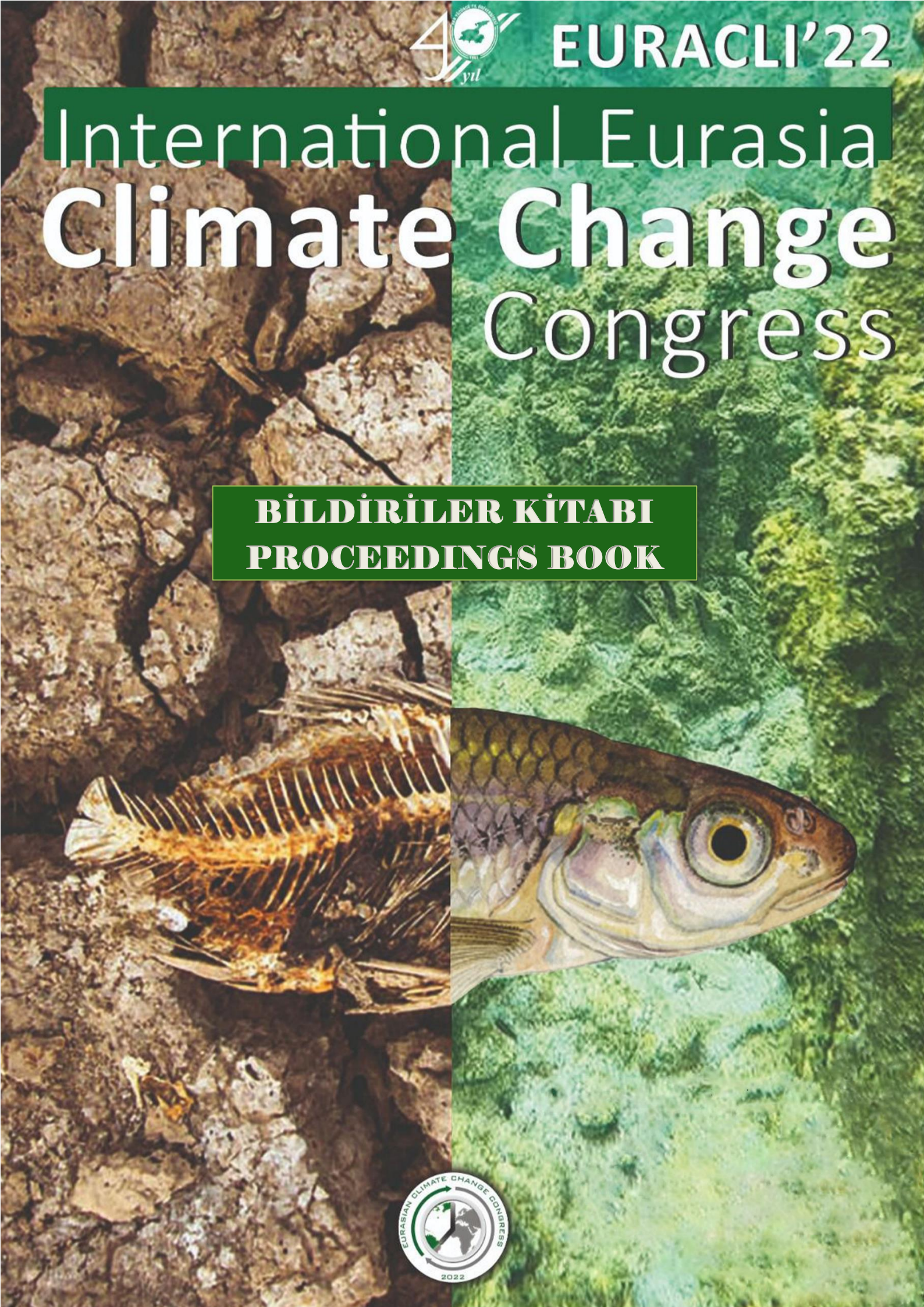
EURACLI'22

International Eurasia Climate Change Congress

BİLDİRİLER KİTABI
PROCEEDINGS BOOK



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi
EURACLI'2022
29.09.2022 - 01.10.2022

EURACLI'22

INTERNATIONAL EURASIA CLIMATE CHANGE CONGRESS

ULUSLARARASI AVRASYA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KONGRESİ

PROCEEDINGS BOOK
BİLDİRİLER KİTABI

E-ISBN: 978-975-7616-92-4

29 SEPTEMBER- 01 OCTOBER, 2022

VAN, TÜRKİYE

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi
EURACLI'2022
29.09.2022 - 01.10.2022

EDİTÖRLER/EDITORIAL
Faruk ALAEDDİNOĞLU, Pınar BOSTAN, Onur ŞATIR, Serkan KEMEÇ, Şevket ALP, Atilla DURMUŞ, Hilal ÇELİK KAZICI, Ayşegül Feray MEYDAN, Songül DÜZ ÖZER

WEB & KAPAK TASARIM – DİZGİ/WEB & COVER DESIGN
Büşra ARIK, Hande ÖZVAN

LOGO TASARIM/LOGO DESIGN
Onur ŞATIR
Şevket KOÇAK
Selcan TUNÇ

E-ISBN: 978-975-7616-92-4

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yayınları Yayın No: 92
Van Yuzuncu Yil University Press Pub. No: 92

Citiation: Alaeddinoğlu et al. 2022. International Eurasia Climate Change Congress Abstract Book, Yuzuncu Yil University Press, Van, Türkiye.

*** Bu kitapta bulunan özet yayınların tamamı çift kör hakemli değerlendirmeye alınmış ve kongrede sunulmuştur. Bilimsel kısımlardaki sorumlulukları ilgili yazarlara aittir.**

*** All of the publications in this book were evaluated in a double-blind peer review and presented at the congress. Responsibilities in scientific sections belong to the respective authors.**

BAŞVURU ADRESİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 65090 Tuşba/VAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi
EURACLI'2022
29.09.2022 - 01.10.2022

SEMPOZYUM ONURSAL BAŞKANI

HONORARY CHAIRMAN OF THE SYMPOSIUM

Prof. Dr. Hamdullah ŞEVLİ (*Van Yüzüncü Yıl Üniveristesi Rektörü*)

KONGRE DÜZENLEME KURULU

ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Faruk ALAEDDİNOĞLU (Başkan)	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Pınar BOSTAN (Başkan yardımcısı)	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Prof. Dr. Şevket ALP	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Prof. Dr. Atilla DURMUŞ	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Doç. Dr. Hilal ÇELİK KAZICI	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Doç. Dr. Serkan KEMEÇ	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Doç. Dr. Onur ŞATIR	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Doç. Dr. Songül DÜZ ÖZER	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Feray MEYDAN	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*

KONGRE BİLİM KURULU*

MEMBERS OF THE SCIENCE COMMITTEE

ÇAĞATAY, Memet Namık (*Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi / Türkiye*)
ÇİÇEK, İhsan (*Prof. Dr., Ankara Üniversitesi / Türkiye*)
ÇUKUR, Deniz (*Dr., Kore Yerbilimi ve Maden Kaynakları Enstitüsü, Daejeon / Kore*)
DEMİRCAN, Mesut (*Prof. Dr., T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı / Türkiye*)
DEMİRSOY, Ali (*Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi / Türkiye*)
DÖNMEZ, Cenk (*Doç. Dr., Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research / Almanya*)
ERLAT, Ecmel (*Prof. Dr., Ege Üniversitesi / Türkiye*)
IRMAK, Mehmet Akif (*Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi / Türkiye*)
KADIOĞLU, Mikdat (*Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi / Türkiye*)
KARACA, Mehmet (*Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi / Türkiye*)
KARAM, Samer (*Dr., Twente Üniversitesi, Jeo-Bilgi Bilimleri Fakültesi / Hollanda*)
KIPFER, Rolf (*Prof. Dr., Biyojeokimya ve Kirlilik Dinamiği Enstitüsü, Çevresel Sistem Bilimi Bölümü (D-USYS), ETH Zürih / İsviçre*)

KURT, Latif (*Prof. Dr., Ankara Üniversitesi / Türkiye*)

LOKUPITIYA, Erandathie (*Prof. Dr., Zooloji ve Çevre Bilimleri Bölümü, Colombo Üniversitesi / Sri Lanka*)

NAGANO, Takanori (*Doç. Dr., Kobe Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği ve Sosyo-Ekonomi Bölümü / Japonya*)

ÖZDOĞAN, Mutlu (*Doç. Dr., Wisconsin Universitesi / ABD*)

STEIN, Alfred (*Prof. Dr., Twente Üniversitesi, Jeo-Bilgi Bilimleri Fakültesi / Hollanda*)

TOMONAGA, Yama (*Dr., Basel Üniversitesi Çevre Bilimleri Bölümü, Basel / İsviçre*)

TÜRKEŞ, Murat (*Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi / Türkiye*)

YILMAZ, Sevgi (*Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi / Türkiye*)

YÜCEL, İsmail (*Prof. Dr., ODTÜ / Türkiye*)

(*)İsimler alfabetik olarak sıralanmıştır.

