



atmosphere



Gözden geçirmek

Akdeniz Bölgesi'nde Su Altyapısının İklim Değişikliğine Uyum Sağlanması Konusunda Hidro-Çevresel Araştırmanın Tipolojisi

Anastasios I. Stamou, Georgios Mitsopoulos, Athanasios Sfetsos, Athanasia Tatiana Stamou, Konstantinos V. Varotsos, Christos Giannakopoulos ve Aristeidis Koutroulis

Özel Sayı

Doğu Akdeniz'de İklim Değişikliğinin Sürücüleri ve Etkileri

Düzenleyen

Prof. Dr. Mihalopoulos Nikolaos, Dr. Aristomenis Karageorgis, Prof. Dr. Anastasios I. Stamou, Prof. Dr. Manolis Plionis ve Prof. Dr. Dimitrios Melas



<https://doi.org/10.3390/atmos15121526>

Akdeniz Bölgesi'nde Su Altyapısının İklim Değişikliğine Uyum Sağlanması Konusunda Hidro-Çevresel Araştırmanın Tipolojisi

Anastasios I. Stamou^{1,*}, Yorgo Mitsopoulos¹, Athanasios Sfetsos², Athanasia Tatiana Stamou¹, Konstantinos V. Varotsos³, Hristos Giannakopoulos³ ve Aristeidis Koutroulis⁴

- ¹ Uygulamalı Hidrolik Laboratuvarı, Su Kaynakları ve Çevre Mühendisliği Bölümü, Atina Ulusal Teknik Üniversitesi, 15780 Atina, Yunanistan; gmitsop@mail.ntua.gr (GM); tatiana.stamou@gmail.com (ATS)
 - ² Çevre Araştırma Laboratuvarı, Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi "Demokritos", 15310 Agia Paraskevi, Yunanistan; ts@ipta.demokritos.gr
 - ³ Çevre Araştırmaları ve Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü, Atina Ulusal Gözlemevi, 11810 Atina, Yunanistan; varotsos@noa.gr (KVV); cgiannak@noa.gr (CG)
 - ⁴ Girit Teknik Üniversitesi, Kimya ve Çevre Mühendisliği Okulu, 73100 Hanya, Yunanistan; akoutroulis@tuc.gr
- * Yazışma: stamou@mail.ntua.gr

Soyut: Su temini, atık su ve yağmur suyu sistemlerini kapsayan Su Altyapısı (WI), işlevselliğini bozabilecek iklim değişikliği etkilerine karşı hassastır; bu nedenle WI'nin iklim değişikliğine uyarlanması gerekir. 2021 yılında Avrupa Komisyonu (EC), azaltma ve uyum stratejilerini içeren "İklim Korunmalı Altyapı" ile ilgili teknik yönergeleri yayınladı; bu yönergeler ve onu izleyen ilgili kılavuzlar, esas olarak ilgili hidro-çevre araştırmasında açıklanan WI'nin mühendislik özelliklerini yeterince incelemeyen esas olarak iklim değişikliği yönlerine odaklanmaktadır; bu araştırma kapsamlıdır ve iklim değişikliğine uyumun tüm yönleri için çeşitli terminolojiler ve yöntemler içerir. Bu araştırma, kılavuz geliştiricileri tarafından bilindiğinde WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürü iyileştirilir. Mevcut çalışmada, bu bilgi transferini kolaylaştırmak için hidro-çevresel araştırmaları, EC yönergelerine dayalı beş kategoriye sınıflandırmak suretiyle tiplendiriyoruz ve ardından aşağıdaki şekilde sunduğumuz bir literatür incelemesi gerçekleştiriyoruz: ilk olarak, WI sistemleri için iklim tehlikelerini tanıtlıyoruz ve tiplendiriyoruz ve Akdeniz bölgesinde en yaygın olanları belirleyip bunları yedi gruba ayırıyoruz; ardından hidro-çevresel araştırmaları EC yönergelerine dayalı olarak beş kategoriye sınıflandırıyoruz, bu kategorilerin her biri için temel yönleri sunuyoruz, gelecekteki araştırmaları tartışıyoruz; ve son olarak sonuçları özetliyoruz.

Anahtar kelimeler: iklim değişikliğine uyum; su altyapısı; iklim dayanıklılık; iklim riski ve kırılganlık değerlendirmesi



Alıntı: Stamou, AI; Mitsopoulos, G.; Sfetsos, A.; Stamou, AT; Varotsos, KV; Giannakopoulos, C.; Koutroulis, A. Suyun İklim Değişikliğine Uyum Sağlanması Konusunda Hidro-Çevresel Araştırmaların Tipolojisi Akdeniz Bölgesi'nde Altyapı. *Atmosfer* **2024**, *15*, 1526. <https://doi.org/10.3390/atmosfer15121526>

Akademik Editör: Bo Hu

Alındı: 18 Kasım 2024 Gözden geçirildi: 11 Aralık 2024 Kabul edildi: 18 Aralık 2024 Yayımlandı: 20 Aralık 2024



Telif Hakkı: © 2024 yazarlar tarafından. Lisans sahibi MDPI, Basel, İsviçre. Bu makale, Creative Commons Atıf (CC BY) lisansının (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir.

1. Giriş

Altyapı, yapılar, ağ çerçeveleri ve çeşitli inşa edilmiş sistemler ve varlıklar dahil olmak üzere çok çeşitli unsurları kapsar [1]. Avrupa Kritik Altyapı (ECI) [2] "AB topraklarında bulunan, hayati toplumsal işlevlerin, sağlık, emniyet, güvenlik, ekonomik veya insanların refahının sürdürülmesi için elzem olan ve bu işlevlerin sürdürülememesi sonucu bozulması veya yok edilmesi en az iki Üye Devlet üzerinde önemli bir etki yaratacak bir varlık, sistem veya bunun bir parçası" olarak tanımlanmaktadır. Avrupa Birliği'nin Kritik Varlıklar Dayanıklılık Direktifi (CER) [3] AB vatandaşlarının geçim kaynaklarının ve iç pazarın düzgün işleyişinin dayandığı hayati hizmetlerin sağlanması için güvenlik açıklarını azaltmayı ve fiziksel dayanıklılıklarını güçlendirmeyi amaçlayan kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Su Altyapısı

Su temini, atık su ve yağmur suyu sistemlerini bünyesinde barındıran (WI), kritik altyapının en önemli sektörlerinden biridir çünkü topluluklarımıza su temini gibi temel hizmetler sağlar ve taşkınları önleyerek, kuraklıkla mücadele ederek ve su yollarımızı temiz tutarak sağlığını ve güvenliğini korumada hayati bir rol oynar. Dayanıklı WI, modern toplumların sağlığı ve refahı için zorunlu olarak kabul edilir [4]; Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından 2015 yılında kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile doğrudan bağlantılıdır. Bu hedefler arasında “her yaştan herkes için sağlıklı yaşamlar sağlamak ve refahı teşvik etmek” (SKH3), “herkes için su ve sanitasyonun bulunabilirliğini ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak” (SKH6) ve “dayanıklı altyapı inşa etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi teşvik etmek ve inovasyonu desteklemek” (SKH9) yer almaktadır. [5].

Su Altyapısı, işlevselliğini bozabilecek iklim tehlikelerine karşı savunmasızdır [6]. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kategorizasyonunu takiben [7] ve Stamou tarafından önerilen tipoloji [8,9], WI sistemleri için genel iklim tehlikeleri kategorileri ve türleri Tablo'da gösterilmiştir¹. Masa1 beş tehlike kategorisi olduğunu göstermektedir: Sıcak ve Soğuk (HC), Islak ve Kuru (WD), Rüzgar ve Hava (WA), Kıyı (C) ve Kar ve Buz (SI). AB Taksonomisine göre [10] bu tehlikeler şunlarla ilgilidir:

(1) sıcaklık, (2) su, (3) katı kütle ve (4) rüzgar, kronik veya akut olmak üzere. Beklendiği gibi, kronik tehlike tipleri, ilgili hidro-meteorolojik değişkenlerin ortalama değerleri ile temsil edilirken, akut tehlikeler uç değerleri ile temsil edilir. Örneğin, Sıcak ve Soğuk (HC), Islak ve Kuru (WD), Rüzgar ve Hava (WA) ve Kıyı (C) kronik tehlike kategorileri, hava sıcaklığının (HC1), yağışın (WD1), rüzgar hızının (WA1) ve bağıl deniz seviyesinin (C1) ortalama değerleri ile temsil edilirken, aşırı tehlikelerin ilgili miktarları şunlardır: (1) aşırı sıcaklık (HC2) veya soğuk hava dalgaları ve don (HC3); (2) yoğun yağış (WD2) ve sel (WD3) veya kuraklık (WD5); ve (3) şiddetli rüzgar fırtınası - maksimum rüzgar hızı (WA2) ve kıyı taşkını (C2). Kronik tehlikelerin ortalama değerleri günlük, aylık, mevsimsel veya yıllık ortalama olabilir.

Literatüre göre, Akdeniz bölgesindeki WI sistemleri için en yaygın iklim tehlikeleri, birkaç yazar tarafından atıfta bulunulan, ortalama hava sıcaklığı artışı, aşırı sıcaklık, ortalama yağış azalması, kuraklık, kuraklık, aşırı yağış, su baskını, orman yangınları, toprak bozulması, aşırı rüzgarlar ve kıyı tehlikeleridir. Bunlar aşağıdaki yedi gruba ayrılabilir (belirleyici referanslar parantez içinde alıntılanmıştır):

1. Ortalama hava sıcaklığı artışı (HC1) [11,12] ve aşırı sıcaklık—sıcak hava dalgaları (HC2) [13].
2. Ortalama yağış azalması (WD1), kuraklık (WD4) ve kuraklık (WD5) [12,14–18].
3. Aşırı yağış (WD2) ve su baskını (WD3) [12,19,20].
4. Orman Yangınları (WD6) [21–23].
5. Erozyon (WD7) ve heyelanlar (WD8) gibi toprak bozulması [15].
6. Medikanlar ve kum fırtınaları dahil olmak üzere aşırı rüzgarlar (WA2) [15,24].
7. Deniz seviyesinin yükselmesi de dahil olmak üzere kıyı tehlikeleri (C1) [12,15,24,25], kıyı taşkını (C2), kıyı erozyonu (C3) [26] ve tuzlu su girişi (C4).

İklim değişikliği nedeniyle yukarıda belirtilen iklim tehlikelerinin 21. yüzyılda Avrupa ve Akdeniz bölgesinde yoğunlaşması bekleniyor [27]. IPPC'nin Avrupa'ya ilişkin bilgi notuna göre [28], (1) mevcut 1.1°C daha sıcak bir dünya halihazırda Avrupa'daki doğal ve insan sistemlerini etkiliyor, (2) ısınma ve yağışın bileşik tehlikelerinin etkileri daha sık hale geldi ve (3) güney bölgeleri için büyük ölçüde olumsuz etkiler öngörülüyor. IPPC [29] Avrupa için aşağıdaki dört temel riski belirledi, bunların çoğu 2'de daha da ciddileşiyor°C Küresel Isınma Seviyeleri (GWL) 1,5 ile karşılaştırıldığında•Düşük ila orta düzeyde adaptasyona sahip senaryolarda C GWL'ler: (1) ısıdan kaynaklanan insan ölümleri ve hastalıkları ve ekosistemlerdeki değişiklikler, (2) ürünlerde ısı ve kuraklık stresi, (3) su kıtlığı ve (4) su baskını ve deniz seviyesinin yükselmesi. Çok yakın bir zamanda, AÇA [30] Avrupa iklim riski değerlendirmesi gerçekleştirdi ve şunları bildirdi: (1) Avrupa dünyanın en hızlı ısınan kıtasıdır; bir zamanlar nispeten nadir görülen aşırı sıcaklıklar daha sık hale geliyor; ve (2) yağış düzenleri değişiyor; sağanak yağışlar ve diğer aşırı yağışlar şiddetleniyor ve son yıllarda çeşitli bölgelerde felaket niteliğinde seller meydana geldi, aynı zamanda Güney Avrupa'da genel olarak önemli düşüşler beklenebilir

yağış ve daha şiddetli kuraklıklar. Ayrıca, EEA [30] Avrupa genelinde potansiyel olarak ciddi sonuçları olabilecek 36 büyük iklim riskini belirleyip değerlendirdi ve bunları beş geniş kümeye ayırdı: (1) ekosistemler, (2) gıda, (3) sağlık, (4) altyapı ve (5) ekonomi ve finans.

Tablo 1. Su Altyapı sistemleri için iklim tehlikelerinin kategorileri ve türleri.

IPCC'ye Dayalı Tehlike Kategorisi [7]	Sembol	Tehlike Türü
Sıcak ve Soğuk (HC)	HÇ1	Ortalama hava sıcaklığı (artış)
	HÇ2	Aşırı sıcaklık—Sıcaklık dalgaları
	HÇ3	Soğuk hava dalgaları ve don
Islak ve Kuru (WD)	WD1	Ortalama yağış (azalma)
	WD2	Aşırı yağış
	WD3	Taşkın (nehirsel ve yağmursal)
	WD4	kuraklık
	WD5	Kuraklık
	WD6	Orman yangınları
	WD7	Toprak erozyonu
	WD8	Heyelan (çamur akışları dahil)
	WD9	Toprak çökmesi
	WD10	Su sıcaklığı
Rüzgar ve Hava (WA)	WA1	Ortalama rüzgar hızı (artış)
	WA2	Aşırı rüzgarlar
	WA3	Hava kalitesi (değişim)
Kıyı (C)	C1	Bağıl (ortalama) deniz seviyesi (yükselmesi)
	C2	Kıyı taşkınları
	C3	Kıyı erozyonu
	C4	Tuzlu su girişi
	C5	Deniz suyu sıcaklığı (ve deniz ısı dalgaları)
	C6	Deniz suyu kalitesi (tuzluluk ve asitlik dahil)
Kar ve Buz (SI)	SI1	Kar ve kara buzu
	SI2	Çiğ

İklim değişikliğinin etkilerinin 21. yüzyılda Akdeniz bölgesinde yoğunlaşması bekleniyor [27]. Tahmini iklim desenleri, küresel ortalamaı aşan hem hava hem de okyanus sıcaklıklarında bir artışa işaret ediyor ve özellikle sıcak hava dalgası olaylarında belirgin bir artışa vurgu yapıyor. Bu yüzyılın sonuna kadar kara sıcaklıklarının ortalama 0,9 ila 5,6 derece artması bekleniyor.°C, son yirmi yıla kıyasla. Son gözlemler ve modellemeler Doğu Akdeniz'i önemli bir iklim değişikliği sıcak noktası olarak vurguladı. Yukarıda belirtilen yedi iklim tehlikesi grubunun beklenen davranışının daha analitik bir açıklaması şu şekildedir:

1. Ortalama hava ve deniz sıcaklığı (HC1) ve bunların uç değerleri (HC2 ve HC3): Bunların küresel ortalamaıdan daha fazla artmaya devam etmesi muhtemeldir; karadaki (HC2) ve denizdeki sıcak hava dalgalarının süresi ve en yüksek sıcaklıkları yoğunlaşacaktır [31]. Akdeniz bölgesi küresel ortalamaıdan %20 daha hızlı ısınırken, su sıcaklığının %1,8 oranında artması bekleniyor.°C ve 3.5°2100 yılına kadar, İspanya'da ve Doğu Akdeniz'de sıcak noktalarla [27]. Küresel iklimin devam eden ısınmasıyla birlikte, deniz sıcak dalgalarının (HC3) artmaya devam etmesi bekleniyor ve

