ise dışarıdan aldığınız içme suyunun türünü, miktarını (tek seferde), ve haftalık alım sıklığınızı aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	ADET	HAFTALIK ALIM
DAMACANA SU		
ŞİŞE SU (1,5lt)		
ŞİŞE SU (0,5lt)		

Ticari Konak olarak kullanılan yapılar için;

1- Konak'ta toplamda kaç kişi çalışmaktadır?
.....kişi

2- Konak'ta bulunan toplam oda sayısını ve kapasitelerini aşağıdaki tabloda doldurunuz.

ODA TİPİ	ODA ADETİ	TOPLAM ODA ADETİ
2 KİŞİLİK		
3 KİŞİLİK		
4 KİŞİLİK		

3- Konak'ta yıl boyunca dolu olan oda sayısını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

DÖNEM	DOLU OLAN ODA SAYISI
KIŞ AYLARI (ARALIK-ŞUBAT)	
İLKBAHAR AYLARI AYLARI(MART-MAYIS)	
YAZ AYLARI (HAZİRAN-AĞUSTOS)	
SONBAHAR AYLARI (EYLÜL-KASIM)	

4- Aylık/yıllık su tüketiminiz ne kadardır?
Lütfen Belirtiniz:.....m³

- 5- Konak'ta toplamda yer alan banyo, tuvalet ve lavabo adetini aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI		ADET	GÜNLÜK KULLANIM SIKLIĞI
LAVABO (BANYO VE TUVALET TOPLAM)			.....kez
TUVALET	KLOZET		.....kez
	ALATURKA		.....kez
EVİYE (MUTFAK)			.....kez

- 6- Banyo ve tuvaletlerdeki bataryanızın çeşidi nedir?
A) Fotoselli (sensörlü)
B) Normal
- 7- Banyo ve tuvaletlerde su tasarruflu batarya başlığı kullanıyor musunuz?
A) Evet
B) Hayır
- 8- Mutfaktaki bataryanızın çeşidi nedir?
A) Fotoselli (sensörlü)
B) Normal
- 9- Mutfakta su tasarruflu batarya başlığı kullanıyor musunuz?
A) Evet
B) Hayır
- 10- Tuvaletlerinizde çift akışlı rezervuar sistemi (ihtiyaca göre 3 litre ve 6 litre) mi kullanıyorsunuz?
A) Evet
B) Hayır
- 11- Banyolarınızda su tasarruflu duş başlığı kullanıyor musunuz?
A) Evet
B) Hayır

12- Konak'ta toplam çamaşır makinesi adetini, kapasitesini ve haftalık kullanım sıklığını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	MARKA /MODEL	ADET	KAPASI TESİ	HAFTALIK KULLANIMI
ÇAMAŞIR MAKİNESİ			.....kg	.....kez

13- Konak'ta toplamda yer alan bulaşık makinesi adetini ve haftalık kullanım sıklığını aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	MARKA /MODEL	ADET	KAPASI TESİ	HAFTALIK KULLANIMI
BULAŞIK MAKİNESİ			.....kg	.....kez

14- Konağınızda kahvaltı ya da yemek salonu var mı?

- A) Evet
- B) Hayır

15- Masa kapasitesi nedir?

Lütfen Belirtiniz:.....

16- Cevabınız evet ise kahvaltı/yemek salonundaki kumaşlar nerede yıkanmaktadır?

Lütfen Belirtiniz:.....

17- Konağınızın büyüklüğü ne kadardır?

Lütfen Belirtiniz:.....m²

18- Konağınızı haftada kaç kez temizlersiniz?

- A) 1
- B) 2
- C) Diğer (Lütfen Belirtiniz):kez

19- Konağınızda dzenli olarak suladığınız bahçe ya da bitki var ise adetini ve haftalık sulama sıklığınıza aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	ADET	HAFTALIK SULAMA SIKLIğI	SULAMA SÜRESİ
BİTKİ			.....dk
BAHÇE			.....dk

20- Çeşme suyunu içmek, yemek yapmak, meyve yıkamak için kullanır mısınız?

- C) Evet
D) Hayır

21- Cevabınız hayır ise dışarıdan aldığınız içme suyunun türünü, miktarını (tek seferde), ve haftalık alım sıklığınızı aşağıda yer alan tabloya yazınız.

TÜKETİM ALANI	ADET	HAFTALIK ALIM
DAMACANA SU		
ŞİŞE SU (1,5lt)		
ŞİŞE SU (0,5lt)		