KONGRE SEKRETERYASI

CONGRESS SECRETERIAT

Ramazan OKUDUM (*Van YYÜ, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü*)

Hasan SAYIN (*Van YYÜ, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü*)

Bahtiyar AYDIN (*Van YYÜ, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü*)

Hande ÖZVAN (*Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü/ CBS ve Bilişim Uygulamaları Programı*)

Büşra ARIK (*Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü/ CBS ve Bilişim Uygulamaları Programı*)

Emel AYDIN (*Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü/ CBS ve Bilişim Uygulamaları Programı*)

Duygu METIN (*Van YYÜ, Turizm Fakültesi*)

Caner TEMIZ (*Van YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı*)

Müge YAYLA (*Van YYÜ, Muradiye Meslek Yüksek Okulu*)

ÖNSÖZ –PREFACE

İklim değişikliği, bütün bir ekosistemin ve başta insanoğlu olmak üzere dünyada yaşayan her canlının geleceğini tehdit eden en somut ve en ciddi sorundur. İnsanlık bu değişimi öngördüğü ve geleceğini yok edeceğini bildiği halde maalesef politik tartışmalardan öteye somut adımlar atamamıştır. Dahası, küresel ısınmaya neden olan fosil yakıtların kısıtlanmasına yönelik bütün düzenlemeler sözde kalmış ve iklim değişikliğinin varlığını reddetmeye yönelik yaklaşımlar popüler hale gelmiştir. Bütün bu olumsuzlukların yanı sıra ülkelerin ekonomik ve siyasal güç elde etmek için giriştikleri yarış ve çıkar çatışmaları, bugün içinde bulunduğumuz ve artık eşik değerlerin aşıldığı safhaya bizleri getirmiştir. Tam da bu nedenlerden dolayı iklim değişimiyle mücadele etmek oldukça zor bir iştir. Çünkü bu yeni durumla mücadele etmek için katı önlemlerin alınması ve insanoğlunun yaşam biçiminde radikal değişikliklere gidilmesi gerekmektedir.

Evet, iklim değişikliğinin yarattığı tehdidin boyutu çok büyük ve insanoğlu bunu günlük hayatında da görmeye başlamıştır. Zira konuyla ilgilenen bütün çevreler, politika yapıcılar ve kamuoyu konunun gerçekliğini ve aciliyet gerektirdiğini kısmen de olsa anlamış görünmektedir. Ancak bugüne kadar uygulanan yanlış politikaların sonuçları bugün ve gelecekte karşımıza çıkacak ve insanlık bununla yüzleşecektir. Göz göre göre gelen ve hiçbir önlem alınmayan bu doğal felaket belki de büyük uygarlıkların çökmesine ve milyonlarca insanın hayatına mal olacaktır. Şüphesiz bu durum, hayatın olağan akışında değişime neden olacak ve şayet doğru yönetilemez ise yaratacağı etki büyük yıkımları beraberinde getirecektir. O nedenledir ki, bütün sektörleri değiştireceği ve yeni alışkanlıklar yaratacağı anlaşılan bu yeni durumun doğru anlaşılması ve ilgili bütün taraflara iyi anlatılması gerekmektedir.

Esasında, iklim değişikliğine karşı harekete geçmekte başarısız olan, sorunu öngörmelerine rağmen çözüm üretemeyen ve sorun geldikten sonra mücadele etme kapasitelerinin yetersiz olduğunu düşünen politika yapıcılar var karşımızda. Dahası sonuçlarını yaşadığımız iklim değişikliğine ilişkin alınan kararları uygulamayan, sorunu bütün boyutlarıyla kendi halklarıyla paylaşmayan ve sürekli süreci uzatan politika yapıcıların karar verdiği bir dünyada yaşıyoruz. Oysa bugün geleceğe ilişkin somut adımların atılması ve geleceğin yeniden inşa edilmesi için radikal kararlar alınması gerekmektedir. 50 yılı aşkın bir süredir dünyamız nerdeyse sürekli ısınıyor. Bugün ortalamalarda 1 derecelik sıcaklıkla ifade edilen artış, yakın gelecekte 2-3 derecelerle ifade edilecek. Ancak ortalamadaki 2-3 derecelik artışın maliyeti çok ağır olacak.

Dünyanın birçok yerinde aşırı hava ve iklim olayları görülmeye başlanacak. Hiç tanıklık etmediğimiz sıcak günler artarken soğukların azaldığına şahitlik edeceğiz. Ayrıca

sıcaklıklardaki aşırı sapmalar hayatımızın bir parçası haline gelecek. Ekstrem yağış değerleri kaydedilirken sel baskınları hiçte uzak ihtimaller olmayacak. Diğer bir ifadeyle şiddetli yağış olaylarının yaşandığı alanlar sayıca artacak. Dolayısıyla bütün bu sonuçlar ekonomik ve sosyal hayatı derinden etkileyecektir.

Evet, bugün her yönüyle değişen ve dönüşen bir dünya da yaşıyoruz. Bir taraftan değişen iklim olurken diğer taraftan değişen iklimin hayatımıza soktuğu salgın hastalıklar… ve sonuçta dört duvar arsına sıkışan sanal yaşamlar. Gerçek yaşam alanları daralırken, sanal yaşamlar çok daha fazla insanın ilgisini çekmeye başlamıştır. Dahası insanlar teknolojinin yaşamlarının her anına girebildiğine tanıklık etmiş ve kendilerinin teknolojinin içinde yaşayabilecekleri fikrine alıştırmışlardır. Bu durumun ortaya çıkardığı ve her geçen gün insanların zihinlerine yerleşen metaverse (sanal evren) kavramı, fiziksel dünyada eksik kalan haz, zevk ve istekleri rahatlıkla gerçekleştirebilecekleri bir evreni onlara sunmaya başlamıştır. Kim bilir, belki de dünyanın felaketlerle sonuçlanacak kaçınılmaz gerçekliğinden uzaklaşmak için bulunmuş bir dünya…

Ancak gelecek on yıllarda kaçınılmaz olarak karşımıza çıkacak şey, dünyanın giderek ısındığı ve kaynakların azaldığı gerçeğidir…

Yakın zamana kadar iklim değişikliğini kabul etmeyen birçok bilim insanı, artık iklimdeki değişimi bir kriz olarak ifade etmekte sakınca görmüyor. Ancak umut her zaman vardır. Özellikle, eğitimli ve nitelikli insan sayısı artıkça, çevre dostu bireylerin sayısı da artmaktadır. Bugün dahi bazı kararların alınmasında ve hayata geçirilmesinde önemli katkıları olduğu anlaşılan bu insanlar, dünyanın geleceğine dair en umut verici gelişme olarak görülebilir.

Dünyanın yakından tanıdığı, ancak insanoğlunun ilk defa karşılaştığı bir konu olan iklim değişikliği, hayatımızı derinden etkileyecek gibi görünüyor. Aslında sorun, dünyanın kendisiyle ilgili değil, insanın durdurulamaz yok etme duygusu ve bitmek bilmeyen tüketme arzusu ile ilgilidir. Ancak insanoğlu kaynakları tüketerek dünyayı değil aslında kendisini yok etmektedir. Bir gün döngü tekrar kendini yenilediğinde dünya yaralarını saracak ve iyileşecek… ancak insanlık çoktan sonunu bilmediği bir yolculuğa çıkmış olacak.