- Önümüzdeki on yıllarda deniz soğuklarının sıklığı, yoğunluğu ve süresi azalacak [32]. Ayrıca, son kırk yılda deniz soğuklarının sıklığı ve yoğunluğu, Akdeniz'de bir istisna olmaksızın, küresel olarak azaldı [33].
2. Ortalama yağış azalması (WD1), kuraklık (WD4) ve kuraklık (WD5): Ortalama yağışın çoğu Akdeniz bölgesinde %4-22 oranında azalması muhtemeldir [31]. 2'lik bir artış°C'den 4'e°C, Güney Avrupa'da yağış miktarını %30'a kadar azaltacaktır [27]. Kuraklıkların (WD6) orta düzey emisyon senaryolarında daha şiddetli, daha sık ve daha uzun süreli olacağı ve şiddetli emisyon senaryolarında ise önemli ölçüde artacağı tahmin edilmektedir [31]. Yüzyılın sonuna doğru İspanya, İtalya, Bulgaristan, Yunanistan ve Türkiye'nin yanı sıra Kuzey Afrika'yı da kapsayan Güney Avrupa'nın geniş bir bölgesinde gelecekte daha kuru koşulların (WD4) beklenmesi bekleniyor [34].
 3. Aşırı yağış (WD2) ve su baskını (WD3): Yoğun yağış (WD2) ve aşırı yağışlar muhtemelen bölgenin kuzey kesiminde artacak ve buna ani sellerin artması eşlik edecektir [31].
 4. Orman Yangınları (WD6): Sıcaklığın neden olduğu yangın havası sıklığının yüzyılın sonuna kadar (2071-2100) %14-30 oranında artacağı tahmin ediliyor; bu da büyük orman yangınlarının (WD9) sıklığının ve kapsamının Akdeniz havzası boyunca artacağını gösteriyor [35]. Artan sıcak hava dalgaları, kuraklık ve arazi kullanımındaki değişikliklerle birleşince yakıt nemini azaltıyor, dolayısıyla yangın riskini artırıyor, yangın sezonlarının süresini uzatıyor ve büyük, şiddetli yangınların çıkma olasılığını artırıyor [36-39].
 5. Toprak bozulması (WD7) ve heyelanlar (WD8): Akdeniz bölgesinin toprak bozulmasına karşı özellikle savunmasız olduğu belirlenmiştir [40]; AB içinde genel olarak en yüksek erozyon oranlarına sahiptir [41], toprak organik maddesinin en düşük seviyeleri [42] ve ciddi tuzlanma sorunları [43]. İklim değişikliği nedeniyle ortalama yağışta (WD1) gözlenen ve beklenen azalmaya, aşırı yağışta (WD2), taşkınlarla (WD3) ve buna bağlı olarak erozyonda artış eşlik ediyor [44]. Tropikal ve subtropikal bölgelerde, toprak erozyonunun yerinde etkileri baskındır ve bazı durumlarda 100 t ha'yı aşan çok yüksek toprak kaybı oranlarıyla kendini gösterir.-1yıl-1[45,46], ılıman bölgelerde ise toprak erozyonunun saha dışı maliyetleri genellikle daha büyük bir endişe kaynağıdır; örneğin, baraj ve göletlerin siltlenmesi ve yamaç aşağısındaki mülklere, yollara ve diğer altyapılara verilen zarar [47].
 6. Aşırı rüzgarlar (WA2): Orta enlem siklonlarının ve medikanların sıklığının azalması bekleniyor, ancak medikan yoğunluğunun artması muhtemel [31].
 7. Kıyı tehlikeleri: Ortalama deniz seviyesi (C1) son 20 yılda 6 cm yükseldi; bu eğilimin (bölgesel farklılıklarla birlikte) 2100 yılına kadar küresel oranda 43 ila 84 cm hızlanması muhtemeldir, ancak Antarktika'daki buz tabakasının daha fazla istikrarsızlaşması durumunda muhtemelen 1 metreden fazla olacaktır [27]. Deniz seviyesindeki artış halihazırda Akdeniz çevresindeki aşırı kıyı sularını etkiliyor ve kıyı taşkınları (C2), erozyon (C3) ve tuzlu su girişi (C4) riskini artırması öngörülüyor [31]. Akdeniz kıyı şeridinin %37'si boyunca alçak alanlarda kıyı taşkın riskleri (C2) artacaktır [31]. Deniz ısı dalgalarının süresinin ve yoğunluğunun gelecekte artmaya devam etmesi öngörülüyor [48]. Yüzey açık okyanusunun asitlenmesinin (C6) devam etmesi öngörülmektedir [49], yüksek emisyon senaryosunda 0,46'ya kadar pH düşüşüyle [50], tuzluluğun yüzyılın sonuna doğru artacağı tahmin ediliyor [51].

Şu anda, Avrupa ülkelerinin çoğunda, WI sistemlerinin tasarımı, inşası, işletimi ve düzenleyici standartları genellikle iklim değişikliği etkilerini hesaba katmaz. 2021 yılında, dayanıklı, iklime dayanıklı altyapının geliştirilmesini teşvik etmeyi amaçlayan Avrupa Komisyonu (EC), 2021-2027 dönemi için "İklim Geçirmez Altyapı" ile ilgili Teknik Yönergeleri yayınladı [1]. Bu kılavuzlar hem iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve uyum stratejileri hem de gelecekteki yatırım ve geliştirmelerde ana akım iklim değerlendirmelerini içerir. EC Teknik Kılavuzları ve yakın zamanda yayınlanan WI için ilgili kılavuzlar [52-55], ilgili EC resmi belgelerine ve IPCC raporlarına dayanmaktadır [29]. Sistematik ve pratiktirler, esas olarak iklim tehlikeleriyle ilgili yönle odaklanırlar ve gerekli incelemeyi yapmazlar.

WI'nin iklim adaptasyonuna ilişkin mühendislik yönlerini ayrıntılı olarak açıklayın; bunlar esas olarak Üniversiteler ve Araştırma Enstitülerinde gerçekleştirilen ilgili hidro-çevre araştırmalarına dayanmaktadır; ancak bunlar resmi AB veya ulusal belgelerin bir parçası değilse [52]. Bu araştırma kapsamlıdır ve uzman araştırmacılar ve deneyimli mühendisler tarafından iklim değişikliğine uyumun hemen hemen tüm yönleri için çeşitli terminolojiler ve yöntemler içerir; bu nedenle, WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürü, bu araştırma bu yönergeleri geliştiren bilim insanları ve dolayısıyla karar vericiler tarafından bilindiğinde önemli ölçüde iyileştirilebilir ve daha etkili olabilir. Mevcut çalışmada, bu bilgi transferini kolaylaştırmak için, öncelikle hidro-çevre araştırmalarını beş kategoriye sınıflandırma yoluyla tiplendiriyoruz ve ardından sunduğumuz ve tartıştığımız her kategorinin ana yönlerini belirlemek için bir literatür incelemesi gerçekleştiriyoruz [8,9]. Bu çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Bölüm1 Giriş, Akdeniz bölgesinde WI'daki en yaygın iklim tehlikelerinin tanımlanmasını içerir ve bunlar yedi gruba ayrılır. Bölüm2hidro-çevre araştırmalarının beş kategoriye ayrılmasını ve yedi iklim tehlikesi grubunun WI üzerindeki gösterge etkilerini sunar. Bölüm3beş kategorideki hidro-çevresel araştırmaların ve ilgili araştırma alanlarının gösterge vakalarla birlikte sunumuyla ilgilenir. Bölüm4gelecekteki araştırmalar için tartışma ve önerileri içerir ve Bölüm5Bu araştırmadan çıkarılan temel sonuçların bir özetini sunmaktadır.

2. Malzemeler ve Yöntemler

2.1. Metodoloji

Altyapının iklim değişikliğine uyum prosedürünün beş adımına karşılık gelen ve AB Teknik Yönergeleri ile uyumlu olan hidro-çevre araştırmalarının tipolojik kategorileri ve alanları Tablo'da gösterilmektedir.2[56].

Tablo 2.Hidro-çevre araştırmalarının kategorileri ve alanları [8].

Kategoriler	Araştırma Alanları
BEN Su Altyapısının Tanımı	(a) WI'nin ana bileşenlerinin belirlenmesi ve bunların zaman ölçeğinin seçilmesi, (b) her WI bileşeni için potansiyel tehlikelerin belirlenmesi ve (c) Her bir tehlikeye karşılık gelen iklim göstergeleri.
II İklim Değişikliği Değerlendirmesi	(a) İklim değişikliği senaryolarının seçimi ve (b) göstergelerin değerlerinin tahmini her iklim senaryosu.
III Güvenlik Açığı Değerlendirmesi	(a) Duyarlılık analizi, (b) maruz kalma analizi, (c) uyarlanabilir kapasite analizi ve (d) kırılma analizi.
IV Risk değerlendirme	(a) Olasılık analizi, (b) etki analizi ve (c) risk analizi.
V Uyum Tedbirlerinin Değerlendirilmesi	(a) Uyarılma seçeneklerinin belirlenmesi, (b) bunların değerlendirilmesi ve (c) bunların entegre edilmesi WI sisteminin tasarımı ve işletimi.

Bu tipolojiye göre hidro-çevre araştırmaları, AB yönergelerine dayanan ve WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürünün beş adımına karşılık gelen aşağıdaki beş kategoriye ayrılmıştır.

2.2. İklim Tehlikelerinin Su Altyapısı Üzerindeki Gösterge Etkileri

Bölümde1, literatüre dayanarak, birkaç yazar tarafından atıfta bulunulan ve yedi gruba ayrılan WI sistemlerindeki en yaygın iklim tehlikelerini belirledik. Bu tanımlamayı örneklemek için, bu tehlike gruplarının WI sistemleri üzerindeki olası etkileri Tablo'da sunulmuştur3Belirli WI sistemleri için, tüm potansiyel tehlikeler ve WI sisteminin tüm bileşenleri için olası etkilerin tahmini (Bölüm Bkz.3.1.1) sıklıkla gereklidir.

Tablo 3.Yedi grup iklim tehlikesinin su altyapı sistemleri üzerindeki olası etkileri.

İklim Tehlikesi Grupları	İklim Tehlikelerinin WI Sistemleri Üzerindeki Olası Etkilerinin Göstergesi
Ortalama hava sıcaklığı artışı (HC1) ve aşırı ısı (HC2)	Artan su talebi [57]; kanallar gibi beton yapıların hasar görmesi; vanalar gibi metal elemanların genleşmesi [58,59]; atıksu taşıma sistemlerinde, pompa istasyonlarında ve arıtma ünitelerinde daha hızlı biyokimyasal reaksiyonlar; koku üretiminin artması; Atık su arıtma tesislerinde (AAT) artan miktarda çamur [24]; Atık su arıtma tesislerinde havalandırma ihtiyacının artması nedeniyle atık su kalitesinin bozulması [60,61]; ikincil çökeltme tanklarında daha güçlü yoğunluk akımları [62]; artan klima gereksinimleri binalarda [63]; enerji şebekelerinde hasar [64]; rezervuarlarda ve barajlarda artan bitki örtüsü, artan buharlaşma, rezervuar kapasitesinde artan azalma ve savakların tıkanmasına neden olur; alglerin, mikropların artan büyümesi, tatlı suda parazitler ve istilacı türler; küçük rezervuarlarda artan siltasyon [58,65].
Yoğun yağış (WD2) ve su baskını (WD3)	Su rezervuarlarının siltasyonunu yoğunlaştıran erozyon birikintilerinin artan üretimi [58,65]; aşırı yağışların artması nedeniyle kanalizasyon taşmalarının sıklığında artış [19,66–69]; borularda çatlaklara, kanalizasyon tıkanıklıklarına, tıkanıklıklara ve kırılmalara neden olan asılı madde ve döküntü miktarının artması [70] ve kanalizasyon taşmaları [71,72]; alıcı suların taşması ve kirlenmesi, sakinlerin atık su kaynaklı patojenlere maruz kalma risklerinin artması [19,66–69]; Atıksu arıtma tesislerinin arıtma üniteleri ve binalarının su altında kalması ve kirlenmesi [63]; atık su arıtma ünitelerinde hidrolik tutma sürelerinin azalması; askıda madde ve döküntü konsantrasyonlarının artması; giriş ve çıkış yapılarının tıkanması; atık su arıtma ünitelerinde koku emisyonlarının artması; set ve dolgu arızaları; taşmaların artması ve tıkanıklık ve kırılmaların artması [24]; barajların taşması ve rezervuarlardaki su kalitesinin bozulması riskinin artması [58]; yağmur olayları nedeniyle rezervuarlarda artan bulanıklık ve besin yüklemeleri [73]; erişim yollarının kesintiye uğraması güvenlik ve operasyonları destekle [74].
Ortalama yağış azalması (WD1), kuraklık (WD4) ve kuraklık (WD5)	Atıksu arıtma tesislerindeki ulaşım ağlarında ve arıtma süreçlerinde daha düşük akış hızları nedeniyle artan kirletici konsantrasyonları; askıda kalan maddelerin tortulaşması ve artan korozyon, tıkanıklık ve artan koku emisyonu [24]; daha düşük nehir akışları, çevreden su çekme ve çevreye deşarj etme yeteneğini azaltır [58]; azalan su hacimleri, artan kirletici konsantrasyonu, rezervuarlardaki su kalitesinin düşmesi, azalan verim, sulama ve çevresel kullanımlar için suya olan talebin artması [58]; [Toprak çökmesi nedeniyle enerji şebekelerinde hasar64].
Orman yangınları (WD6)	Orman yangını sonrasında akarsulara ve rezervuarlara boşaltılan tortu, besin maddeleri ve diğer bileşenlerin miktarlarının artması [75]; Atıksu Arıtma Tesisleri ve enerji şebekelerindeki elektrik arızaları ve hasarları [76]; ulaşım altyapısındaki hasarlar [77]; artan yüzey orman yangınlarından sonra su kirliliği, yangın geciktiricilerin etkisi de dahil olmak üzere [78,79].
Toprak erozyonu (WD7) Ve heyelanlar (WD8)	Artan tortu miktarları nedeniyle rezervuar kapasitesinin azalması ve su kalitesinin bozulması [80]; artan risk baraj taşmasının başlıca nedenlerinden biri olan heyelan kaynaklı dalgalanma gelişimi [81]; artan konsantrasyonlar dezenfeksiyon sistemlerinin etkinliğini azaltan askıda katı maddeler [82]; enerji şebekelerindeki hasarlar [64].
Deniz seviyesinin yükselmesi (C1), kıyı taşkınları (C2), erozyon (C3) ve tuzlu su girişi (C4)	Kıyı su seviyesinin artması nedeniyle tuzlu su girişi ve su baskını; beton ve çelik yapıların korozyonunun hızlanması [83–85] Ve [86]; yeraltı suyunun çatlaklardan kanalizasyonlara sızmasına yol açan iç su seviyesindeki artış eski kanalizasyon boruları [87]; tuzlu su nedeniyle ağların bozulması [82]; yeraltı su seviyesinin artması nedeniyle boruların yüzdürülmesi; su baskını, su baskını ve altyapı hasarı [24]; enerji şebekelerinde hasar [64]; artan sıcaklık, artan tuzluluk ve nemle birleşince hızlanır köprüler ve yollar gibi beton yapılarda bozulma.77].

3. Hidro-Çevresel Araştırmanın Sunumu

3.1. Su Altyapısının Tanımına İlişkin Araştırma

3.1.1. Su Altyapısının Bileşenleri ve Zaman Ölçekleri

İklim değişikliğine uyum prosedüründe, bir WI sisteminin bileşenlere ayrılması gerekir; daha sonra, (i) her bir bileşen üzerindeki iklim değişikliği etkileri belirlenir ve (ii) riskleri yüksek olan hassas bileşenler belirlenir, böylece bu riski azaltmak için uygun uyum önlemleri önerilir. Genellikle, hassasiyet analizlerinde, bir WI sisteminin bileşenleri fiziksel yapılarıdır; örneğin, Dünya Bankası'nın Tasarım Özeti'nde [88] özellikle içme suyu ve sanitasyon altyapısının mühendislik tasarımına dayanıklılığı dahil etmeye odaklanan bir atık su sisteminin bileşenleri şunlardır: (i) atık su toplama ağları, (ii) kaldırma istasyonları, (iii) AAT, (iv) kimyasal ve yakıt depolama tankları, (v) elektrik kontrolleri ve enstrümantasyon, (vi) güç kaynağı ve (vii) arıtılmış atık su deşarjları. Ayrıca, ABD'nin Siber Güvenlik ve Altyapı Güvenlik Ajansı (CISA) bir su altyapısı taksonomisi oluşturmuştur [89] ve koruyucu unsurlar da dahil olmak üzere elliden fazla WI varlığını (aslında bileşenlerdir) tanımladı [89].

Ancak, AB Teknik Yönergelerinde [1] "duyarlılık analizinin projeyi kapsamlı bir şekilde kapsamı, projenin çeşitli bileşenlerine ve daha geniş ağ veya sistem içinde nasıl işlediğine bakılması gerektiği, örneğin dört tema arasında ayırma yapılarak: (i) yerinde varlıklar ve süreçler, (ii) su ve enerji gibi girdiler, (iii) ürünler ve hizmetler gibi çıktılar ve (iv) projenin doğrudan kontrolü dışında olsa bile erişim ve ulaşım bağlantıları". Başka bir deyişle, EC Teknik Yönergelerine göre "bileşen" terimi [1] fiziksel bir yapıdan daha geniş bir anlama sahiptir. Bu yaklaşımı izleyerek, JASPERS [52], su ve atık su projeleri için çok sistematik bir duyarlılık analizinde, Tablo'da gösterilen genel bileşenleri önerdi⁴. Duyarlılık analizinde kullanılan beş temel tema altında gruplandırılmıştır (bkz. Bölüm3.3).

Tablo 4. Su ve atık su projelerinin bileşenleri ve hassasiyet analizinde kullanılan temel temalar [52].