Evet, bu yıl birincisini düzenlediğimiz EURACLI'2022 Bilim İnsanlarının iklim değişikliğine ilişkin düşüncelerini aktarma platformu olmuştur. Kongreye gönderilen bir birinden değerli çalışmalar iki gün boyunca Türkçe ve İngilizce olarak sunulmuştur.

Şüphesiz bir kongreyi bilime hizmet edecek şekilde organize etmek için yoğun emeğe, fedakârlığa ve üniversite yöneticilerinin desteklerine ihtiyaç vardır. Bu anlamda kongrenin gerçekleşmesi adına verdikleri desteklerinden ötürü Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Rektörü

Sayın Prof. Dr. Hamdullah Şevli Hocamıza ve Rektör Yardımcılarımıza teşekkür ediyorum. Kongreye katılımlarıyla bizleri onurlandıran siz değerli bilim insanı ve araştırmacılara teşekkür ediyorum. Ayrıca kongrenin gerçekleşmesinde özveriyle görev yapan düzenleme kurlu üyelerimiz ve sekretarya başta olmak üzere kongreye her düzeyde katkı sunan Üniversitemizin değerli personeline de teşekkür ederim.

Umarım, keyifli ve başarılı bir kongre geçirmişsinizdir. Saygılarımla…

EURACLI'22 Düzenleme Kurulu Adına

Prof. Dr. Faruk Alaeddinoğlu

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi
EURACLI'2022
29.09.2022 - 01.10.2022

İÇİNDEKİLER- CONTENTS

Kentleşme ve İklim Değişikliği İlişkisinde Sel ve Su Baskınlarının Türkiye ve Güney Kore Bağlamında İncelenmesi
Gözüm İ. G., Zengin Çelik H. 1

İklim Kriziyle Mücadelede Yeşil İşlerin İstihdam Üzerindeki Rolü
Günsan N. 14

Ekolojik Niş Modellemesi ile İki Endemik Stenus Türünün (Coleoptera: Staphylınıdae: Stenınae) İklim Değişikliğinin Etkileri Üzerine Değerlendirilmesi
Karacaoğlu Ç., Turan Y. 26

Clımate Change and Mountaın Landscapes of Georgıa
Elızbarashvılı N., Meladze G., Sandodze G., Grıgolıa L.....34

İklim Krizi ve Mutlu Gezegen Endeksi
Aydın N., Özay B. 43

Crataegus × *Bornmuelleri* Zabel Ex K.I.Chr. & Ziel. Türünün İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yayılış Alanlarının Tahmini
Tuttu G., Aytaş İ., Bulut S. 53

Yenilebilir Enerji ve Yapılı Çevrenin İklim Değişikliğine Karşı Etkileri
Gültekin Y. 66

İklim Değişikliği ve Yeni Yeşil Düzen
Kanberoğlu Z., Aksoy K. 79

Küresel Isınmanın Çat Baraj Gölü Üzerindeki Yüzen Adalara Etkisinin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri
Babacan Z., Alaeddinoğlu F. 88

İklim Değişikliğine Bağlı Su Stresı ve Kıtlığında Alternatif Su Kaynağı Olarak Sarnıçlar
Gültekin N. 99

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi
EURACLI'2022
29.09.2022 - 01.10.2022

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI SU STRESI VE KITLIĞINDA ALTERNATİF SU KAYNAĞI OLARAK SARNIÇLAR

Nevin Gültekin*
ORCID ID: 0000-0002-0647-6312

Özet

Tam Su hayattır. Güvenilir temiz su ve sanitasyona erişim en temel insan hakkıdır. İnsanın yaşamını sürdürme işleviyle birlikte su, zihinsel sağlık, ruhsal iyilik, duygusal denge ve mutluluğunun kaynağıdır. Bu nedenlerle su yüzyıllardır kutsanmış, kutsallaştırılmıştır.

Günümüzde ekosistemin bozulmaya başlaması, -8 milyarı aşan- küresel nüfusun su talebi, hızla artan kentleşme ve sanayileşmenin ve sulu tarımdaki genişlemenin hidrolojik döngüye ve su kaynaklarına zararları, iklim değişikliğiyle bozulan yağış rejimi ve yanlış su yönetimi ile oluşan su stresi ve kıtlığı (su baskınları, kuraklık, sıcak hava dalgaları gibi) yaşamın öncelikli konusudur. Bu ortamda, zorunluluğa dönüşen su yönetiminin amacı, suya erişimde eşitlikçilik, su kaynaklarının sürdürülebilirliği, planlı geliştirilmesi, dağıtılması ve kullanımının sağlanmasıdır.Küresel iklim değişikliğiyle su sistem ve kaynakları geçmişte hiç yaşanmamış zararlara maruz kalmış ve bu ekosistemde büyük kırılganlıklara neden olmuştur. Bu süreçte, geçmişe ait bilginin bugünü ve geleceği anlamada iyi bir rehber olmadığı görüşüne karşın, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini uzun zaman perspektifinde incelemek, çıkarımlar elde etme fırsatları yaratabilmektedir. Antik dünyadan bugüne su sarnıçları (water cisterns) günümüzde "yağmur suyu hasadı" YSH (rainwater harvesting -RWH) ile herkes için erişilebilir olma avantajı sağlamaktadır. Bu yaklaşımla bu çalışmada su sarnıçları ele alınmaktadır. Bu kapsamda Anadolu'daki sarnıçların su sistemleri ve mimari özellikleri ve kapasiteleri incelenerek, eski su sarnıcı teknolojisinin uyarlanabilir ve entegre su yönetimine katkısı değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: İklim değişikliği, su sorunu, su yönetimi, yağmur suyu hasadı, su sarnıçları

CISTERNS AS ALTERNATIVE WATER SOURCES DURING WATER STRESS AND SCARCITY IN RELATION TO CLIMATE CHANGE

Abstract

Water is life. Access to reliable water and sanitation is a basic human right. Along with humans' function to sustain life, water is the source of mental health, spiritual wellness, emotional balance, and happiness. For these reasons, water has been blessed, sanctified for centuries.

At present, water stress and scarcity (floods, drought, heat waves, and the like), caused by the deterioration of the ecosystem, the demand for water by the global population – surpassing 8 billion, the rapidly increasing urbanization and industrialization, the damage by irrigated agriculture on the hydrolic

*Prof.Dr., Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, neving@gazi.edu.tr

cycle and water sources, the impaired precipitation regime due to climate change, and the wrongful water management are the primary issue of life. Under these circumstances, the aim of water management, which has become a necessity, is to ensure fairness in accessing water, to sustain water sources, and to develop, distribute and use them in a planned manner. With climate change, water systems and sources have been subject to harms never before experienced, and this has resulted in major vulnerabilities in the ecosystem. In this process, despite the opinion that information pertaining to the past does not constitute an ideal guide in understanding the present and the future, analyzing the sustainability of water sources in a long time perspective may offer opportunities towards achieving derivations. From antiquity to the present, water cisterns have offered the advantage of being accessible for all through "rain water harvesting" (RWH). Based on this approach, this study addresses water cisterns. To this end, water systems and the architectural characteristics and capacities of water cisterns in Anatolia have been analyzed, and the contribution of the old water cistern technology to adaptable and integrated water management has been evaluated

Keywords: Climate change, water problem, water management, rain water harvesting, cisterns

GİRİŞ

Su hayattır. Güvenilir temiz su ve sanitasyona erişim en temel insan hakkıdır, ekosistemin kaynağıdır. İnsanın yaşamını sürdürme işleviyle birlikte su, zihinsel sağlık, ruhsal iyilik, duygusal denge ve mutluluğunun kaynağıdır. Su, tarım, sanayi, ev ve eğlence gibi insan faaliyetlerinin ve ekosistemin yaşam kaynağıdır. Yaşamsal bu işleviyle su, çeşitli din ve inanç sistemlerinde kutsal olarak edilmiştir. Günümüzde sürekli artan nüfusa, gelişen dünyaya ve farkındalığa bağlı olarak başta sağlık olmak üzere tarımsal, rekreasyonel ve çevresel kullanımlar için suya olan gereksinimi hızla artmaktadır. Su talebinde birçok ülkenin ulusal su politikalarında evsel ve endüstriyel su ihtiyaçları öncelikli görülürken, su talebi arzı çoktan aşmıştır. Bu olgunun giderek daha fazla alanda ve ülkede deneyimlenmesi beklenmektedir.

Ekosistemin bozulmaya başlaması, 8 milyarı aşan küresel nüfusun ve sanayileşmenin su talebi ve sulu tarımdaki genişlemenin hidrolojik döngüye ve su kaynaklarına zararları, iklim değişikliğiyle bozulan yağış rejimi ve yanlış su yönetimi ile oluşan "su stresi ve kıtlığı" (su baskınları, kuraklık, sıcak hava dalgaları gibi) yaşamın öncelikli konusudur. Ancak, iklim değişikliği, su güvensizliğini şiddetlendirmekte, su kaynaklarını ve toplulukları mahveden kuraklık ve sellerin sıklığının ve yoğunluğuyla etkisini giderek artırmaktadır. İklim değişikliğiyle su kaynaklarında geçmişte hiç yaşanmadığı biçimde süregelen zarar ve yoksunluk ekosistemde büyük kırılganlıklara neden olmuştur. Bu ortam, Su Kaynaklarının Yönetimini - SKY (*Water Resources Management* -IWRM) zorunlu kılmaktadır (Pahl-Wostl, 2008:1-22). Özellikle kuraklığın güvenli gıda yoksunluğu yaratması önemsenerek, iklim adaptasyon stratejilerinde su yönetimi ve bu kapsamda çok sayıda biyomoleküler ve genetik araştırmalar yürütülmektedir (Mancosu, vd., 2015). Su kaynaklarının sürdürülebilirliğini uzun zaman perspektifinde incelemek, geçmişe ait bilginin geleceği değerlendirmede yönlendirici olamayacağı görüşüne karşın, avantajlar ve fırsatlar yaratabilir. Antik dünyadan bugüne "Yağmur Suyu Hasadı"na YSH (*Rainwater Harvesting* -RWH) bağlı, su sarnıçları geliştirilerek herkes için suya erişilebilirlik sağlanabilir. Bu yaklaşımla ve Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planında belirtilen "mevcut su sistemlerinin geliştirilmesi" hedefi ile

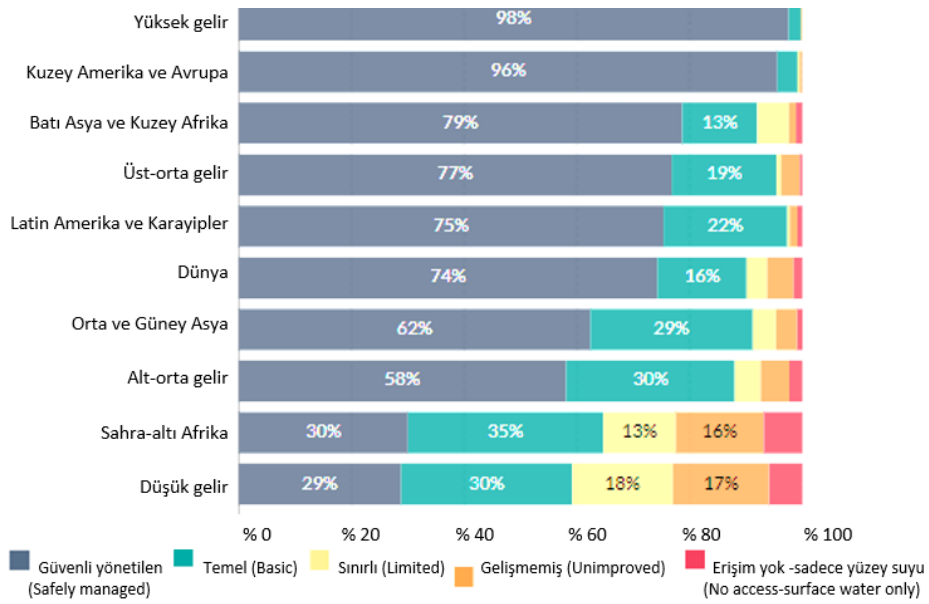
bu çalışmada su sarnıçları ele alınmaktadır. Böylece, Anadolu sarnıçları kabaca incelenerek eski su sarnıçlarının suyun sürdürülebilirliğini öngören SKY katkısı değerlendirilmektedir.

1. Suyun Yaşamsal Önemi, Su Stresi (Sıkıntısı) ve Kıtlığı

Astronomi bilimi de bugüne kadar güneş sisteminde su dolayısıyla yaşam olan tek gezegenin Dünya olduğunu bildirmektedir. Dünyada yaşamı zenginleştiren denizleri, okyanusları, gölleri dolduran ve biyolojik çeşitliliği artıran sudur. Su, canlı yaşamın bizzat kendisi olup bütün canlıların yaklaşık % 50 - %80'i sudur. Yeryüzünde bütün su rezervlerinin yaklaşık olarak 1/40'ı (% 65'i buz) tatlı sudur. İnsanlığın su gereksinimi, yüzey suları (nehir, göl ve yeraltı suları) ve tatlı su kaynaklarının yaklaşık 1/3'ü kadarıyla karşılanmaktadır. Dünyada yağışlar dikkate alındığında yıllık kişi başına 2000 m^3 kullanılabilir (Falkenmark, ve Rockström, 2004:8). Ancak, suyun Dünyadaki dağılımı son derece adaletsizdir. Halen 1 milyar insan temiz suya erişememekte ve yılda yaklaşık 5 milyon insan temiz su kullanmadığı için çeşitli hastalıklara yakalanmakta ve 1.2 milyon insan ölmektedir. Ölüm oranlarında da ülkeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu oran düşük gelirli ülkelerde, özellikle Sahra Altı Afrika ve Asya'da yüksektir (Orta Afrika Cumhuriyetinde 100.000'de 50'den fazla ve Çad'da 100.000'de 100'ün üzerinde) (OWD, 2021). Bu durum ülkelerin bulunduğu coğrafi koşullarla birlikte gelişmişlik ve varsıllık düzeyi ile bağlantılıdır (Şekil 1). 2030 yılı ait projeksiyonlara göre; dünya nüfusunun % 19'u (1,6 milyar kişi) evinde güvenli içme suyuna erişemeyecek, % 33'ü (2,8 milyar kişi) güvenli sanitasyon hizmetlerine ve % 22'si (1,9 milyar kişi) el yıkama tesislerine sahip olamayacaktır (WHO/UNICEF-JMP, 2021).

Su yoksunluğu yakın gelecekte sosyal, ekonomik ve politik yaşamda sorunlara neden olacak hatta kitlesel göçleri ve büyük savaşları hazırlayacaktır (Mısır ve diğer Afrika ülkelerinde Nil Nehri, Pakistan'da ve Hindistan'da İndus Nehri üzerinden yaşananlar gibi). Özellikle kurak ve yarı-kurak iklim kuşaklarındaki ülkelerin su kaynaklarına ulaşmasında sorunlar artacaktır. Bu sorunların temel nedeni temiz-güvenilir su kaynaklarının iklim değişikliğine bağlı yağış rejiminin bozulmasıyla azalması hatta yok olmasıdır. Sonuçta, kuru iklim, kuraklık hatta çölleşme (erozyon, ormansızlaşma, aşırı otlama), su stresi (yüksek nüfus ve yoğun sanayi nedeniyle aşırı talep), çevre tahribatı (su havzalarının amaç dışı kullanımı ve su kaynaklarının kirletilmesi, vb.) ile su kıtlığı artık aşılamayacak düzeydedir ve bu ortamda yeraltı su rezervlerinin tüketilmeye başlanması endişe vericidir.