Bileşenler	Ana Temalar
Su kaynakları, nehir veya yeraltı suyu çekimleri, arıtma kimyasalları ve insan kaynakları.	Girişler
Temin pompaları, su temin şebekesi, su girişleri, deşarj çıkışları, atık su arıtma tesisleri, kanalizasyon şebekesi, su depolama ve dağıtım şebekesi, kombine kanalizasyon sistemleri ve çıkışları, kontrol sistemleri, mevcut boru şebekesi, pompalar, tanklar ve önerilen projenin işletimi için gerekli diğer tüm elemanlar.	Varlıklar
Kaynaklardan pompalama ve tedarik, su arıtımı ve kontrolleri, temiz arıtılmış su depolaması, su dağıtım ve atık su arıtımı.	İşlemler
Temiz içme suyu, sürdürülebilir su kaynakları, arıtılmış atık su, atık ürünler ve kanalizasyon çamuru.	Çıktılar
Elektrik temini ve ulaşım yolları.	Karşılıklı bağımlılıklar

WI sistemlerinin bileşenlerinin belirlenmesi sistematik ve tipolojik olması gereken pratik ve teknolojik bir görevdir; genellikle bu işlem, bu sistemler konusunda uzmanlaşmış araştırmacılarla işbirliği içinde, belirli WI sistemlerini tasarlayan, inşa eden ve işleten profesyonel mühendisler, yani uzmanlar tarafından gerçekleştirilir.

Bir WI projesinin zaman ölçeğiyle ilgili olarak, genellikle Tasarım Çalışma Ömrüne (DWL) eşit olduğu varsayılır; Eurocodes'a göre DWL, "yapının öngörülen bakımla ancak büyük onarım yapılmadan kullanılacağı süre" olarak tanımlanır [90]. Çeşitli bileşenleri açısından farklılık gösterebilen WI sistemlerinin ölçeği genellikle 100 yıl mertebesinde olup, kırılganlık ve risk değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken iklim değişikliği senaryolarını belirlemektedir.

3.1.2. Su Altyapısı Değerlendirmelerinde Kullanıma Yönelik İklim Göstergeleri

WI için iklim göstergeleri üzerine yapılan bir literatür araştırması şunları ortaya koydu: (1) literatürde WI ile ilgili göstergeler üzerine önemli sayıda araştırma çalışması bulunmaktadır, (2) belirli WI projeleri için göstergeler üzerine yapılan çalışma sayısı çok sınırlıdır ve (3) bu araştırma çalışmalarında incelenen en yaygın iklim tehlikeleri ortalama hava sıcaklığı artışı (HC1), aşırı sıcaklık-sıcak hava dalgaları (HC2), ortalama yağış azalması (WD1), aşırı yağış (WD2), sel (WD3), kuraklık (WD4) ve kuraklıktır (WD5). Tablo5 Su kaynakları yönetiminde (çoğunlukla tarım/sulama), su temininde, yağmur suyu ve atık su projelerinde yaygın olarak kullanılan göstergeleri ve bu göstergelerin IPCC gibi uzmanlaşmış kuruluşlar tarafından tanımlandığı ilgili referansları özetlemektedir [91], Dünya Meteoroloji Örgütü [92] ve ETCCDI [93].

Tablo 5.Su altyapı projelerine ilişkin gösterge niteliğindeki iklim göstergeleri ve ilgili referanslar.

İklim Tehlikesi	İklim Göstergesi/Birimler	SU Kaynaklar Yönetmek Projeler	Su Temini Projeler	Yağmur suyu Projeler	Atık-su Projeler
Ortalama hava sıcaklığı artış (HC1) ve aşırı sıcaklık (HC2)	Sıcaklık: yıllık ortalama; yıl içi değişim; yıllık ortalama; mevsimsel ortalama; aylık maksimum, ortalama, minimum (°C)	[94]	[94]	[94]	[11,94,95]
	Günlük maksimum sıcaklığın aylık maksimum değeri; aylık günlük maksimum sıcaklığın minimum değeri (°C)	[96]			
	Yılda 3, 5 veya 7 ardışık gün sıcaklıkla gerçekleşen olay sayısı iki değer arasında, örneğin 38 ve 41°C veya 38 gibi bir değerden büyük°C			[97]	[97]
	Sıcaklığın bir değerden büyük olduğu yıldaki gün sayısı, örneğin 38°C Sıcak hava dalgası süresi endeksi (gün)	[98]		[97]	[97]
Ortalama yağış azalma (WD1), kuraklık (WD4) ve kuraklık (WD5)	Basit yağış yoğunluk indeksi (mm/g)	[99–103]	[104,105]	[104,105]	[104,105]
	Ardışık kuru günler	[94,100–103,106,107]	[104,107]	[103,104]	[104]
	Kuraklık gerçek/Kuraklık indeksi	[94]		[108]	
	Standart Yağış İndeksi (SPI). 3 ay için SPI-3 veya 3 ay için SPI-6 6 ay.	[107,109,110]	[107,111–114]	[107,111–114]	[113,114]
	SPI-3'e göre meteorolojik kuraklık süresi (ay)	[94]	[115]		
	SPI-3'e dayalı meteorolojik kuraklıkların büyüklüğü	[94,107]	[107]		
	Standartlaştırılmış Akış Endeksi (ay)	[106]	[116]		
	Standartlaştırılmış Akış Endeksi (SRI) (ay)	[107]	[107,112,117]		
	Düşük Akış (LF) indeksi (m ³ /s veya gün)	[107]	[107]		
	Standardize Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) (ay)	[109]	[113]	[113]	[113]
	Palmer kuraklık şiddeti endeksi (ay)		[112]		
	Toprak nem kuraklığının süresi (ay)	[94]			
	Kısa ve uzun vadeli hidrolojik kuraklıkların süresi SRI (ay)	[107]	[107,115]		

Tablo 5.Devamı

İklim Tehlikesi	İklim Göstergesi/Birimler	SU Kaynaklar Yönetmek Projeler	Su Temini Projeler	Yağmur suyu Projeler	Atık-su Projeler
Aşırı yağış (WD2) ve taşkın (WD3)	Islak günlerde yıllık toplam yağış (mm) (günlük yağış $\geq$ 1mm)	[100,101,106]			
	Çok yağışlı günlerde yıllık toplam yağış (mm) (>95. yüzdellik)	[101]	[118]	[118]	[118]
	Son derece yağışlı günlerde yıllık toplam yağış miktarı (mm) (>99. yüzdellik)	[94,101]			
	Çok yağışlı günlerin toplam yağışa katkısı (%) Çok yağışlı günlerin toplam yağışa katkısı (%)	[99,100,102]	[105]	[105]	[105]
	Islak gün sayısı (günlük yağış $\geq$ 1mm)	[100]	[105]	[105]	[105]
	Çok yağışlı günlerin sayısı (>95. yüzdellik) Aşırı yağışlı günlerin sayısı (>99. yüzdellik)	[102,103]		[103]	
	Ardışık olarak en fazla ıslak gün sayısı (günlük yağış $\geq$ 1mm)	[94]	[119]	[95,108,119]	[95,119]
	En fazla ardışık 5 günlük (veya 1 günlük) yağış (mm)	[100–103]	[104]	[104]	[104]
	Yoğun yağışlı gün sayısı Çok yoğun yağışlı gün sayısı	[94,99,101,103] [99,100,103,106]	[104,105,118]	[104,105,118]	[104,105,118]
	Akiş kullanılarak Nehir Taşkın Endeksi; T = 100 yıl boyunca günlük nehir akışı (m ³ /S)	[100–103]	[104]	[120]	[120]
		[94]		[104]	[104]
				[94]	

3.2. Su Altyapısı Üzerindeki İklim Değişikliği Etki Değerlendirmesi Araştırması

İklim değişikliği değerlendirmesi, özellikle iklim değişkenliğinin yoğunlaşmasının beklendiği Akdeniz gibi bölgelerde, WI üzerindeki potansiyel etkileri anlamak için kritik öneme sahiptir; bkz. Bölüm1. Bu alandaki araştırmalar, her biri iklim değişikliğinin WI sistemlerini nasıl etkileyeceği konusunda kapsamlı bir anlayış sağlamayı amaçlayan çeşitli metodolojileri içerecek şekilde gelişmiştir. İklim değişikliği değerlendirmesi, gelecekteki iklim koşullarını tahmin etmek için temel görevi gören iklim modellerinin kullanımını içerir. Genel Dolaşım Modelleri (GCM'ler) veya Dünya Sistemi Modelleri (ESM'ler) ve Bölgesel İklim Modelleri (RCM'ler) dahil olmak üzere bu modeller, farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde sıcaklık, yağış ve diğer iklim değişkenlerini simüle etmek için ayrılmaz bir parçadır.

İklim değişikliği etki değerlendirme çalışmaları, yerel etkileri daha iyi yakalamak için bu modelleri giderek daha fazla bölgesel ölçeklere indirmeye odaklanmıştır. Bu, özellikle incelenen maruziyet biriminin yerel doğası, yani mikro iklimsel değişikliklerin su bulunabilirliğini ve kalitesini önemli ölçüde etkileyebileceği WI sistemleri için önemlidir. Örneğin, Lionello ve Scarascia [121] Akdeniz bölgesinde gelecekteki iklim senaryolarını doğru bir şekilde tahmin etmek için yüksek çözünürlüklü RCM'lere olan ihtiyacı vurguladı; bu modeller genellikle nehir akışları, yeraltı suyu dolumları ve rezervuar seviyeleri gibi su kaynakları üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirmek için hidrolojik modellerle birleştirilir. Bu entegrasyon, Arnell ve Delaney'nin araştırma çalışmalarında vurgulandığı gibi, iklim değişikliğinin WI üzerindeki etkilerinin tam kapsamını anlamak için çok önemlidir [122], Birleşik Krallık'taki su temin sistemleri üzerinde yağış modellerindeki değişikliklerin önemli etkisini gösteren ve Koutroulis ve diğerleri [16] Girit'teki su kaynakları üzerinde yağış düzenlerindeki değişikliklerin gelecekteki etkilerini inceleyen ve çeşitli iklim senaryolarında su bulunabilirliğinde ciddi düşüşler olduğunu ortaya koyan]

Akdeniz bölgesinden vaka çalışmaları, WI sistemleri için etkili adaptasyon stratejileri geliştirmede yerleştirilmiş değerlendirmelerin önemini vurgulamaktadır. Örneğin, Nogherotto ve diğerleri [123] Po Nehri Havzası'nda sel koruma altyapısını bilgilendirmek için entegre iklim-hidrolojik modellemeyi kullandı. Benzer şekilde, Rocha ve diğerleri [124] Güney Portekiz'deki rezervuarlar üzerindeki iklim değişikliğinin etkisini inceleyerek, bunların etkinliğini tehlikeye atabilecek potansiyel su kalitesi sorunlarını ortaya koydu. Türkiye'de Gorguner ve Kavvas [125] iklim değişikliğinin özellikle yoğun sulama sezonlarında rezervuarlarda önemli su depolama zorluklarına yol açabileceğini vurguladı. Ertürk ve diğerleri [126] Köyceğiz-Dalyan Havzası'ndaki yeraltı suyuna bağımlı altyapının, yeraltı suyu beslemesinin azalmasının su temin sistemlerini zayıflatabileceği kırılganlığına odaklanmıştır. Ayrıca, Pool ve diğerleri [127] İspanya'da sel sulama sisteminden damla sulama sistemine geçişi inceleyerek, altyapı adaptasyonunun, yeraltı suyu dolumunun azaltılması gibi bazı takaslar yoluyla iklim etkilerini nasıl hafifletebileceğini gösterdi.

İklim değişikliğinin su kaynakları ve ilgili WI üzerindeki etkilerinin anlaşılmasında önemli ilerleme kaydedilmesine rağmen, sonuçlara ihtiyatla yaklaşmak esastır. Gelecekteki iklim projeksiyonları ve bunların etkileri, modelleme sürecinin çeşitli aşamalarında ortaya çıkan belirsizliğe tabidir. Bu belirsizlikler, ilk iklim modellerinin kendisinden, küresel modelleri bölgesel ölçeklere uygulamak için kullanılan ölçek küçültme tekniklerinden ve bu modellerin hidrolojik ve altyapı simülasyonlarıyla bütünleştirilmesi sırasında yapılan varsayımlardan kaynaklanabilir. Ayrıca, simülasyonlara enjekte edilen iklim değişikliği senaryoları da bir belirsizlik kaynağıdır [128].

İklim değişikliğinin WI üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, iklim modellemesi, hidrolojik analiz ve risk değerlendirmesini birleştiren çok disiplinli bir yaklaşımı içerir. Devam eden zorluk, belirsizlikleri azaltmak ve tahminlerin güvenilirliğini artırmak için bu metodolojileri iyileştirmek ve böylece iklim değişikliği karşısında Su Altyapısının daha etkili planlanmasını ve yönetilmesini sağlamaktır; Bölüme bakın4.

3.2.1. İklim Değişikliği Senaryolarının Seçimi

İklim değişikliği senaryolarının seçimi, iklim değişikliğinin WI üzerindeki potansiyel etkilerinin değerlendirilmesinde önemli bir adımdır. İklim senaryoları, gelecekteki iklim koşullarının projeksiyonlarıdır

sera gazı (GHG) emisyonları, sosyo-ekonomik gelişmeler ve arazi kullanım değişiklikleri hakkındaki farklı varsayımlara dayanmaktadır. Bu senaryolar, olası gelecekteki iklimlerin aralığını anlamak ve uygun adaptasyon önlemlerini planlamak için önemlidir.

İklim senaryosu geliştirme için en çok kullanılan çerçevelerden biri, yüzyılın sonuna kadar farklı seviyelerde radyatif zorlamayı temsil eden Temsili Konsantrasyon Yolları'dır (RCP'ler). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından geliştirilen RCP'ler, düşük sera gazı konsantrasyonlarına yol açan güçlü azaltma çabalarını varsayan RCP2.6 ve çok az veya hiç azaltma olmayan yüksek emisyonlu bir senaryoyu temsil eden RCP8.5 gibi yolları içerir [129]. Bu yollar, gelecekte sıcaklık, yağış, deniz seviyesi ve aşırı hava olaylarındaki değişiklikleri tahmin etmede etkilidir.

Akdeniz bölgesinde iklim değişikliğine WI adaptasyonu için uygun RCP'lerin seçimi, birkaç faktörün dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. İlk olarak, en iyimserden en kötümser sonuçlara kadar geniş bir potansiyel gelecek koşulları yelpazesini kapsayan senaryolar seçmek önemlidir; bu, altyapı planlamasının çeşitli gelecekteki iklimler altında dayanıklı olmasını sağlar. Ek olarak, seçilen senaryolar, yağış desenlerindeki değişikliklerin, artan sıcaklıkların ve yükselen deniz seviyelerinin önemli zorluklar oluşturmalarının beklendiği Akdeniz bölgesinin belirli kırılganlıklarıyla alakalı olmalıdır [130]; ayrıca Bölüme bakınız Örneğin, Furlan ve diğerleri [131] İtalya'daki kıyı altyapısı üzerinde aşırı deniz seviyesi olaylarının potansiyel etkilerini değerlendirmek için RCP8.5'i kullandı ve yüksek emisyon senaryolarıyla ilişkili ciddi riskleri vurguladı. Buna karşılık, Koutroulis ve diğerleri [16] Doğu Akdeniz adalarında kuraklık ve sıcak hava dalgalarıyla ilişkili riskleri azaltmada RCP2.6 gibi düşük emisyonlu senaryoların potansiyel faydalarını göstermiştir.

Senaryo seçimi süreci zorluklardan uzak değildir. Başlıca zorluklardan biri, ayrıntılı, yüksek çözünürlüklü projeksiyonlara duyulan ihtiyacı, bu çıktıları etki değerlendirmelerinde uygulamanın pratik kısıtlamalarıyla dengelemekte yatmaktadır. Dahası, uzun vadeli iklim projeksiyonlarındaki içsel belirsizlik, belirli sonuçları yüksek güvenle tahmin etmeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, olası geleceklerin aralığını yakalamak ve sağlam karar alma süreçlerini bilgilendirmek için genellikle duyarlılık analizleriyle birlikte birden fazla senaryonun kullanılması önerilir [132,133].

İklim değişikliği senaryolarının seçimi, WI için iklim etkisi değerlendirmelerinin temel bir yönüdür. Araştırmacılar ve planlamacılar, olası geleceklerin bir yelpazesini yansıtan ve çalışma bölgesinin belirli iklim koşullarına göre uyarlanmış senaryolar seçerek, ilerideki zorlukları daha iyi öngörebilir ve daha dayanıklı WI sistemleri geliştirebilirler.