Bu endişelerle ilk küresel girişim olan 2015 tarihli 2030-Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri -SKH (*UN-Sustainable Development Goals* –SDGs) içerisinde ve Hedef 6 "Herkes için su ve sanitasyona erişimi sağlama" (UN, 2015) ile birikte bir dizi diğer kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi için çalışmalar süregirmektedir. Aynı tarihli BM Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin (*UN-Millennium Development Goals*-MDGs) 7c hedefi de güvenli içme suyuna ve temel sanitasyona erişimi artırmaya yöneliktir (UN-MDGs, 2015:2-3). 2016'da yürürlüğe giren Paris Anlaşmasında da iklim değişikliğine uyum sağlama politikalarının suya etkilerine (4.,7.,9.,10. 13. Maddeler) ilişkin kararlar alınmıştır. Uluslararası ve ulusal bu çerçevelemede, daha geniş çevresel sağlık etkilerini dikkate alabilen SKY gibi yönetişim yapılanmaları da süreci güçlendirmektedir.



Şekil 1. Dünya nüfusunun içme suyu olanaklarına erişimi 2020 (WHO/UNICEF, 2020)

Su yönetimine ilişkin uluslararası bu kararlar Türkiye'de İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023 ile uygulanmaya çalışılmaktadır. Türkiye'de kişi başına düşen yerüstü suyu potansiyeli 3.300 m³/yıl, kişi başına kullanılabilir su miktarı 1.550 m³/yıldır. Bu değerler ve sulamaya ayrılmış 26 havza varlığına karşın, 574.0 mm.'nin yağış miktarının (1981-2010 yılları) giderek düşmesi (2018'de 659 mm, 2019'da 583 mm, 2020'de 500 mm) dikkate alındığında Falkenmark İndeksine (*Water Poverty Index*) göre; Türkiye su sıkıntısı (stresi) çeken ülkeler arasındadır. Bu indeks ülkelerin nüfusları ve su kaynakları ilişkilendirilmiş, doğal sistemin ihtiyaçları da göz önünde bulundurularak, nüfusun su kaynakları üzerindeki baskısı belirlenerek kişi başına düşen yıllık su kullanım miktarının 1.700 m^3'nin altında indiğinde o ülke periyodik su sıkıntısı çektiğine karar verilmektedir (Falkenmark, Rockström, 2004). Shiklomanov Göstergesinde ise kişi başına yıllık su miktarı 2000 m^3'den az ise "mutlak su kıtlığı" olduğuna göre Türkiye bu durumdadır (Shiklomanov, 1999).

TÜİK, ADNKS sonuçlarına göre Türkiye nüfusunun, 2023 yılında 86 milyon 907 bin 367 kişiye, 2040 yılında 100 milyon 331 bin 233 kişiye ulaşması surumunda (TÜİK) kullanalabilir su miktarının kişi başına 1.000 m³'e düşeceği, 2020'de su sorunlarından etkilenen yaklaşık 30 milyon olduğu 2040'de bunun yaklaşık üç katına çıkacağı öngörülmektedir (Atabay vd. 2014). Türkiye'de yıllık, 7 milyar m^3 'ü (%13) sanayide, 7 milyar m^3 'ü (%13) içme-kullanma suyu olarak ve 40 milyar m^3 'ü (%74) sulamada kullanılmak üzere toplamda 54 milyar m^3 su kullanılmaktadır. Bu miktar, teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir 112 milyar m^3 su potansiyelinin % 48,2'sine karşılık gelmektedir. Türkiye'de son 20 yılda, tüketilen toplam su miktarında % 40 oranında bir artış görülmektedir. Nüfus artış hızı, içme-kullanma, tarım, sanayi, enerji sektörlerindeki büyüme dikkate alındığında, önümüzdeki 25 yıl içinde ihtiyaç duyulacak su miktarının bugünkü su tüketiminin üç katına ulaşacağını öngörülmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ulusal Su Planı, 2019-2023).

Türkiye'de de iklim değişikliğinin; özellikle su kaynaklarının azalması, taşkınların artması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ve bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz etkilere neden olacağı öngörülmektedir. Yaz sıcaklıklarının artması, özellikle batıda kış yağışlarının ve yüzey sularının azalması, kuraklığın sıklaşması, toprağın bozulması, erozyon ve su baskınları vb. su kaynaklarını da tehdit etmektedir. Su döngüsünün değişmesi, su kaynaklarına zarar verecek ve birçok sektörü kötü etkileyecektir. 2011-2023 Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, Öncelikli "Hedef 3. Su Kaynaklarının Yönetiminde İklim Değişikliğinin Etkilerine Uyumun Sağlanması" için Ar-Ge çalışmalarının geliştirilmesi ile SKY'nde iklimsel parametrelerin izlenmesi ve tahmini iklim değişikliği çalışmalarının hızlandırılması öngörülmektedir. Bu amaçla verilerin elde edilmesi için iklim değişikliğine uyuma fayda sağlayacak Ar-Ge çalışmaların geliştirilmesi gereklidir. Hedef 3.1. ile bu amaçla yeni sistemlerin oluşturulması "mevcut sistemlerin güçlendirilmesi ve geliştirilmesi" beklenmektedir (Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023). Bu çalışma mevcut sarnıç sisteminin geliştirilmesi için farkındalık yaratmaya yöneliktir.

2. Su Stresi (Sıkıntısı) ve Kıtlığı ile Mücadelede Su Yönetimi

Su kaynaklarının yönetimi; bütün canlıların ve sektörlerin taleplerini dikkate alarak, su kaynaklarının optimum ve adil kullanımlarını sağlayacak ve olumsuz etkilerini kontrol altına alacak politika geliştirme, planlama, kalite koruma, yatırım, izleme, izin verme, denetim, yaptırım ve koordinasyon faaliyetlerini kapsayan bir süreçtir. Su yönetiminin bu çok kapsamlı ve multidisipliner bağlamıyla ESKY ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve ekonomik ve sosyal refahı en üst düzeye çıkarmak için su, toprak ve ilgili kaynakların koordineli gelişimini ve yönetimini destekleyen bir süreç olarak gündemdedir (Hassing, vd., 2019:41) ve hızla gelişen teknolojinin bu sürece fırsatlar sunacağı umut edilmektedir.

21. yüzyılın kilit uluslararası anlaşmalara ve ilkelere göre öngörülen ESKY, iklim değişikliğine bağlı küresel risk ve tehditlere karşı geliştirilen kentsel çözüm yaklaşımlarının (Yedek Kent, Dirençli Kent ve Öğrenen Kent vb.) ana eksenindedir. Özellikle "Sünger Kent" (*Sponge City*) modeli, ESKY'nin başarısı olarak yaygınlaştırılmaktadır. Sünger kent, sel kontrolü, su tasarrufu, su kalitesinin iyileştirilmesi ve doğal eko-sistem koruması dâhil olmak üzere sürdürülebilir kentsel gelişmeyi ifade eder. Yağmur suyunu emmek, depolamak, süzmek ve arıtmak için sünger gibi çalışan ve gerektiğinde suyu yeniden kullanıma sunan su sistemine sahip kent oluşumunu hedefler. 2000'li yıllarla savunmasız coğrafi koşullarına ve yetersiz su varlığına rağmen Bangladeş, Hindistan ve Vietnam su kıtlığı ile mücadelede sünger kent uygulamalarıyla başarılı olmaktadır. Çin, 2014'den itibaren uyguladığı Konut ve Kentsel-Kırsal Gelişme Bakanlığının Sünger Kent İçin Teknik Rehberi (*Technical Guide for Sponge Cities*) ile su kıtlığını aşmaktadır. ESKY kapsamında Uzak Doğu ülkeleri önderliğinde birçok ülkede uygulanan sünger kent modelinde yer alan YSH yani sarnıç ile su sıkıntısı ve kıtlığının aşılması (Li, vd., 2017), yakın geçmişe kadar Anadolu Coğrafyasında uygulanmıştır.