3.2.2. İklim Değişikliği Göstergelerinin Değerlerinin Tahmini

İklim değişikliği göstergelerinin tahmini, iklim değişikliğinin WI üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmede kritik bir adımdır. Sıcaklık, yağış, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı hava olayları gibi değişkenleri içeren bu göstergeler, iklim değişikliğinin su kaynaklarını ve altyapısını nasıl etkileyebileceğini anlamak için nicel bir temel sağlar. Bu göstergeleri tahmin etmek için araştırmacılar ve uygulayıcılar genellikle farklı senaryolar altında gelecekteki iklim koşullarını simüle eden iklim modellerinden elde edilen çıktılarına güvenirlir. Örneğin, ortalama yıllık sıcaklık ve yağış değişiklikleri genellikle çeşitli mekansal ve zamansal ölçeklerde projeksiyonlar sağlayan GCM'lerden ve RCM'lerden türetilir. Bu modeller, iklim değişikliğinin büyük ölçekli modellerini yakalamada özellikle yararlıdır, ancak yerel etki değerlendirmelerinin doğruluğunu artırmak için genellikle bölgesel düzeylere küçültülürler [134,135].

Küçültme süreci, yerel iklim koşullarının küresel veya bölgesel modeller tarafından tahmin edilen daha geniş kalıplardan önemli ölçüde farklı olabileceği WI değerlendirmeleri için kritik öneme sahiptir. Önyargı düzeltme ve ampirik-istatistiksel modelleme gibi istatistiksel küçültme teknikleri, genellikle model çıktıları iyileştirmek ve bunları belirli coğrafi alanlara daha uygulanabilir hale getirmek için kullanılır [136].

İklim modeli çıktıları iyileştirildikten sonraki adım, bu çıktıları WI için aşırı sıcak günlerin sayısı, değişiklikler gibi ilgili iklim göstergelerine dönüştürmektir.

yoğun yağış olaylarının sıklığı ve yoğunluğu ile deniz seviyesinin yükselmesinin tahmini. Bu göstergeler, hassasiyet ve risk değerlendirmelerinde kullanılır (Bölüm3.3) rezervuarlar, atık su arıtma tesisleri ve dağıtım ağları gibi WI sistemlerinin farklı bileşenleri üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirmek için. İklim göstergelerinin tahmini aynı zamanda belirsizliklerle başa çıkmayı da içerir. İklim modelleri, verilerdeki, model yapısındaki ve iklim sistemlerinin öngörülemez doğasındaki kısıtlamalar nedeniyle doğası gereği belirsizdir. Bu belirsizlikleri ele almak için araştırmacılar genellikle birden fazla modelin çıktılarını birleştirerek olası sonuçlar yelpazesi oluşturan topluluk yaklaşımlarını kullanırlar.

İklim değişikliği göstergelerinin tahmini, iklim değişikliğinin WI üzerindeki etkilerini değerlendirmenin hayati bir parçasıdır. Araştırmacılar, gelişmiş iklim modelleri ve ölçek küçültme teknikleri kullanarak, temel iklim değişkenlerinin nasıl değişebileceğine dair güvenilir tahminler üretebilirler.

3.3. Su Altyapısının Güvenlik Açığı Değerlendirmesi Araştırması

3.3.1. Tanımlar ve İlk Yorumlar

Bir WI sisteminin bir iklim tehlikesine karşı hassasiyeti, WI'nin uyum sağlama kapasitesi göz önüne alındığında bu iklim tehlikesinden olumsuz etkilenme eğilimi olarak tanımlanabilir [137]. Tipik olarak, kırılganlık değerlendirmesi duyarlılık, maruz kalma ve uyarlanabilir kapasite analizlerini birleştirir (ayrıca Tablo'ya bakın2). Bir WI sisteminin bir iklim tehlikesine karşı duyarlılığı, WI ve bileşenlerinin bu iklim tehlikesinden etkilenme derecesi olarak tanımlanabilirken, bir WI sisteminin bir iklim tehlikesine maruz kalması, WI'nin konumu nedeniyle bu iklim tehlikesine maruz kalma derecesi olarak tanımlanabilir [138]. Başka bir deyişle, bir WI sisteminin duyarlılığı, coğrafi konumundan bağımsız olarak bileşenlerinin özelliklerine bağlıdır; buna karşın maruziyeti esas olarak konumuna bağlıdır. Bu nedenle, duyarlılık analizinde, WI projesinin potansiyel iklim tehlikelerine duyarlı bileşenleri belirlenirken, maruziyet analizinde, WI sisteminin her bir iklim tehlikesine ne kadar maruz kaldığı, mevcut ve gelecekteki iklim koşullarında ilgili tehlikenin göstergelerinin değerleri karşılaştırılarak tahmin edilir (bkz. Bölüm3.2.2). Uyarlanabilir kapasite, bir WI sisteminin iklim değişikliği etkilerini öngörme, bunlara hazırlanma, bunlara yanıt verme ve bunlardan kurtulma yeteneği olarak tanımlanabilir [139]. Uyarlanabilir kapasite, iklim değişikliğinin WI sistemi üzerindeki etkilerine atıfta bulunur (bkz. Bölüm3.2), ve esas olarak duyarlılık analiziyle bağlantılıdır ve bundan etkilenir; bu nedenle, genellikle duyarlılık analizine dahil edilir veya duyarlılık analiziyle birlikte veya sonrasında gerçekleştirilir [63]. Güvenlik açığı değerlendirmesindeki duyarlılık ve maruz kalma analizi ile risk değerlendirmesindeki karşılık gelen etki ve olasılık analizi arasında benzerlikler olduğu belirtilmektedir; bkz. Bölüm3.4.

3.3.2. Güvenlik Açığı Değerlendirmesi için Metodolojiler

Genellikle bir şehrin veya ülkenin büyük bir ölçeğinde uygulanan WI'nin kırılganlığı üzerine önemli sayıda araştırma çalışması bulunmaktadır [56]. Çoğu araştırma çalışmasında, bir WI sisteminin duyarlılık analizi, genel özelliklerinin veya bileşenlerinin özelliklerinin puanlanmasına (duyarlılığının) dayanırken, maruz kalma analizi tipik olarak mevcut ve gelecekteki iklim koşulları için maruz kalma göstergelerinin değerlerinin karşılaştırılması yoluyla nicel olarak gerçekleştirilir; Bölüme bakın3.1.2[1,119]. AB'ye göre [1], "hassasiyet puanlarının proje türlerine atanması en iyi şekilde teknik uzmanlar, yani proje hakkında iyi bilgiye sahip mühendisler ve diğer uzmanlar tarafından gerçekleştirilir", ayrıca, JASPERS [52] "duyarlılık analizinin, değerlendirilen proje bileşeni alanında teknik uzmanlar tarafından yapılmasının en iyi yol olduğunu" belirtmektedir.

Literatürde, bir WI sisteminin hassasiyet özellikleri, temalar [gibi çeşitli isimler altında karşımıza çıkabilir.1], boyutlar [119] veya temel altyapı sektörleri [140]; Masa6duyarlılık analizinin gösterge değerlendirme kriterlerini tasvir eder. Ayrıca, çeşitli araştırmacılar arasında duyarlılığın tanımında ve dolayısıyla değerlendirmesinde farklılıklar olduğu belirtilir; bazı araştırma çalışmalarında, duyarlılık analizi etki analiziyle neredeyse aynı görünmektedir. Bu farkı fark etmek için, etki analizinde kullanılan gösterge değerlendirme kriterleri Tablo'da gösterilmiştir7; bunlara ayrıca etki kriterleri gibi çeşitli isimler altında da rastlanabilir [141], risk alanları [1], etki alanları [63], etkiler [142]

ve sonuçları [143]. Tutarlılık ve herhangi bir yanlış yorumlamanın önlenmesi nedenleriyle, EC tarafından önerilen temalar [1] İklim değişikliğinin WI bileşenleri üzerindeki etkilerinin ön etki analizi olarak pratik olarak düşünülebilecek duyarlılık analizinde kullanılabilir.

Tablo 6.Duyarlılık analizinin belirleyici değerlendirme kriterleri.

Temalar [1]	Boyutlar [119]
Yerinde varlıklar ve süreçler. Su ve enerji gibi girdiler. Ürünler ve hizmetler gibi çıktılar. Erişim ve ulaşım bağlantıları, dışarıda olsa bile projenin doğrudan kontrolü.	Fiziksel boyut. Ekonomik boyut. Sosyal boyut. Çevresel boyut.

Tablo 7.Etki analizinin belirleyici değerlendirme kriterleri.

Etki Kriterleri [141]	Risk Alanları [1]	Etki Alanları [63]	Etkileri [142]	Sonuçlar [143]
Kamu etkileri. Ekonomik etkiler. Çevresel etkiler. Siyasi etkileri. Psikolojik etkileri Nüfus.	Varlık hasarı— mühendislik ve operasyonel. Güvenlik ve sağlık. Çevresel. Sosyal. Finansal. İtibar.	Binalar üzerindeki fiziksel etkiler, yani, yapısal hasar. Kullanıcıların sağlık ve güvenliği üzerindeki etkiler binalar. Hem hasar maliyetini hem de mülk değerinin düşmesini kapsayan mali etkiler. Miras üzerindeki etkiler, kaybı da içerir kültürel önem. Çevresel etkiler. İtibar üzerindeki etkiler.	Kayıplar. Ekonomik ve mali perspektifler. Çevresel Kayıplar. Etkileri itibar. Toplumsal etkiler.	Fiziksel zarar. Yaralanma. Ölüm. Kayıp. Zarar mülk veya hasılat. İtibar kaybı ve güvenilirlik.

Benzer şekilde, uyarlanabilir kapasite analizi, bir WI sisteminin uyum sağlama yeteneği için kritik öneme sahip olan ve genellikle "temel unsurlar" olarak adlandırılan kriterlerin kullanımını içerebilir [138,139]; bunlar (1) ekonomik kaynaklar, (2) teknoloji, (3) bilgi ve beceriler, (4) altyapı, (5) kurumlar ve (6) eşitliktir. Koutroulis ve diğerleri. [115] iklim değişikliğindeki su bulunabilirliği ve stresinin duyarlılığını, sosyoekonomik sistemin iklim kaynaklı tehlikelere verdiği tepki olarak tanımladıktan sonra, göstergeler kullanarak Avrupa tatlı su bulunabilirliğinin duyarlılığını ve uyarlanabilir kapasitesini değerlendirdi. Duyarlılık göstergeleri (1) nüfus yoğunluğu, (2) sulu tarım ve (3) sektörel su talebiydi; ve uyarlanabilir kapasite göstergeleri (1) uyum sağlamak için mevcut ekonomik kaynaklar, (2) kolluk kuvvetleri, (3) insan sermayesi, (4) doğal tatlı su depolama kapasitesi seviyesi (yeraltı sularının ve iç su kütlelerinin kapasitesi) ve (5) yapay tatlı su depolama kapasitesi seviyesi (barajların kapasitesi) idi.

Duyarlılık ve maruz kalma analizinin sonuçları genellikle tablo (veya matris) biçiminde sunulur; daha sonra, kırılmalı matrisini oluşturmak için birleştirilir; örneğin, Stamou ve diğerlerine bakın. [56].

Değerlendirme kriterlerinin ölçeklerinin ve puanlarının tanımlanması, yani duyarlılık analizindeki temanın puanları ve maruz kalma analizindeki göstergelerin nominal değerleri veya eşikleri, iklim adaptasyon prosedürünün en önemli prosedürlerinden biridir, çünkü bir WI sistemi için önemli olabilecek iklim tehlikelerini önemli ölçüde belirler. Önemine rağmen, ilgili araştırma veya pratik/mühendislik çalışmalarının sayısı çok azdır ve bu çalışmaların çoğunda bildirilen nominal değerler ve puanlar yeterince gerekçelendirilmemiştir, ancak bu görevin, değerlendirme altındaki proje bileşeni alanında teknik uzmanlar tarafından duyarlılık temaları için gerçekleştirildiği basitçe ifade edilmektedir [1] ve uzman görüşüne göre maruz kalma göstergeleri için [52]. Forzieri ve diğerleri gibi çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan kritik altyapı için hassasiyet ölçekleri ve puanları üzerine yayınlanmış yalnızca birkaç araştırma çalışması bulunmaktadır. [140] ve JASPERS [52]. Forzieri ve diğerleri. [140] Uzmanların anketine dayalı bir duyarlılık matrisi oluşturuldu ve bu matriste iklim değişikliği etkilerinin altyapıya hangi kanallar aracılığıyla iletiliği açıklandı

literatür araştırmasına dayalı; Tablo8Stamou ve diğerleri tarafından ayarlanan bu duyarlılık matrisinin bir kısmını sunmaktadır [56] WI için. Su temini veya atık su projeleri için gösterge duyarlılık puanları ve değerlendirme kriterleri Tablo'da gösterilmiştir9[52] ve bir su temini projesinin bileşenleri için gösterge niteliğinde bir duyarlılık değerlendirmesi Tablo'da gösterilmiştir 10[53]. Benzer şekilde, maruz kalma ölçekleri (veya puanları) üzerindeki araştırma çalışmalarının sayısı da çok azdır. Tablo11 JASPERS tarafından önerilen su temini veya atık su projeleri için gösterge niteliğindeki maruz kalma göstergelerini ve puanlarını tasvir eder [52,53], Masa12 kuraklığın SPI göstergelerine dayalı bir sınıflandırmasını gösterir [144] ve SPEI [145], Kuraklık İndeksi (AI) ve yağış miktarı için eşikler Ashaolu ve Iroye'da bulunabilir [146] ve Barde ve diğerleri. [147], sırasıyla. JASPERS tarafından önerilen duyarlılık ve maruz kalma ölçekleri [52,53] muhtemelen iklim değişikliği değerlendirmelerinde kullanılabilir; ancak ölçekleme prosedürünü açıklayan yayınlanmış bir belge bulunmamaktadır.

Tablo 8.Forzieri ve diğerlerine dayalı su altyapısı için duyarlılık matrisi [140] ve Stamou ve diğerleri tarafından uyarlanmıştır.[56].

Su Altyapı	Kuraklık (WD5)	Taşkın (WD3)	Kıyı Taşkınları (C2)	Rüzgar fırtınaları (WA2)	Orman yangınları (WD6)	Sıcak hava dalgaları (HC2)
Hidroelektrik santralleri.	Yüksek	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
İç su yolları.	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük
Su ve atık su arıtımı.	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta	Orta

Tablo 9.Su temini veya atık su projeleri için duyarlılık puanları ve değerlendirme kriterleri [52].

Nicel Puan Sayısal Puan	Yüksek 3	Orta 2	Düşük 1	HAYIR 0
Varlıklar ve süreçler üzerindeki etki, girdiler, çıktılar ve ulaşım bağlantıları.	Önemli	Hafif	Hayır veya önemsiz	Hiçbir bileşende hayır
Kapatma süresi atık su sistemi veya su temini.	> 2 gün	1-2 gün	<24 saat	-
Kirlilik olayı.	-	Etkilenmeyen konut mülkleri. Orta	Küçük etki toplama sistemi. Küçük	-
Su kalitesi üzerindeki etki.	-	-	-	-
Tasarım seviyelerinin veya kapasitenin aşılmasıyla sonuçlanan arıza potansiyeli, taşkın savunmalarının ihlali veya artık performans gösteremez Gerekli standart.	Evet, için Anlık arıza veya aşılması sel riski yönetim sistemi.	Evet, kademeli olarak bozulması için sel riski yönetim sistemi.	Hayır (veya çok) (düşük potansiyel).	Yetenek üzerinde hiçbir etkisi yok yönetmek altyapı -iş her zaman olduğu gibi.

Tablo 10.Bir su temini projesinin bileşenleri için duyarlılık değerlendirmesi [52].

Kategorisi Tehlike (IPCC)	İklim Tehlikeleri	Giriş Yeraltı Suyu Akiferi (Su Kaynağı)	Varlıklar ve İşlemler Su Arıtma Tesisi ve Tedavi Süreçleri	Çıktılar Miktar ve Kalite Su Temini	Küresel Puan
Isı ve Soğuk (HC)	Yıllık/mevsimlik/ aylık ortalama (hava) sıcaklığı (HC1)	1 Ham su kalitesinin olası bozulması artan bulanıklık.	2 Verimlilik üzerindeki etkisi tedavi süreçleri.	1 Olası etkisi Arıtılmış suyun kalitesi.	2
	Aşırı sıcaklık olaylar, ısı dahil dalgalar (HC2)	0 Hiçbir etkisi yok yeraltı suyu kaynakları (bkz. ikincil kuraklık Sıcak hava dalgalarının etkileri (su kaynakları)	2 Arıtma prosesini etkileyen kirleticilerin konsantrasyonunda olası artış.	1 Ek talep Sıcak hava dalgaları sırasında su.	2

Tablo 11.Su temini veya atık su projeleri için maruz kalma göstergeleri ve puanları [53].

İklim Tehlikesi	Pozlama Göstergesi Gol	Yüksek 3	Orta 2	Düşük 1	HAYIR 0	Birimler 0
Yıllık/mevsimlik/aylık ortalama (hava) Sıcaklık (HC1)	Yıllık ortalama hava sıcaklığı artışı 1981–2010 ortalamasına kıyasla	> 4	2–4	<2	0	° C
Aşırı sıcaklık ısı dahil olaylar dalgalar (HC2)	İnsan sağlığına yönelik yıllık sıcak hava dalgaları	> 20	5–20	<5	0	günler
Soğuk hava dalgaları (HC3)	Yılda bir sayı veya süresi > 6 gün olan 1	> 4 > 6	2–4 > 1	1	0	-
Donma-çözülme hasar (HC3)	Yılda donlu gün sayısı	> 90	30–90	<30	0	günler
Yıllık/Mevsimlik Aylık ortalama yağış (WD1)	Herhangi bir % değişim ortalama/mevsimsel/aylık yağış toplamı	> 25	10–25	<10	0	%
Aşırı yağış (sıklık) ve büyüklük)— en yüksek (WD2)	Maksimum beş günlük yağış endeksi Aşırı yağış toplam endeksi Aşırı yağış sıklığı	> 150 > 150 > 10	> 100 > 100 > 6	> 50 > 50 > 2	<50 <50 <2	mm mm günler
Nehir taşkını (WD3)	Taşkın tehlikesi: Tehlikelerin veya risk haritalamasının mevcut olduğu iklim tehlikeleri için bu, yüksek olasılıkla maruz kalma anlamına gelir. haritalar (örneğin, sel tehlikesi ve risk haritaları için % AEP (Yıllık) olabilir Aşma Olasılığı)	10	1	0,1	0	%
Zemin dengesizliği/heyelanlar (WD8 ve WD9)	Heyelan tehlikesi (Heyelan riskini etkileyen faktörler eğimdir. eğim, yağış yoğunluğu ve doymuş topraklar, kar erimesi, ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki diğer değişiklikler ve depremler)	Çok yüksek /Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük	
Kuraklık ve kuraklık (WD4 ve WD5)/ Su mevcudiyeti	Kuraklık Gerçek Ardışık kuru günler Meteorolojik kuraklığın süresi Meteorolojik kuraklığın büyüklüğü	> 4 > 60 > 4 > 10	2–4 40–60 2–4 5–10	1–2 20–40 <2 <5	<1 <20 0 0	günler aylar
Orman yangını (WD6)	Yüksek yangın tehlikesinin olduğu günler	> 80	20–80	<20	0	günler
Hava kalitesi (WA3)	Hava kalitesinin izlenmesi için yasal sınırlar aşıldı (mevcut maruziyet) veya aşılması bekleniyor (gelecekteki maruziyet)	> 1/5a	> 2/10a	> 1/25a	0	Sayısı kez

Tablo 12.Kuraklığın SPI'ye göre sınıflandırılması [144] ve SPEI [145].

SPI veya SPEI Değerleri	Kuraklık Kategorisi
> 2	Aşırı ıslak veya nemli Şiddetli
1,99–1,50	ıslak veya çok nemli Orta
1,49–1,00	derecede ıslak veya nemli
0,99–0,99	Normal
– 1,00––1,49	Orta şiddette kuraklık
– 1,50––1,99	Şiddetli kuraklık
< –2,00	Aşırı kuraklık

3.4. Su Altyapısının Risk Değerlendirmesi Üzerine Araştırma

3.4.1. Tanımlar ve İlk Yorumlar

Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) [148] kritik altyapı için riski "bir olay veya tehlikenin sonuçlarının ve

“olay meydana gelme olasılığı” ile ilişkiliyken, Avrupa Komisyonu’na göre “risk, bir olayın neden olduğu kayıp veya kesinti potansiyeli anlamına gelir ve söz konusu kayıp veya kesintinin büyüklüğü ile olayın meydana gelme olasılığının birleşimi olarak ifade edilir” [3]. IPCC [149] riski “insan veya ekolojik sistemler için olumsuz sonuçlar doğurma potansiyeli” olarak tanımlar ve riskin farklı çalışmalarda her zaman tutarlı olmadığını ve evrimleşmeye devam ettiğini belirtir.

Tipik olarak, risk değerlendirmesi, genellikle "risk matrisi"nde özetlenen olasılık ve etki analizlerini birleştirerek, WI sistemi için önemli iklim tehlikelerini belirler ve bu tehlikelerin riski yönetilmeli ve kabul edilebilir bir düzeye indirilmelidir. Bir WI sisteminin bir iklim tehlikesine ilişkin olasılık analizinde, bu tehlikenin yaşam süresi (veya zaman ölçeği; Bölüme bakın) içinde meydana gelme olasılığı [3.1.1] WI sisteminin tahmin edilirken, etki analizinde bu tehlikenin WI sistemi üzerindeki sonuçları belirlenir. Genellikle, bir WI sisteminin risk değerlendirmesi tüm potansiyel olarak önemli iklim tehlikeleri için yapılır. WI sistemlerinin genellikle bağımsız tek tehlikeler, bileşik veya kademeli iklim tehlikeleri olabilen birden fazla tehlikeye maruz kalabileceğini belirtmek önemlidir [150]. Bu gibi durumlarda, iklim riskini bütünsel olarak değerlendirmek için birden fazla parametreyi göz önünde bulunduran çoklu tehlike risk değerlendirmesi gereklidir; bkz. Bölüm4.

3.4.2. Risk Değerlendirmesi için Metodolojiler

Literatürde çeşitli metodolojiler ve risk değerlendirme araçları bulunmaktadır. Risk değerlendirme yöntemlerinin ana kategorileri şunlardır: (1) nitel, burada oran veya puan riski bir kişinin (güvenlik yöneticisi-mühendisi) etkilerin olasılığı ve ciddiyetine ilişkin algısına veya yargısına dayanmaktadır; (2) nicel, burada risk, denklemler ve gerçek olay verileri kullanılarak tahmin edilebilen ve ifade edilebilen bir nicelik olarak kabul edilir; risk değeri genellikle yüzdelerle ifade edilir ve riskin meydana gelme olasılığını gösterir; ve (3) yarı nicel, burada nitel ve nicel yöntemler kullanılır, örneğin olasılığı bir denklem kullanarak ve etkileri bir derecelendirme veya puan veya açıklama kullanarak ifade ederek [56].

Risk değerlendirmesi, esas olarak tehlikenin/tehlikelerin özelliklerini ve algılanan etkilerin büyüklüğünü nicelleştirmeyi, hem değerlendirilen tehlikelere karşı sistemi savunmasız hale getiren hem de bunlara yanıt verme yeteneğini ve uyum önlemlerini yakalayan bir WI sisteminin belirli bileşenlerini dikkate almayı amaçlamaktadır. [151]. Su Altyapısı bir sistemler sistemi olarak çalışır; bu nedenle, bir ağdaki etkiler diğerlerine yayılabilir ve ardışık arızaların tam kapsamını anlamak zordur [152]. Alman Kalkınma İşbirliği (GIZ) [153] AB dışı ülkelere güçlü bir şekilde odaklanan Küçük ve Orta Ölçekli Su ve Atıksu Sistemlerinde İklim Riski Yönetimi Planları için konsolide bir Kılavuz önerdi, niceliksel etki değerlendirmesi için iklim simülasyonlarına erişim sağladı ve ayrıca paydaş katılımını önerdi. Becher ve diğerleri [154] WI sistemlerinin çoklu tehlike risk değerlendirmesi için kapsamlı bir stres testi çerçevesi sundu; bu çerçeve, mekansal olarak tutarlı kuraklık, siklon, yağmur ve nehir taşkın olaylarından oluşan geniş bir kümeyi içererek, etkilerin bir göstergesi olarak "müşteri kesinti günleri"nin değerlendirilmesine yol açtı.

Birleşik Krallık'ta, atık su ve su projeleri gibi büyük yeni WI'lar planlanırken iklim riskleri aktif olarak dikkate alınırken, küçük projelerde genellikle yalnızca sel riskleri dikkate alınır [155]. Mevcut WI sistemlerinde, operatörler ve sahipler genellikle farklı özelliklerle tasarlanmış, çeşitli çevre koşullarına maruz kalmış ve çeşitli kullanım ve bakım rejimlerine sahip bir dizi eski varlık arasında adaptasyon seçeneklerini uzlaştırma zorluğuyla karşı karşıyadır; bu yönlerin varlıkların iklim değişikliğine nasıl yanıt verebileceğini belirlemek için birleştirilmesi gerekir. Uygulanan yaklaşım, kırılabilirliği ve kapasitesi gibi varlığın özelliklerine bağlıdır ve iklim değişikliği etkileri, hizmet performansının bozulması ve yedek veya yedekli bileşenlerin sayısı gibi ağır restorasyon özelliklerine bağlı ağ kurtarmayı dikkate alarak ağ genelindeki etkilerin analizini içerebilir. İklim riski, altyapı hizmetlerinin kaybı ve ekonomik büyüme, sosyal refah ve çevre koruma üzerindeki etkiler dikkate alınarak değerlendirilebilir. İklim Politikası Girişimi (CPI),

WI sistemleri için finans akışlarının değerlendirilmesi ve bunların iklim dayanıklılığının beş ilkesiyle tutarlılığı [156]. Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü (IISD), WI yatırımları üzerindeki fiziksel iklim risklerinin etki değerlendirmesi için ortak bir çerçeve olarak Fiziksel İklim Risk Değerlendirme Metodolojisini önerdi [157], altyapı ve sigorta sektörleri arasında iklim risklerini ele almak için ortak bir dil sağlar; bu metodoloji, fiziksel iklim risklerini ve uyum önlemlerini, olası gelecek senaryolarında iç getiri oranı ve yaşam döngüsü maliyetleri dahil olmak üzere temel performans göstergelerine dönüştürür. Literatürde, WI bozulmasını hızlandırabilen donma-çözülme ve sıcaklık gibi iklim değişkenlerine dair birkaç örnek vardır [158]; bu, iklim değişikliği değerlendirme çalışmalarında sıklıkla göz ardı edilen, ancak WI sistemlerinin yaşlanıp bozulması nedeniyle çok önemli olan tahmini bakım unsurunu iklim riski değerlendirmesine dahil eder.

İklim tehlikelerinin olasılığı, geri dönüş süresi ve şiddetinin tahmini üzerine çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırma çalışmalarının çoğu akut iklim tehlikeleriyle ilgilenmektedir ve bu nedenle günlük maksimum sıcaklık [159], aşırı günlük yağış [160] ve maksimum ve minimum sıcaklıklar, maksimum yağış ve kar oranı ve maksimum rüzgar hızı [161]. Bu çalışmalarda, göstergelerin gerçek veya sentetik zaman serileri (yani, Monte Carlo simülasyonları gibi modelleme yoluyla üretilen) Genelleştirilmiş Uç Değer (GEV) gibi olasılık dağılımlarına uydurulur. Olasılık ölçeklemesiyle ilgili olarak, EC [1] nitel ve nicel olarak ifade edilen beş ölçek önermektedir (% yılda meydana gelen), bunlar (1) nadir - tehlikenin meydana gelme olasılığı çok düşüktür (%5), (2) olası değil - tehlikenin meydana gelme olasılığı düşüktür (%20), (3) orta - tehlikenin meydana gelme olasılığı kadar düşüktür (%50), (4) olası - tehlikenin meydana gelme olasılığı yüksektir (%80) ve (5) neredeyse kesin - tehlikenin meydana gelme olasılığı çok yüksektir (%95). Bir iklim tehlikesinin bir WI sistemi üzerindeki etkileri ve ilişkili hasar maliyeti, tehlikenin özelliklerine, WI'nin gücüne ve diğer dış faktörlere bağlıdır. Örneğin, bir selin bir AAT üzerindeki etkileri (a) sel özelliklerine, örneğin maksimum su derinliği ve maksimum su hızlarına, (b) AAT'nin özelliklerine, örneğin AAT'nin tankları ve binaları ve (c) sel tarafından getirilen AAT alanından tortu ve döküntülerin temizlenmesi maliyeti gibi dış faktörlere bağlıdır. EC [1] Altı risk kriteri boyunca etkilerin (sonuçların) büyüklüğünün tahmin edilmesi için bir tablonun kullanılmasını önermektedir; bu kriterler Tablo'da "risk alanları" olarak belirtilmiştir. 2. ve beş büyüklük ölçeği, önemsiz = 1, küçük = 2, orta = 3, büyük = 4 ve felaket = 5; bu ölçekler, finansal risk alanı hariç, nitel olarak tanımlanmıştır. Bazı tehlikeler için, olasılık ve etkilerin WI sisteminin ömrü boyunca değişmesi beklenir; bu nedenle, EC [1] WI projesinin ömrünü 10-20 yıla eşit birkaç kısa süreye bölerek etki analizini gerçekleştirmeyi önermektedir. Bu kriterler, WI ve bileşenleri üzerindeki her tehlike için etkileri tahmin etmek için uygulanabilir; ayrıca, hava aşırılıklarına ve kademeli etkilere özel dikkat gösterilmelidir [1].

İklim tehlikeleri nedeniyle bir WI sisteminde oluşan temel hasar kategorileri şunlardır: (1) doğrudan veya dolaylı, doğrudan veya dolaylı bir şekilde deneyimlenip deneyimlenmediklerine bağlı olarak ve (2) maddi veya maddi olmayan, parasal olarak ölçülebilir olup olmadıklarına bağlı olarak [162]. Örneğin, bir atık su arıtma tesisinin su basması durumunda, hasarlar doğrudan somut olabilir, örneğin atık su arıtma tesisinin tankları ve binalarının sel suları ile doğrudan teması nedeniyle oluşan hasarlar, doğrudan maddi olmayan olabilir, örneğin sel nedeniyle insan hayatı kaybı, dolaylı maddi olabilir, örneğin arıtma süreçlerinin kesintiye uğraması ve dolaylı maddi olmayan olabilir, örneğin selden sonra kirlenmiş su veya gıdadan kaynaklanan hastalıklar nedeniyle sağlık bozulması. Esas olarak doğal afet bilimlerine ait olan ilgili araştırmalar genellikle doğrudan somut etkilere odaklanırken, doğrudan somut sel kayıplarının nasıl modelleneceği ve değerlendirileceği konusunda çok sayıda literatür mevcuttur, örneğin doğrudan sel etkilerinin sonradan değerlendirilmesi veya önceden maliyet değerlendirme yöntemleri; örneğin Meyer ve ark. tarafından yapılan incelemeye bakın. [163].

Literatürün çoğu, çok değişkenli modeller ve hasar eğrileri (veya fonksiyonları) kullanılarak tahmin edilebilen varlık hasarına odaklanır. Çok değişkenli modeller, doğrudan hasarların tahmini için bir temel olarak Çoklu Doğrusal Regresyon, Bayes Ağı, Yapay Sinir Ağı ve Rastgele Orman gibi istatistiksel teknikler kullanır; bunlar kavramsaldır veya belirli alanlar için geliştirilmiştir (ve doğrulanmıştır). Uygulamaların çoğunda, hasar eğrileri sel tehlikelerine atıfta bulunur ve genellikle doğrudan somut hasara odaklanırlar; ayrıca, hemen hemen tüm modellerde sel (su) derinliği, beklenen hasar için belirleyici faktör olarak ele alınır ve bazen su hızı, sel süresi, su kirliliği, önlem ve uyarı süresi gibi diğer parametrelerle tamamlanır [164]. Hasar eğrileri, belirli bir WI sisteminin beklenen parasal hasarını önceden tanımlanmış bir varlık değerinin yüzdesi (göreceli fonksiyon) veya doğrudan finansal terimlerle (mutlak fonksiyon) hesaplamak için kullanılır. Son araştırmalar, yağmur suları için hasar eğrilerinin geliştirilmesine odaklanmıştır; ancak, yağmur suları riski verilerinin kullanılabilirliği ve yağmur olayları için hasar kayıtlarının eksikliği nedeniyle ilerleme engellenmiştir [165].

Varlık hasarına ilişkin çok sayıda yayının aksine (bu, EC'nin ilk risk alanıdır [1]), güvenlik ve sağlık, çevre, sosyal ve itibar risk alanları hakkında çok fazla araştırma çalışması yoktur. Doğal tehlike araştırmalarında, giderek artan bir literatür, sel nedeniyle insan hayatı kayıplarının farklı yönlerini ele almıştır; bunlar arasında sel ölümlerinin sonradan değerlendirilmesi ve sel ölümlerini önceden tahmin etmek için kullanılabilecek yaklaşımlar yer almaktadır [162]. Ayrıca, McClelland ve Bowles [166] nehir, kıyı ve baraj taşkınları sırasında can kaybına ilişkin yöntemlere ilişkin bir genel bakış gerçekleştirdi; Allaire [167] ekonomi ve inşaat mühendisliği alanlarında sel ve diğer hidrometeorolojik afetlerin sosyoekonomik maliyetleri üzerine ampirik literatürün bir incelemesini gerçekleştirdi; Del Giudice ve diğerleri. [168] (1) selden etkilenen bir bölgenin üretken kısmındaki hasarı ve (2) çevresel yönlerle ilgili hasarı değerlendiren iki model geliştirdi; ve Nobanee ve diğerleri [169] itibar riski ve sürdürülebilirliğe ilişkin bir bibliyometrik analiz gerçekleştirmiş ve bu alanda yapılan araştırma çıktısının sınırlı olduğunu ortaya koymuştur.