2.1. Yağmur Suyu Hasadı (YSH)

YSH, yüzey akıştan toplanan suyun üretken kullanımını sağlama sürecidir, yetersiz ya da düzensiz yağış nedeniyle su eksikliği olan kurak ve yarı-kurak alanlarda yüzey su akışıyla ya da yağışlarla gelen suyun depolanmasıdır, alternatif ve ucuz su kaynağıdır. Yıllık yağışın 150 mm'yi aştığı ve yağışın kış mevsiminde düştüğü alanlar; yıllık yağışın 200 mm'yi aştığı ve yağışın yaz mevsiminde düştüğü alanlar su hasadına uygun olan alanlardır. Yağmur sularının yalnızca %30'unun yer altı sularına katıldığı ve geri kalan % 70'den yeterince faydalanılmadığı dikkate alındığında; YSH, su kaynaklarının sürdürülebilirliği hem de ekonomik kazanımında etkili ve görece kolay bir yöntemdir. Coğrafi konum ve depolama mekânına göre değişen yağmur suyu kalitesi, minimum arıtma ve sistem bakımıyla sulamayla birlikte içme suyu olarak da kullanılabilir.

YSH teknikleri; suyun toprak profilinde depolanması veya yağmurun düştüğü yerde tutulması şeklindedir. Makro ölçekli YSH; toprak erozyonu ve sedimentasyonu azaltma için vadi yatağı (çiftlik rezervuarları gibi) ve vadi dışı sistemler (su toplama/yayma kanalları, tanklar ve sarnıçlar gibi) olarak tarımda ve endüstride yaygındır. Mikro ölçekli YSH; yağışlarla yeryüzüne inen suyun su yapılarında ya da doğrudan bu amaçla inşa edilen bir yapı (sarnıç) içerisinde depolanmasıdır (Elerman, vd. 2022).

2.2. Sarnıç(lar)

Sarnıç (*Cisterns*) "küçük havuz" anlamında Arapça kökenli "sıhrîc"den (çoğulu *sahârîc*) gelmektedir (Bozkurt, 2009). Yeraltında, yerüstünde veya kısmen yerüstünde olan sarnıçlar, yağmur ya da yüzey suyu depolama yapılarıdır. Tarihsel süreçte, su kıtlığı veya suya erişim zorluğu, dünyanın çeşitli yerlerinde ve farklı tekniklerde sarnıçların yapılmasını zorunlu kılmıştır. İlk yerleşimlerden bugüne yaşam alanlarında, tarım ve hayvancılıkta, ticaret ve hac yolları üzerinde sarnıçlar alternatif su kaynağı olmuştur.

Yerel etkenlerle ve gelişmişlik düzeyine göre sarnıçlar;

- Açık hava su toplama ve dağıtım havuzu biçiminde açık sarnıç (*open cistern*)
- Şehir merkezine taşınan ya da depolanan suyun, hijyeni ve güvenliği sağlamanın ve erişimin kolay olduğu kamu yapılarının bodrum katında ya da münferit yapı olarak inşa edilen kapalı sarnıç (*closed cistern*) biçimindedirler.

Kullanım talebine ve su potansiyeline göre boyutları değişen sarnıçlar;

- Kentsel yerleşime yönelik olduğunda "büyük" (İstanbul-Yerebatan Sarayı gibi),
- Mahalle, çiftlik ya da büyük yapı komplekslerinin kullanımında "orta" (Ayaş-Sarnıçlı Çeşmeler gibi), bina içerisinde olduğunda "küçük" ölçekli olarak tanımlanır.

Ancak sarnıç hacmi, ne kadar su toplandığına bağlı olduğundan, kullanım için mevcut ya da gerekli su hacmini yansıtmaz (Klingborgl ve Finne´, 2018).

4. Tarihsel Süreçte Anadolu Sarnıçları

Yeryüzünde ilk yerleşimlerde su yakın çevrede bulunan göller ve akarsulardan karşılanmış yani yerleşimler su kıyısında kurulmuştur. Neolitik dönemde yağmurdan sulama sistemlerine geçişiyle hidrolik devrim- hidrotarım (*hydraulic revolution- hydroagriculture*) artı ürünü artırarak ekonomik ve siyasal yapılanmada hidrolik toplumun (*hydraulic society*), giderek su bürokrasi-hidrokrasinin (*hydrocracy, hydraulic bureaucracy*) dayanağı olmuş ve bu erk ile uygarlığı biçimlendirmiş ve ulus devletlerin öncüsü olmuştur. Suyun kontrolüne ilk olarak Mezopotamya ve Mısır'da rastlanmıştır (Mays, 2014). M.Ö. 8000'lerde Fırat ve Dicle vadilerinde ilkel düzeyde sulama sistemlerinin, El-Kowm kentinde M.Ö. 4000'lere tarihlenen artezyen kuyuların olduğu bilinmektedir (Viollet, 2007).

4.1. Geçmişten Bugüne Anadolu Sarnıçları

Hitit Döneminde (M.Ö. 1750-860) Hattuşa'da yeraltı suyunu toplayan doğuda 36.000 m³'lük ve güneyde 20.000 m³'lük havuzlar ve kaya oyma sarnıçlar- MÖ. 16.yüzyıl (Çorum, Boğazköy) ve Karakuyu Barajı-14. yüzyıl (Kayseri, Pınarbaşı) ve Eflatunpınar Havuzu-M.Ö.13. (Konya, Beyşehir) (Wittenberg ve Schachner, 2013; Bozdağ, vd. 2020) Anadolu'nun en eski su yapılarıdır. Urartular dönemindede (M.Ö. 9. - 7. yüzyıl) birçok baraj ve kanallar inşa edilmiş, bunlardan M.Ö. 9. yüzyıla tarihlenen 50 km uzunluğundaki, Gürpınar Ovası'ndan Van Ovası'na su taşıyan, tarihi Minua (Şamram) Kanalı (Foto 1) hala işlevini korumaktadır (Timür ve Alp, 2021). Pers kentlerinin karakteristik özelliği olan yeraltı sulama kanalları Kanatlar'a (Fisher, 1928) benzeyen ve günümüz sulama sistemlerinin ilk örneği bu sistem Urartular dönemine aittir (Öziş, 1982).



Foto 1. Minua (Şamram) Kanalı (URL-1)

Anadolu'da İyon, Frig, Lidya, Likya ve Karya dönemlerine tarihlenen sarnıçların hangi uygarlığa ait olduğunu, bu coğrafyanın -M.Ö. 1000'li yıllardan M.S. 1000'li yıllara- Helen ve Roma Uygarlığına dâhil olduğu için tespiti zordur (Öziş, 1982. Helenistik dönemde, yağmur ve kaynak suları, çoğunlukla dikdörtgen tabanlı sarnıçlar ya da yaklaşık 10 m³ kapasiteli kaya oyma sarnıçlarda depolanmıştır (Mays, vd., 2007). Bergama ve Priene Antik kentlerinde kaynak suyunu toplamada kullanılan toprak künk (terakota) borular Helenistik döneme aittir. Efes'te, Anadolu'da ilk kullanılan kurşun borularla Artemis Tapınağına (M.Ö. 5. yüzyıl) ve kente su ulaştırılmış ve su kanalları, kuyular ve sarnıçlar inşa edilmiştir (Ortroff ve Crouch, 2001). Bergama (*Pergamon*) akropolüne (M.Ö. 241- M.Ö. 133) ve kente dağdan kurşun borularla su taşınmış ve akropoldeki sarnıç kuşatma durumunda 20.000 kişinin ihtiyacını

karşılayabilmiştir (Altuğ, 2013). Bergama kentin Roma ve Bizans yerleşim katmanlarındaki sarnıçlar ve su sistemleri bu dönemlerin tarihte önemli bir uygarlık olduğunun kanıtı olarak Dünya Kültür Mirası Listesine (DKML) alınmıştır (WHC, 2014). Birçok Anadolu kentinin antik çekirdeğindeki bu dönem sarnıç örnekleri bulunmaktadır.

Roma İmparatorluğu döneminde su mimarlığı gelişmiş ve vadileri geçmek için kullanılan su kemerleri, suyolları, tüneller, galeriler, sarnıçlar ve sarnıçlı anıtsal çeşmeler (*nymphaeum*), su taksim binaları (*castellum aquae*) gibi su yapılarıyla ve sistemleriyle kentlere planlı biçimde su taşınmıştır. Bu gelişmelerle sarnıçlarda toplanan kaynak ve yüzey suları, içerisindeki katı maddenin çökmesi için bekletildikten sonra kurşun, taş borular veya pişmiş toprak künklerle isale hattına verilmiştir. Roma Dönemindeki en iyi tasarlanmış sarnıç örnekleri, Roma kentinde bulunmuş olsa da Anadolu'da da mimarisiyle dikkat çeken, yer üstünde kapalı ya da açık havuzlar olarak tasarlanan sarnıçlar günümüze ulaşmıştır. En son 2010'da İzmir'de Smyrna kazılarında Roma dönemine ait 1000 m² büyüklüğünde bir sarnıç bulunmuştur (Güngör, 2017). 1988'de DML alınan Hierapolis antik kentinin (1. yüzyıl -7. yüzyıl) Roma dönemine tarihlenen su kanalları, kuzeyde Pamukkale ve Karahayıt arasında, diğeri doğuda Güzelpınar yönünde iki su kemeri ve Nymphaeum (Su Deposu) kalıntıları bugüne ulaşmıştır (WHC, 1988) (Foto 2).



Foto 2. Hiyerapolis (Pamukkale/Denizli) antik su kanalı ve Kent Haznesi-Sarnıcı (WHC, 1988)

Antakya'da Samandağ'da bulunan Seleuceia Pieria kentinde M.S. 2. yüzyılda inşaatı biten, uzunluğu 875 m.'yi bulan Tinus Tüneli (Vespasianus Titus Tunnel), antik dönemde bir akarsuyun bütün akışının içinden geçirildiği en büyük boyutlu tünel olması nedeniyle dönemin en önemli örneği olarak 2014'de DML(Geçici) alınmıştır (WHC, 2014a).



Foto 3. Tinus Tüneli (Vespasianus Titus Tunnel) (WHC, 2014b).

Selge, Kaunos, Nysa, Hierapolis, Efes ve Teos gibi Anadolu'da Helenistik ve Roma dönemlerinde -bir kısmının daha eski tarihli olduğu düşünülse de- inşa edilen sarnıçlar su isale hattı olmayan yerlere ana su kaynağı olarak hizmet vermişlerdir. Doğu Roma (Bizans) Döneminde sarnıçlar sütunlara taşıtılan tonozlu yapılar olarak yer altına alınmış, büyük

sarnıçlar yapılmış hatta bazı binaların bodrum duvarları (kripta'lar dâhil) sarnıca dönüştürülmüştür (Altuğ, 2013). Bu dönemin kent ölçeğindeki büyük sarnıçları başkentte inşa edilmiştir. İmparator I. Konstantin döneminde (306-337) Senatör Philoneus'un konutu ve konukevi için 6 sırada 224 mermer sütunla inşa edilen Binbirdirek (*Philoneus, Filoksenos*) Sarnıcı ve kent valisi Modestus'un (363-369) adıyla anılan sarnıç, döneminin su sistemi ve mimarisinin kanıtlarıdır. 5. yüzyılda kentin batıya genişletilmesiyle inşa edilen dev boyutlu Aetius ve Aspar Sarnıçları (408-450), Mokios Açık Sarnıçları (491-518) ve İmparator I. Justinianus'un (527-565) yaptırdığı 9.800 m^2 büyüklüğündeki Yerebatan (*Basilica*) Sarnıcı döneminin de en etkileyici eserlerindendir (Öziş, 1982). Bu örneklerle birlikte Güvercinlik (Karaman), Korykos (Mersin) ve Sinope (Sinop) kenti sarnıçları gibi döneminin birçok önemli sarnıç örnekleri günümüze ulaşmıştır.

Selçuklular Anadolu'da geçmişin temiz ve atık suyu taşıyan borulu şebekeleri onarmış, kamuya açık yeni su yapıları özellikle kale yerleşimlerinde (Alanya İç Kale gibi) sarnıçlar ve cami, medrese, han gibi yapıların ön cephesine veya iç avluya açılan eyvanlarda sarnıçlı çeşmeler ve su kanalları inşa etmişlerdir. 10-13. yüzyıllara tarihlenen Ereğli ve Sahip Ata Sulama Kanalı bu dönemin önemli örnekleridir (Öziş,1982).

Osmanlı döneminde Anadolu'da birçok su sistemi ve yapısı inşa edilmiştir. Taksim sutaşıma sisteminin parçası olan Topuz, Büyük, Ayvat, Kirazlı, Topuzlu, Valide ve Yeni barajları ve Mimar Sinan'ın eseri Edirne'deki 35 km uzunluğunda Taşlımüsellim su taşıma sistemi çeşitli onarımlarla kullanılmakta olan örneklerdendir. Kırkçeşmeler sutaşıma sistemi 17. yüzyılda onarılmış ve Uzun, Kovuk, Güzelce ve Moğlova su kemerlerini içine alarak 46 km genişletilmiştir. İstanbul'da Roma Halkalı sutaşıma sistemi 18. yüzyıla kadar onarılmış ve bu tarihte 120 km uzunluğa ulaşmıştır. Tarihi, Roma dönemine dayanan ancak Osmanlı'da da kullanılmaya devam edilen 18 km uzunluğundaki Ferhat sutaşıma ve dağıtma sistemi (Öziş, 1982) ve Gaziantep'te 13 ve 16. yüzyıllar arasında inşa edildiği düşünülen, yeraltı su sistemini oluşturan livas (yeraltı su kanalları) ve kasteller (livasların açıldığı, kuyu, havuz, çeşme vb. yapılar) de dönemin önemli su mühendisliği eserlerindendir (Foto 5) (WHC, 2018).



Foto 4. Yerebatan (*Basilica*) Sarnıcı (URL-2)



Foto 5. Gaziantep Kastel Örneği (URL-3)

Osmanlılar durgun suyu sağlıklı bulmadıkları için Roma ve Bizans sarnıçları önemini yitirmiş, kapalı sarnıçların birçoğu depo ve imalathane, açık sarnıçlar sulamada ya da mesire-rekreasyon aktivitelerinde kullanılmıştır (Güngör, 2017). Saray sarnıçları yeşil alanların, kırsaldaki sarnıçlar tarım alanlarının sulanmasında özgün kullanımını günümüze taşımıştır (Kerim, Süme, 2018). Çoğunluğu 16.yüzyıla tarihlenen bu sarnıçlar, yağmur suyunun kolay toplandığı eğimli arazide, Bizans sarnıçlarından farklı olarak bir kısmı toprağa gömülüdür. Aynı kolaylığı sağlayan kubbe ya da tonoz biçimli çatıdan menfezler üzerinden yağmur suyu

iç mekâna alınarak depolanmıştır. Anadolu'da tarihi birçok sarnıcın kitabesi bulunmadığı için yapım tarihleri mimari özelliklere göre yorumlanmaktadır (taşınmaz kültür mirası olan Uşak-Karahanlı, Beki köyünde 2 adet ve Paşalar köyündeki 150'den fazla sarnıç gibi.) Bu sarnıçlar Selçuklu geleneği ile kentsel yerleşimlerde kamusal alanda (Aydın Cihanoğlu Camii Sarnıcı-1756, Konya Ferit Paşa Sarnıcı-1902 gibi) ve çoğunlukla kırsal alanda (Uşak, Karahanlı ilçesinde, Paşalar köylerinde 150'den fazla taşınmaz kültür varlığı niteliğindeki sarnıçlar gibi) her ailenin kendi ihtiyacı için inşa edilmiştir (Acar, 2018). Osmanlı ordusunun su ihtiyacı için inşa edilmiş sarnıçlar ordu yolları ya da kervan yolu üzerindedir. Ege Bölgesindeki birçok sarnıç, Kanuni'nin Rodos Seferinde -söylenceye göre- Mimar Sinan tarafından yaptırılmıştır (Elerman, vd. 2022). Bodrum Yarımadasındaki 500 kadar orta ölçekli sarnıçların-gümbetlerin (Foto 6) (minyatürler –Foto7, menzilname ve ruzname kayıtlarıyla) bu dönemin sarnıç mimarisi ve yapım tekniğini bugüne taşıdığı anlaşılmaktadır.