3.5. Su Altyapısı İçin Uyum Tedbirlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Araştırma

3.5.1. Tanımlar ve İlk Yorumlar

Bu alanın WI'nin iklim değişikliğine uyumunu ve uyum önlemlerinin çeşitliliğini çözmedeki önemi nedeniyle iklim uyum önlemleri hakkında çok sayıda araştırma çalışması bulunmaktadır; bkz. Bölüm 3.5.1. Araştırma çalışmalarının çoğu, adaptasyon seçeneklerinin belirlenmesinde gerçekleştirilirken, bunların değerlendirilmesindeki çalışma sayısı azdır. İklim dayanıklılığını iyileştirmek için bir WI sisteminin tasarımına ve işletimine adaptasyon önlemlerinin entegre edilmesi [1] pratik bir görevdir; bu nedenle, ilgili araştırma çalışmaları sınırlıdır. Climate-ADAPT'ta "uyum seçenekleri, değerlendirme ve planlama konusunda giderek artan miktarda literatür ve deneyim olduğu"nın belirtilmesi önemlidir [170,171] ve ilgili kaynaklar [172] Üye Devletlerde. Üye Devletlerde adaptasyon planlaması hakkında daha fazla bilgi Climate-ADAPT [adresinde mevcuttur 173]".

Uyarlama seçeneklerinin sayısı ve ilgili araştırma çalışmalarının sayısı gerçekten çok fazladır; dolayısıyla literatürde uyarlama seçeneklerinin çeşitli kategorizasyonları vardır, bunların en yaygın ve en basit olanı yapısal ve yapısal olmayan uyarlama önlemleri kategorileridir. Ancak, çok sayıda araştırma çalışmasının metodolojik incelemesi için, Climate-ADAPT tarafından Anahtar Tip Ölçümleri (KTM'ler) sistemi gibi daha ayrıntılı ve sistematik bir kategorizasyon gereklidir. KTM sistemi, AEA üye ülkelerindeki iklim uyarlama eylemlerini raporlamak ve böylece AB genelinde uyarlama politikası süreçlerini daha iyi desteklemek için çeşitli uyarlama önlemlerini iletmenin standart bir yolunu sağlamak için geliştirilmiştir [174]. KTM ölçümleri Tablo'da sunulmaktadır13gösterge niteliğinde araştırma çalışmalarıyla.

Tablo 13.Uyum önlemleri ve gösterge araştırma çalışmaları [174].

Uyum Önlemlerinin Kategorileri	Gösterge Araştırma Eserleri ve Konuları
A1: Politika araçları	Yeşil altyapı için politika araçları [175]; politika gelişmeleri [176]; yeşil ekonomi [177].
A2: Yönetim ve planlama	Su kaynaklarının yönetimi ve mühendisliğinde stratejik su politikası seçeneklerinin yeniden yönlendirilmesi ([178]; mevcut olanın değiştirilmesi Su koruma projelerinde su kaynakları planlama ve yönetim standartları [179]; kentsel taşkınları azaltmak için yeşil altyapının çok işlevli tasarımına yönelik çerçevenin uygulanması [180]; uyarlanabilir yönetim, yerel ortak havuz kaynakları sistemleri için kurumsal tasarım ilkeleri ve kuraklık yönetimi için sosyo-ekolojik çerçeve analizi [181]; Taşkın riskini azaltmak için yapısal ve yapısal olmayan uyum önlemlerinin değerlendirilmesi [182]; su kaynaklarının ve tarımın yönetimi için kılavuz olarak kullanılabilecek su yönetiminin kırılabilirlik ve uyum değerlendirmesi [183].
A3: Koordinasyon, işbirliği ve ağlar	Kuraklık etkisini azaltmak için çeşitli paydaş gruplarının katılımını içeren işbirlikçi yaklaşım [184].
B1: Finansman ve teşvik araçları	Kentsel adaptif yaklaşımlara mavi/yeşil seçeneklerinin dahil edilmesi [185].
B2: Sigorta ve risk paylaşım araçları	Kanada'da belediye sel riski paylaşımı [186].
C1: Gri seçenekler	Yağmur sularının etkisini azaltmak için yüksek katlı evler [187]; kentsel taşkınları azaltmak için gri çözümler [188].
C2: Teknolojik seçenekler	Su yönetiminde karar almada mevsimsel tahmin [189]; Vatandaşlar ve şehir varlıkları için maruziyeti, hassasiyeti ve riski azaltmaya yönelik Erken Uyarı Sistemleri (EWS'ler) [190]; Sert ve yumuşak adaptasyon önlemleriyle birlikte EWS'ler [191]; zamanında tarımsal su yönetiminde su kaynakları ve su tasarrufu teknolojileri hakkında bilgi [192]; gelecekteki iklim değişikliği ve sosyo-ekonomik/demografik koşullar altında maliyet etkin yatırımları ve koruma önlemlerini belirlemek için risk modellemesi Taşkın riskini azaltma koşulları [193]; veri analizi yoluyla ekolojik kuraklığın tespiti [194]; küresel ısınmanın yoğun yağış ve yağış hacmi üzerindeki etkisini belirlemek için bölgesel iklim deneyleri yapmak üzere ölçek küçültme Uyum planlaması için uzman komitelerine katkıda bulunmak [195].
D1: Yeşil seçenekler	Nehir kıyısı bitki örtüsü [196]; yüzeysel kentsel akışı azaltmak için ağaç dikimi [197]; kentsel taşkınların azaltılması için yeşil altyapı [188]; sel riskinin azaltılması için pirinç tarlaları [198]; taşkın kontrolü için baraj yapımında kademeli yöntem [199]; tuza dayanıklı ürün çeşitleri geliştirerek deniz seviyesinin yükselmesinin ve tuzlu su girişinin etkilerinin azaltılması [183]; doğa temelli pilot projeler [200]; kuraklığa karşı iklim adaptasyonunda NBS'nin maliyet ve faydalarının değerlendirilmesi [201].
D2: Mavi seçenekler	Kentsel taşkınları azaltmak için sünger şehir konseptini kullanarak yeni drenaj sisteminin modellenmesi [202]; Alt Brisbane'in analizi Kıyı Rezervuarı aracılığıyla taşkın adaptasyonu için nehir taşkın dinamikleri Teknik [203].
E1: Bilgilendirme ve farkındalık yaratma	RESILIO, Mavi Yeşil için devam eden vatandaş katılımının yönleri Amsterdam'ın çatı programı [204].
E2: Kapasite oluşturma, güçlendirme ve yaşam tarzı uygulamaları	Yerel gelecekteki sosyo-ekonomik senaryoların tanımlanmasında, adaptasyonun geliştirilmesinde paydaşların katılımı stratejilerde ve bölge için geliştirilen modelin doğrulanmasında [205].

AEA [30] yönetim ve kurumsal önlemlerin önemini vurgular ve politika eylemi için temel önceliklerin (1) kritik altyapının sistem düzeyinde dayanıklılığını artırmak için değerlendirmeler yapmak ve önlemler uygulamak ve (2) iklim projeksiyonlarını şu anda güncellenen Eurocode'lara (binaların ve inşaat mühendisliği çalışmalarının yapısal tasarımını yönlendiren Avrupa standartları) dahil etmek olduğunu belirtir. Ancak, bu standartlar büyük ölçüde geçmiş iklim verilerine dayanmaktadır; mevcut altyapının ömrü boyunca gelecekteki iklim risklerini hesaba katmak için, bu standartların özellikle kritik altyapı için en kötü durum senaryoları da dahil olmak üzere iklim değişikliği senaryo analizlerine dayalı iklim projeksiyonlarını dahil etmesi gerekir. Benzer şekilde, Birleşik Krallık'ta, ISO 14091 standardı gibi ortak resmileştirilmiş dayanıklılık standartlarının kullanılması önerilmektedir [206], WI sektörü de dahil olmak üzere farklı altyapı sektörlerinde, tüm altyapı sisteminde sistemik dayanıklılığın oluşturulmasına yardımcı olmak için.

- Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA) İklim Değişikliğine Uyum Kaynak Merkezi, su tesislerinin olası iklim tehditlerine hazırlanmasına yardımcı olmak için sekiz uyum eylemi sunmaktadır [207]. Bu önlemlerden dördü, gri (yeni, rehabilite edilmiş, yükseltilmiş veya değiştirilmiş) fiziksel altyapı gibi fiziksel ve teknolojik önlemlerle ilgilidir (Tabloya bakın).13; kategori C1) ve teknolojik seçenekler (kategori C2), örneğin EWS'ler, tehlike/risk haritalama ve hizmet/süreç uygulamaları. İlk beşi şu şekildedir:
- Yeni altyapının inşası (güneş, rüzgar ve biyogaz gibi yerinde güç kaynakları), tesislerin onarımı ve iyileştirilmesi (tuzlu su giriş bariyerlerinin uygulanması, geri akışın önlenmesi için pompaların iyileştirilmesi, atık su ve yağmur suyu toplama ve arıtma kapasitesinin artırılması).
- Atık su ve su temininin standartlara uygun olmasını sağlamak için arıtma kapasitelerinin artırılması.
- Sistem verimliliğini artırın (filo araçlarını elektrikleştirin, uzaktan çalışma programlarına geçin ve aydınlatmayı değiştirin).
- Mevcut altyapının envanterini çıkararak operasyonel kabiliyetlerin izlenmesi, savunmasız tesislerin belirlenmesi ve korunması.
- Doğa Tabanlı Çözümler ve Ekosistem Tabanlı Yaklaşımlarla ilgili bir USEPA ölçüsü (Tabloya bakın)13; D kategorisi) yağmur suyunu yönetmek için yeşil altyapının kullanımı yoluyla arazi kullanımının değiştirilmesidir [207].
- USEPA tarafından sunulan üç önlem [207] bilgi ve davranış değişikliği ölçümlerine (E kategorisi) aittir; bunlar şunlardır:
- Kritik altyapının uygun şekilde konumlandırılması için deniz seviyesinin yükselmesi ve fırtına dalgası modellemesi gibi iklim riskinin modellenmesi.
- Su talebinin değiştirilmesi, israfın ve verimsizliğin azaltılması için kamuoyunun bilgilendirilmesi ve çiftçilerin mikro sulama teknolojilerini benimsemeleri için onlarla birlikte çalışılması.
- İklim Değişikliği Planlaması, personeli iklim değişikliği konusunda eğitmek ve kamu hizmetlerini ve acil durum müdahale planlarını korumak için kıyı restorasyon planları geliştirmek gibi.

3.5.2. Uyum Tedbirlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Metodolojiler

Uyarlama seçenekleri genellikle ekonomik, çevresel ve sosyal yönleri ve mümkün olduğunda paydaşların katılımını içeren Çok Kriterli Karar Analizi (MCDA) kullanılarak değerlendirilir. Genellikle en önemli olan ekonomik yönler, genellikle karar vermeyi etkileyen belirsizliklerle birlikte gelen bir maliyet-fayda analizi yoluyla değerlendirilebilir. Hallegatte [208] su yönetiminde iklim değişikliğine uyum stratejilerinin son teknoloji incelemesini gerçekleştirdi ve farklı iklim değişikliğine uyum seçeneklerinin değerlendirilmesinde ekonomik yönlerin incelenen makalelerin yalnızca üçte birine dahil edildiğini, NBS'deki çalışmaların çoğunda ise yer almadığını kaydetti [209]. Ancak son çalışmalarda, iklim değişikliği uyum stratejilerinin değerlendirme, optimizasyon ve seçim aşamalarına ekonomik yönlerin dahil edilmesine yönelik artan bir ilgi vardır. Uyum seçeneklerinin (özellikle gri) değerlendirilmesinde de çok önemli olan çevresel yönler, uyum seçeneklerinin yalnızca birkaçına dahil edilmiştir [210]. Sosyal yönler genellikle şu şekilde değerlendirilir:

toplumun tehlikelerle başa çıkma kapasitesini etkileyen sosyo-ekonomik ve demografik faktörlerin ölçülmesi [211]. Paydaşların katılımıyla ilgili olarak, Bojovic ve diğerleri. [212] “karar alma sürecinde kritik paydaşlar olarak vatandaşlar, kamu yönetimi ve politikacılar arasındaki etkileşimi güvence altına alan, bilgi ve iletişim teknolojileriyle kolaylaştırılan bir sosyal etkinlik” olarak tanımlanan e-katılımı araştırdı [213], iklim değişikliğine uyum önlemlerinin MCDA'sında aşağıdaki ölçütleri kullanarak: (1) etkinlik, (2) verimlilik, (3) çevresel performans, (4) yan etkiler, (5) çatışmaların çözümüne katkı ve (6) belirsizlik altında performans.

4. Gelecekteki Araştırmalar İçin Tartışma ve Öneriler

Su-çevresel araştırma, WI'nin iklim değişikliğine adaptasyonu üzerine kapsamlıdır ve tüm adaptasyon yönleri için çeşitli terminolojiler ve yöntemler içerir; su altyapısının iklim değişikliğine adaptasyonu için kılavuz geliştiricilere aktarılmasını kolaylaştırmak için, bu araştırmanın ana yönlerini tipolojileştirmek ve sunmak için örnek bir literatür incelemesi yapılmıştır. Su-çevresel araştırma, EC yönergelerine dayanan ve WI'nin iklim değişikliğine adaptasyon prosedürünün beş adımına karşılık gelen aşağıdaki beş kategoriye sınıflandırılmıştır: (I) WI'nin tanımı, (II) iklim değişikliği değerlendirmesi, (III) hassasiyet değerlendirmesi, (IV) risk değerlendirmesi ve (V) adaptasyon önlemlerinin değerlendirilmesi. Literatür incelemesi, kategori I'de sınırlı sayıda araştırma çalışması olduğunu, II ila IV kategorilerindeki araştırma çalışmasının ise araştırma boşluklarını belirleyen ve gelecekteki araştırmaları öneren kapsamlı incelemeleri içeren çok büyük olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, kategori I'de daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır ve araştırma alanları aşağıdaki metinde açıklanmıştır.

WI bileşenlerinin tanımlanması, WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürünün çok önemli bir görevidir. Tipik olarak, (a) pratik deneyim ve (b) makaleler, kitaplar, teknik raporlar, tasarım standartları ve diğer belgeler gibi literatür birleştirilerek gerçekleştirilebilir. Tüm WI kategorileri (su temini, atık su ve yağmur suyu sistemleri) için bileşenleri tiplendirmek önemlidir, böylece bazıları önemsiz kabul edilse bile tüm bileşenler değerlendirmeye dahil edilir. Örneğin, Vancouver Kanalizasyon Alanı altyapısının iklim değişikliğine karşı kırılganlığıyla ilgilenen çok az sayıda ilgili yayından birinde [214], “aşırı yağış”ın etkisinin (WD2'ye bakınız; Tablo) belirtildiği¹ rögar kapakları, akış ve seviye monitörleri için önemli olabilir; bu bileşenler mevcut kılavuzlarda bile belirtilmemiştir [52,53], burada bu tehlikenin temel etkilerinin “su taşkını olasılığı ve altyapıya yönelik tehlike ve drenaj sistemi tasarım parametreleri” olduğu basitçe ifade edilmiştir. Ancak, bileşen sayısının artmasının daha karmaşık sonraki analizlere yol açmasının beklendiği belirtilmektedir; bu karmaşıklıklardan kaçınmak için, bu analizlerde, bir WI sisteminin ayrıntılı bileşenleri makul sayıda kategoriye gruplandırılabilir. Örnek olarak, bir Baraj ve Rezervuar Sisteminin bileşenleri tiplendirilebilir ve aşağıdaki beş kategoriye gruplandırılabilir [215]:

- Giriş (I), yani gelen nehir suyu.
- Sulama ve su temini için depolama (P1), taşkın kontrolü (P2), hidroelektrik üretimi (P3) ve rekreasyonel ve estetik (P4) gibi süreçler veya işlevler (P).
- Varlıklar (A), örneğin toprak dolgu veya beton baraj (A1), savak (A2), yardımcı tesisler (A3), izleme ve kontrol sistemi (A4) ve binalar (A5).
- Su temini (O1), enerji üretimi (O2), çevresel akış (O3) ve yıkama (O4) için çıkış (O).
- Güç (S1), iletişim (S2) ve ulaşım (S3) gibi destekleyici altyapı (S).

Bu kategoriler, AB Komisyonu tarafından önerilen hassasiyet temaları ve risk alanlarıyla tutarlıdır [1]; böylece sırasıyla duyarlılık ve etki analizinde kullanılabilirler; sonrasında da adaptasyon seçeneklerinin değerlendirilmesinde de kullanılabilirler.

Her WI bileşeni için potansiyel tehlikelerin tanımlanması (Tabloya göre)¹ bu tehlikelerin WI bileşenleri üzerindeki etkilerine ilişkin ilk bilginin edinilmesini gerektirir (bkz.

örneğin, Tablo3) duyarlılık analizini gerçekleştirmek için; bu bilgi sistematik bir literatür incelemesi ve WI uzmanlarıyla işbirliği yoluyla edinilebilir. Daha sonra, iklim değişikliği etkilerinin analizi için muhtemelen derinlemesine bilgiye ihtiyaç duyulur ve bu da tüm potansiyel tehlikeler ve bileşenler için "iklim tehlikesi - WI bileşeni" ilişkilerinin kurulmasını gerektirir. İdeal olarak, bu ilişkiler nicel olabilir; ancak, bu büyük miktarda veri ve örneğin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) modelleri kullanılarak kapsamlı matematiksel modelleme gerektirir. Bu prosedür (a) iklim tehlikelerinin tipolojisi (bkz. Tablo1) ve bunların gruplandırılması (bkz. Bölüm1) ve (b) WI bileşenlerinin her bir grubu için iklim tehlikesi gruplarının potansiyel etkilerinin tipolojisi.

WI projelerinin çoğunda iklim göstergeleri, tanınmış kuruluşlar tarafından önerilen göstergeler arasından seçilmektedir [91–94]. Ancak, en azından plaj erozyonu kırılganlığının değerlendirilmesi için geliştirilen "plaj kırılganlığı endeksi" gibi ana WI kategorileri için yeni göstergelerin geliştirilmesine acil ihtiyaç vardır [216]. "Göstergelerin analizi", WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürünün en önemli ve en zor görevlerinden biridir. Pratikte, belirli bir iklim tehlikesinin temel fiziksel mekanizmalarını temsil eden her mevcut veya yeni gösterge için, belirli WI bileşenleriyle iyi tanımlanmış korelasyonlar belirlenmelidir. Göstergelerin analizi, iklim bilimcileri ve hidrologların, WI konusunda uzmanlaşmış deneyimli araştırmacılar ve mühendislerle işbirliğini gerektirir; ayrıca, büyük miktarda veri ve kapsamlı araştırma ve deneyim gerektirir. Örneğin, Metro Vancouver tarafından gerçekleştirilen kırılganlık analizinde [214], yalnızca bir "bileşen-gösterge" için, "Aylık Birleşik Kanalizasyon Taşma Hacmi-Ortalama Aylık Yağış Miktarı", 0,97'ye eşit bir belirleme katsayısına sahip sağlam bir doğrusal ilişki bulunurken, kalan tüm bileşen-gösterge çiftleri için, özel verilerin çoğu mevcut değildi veya edinilmesi zordu; bu durumlarda, analiz profesyonel yargıya ve incelenen bilgilere dayalı varsayımlar kullanılarak ve bazı durumlarda mevcut mühendislik verileri kullanılarak sınırlı hesaplamalar kullanılarak gerçekleştirildi. Ayrıca, Metro Vancouver'da [214], bu verilerin bulunmamasının nedenlerinin şunlar olduğu belirtilmektedir: (1) iklim tehlikeleri toplama sistemi ve AAT üzerinde doğrudan bir yük oluşturmaz; örneğin, "aşırı yağış" (AAT) tehlikesi ıslak hava yüklerini etkiler, ancak AAT'yi doğrudan etkilemez; (2) birçok durumda, "AAT bileşeni üzerindeki iklim etkisi-AAT bileşenini doğrudan etkileyen iklim göstergesi" ilişkisi mevcut değildir; ve (3) altyapı üzerinde bir iklim değişkeninin nispeten doğrudan bir etkisi olabileceği durumlarda, örneğin yeraltı suyu yüksekliklerini ve gömülü altyapı üzerindeki kaldırma kuvvetlerini etkileyen ortalama deniz seviyesi gibi, sahadaki çok çeşitli bireysel altyapı elemanları (yani AAT bileşenlerinin parçaları) basitleştirilmiş hesaplamaların yapılmasını engeller. Forzieri ve ark. [140] ayrıca, "iklim değişikliği etkilerinin iletildiği kanalları açıklamak için" bir literatür araştırmasına ihtiyaç duyulduğunu belirtti. Ayrıca göstergelerin ölçeklerinin ve eşiklerinin belirlenmesi için etkili yöntemlerin geliştirilmesi için de araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (bkz. Tablo11), kümeleme analizi ve doğrusal olmayan en küçük kareler regresyonu gibi istatistiksel yaklaşımlar [217]. Ayrıca, iklim göstergelerinin değerleri ve ölçekleri yerel koşullara göre ayarlanmalıdır; bu, daha ayrıntılı bir küçültme ve daha sonra yerel ölçekte gösterge değerlerine sahip yüksek çözünürlüklü haritaların geliştirilmesi yoluyla gerçekleştirilebilir, çünkü mevcut değerleri her zaman tüm ülkelere ve konumlara uygulanamaz. Örneğin, Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi (EFFIS) tarafından Avrupa'daki yangın tehlikesi seviyesini değerlendirmek için benimsenen ve önerilen Kanada Yangın Hava Durumu Endeksi Sistemi'nin (FWI) Yangın Hava Durumu Endeksi'nin (FWI) eşikleri, Yunanistan örneği için çok düşüktür [217].

Noto ve ark., Akdeniz havzasında iklim değişikliği modellemesi üzerine son çalışmalara ilişkin kapsamlı bir genel bakışta [218] iklim değişikliği modellemesi ve etki analizlerindeki zorlukları ve belirsizlikleri tanımladılar ve iklim değişikliğiyle ilgili en önemli belirsizlik kaynaklarını tartıştılar; iklim değişikliği etki çalışmalarının yorumlanması ve güvenilirliği konusunda farkındalık yaratmayı amaçladılar; iklim değişikliği ve su kaynakları üzerindeki etkisi alanında son yıllarda kaydedilen ilerlemeye rağmen, sonuçların ve çıktılarının

herhangi bir gelecekteki iklim projeksiyonu ve türetilen çıkarımlar kaçınılmaz olarak tüm iklim değişikliği modelleme zincirinin her farklı aşamasından kaynaklanan belirli bir belirsizlik derecesinden etkilendiğinden, gerekli dikkatle ele alınmalıdır. Bu belirsizlikler diğer araştırmacılar tarafından da tartışılmıştır; örneğin, Kourtis ve Tsihrintzis [210] iklim projeksiyonlarındaki ve önyargı düzeltmelerindeki belirsizliklerin hala önemli olduğunu ve azaltılması gerektiğini belirtti. En son CMIP6 küresel iklim simülasyonları, devam eden iklim modeli ilerlemeleri sonucunda daha doğru iklim değişikliği etkileri üretebilir [219]; bu, kırılabilirlik, etkiler, adaptasyon ve iklim hizmeti toplulukları için faydalı olacaktır. Bununla birlikte, bu simülasyonların mevcut yatay çözünürlüğü hala kaba (yatay çözünürlük yaklaşık 100 km×100 km ve altı). Bu nedenle, yerel iklimsel özellikleri daha iyi çözümlmek için bu iklim projeksiyonlarını daha yüksek bir çözünürlüğe düşürmek için ek hesaplama ve insan çabası gerekir. Bu, dinamik veya istatistiksel küçültme ile elde edilebilir. Ancak, her iki yaklaşım da avantaj ve dezavantajlar sergiler. Özellikle, dinamik küçültme, iklim modellerinden gelen bilgileri ve modelin koduna dahil edilen fiziksel prensipleri kullanarak yerel iklimleri kopyalayan hesaplama açısından zorlu bir yöntemdir. Bu yaklaşımın zorlu doğası nedeniyle, simülasyonlardaki önceliklendirme bazen kararlaştırılır. Örneğin, beklenen EURO-CORDEX iklim simülasyonlarında, dört ana SSP-RCP (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 ve SSP5-8.5) IPCC-AR6'da yüksek öncelikli olarak tanımlanmasına rağmen, topluluk SSP1-2.6 ve SSP3-7.0'ı EURO-CORDEX simülasyonları için en yüksek öncelikler olarak belirlerken, SSP2-4.5 ve SSP5-8.5 sırasıyla ikinci ve üçüncü öncelikli senaryolar olarak seçildi [220]. Ayrıca, kullanılabilirlik, makul olma, gelecekte yaygınlaşma ve bağımsızlık açısından belirli gereksinimleri karşılayan bir dizi GCM'ye EURO-CORDEX topluluğu tarafından öncelik verilmiştir [221]. Aksine, istatistiksel küçültme daha az hesaplama yoğunluğuna sahiptir; ancak, güçlü tahmin edici-tahmin edici ilişkileri kurmak ve ham model çıktısını değiştirmek için, ızgaralı gözlemsel veri kümelerinden veya istasyon verilerinden bir dizi değişken için güvenilir uzun vadeli gözlem kayıtlarının kullanılabilirliğine bağlıdır [222].

Huddleston ve diğerleri [223] WI sistemlerinin uyarlanabilir kapasitesinin ölçülmesi için yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu belirtti. Risk değerlendirmesiyle ilgili olarak, sel hasarı değerlendirmeleri büyük ölçüde iyileştirilebilir. Son araştırmalar, yağmur suları için hasar modelleri geliştirmeye odaklanmıştır; ancak, yağmur suları risk verilerinin kullanılabilirliği ve yağmur olayları için hasar kayıtlarının eksikliği nedeniyle ilerleme engellenmiştir [224,225]. Bu nedenle, hasar eğrilerinin doğrulanması ve aktarılabilirliği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. "Kabul edilebilir risk seviyesinin" belirlenmesi de risk değerlendirme prosedürünün önemli bir adımıdır; genellikle değerlendirmeyi üstlenen uzmanlar tarafından gerçekleştirilir ve proje tanıtımcısının kabul etmeye hazır olduğu riske bağlıdır. Örneğin, WI sisteminin "temel olmayan" olarak kabul edilebilecek bileşenleri olabilir; bu bileşenler için uyarılma önlemlerinin maliyeti risklerden kaçınmanın faydalarından daha ağır bastığında, o zaman en iyi seçenek belirli koşullar altında başarısız olmalarına izin vermek olabilir. WI sistemleri için kabul edilebilir riski belirlemek üzere uzmanların talebiyle birleştirilmiş bilimsel yöntemler geliştirmek önemlidir. Ayrıca, birden fazla tehlikeden kaynaklanan birleşik risk tahmini için yöntemlerin geliştirilmesi için de araştırma gereklidir [142]. Birden fazla iklimle ilgili tehlike, WI hizmetlerini ve dayanıklılıklarını tehdit eder ve sıklıkla birbirine bağlı WI ağı ve diğer birbirine bağlı kritik altyapı türleri içinde ardışık olaylara neden olur. WI sistemlerinin risklerini ve performansını anlamak ve yönetmek ve geçişel ve sistemik toplumsal riskleri göz önünde bulundurmak, iklimle dayanıklı toplumlar için ön koşuldur. Çoklu tehlike riskini ve ilişkili çok boyutlu kırılabilirlik değerlendirmesini göz önünde bulundurarak entegre risk değerlendirmelerinin oluşturulması dikkate alınmalı, etkiler ise Çevresel Etki Değerlendirmeleri, Toplumsal Etkiler ve Dayanıklılık ve Finans ve Sigorta Sektörleriyle ilgili olanlar dahil olmak üzere bütünsel olarak ele alınmalıdır. Risk değerlendirmesi, WI'ların iklimle ilgili olayları ve temel hizmetlerin sağlanmasını aksatma potansiyeli olan aşırı olayları önlemek, bunlara karşı korumak, bunlara yanıt vermek, direnmek, azaltmak, absorbe etmek, barındırmak ve bunlardan kurtulmak için dayanıklılık kapasitelerini güçlendirmelerine rehberlik eden itici araç olmalıdır. Bunlar fiziksel,

teknik, finansal, güvenlik, acil durum ve organizasyonel önlemler ve belirlenen risk seviyelerini yansıtmalıdır. Bu nedenle, bütünsel bir iklim riski ve dayanıklılık değerlendirmesini WI yönetiminin odak noktası olarak yerleştirmek önemlidir. Risk bilgili değerlendirmelerden gelen önerileri izleyerek [226] ve mühendislik ilkeleri, WI için iklim adaptasyonu çözümlerinin seçilmesinde, doğa temelli çözümlere ve toplum odaklı yaklaşımlara yeni bir odaklanma ile politika uzlaşmalarının ele alınmasında destek sağlayabilir.

WI'nin iklim değişikliğine adaptasyonu üzerine yapılan araştırma çalışmaları çoktur ve bunlardan bazıları belirli araştırma konuları için öneriler içermektedir. Belirleyici konular şunlardır:

- Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Çözümleri (SUDS'ler): Daha iyi bir anlayışa ihtiyaç vardır; SUDS'lerin tek sentetik yağış olaylarını kullanarak tasarlanması ve ideal hidrolojik ön koşulların varsayılması yanıltıcı olabilir [227].
- Doğa Tabanlı Çözümler (NBS'ler): Kentsel sel yönetimi için kullanılan uygulamalara ve ekonomik değerlendirmelere daha fazla odaklanılması gerekiyor [209].
- Yeşil Altyapı: Geliştirilmiş modeller ve araçlar, saha ve laboratuvar araştırmaları ve yeşil altyapı uygulamalarının artan uygulamasından elde edilen verilerin değerlendirilmesi gerekmektedir [228].
- Mavi ve Yeşil Altyapı: Kapasite, uzmanlık, bilgi eksikliği, bütçe kısıtlamaları, kötü yönetim, temel veri eksikliği, kötü hizmet algısı, alan sıkıntısı ve diğer arazi kullanımlarıyla rekabet eksikliğiyle yüzleşmek için araştırmaya ihtiyaç vardır [229]; değerlendirme için de verilere ihtiyaç vardır [230].
- Kentsel Akış: Nitel yönlemlere (sadece nicel yönlemlere değil) ve bakım ve rehabilitasyon planları, kamuoyunun bilinçlendirilmesi, sel tahmini ve uyarısı, hareketlilik önlemleri ve sigorta önlemleri gibi diğer önlemlere dikkat edilmelidir [210].
- WI Sistemlerinin Tasarımı ve Yönetimi: Sistem düşüncesi ve esneklik gibi uyarlanabilir tasarım ve yönetim için yeni yöntemler geliştirilmelidir [231].

Son olarak, hidro-çevre araştırmalarındaki ortaya çıkan eğilimler, su-enerji-gıda bağı gibi bağlantıları ve ilişkileri göz önünde bulundurarak ve entegre bir şekilde SDG6 gibi küresel su hedeflerine ulaşmayı amaçlamaktadır. Yapay zeka ve dijital ikizler gibi veri bilimine dayalı yenilikçi gelişmiş modelleme yöntemleri [232,233], membranlar ve nanoteknoloji gibi yeni malzemeler kullanan yenilikçi teknolojilerle birleştirilir [234] ve (i) veri analitiği, yenilikçi sensörler, makine öğrenimi algoritmaları ve nesnelerin interneti kullanan akıllı su yönetim sistemleri ve araçları ve (ii) yapay zeka ve diğer veri bilimi araçlarını kullanan verimli izleme ve EWS'ler gibi yeni çözümler geliştirilmektedir [235], WI'nin iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırması bekleniyor.

5. Sonuçlar

WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürü, hidroçevresel araştırmanın geliştiricilere rehberlik ettiği bilindiğinde iyileştirilir. Mevcut çalışmada, bu araştırma beş kategoriye ayrıldı ve her kategorinin ana yönlerini belirlemek için örnek bir literatür incelemesi yapıldı. EC yönergelerine dayanan ve WI'nin iklim değişikliğine uyum prosedürünün beş adımına karşılık gelen bu kategoriler şunlardır: (I) WI'nin tanımı, (II) iklim değişikliği değerlendirmesi, (III) hassasiyet değerlendirmesi, (IV) risk değerlendirmesi ve (V) uyum önlemlerinin değerlendirilmesi. Literatür incelemesi şunları ortaya koydu: (i) kategori I'de sınırlı sayıda araştırma çalışması var; bu nedenle, esas olarak WI bileşenlerinin tanımlanması ve tipolojisi, WI üzerindeki iklim tehlikelerinin tipolojisi ve bileşenleri üzerindeki etkileri ve WI göstergelerinin tanımlanması ve tipolojisi ve eşikleri konusunda uzman talebiyle birleştirilmiş daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır; ve (ii) II ila V kategorilerindeki araştırma çalışması kapsamlıdır ve hızla artmaktadır; Ayrıca araştırma boşluklarını belirleyen ve gelecekte yapılacak araştırmalara yönelik öneriler sunan derlemeleri de içermektedir.