Foto 6. Bodrum-Yalı Sarnıçları (URL-4)



Foto 7. Muğla Kır Sarnıcı Minyatürü (Koç, 2020)

4.2. Kültür Mirası ve Alternatif Su Kaynağı Sarnıçların bugünkü durumu

Cumhuriyet döneminde su ihtiyacı modern su şebekeleriyle karşılandığı için sarnıçlar hijyenik olmadığı gerekçesiyle kullanım dışı bırakılmıştır. Sarnıçlar depo ve imalathane veya otel, restoran, müze, vb. olarak yeni işlevlerle kullanılmakta ya da metruk bırakılmaktadır. Günümüzde tarihi birçok sarnıç kültür mirası olarak tescil edilerek (Isparta-Keçiborlu'da, Denizli-Çardak'ta, Muğla-Ula gibi Anadolu'nun her yerleşim bölgesindeki sarnıçlar) ve atıl bırakılmış, çok azı besi hayvanlarının içme suyu veya bahçe sulamada kullanılmaktadır. Kentlerdeki sarnıçlar ise özgün işlevi dışında kullanılmaktadır. Örneğin; İstanbul Tarihi Yarımada'daki, çeşitli boyutlarda 169 kapalı sarnıçtan günümüze ulaşan 97 sarnıç yeniden işlevlendirilmiş, bir kısmı terk edilmiş, 4 adet açık sarnıç ise stadyum, spor sahası ve park gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Güngör, 2017). Benzer durum Bodrum yarımadasındaki sarnıçlarda olduğu gibi neredeyse tüm orta ölçekli sarnıçlar kaderine terk edilmiştir.



Foto 7. Bodrum Yarımadasındaki Sarnıçların-Gümbetlerin- bugünkü durumu

SONUÇ

Taşınmaz kültür mirası olan Anadolu su mimarisinin özgün örnekleri orta ölçekli sarnıçlar, su yönetiminde YSH'nın önemini ve geçmişteki su arzı başarısını kanıtlamaktadır. İklim değişikliğiyle şiddetlenen su stresi ve kıtlığı ile mücadelede öngörülen "sünger kent" modelinin en etkin aracı olan sarnıçlar, Anadolu'da neolitik dönemden yakın geçmişe kadar yaygın olarak kullanılmışsa da günümüzde çok azı kırsal alanda kullanılırken, çoğunluğu atıl ve harap durumdadır. Ülkenin bu geleneğinin sürekliliği için imar mevzuatında yapılan değişiklikler ümitvar durumdur. Şubat 2022 tarihli Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile "2000 m²'den büyük parsellerde yapılacak yapılarda çatı yüzeyi yağmur sularının tabii zemin altındaki yağmursuyu toplama tankında toplanması, gerektiğinde filtre edilerek yeniden kullanılması için yağmursuyu toplama sistemi projesinin eklenmesi" hükmü daha küçük parsellerde de zorunlu kılınmalıdır. Böylece, yağmur sularının yalnızca %30'unun yer altı sularına katıldığı ve kalan % 70'den yeterince faydalanılmadığı için YSH su kaynaklarının sürdürülebilirliği için kolay bir yöntemdir. Günümüzün teknolojik olanaklarıyla sarnıç suyunun hijyeni kolayca ve basit müdahalelerle sağlanarak, alternatif su kaynağı olarak ESKY kapsamında yaygınlaştırılmalıdır. Sonuç olarak su "kıt" bir ekonomik mal değil "kamusal kaynak ve yaşam hakkı" olduğu içselleştirilerek suyun sürdürülebilirliğinde farkındalık en az geçmişte olduğu kadar geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

ACAR, T. (2018), Beki ve Paşalar Köyü özelinde Uşak sarnıçları, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 65, 369-380.

ATABAY, S., KARASU, M., KOCA, C. (2014), İklim değişikliği ve geleceğimiz, Yıldız *Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi*, 148.

BOZDAĞ, A., İNCE, I., BOZDAĞ, A., HATIR, M. E., TOSUNLAR, M. B.,KORKANÇ, M. (2020), An assessment of deterioration in cultural heritage: the unique case of Eflatunpınar Hittite Water Monument in Konya, *Turkey. Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 79 (3), 1185-1197.

BOZKURT, N. (2009), Sarnıç, *Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi* (1. Baskı), TDV İSAM Yayınları, 36, 158-159.

ELERMAN, O., YAZICI, T.G., GÜLTEKİN, N. (2022). Su yönetiminde alternatif su kaynağı olarak sarnıçlar: Bodrum Yarımadasından örnekler, *İdeal Kent Dergisi*. doi no: 10.31198/idealkent.1090780.

FALKENMARK, M., ROCKSTRÖM, J. (2004), *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology.* London:Routledge.

GÜNGÖR, S.S. (2017), Tarihi Yarımada'daki Roma ve Bizans dönemi sarnıçları. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1 (2), 37-72.

HASSING, J., IPSEN,N., CLAUSEN,T.J., LARSEN, H., LINDGAARD-JØRGENSEN, P. (2019). Integrated Water Resources Management in Action, https://www.unepdhi.org/wp-content/uploads/sites/2/2020/08/IWRM-in-Action-publication.pdf

KERİM, A., SÜME, V. (2018), İstanbul'un eski su kaynakları; sarnıçlar, Türk Hidrolik Dergisi, 2 (2), 1-8.

KOÇ, Ö. (2020), Rodos Seferi'nde Menteşe Sancağı minyatürlerine bakış. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 13(30), 809-826.

LI, H., LIUQIAN, D., MINGLEI, R., CHANGZHI, L., HONG, W. (2017), Sponge city construction in china: a survey of the challenges and opportunities. *Water*, 9: 1-17.

MANCOSU, N., SNYDER, R.L., KYRIAKAKIS, G., SPANO, D. (2015), Water scarcity and future challenges for food production. *Water*, 7, 975– 992.

OWD (2021) Unsafe water is a leading risk factor, https://ourworldindata.org/water-access

ÖZİŞ, Ü. (1982), An outlook on ancient cisterns in Anatolia, https://fr.ircwash.org/sites/default/files/213.0-82PR-1108.pdf#page=21

PAHL-WOSTL, C. (2008), Requirements for adaptive water management, C., Kabat P., Möltgen J. In *Adaptive and integrated water management* (pp. 1-22). Berlin: Springer.

SHIKLOMANOV, A. (1999). World Water Resources and Their Use, http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/index.shtmlShiklomanov

TÜİK, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2018-2080-30567

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ulusal Su Planı- 2019-2023, https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/ULUSAL%20SU%20PLANI.pdf

Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023), https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/uyum_stratejisi_eylem_plani_TR.pdf

UN (2015), Sustainable Development Goals, https://www.un.org/sustainabledevelopment/

UN-MDGs (2015). Millennium Development Goals, https://www.ndi.org/sites/default/files/Handout%207%20-20Millennium%20Development%20Goals.pdf

URL-1. Şamram Kanalı, https://www.urartular.com.tr/alticerik/60/su-mimarisi.html

URL-2. Yerebetan Sarayı, https://yerebatan.com/

URL-3. Gaziantep'de Kastel, https://ilkha.com/kultur/gaziantep-in-yer-alti-su-yapilari-kastel-ve-livas-162194

URL-4. Bodrum Sarnıçları, https://www.bodrumlu.com/bodrum-sarniclari/

WHC (2018), The Underground Water Structures in Gaziantep; Livas' and Kastels, https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6345/

WHC (2014a), Pergamon and its Multi-Layered Cultural Landscape, https://whc.unesco.org/en/list/1457/

WHC (2014b), Vespasianus Titus Tunnel, https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5903/

WHC (1988), Hierapolis-Pamukkale (Turkey) https://whc.unesco.org/en/documents/110214

WHO/UNICEF (2020) Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation in Our World in Data, https://ourworldindata.org/water-access