Yazar Katkıları:Kavramsallaştırma, AIS ve GM; metodoloji, AIS ve GM; biçimsel analiz, AIS, GM ve ATS; araştırma, AIS, GM, AS, ATS, KVV ve CG; veri düzenleme,

AIS, GM ve ATS; yazma - orijinal taslak hazırlama, AIS, GM, AS, ATS, KVV, CG ve AK; yazma—gözden geçirme ve düzenleme, AIS, GM, AS, ATS, KVV, CG ve AK; görselleştirme, GM; denetim, AIS; proje yönetimi AIS Tüm yazarlar, makalenin yayımlanmış versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.

Finansman:Bu araştırma için herhangi bir dış finansman sağlanmamıştır.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı:Mevcut çalışmanın verileri ve materyalleri makul talep üzerine ilgili yazardan sağlanabilir.

Teşekkürler:Mevcut çalışma, Araştırma ve Teknoloji Genel Sekreterliği'nin "2023NA11900001" Hibe Programı kapsamında yürüttüğü "Ulusal İklim Değişikliği Ağı'nın (Climpact) işleyişinin iyileştirilmesine destek" projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Çıkar Çatışmaları:Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Referanslar

1. Avrupa Komisyonu (EC) Komisyon Duyurusu—2021-2027 Döneminde Altyapının İklim Dayanıklılığına İlişkin Teknik Rehberlik.
2. Avrupa Komisyonu (EC) Konsey Direktifi 2008/114, 8 Aralık 2008, Avrupa kritik altyapılarının tanımlanması ve belirlenmesi ve bunların korunmasının iyileştirilmesi ihtiyacının değerlendirilmesi hakkında. 2008.
3. Avrupa Komisyonu (EC) Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 14 Aralık 2022 tarihli Kritik Varlıkların Dayanıklılığı ve 2008/114/EC 2022 sayılı Konsey Direktifinin Yürürlükten Kaldırılması Hakkındaki Direktifi (AB) 2022/2557.
4. Hallegatte, S.; Rentschler, J.; Rozenberg, J. *Yaşam Hatları-Dayanıklı-Altyapı-Fırsatı*; Sürdürülebilir Altyapı Serisi; Dünya Bankası Grubu: Washington, DC, ABD, 2019; ISBN 978-1-4648-1430-3.
5. Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri—17 Hedef. Çevrimiçi olarak mevcuttur:<https://sdgs.un.org/goals>(2 Aralık 2024'te erişildi).
6. Stamou, A. 'İklim Dayanıklı' Altyapı Projelerine Doğru. *CER***2022**, *13*, 555861. [[ÇaprazRef](#)]
7. Clarke, L.; Wei, Y.-M.; De La Vega Navarro, A.; Garg, A.; Hahmann, AN; Khennas, S.; Azevedo, IML; Löscher, A.; Singh, AK; Steg, L.; ve ark. Enerji Sistemleri. İçinde *İklim Değişikliği 2022—İklim Değişikliğinin Azaltılması: Çalışma Grubu III'ün Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkısı*; Shukla, PR, Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., ve diğerleri, Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Birleşik Krallık, 2023; s. 613–746.
8. Stamou, A. Su Altyapısının İklim Değişikliğine Uyum Sağlanması Üzerine Hidro-Çevre Araştırması (WI). 8. IAHR Avrupa Kongresi Bildirilerinde, Lizbon, Portekiz, 4–7 Haziran 2024; IAHR: Lizbon, Portekiz, 2024.
9. Stamou, AI Su Altyapısının İklim Değişikliğine Uyarlanmasına İlişkin Teknik Yönergeleri Geliştirmek İçin Olası Bir Araç Olarak Su Araştırmalarının Tipolojisi. *Hidrolik bağlantı***2024**, *3*, 4–8.
10. AB Teknik Uzman Grubu (TEG). *Taksonomi Teknik Raporu*, 2019. Çevrimiçi olarak mevcuttur:https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://finance.ec.europa.eu/system/files/2019-06/190618-surdurulebilir-finans-teg-raporutaxonomy_en.pdf&ved=2ahUKEwio8crM67OKAxWw2AIHHUdFC1QQFnoECBIQAQ&usq=AOvVaw3a7OVn-wCkx32gxu_q gXLv(19 Aralık 2024'te erişildi).
11. Reznik, A.; Jiang, Y.; Dinar, A. İklim Değişikliğinin Atıksu Arıtma Maliyetlerine Etkileri: Çin'deki Atıksu Sektöründen Kanıtlar. *su***2020**, *12*, 3272. [[ÇaprazRef](#)]
12. Li, J.; Li, X.; Liu, H.; Gao, L.; Wang, W.; Wang, Z.; Zhou, T.; Wang, Q. İklim Değişikliğinin Atıksu Altyapısı Üzerindeki Etkileri: Sistemik Bir İnceleme ve Tipolojik Uyum Stratejisi. *Su Ar.***2023**, *242*, 120282. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Stone, B.; Mallen, E.; Rajput, M.; Gronlund, CJ; Broadbent, AM; Krayenhoff, ES; Augenbroe, G.; O'Neill, MS; Georgescu, M. Bileşik İklim ve Altyapı Olayları: Elektrik Şebekesi Arızasının Sıcak Dalgası Riskini Nasıl Değiştirdiği. *Çevre. Bilim. Teknoloji***2021**, *55*, 6957–6964. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Rosenberg, EA; Keys, PW; Booth, DB; Hartley, D.; Burkey, J.; Steinemann, AC; Lettenmaier, DP Yağış Ekstremlikleri ve Washington Eyaletindeki Yağmur Suyu Altyapısı Üzerindeki İklim Değişikliğinin Etkileri. *Tırmanış. Değişim***2010**, *102*, 319–349. [[ÇaprazRef](#)]
15. Noi, LVT; Nitivattananon, V. Kentsel Su ve Atıksu Altyapı Yönetimi için İklim Değişikliğine Karşı Duyarlılıkların Değerlendirilmesi: Vietnam Dong Nai Nehri Havzası'nda Bir Vaka Çalışması. *Çevre. Geliştirme***2015**, *16*, 119–137. [[ÇaprazRef](#)]
16. Koutroulis, AG; Grillakis, MG; Daliakopoulos, IN; Tsanis, IK; Jacob, D. +2'de Su Kullanılabilirliği Üzerindeki Sektörel Çapraz Etkiler- C ve +3°C Doğu Akdeniz Ada Devletleri için: Girit Örneği. *J. Hidrolik***2016**, *532*, 16–28. [[ÇaprazRef](#)]
17. Kourgialas, NN; Anyfanti, I.; Karatzas, GP; Dokou, Z. Kuraklığa Eğilimli Alanların Değerlendirilmesi İçin Entegre Bir Yöntem - İklim Dayanıklı Akdeniz Tarımı İçin Su Verimliliği Uygulamaları. *Bilim. Toplam Çevre***2018**, *625*, 1290–1300. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Ullah, H.; Akbar, M. Pakistan'ın Düşük Yağışlı Bölgelerindeki Ölçülen ve Ölçülmeyen Sahalarda Su Değerlendirmesi için Kuraklık Risk Analizi. *Çevre. Süreç***2021**, *8*, 139–162. [[ÇaprazRef](#)]

19. Tavakol-Davani, H.; Goharian, E.; Hansen, CH; Tavakol-Davani, H.; Apul, D.; Burian, SJ İklim Değişikliği Yağmur Suyu Hasat Sistemlerinden Yararlanan Bir Sistemde Kombine Kanalizasyon Taşmasını Nasıl Etkiler? *Sürdürülebilir. Şehirler Topluluğu* **2016**, *27*, 430–438. [[ÇaprazRef](#)]
20. Alizadeh, H.; Moshfeghi, V. İklim Değişikliğine Karşı Savunmasız Kentlerde Kentsel Su Savunmasızlığının Mekansal Analizi: İran'ın Ahvaz Kentinde Bir Araştırma. *Uluslararası Çevre Bilimi ve Teknolojisi Dergisi* **2023**, *20*, 9587–9602. [[ÇaprazRef](#)]
21. Fernandez-Anez, N.; Krasovskiy, A.; Müller, M.; Vacik, H.; Baetens, J.; Hukić, E.; Kapovič Solomun, M.; Atanassova, İ.; Gluşkova, M.; Bogunović, I.; ve diğerleri. Avrupa'daki Güncel Orman Yangını Modelleri ve Zorlukları: Ulusal Perspektiflerin Bir Sentezi. *Hava Toprak Su Dircnc* **2021**, *14*, 117862212110281. [[ÇaprazRef](#)]
22. Lee, J.; Nemati, M.; Sanchez, JJ Kaliforniya Su Tesislerinin Orman Yangınlarına Karşı Duyarlılığının Değerlendirilmesi. *Su Kaynakları Yönetim* **2022**, *36*, 4183–4199. [[ÇaprazRef](#)]
23. Barnard, DM; Green, TR; Mankin, KR; DeJonge, KC; Rhoades, CC; Kampf, SK; Giovando, J.; Wilkins, MJ; Mahood, AL; Sears, MG; ve diğerleri. Orman Yangınları ve İklim Değişikliği, Batı Amerika Birleşik Devletleri'nde Dağ Kaynaklı Su Sistemleri ile Tarımsal Su Temini Arasındaki Bilgi Boşluklarını Artırıyor. *Tarımsal Su Yönetim* **2023**, *286*, 108377. [[ÇaprazRef](#)]
24. Hughes, J.; Cowper-Heays, K.; Olesson, E.; Bell, R.; Stroombergen, A. İklim Değişikliğinin Atık Su Sistemleri Üzerindeki Etkileri ve Sonuçları: Yeni Zelanda Perspektifi. *İklim. Risk Yönetimi* **2021**, *31*, 100262. [[ÇaprazRef](#)]
25. Friedrich, E.; Kretzinger, D. Kıyı Kentlerinin Atık Su Altyapısının Deniz Seviyesindeki Artışlara Karşı Duyarlılığı: Güney Afrika Örnek Olayı. *Su Sa* **2012**, *38*, 755–764. [[ÇaprazRef](#)]
26. Tsavdaroglou, M.; Al-Jibouri, SHS; Bles, T.; Halman, JIM Aşırı Hava Olaylarına Karşı Birbirine Bağımlı Kritik Altyapıların Risk Analizi İçin Önerilen Metodoloji. *Uluslararası Eleştiri Dergisi Altyapı Koruma* **2018**, *21*, 57–71. [[ÇaprazRef](#)]
27. Cramer, W.; Guiot, J.; Marini, K.; Azzopardi, B.; Balzan, MV; Semia Cherif; Doblas-Miranda, E.; Santos, MD; Drobinski, P.; Fader, M.; ve ark. *Politika Yapıcılar İçin MedECC 2020 Özeti. Akdeniz Havzasında İklim ve Çevresel Değişim—Mevcut Durum ve Geleceğe Yönelik Riskler. İlk Akdeniz Değerlendirme Raporu*, Zenodo: Cenevre, İsviçre, 2020.
28. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). Bilgi Notu-Avrupa: İklim Değişikliğinin Etkileri ve Riskleri. *Altıncı Değerlendirme Raporu. Çalışma Grubu II—Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık*; IPCC: Cenevre, İsviçre, 2022.
29. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) İklim Değişikliği 2021—Fiziksel Bilim Temeli: Çalışma Grubu I Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkı, 1. basım; Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere, 2023; ISBN 978-1-00-915789-6.
30. Avrupa Çevre Ajansı. *Avrupa İklim Risk Değerlendirmesi: Yönetici Özeti*; Yayın Ofisi: Lüksemburg, 2024.
31. Ali, E.; Cramer, J.; Georgopoulou, E.; Hilmi, NJM; Le Cozannet, G.; Lionello, P. Bölümler Arası Makale 4: Akdeniz Bölgesi. İçinde *İklim Değişikliği 2022: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık. Çalışma Grubu II'nin Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkı*; Pörtner, HO, Roberts, DC, Tignor, M., Poloczanska, ES, Mintenbeck, K., AlegrBena, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., ve diğerleri, Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Birleşik Krallık; New York, NY, ABD, 2023; sayfa 2233–2272.
32. Simon, A.; Plecha, SM; Russo, A.; Teles-Machado, A.; Donat, MG; Auger, P.-A.; Trigo, RM 1982-2021 Döneminde Akdeniz'deki Sıcak ve Soğuk Deniz Ekstrem Olayları. *Ön. Mart. Bilim* **2022**, *9*, 892201. [[ÇaprazRef](#)]
33. Schlegel, RW; Darmaraki, S.; Benthuisen, JA; Filbee-Dexter, K.; Oliver, ECJ Marine Soğuk Büyüleri. *Prog. Okyanusbilim* **2021**, *198*, 102684. [[ÇaprazRef](#)]
34. Douvis, K.; Kapsomenakis, J.; Solomos, S.; Poupkou, A.; Stavraka, T.; Nastos, P.; Zerefos, C. Farklı Emisyon Senaryoları Altında Akdeniz Bölgesinde Kuraklık İndeksindeki Değişim. *Çevre. Bil. İsl.* **2023**, *26*, 171. [[ÇaprazRef](#)]
35. Ruffault, J.; Curt, T.; Moron, V.; Trigo, RM; Mouillot, F.; Koutsias, N.; Pimont, F.; Martin-StPaul, N.; Barbero, R.; Dupuy, J.-L.; ve diğerleri. Akdeniz Havzasında Isı Kaynaklı Büyük Orman Yangınlarının Artma İhtimali. *Bilim Temsilcisi* **2020**, *10*, 13790. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Lozano, OM; Salis, M.; Yaş, AA; Arca, B.; Alcasena, FJ; Monteiro, AT; Finney, MA; Del Giudice, L.; Scoccimarro, E.; Spano, D. Akdeniz Bölgelerinde Orman Yangınlarına Maruz Kalma Üzerindeki İklim Değişikliğinin Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Risk Analizi* **2017**, *37*, 1898–1916. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Peñuelas, J.; Sardans, J.; Filella, I.; Estiarte, M.; Llusia, J.; Ogaya, R.; Carnicer, J.; Bartrons, M.; Rivas-Ubach, A.; Grau, O.; ve ark. Küresel Değişimin Akdeniz Ormanları ve Hizmetleri Üzerindeki Etkileri. *Ormanlar* **2017**, *8*, 463. [[ÇaprazRef](#)]
38. Varela, V.; Vlachogiannis, D.; Sfetsos, A.; Karozis, S.; Politi, N.; Giroud, F. Fransa'nın Akdeniz Bölgesinde İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Orman Yangını Tehlikesinin Tahmini. *Sürdürülebilirlik* **2019**, *11*, 4284. [[ÇaprazRef](#)]
39. Avrupa Çevre Ajansı. *İklim Değişikliği, Etkileri ve Avrupa'daki Savunmasızlık 2016: Gösterge Tabanlı Bir Rapor*; Yayın Ofisi: Lüksemburg, 2017.
40. Lahmar, R.; Ruellan, A.D. Güneş ve Güneşin Derecelendirilmesiegies kooperatifieoranlar ve Mediterranee: Doğal Kaynaklar ve Strat Üzerindeki Baskıgide d. *Cah. Tarım* **2007**, *16*, 318–323. [[ÇaprazRef](#)]
41. Panagos, P.; Ballabio, C.; Poesen, J.; Lugato, E.; Scarpa, S.; Montanarella, L.; Borrelli, P. Avrupa Birliği'nde Tarımsal, Çevresel ve İklim Politikalarını Destekleyen Bir Toprak Erozyonu Göstergesi. *Uzaktan Algılama* **2020**, *12*, 1365. [[ÇaprazRef](#)]
42. Aguilera, E.; Lassaletta, L.; Sanz-Cobena, A.; Garnier, J.; Vallejo, A. Akdeniz İklim Tarım Sistemlerinde N2O Emisyonlarını Azaltmak İçin Organik Gübrelerin ve Su Yönetiminin Potansiyeli. Bir İnceleme. *Tarım. Ekosistem. Çevre* **2013**, *164*, 32–52. [[ÇaprazRef](#)]
43. Stolte, J.; Tesfai, M.; Øygarden, L.; Kværnø, S.; Keizer, J.; Verheijen, F.; Panagos, P.; Ballabio, C.; Hessel, R. *Avrupa'daki Toprak Tehditleri*; Yayın Ofisi: Lüksemburg, 2016; ISBN 978-92-79-54018-9.

44. Capolongo, D.; Diodato, N.; Mannaerts, CM; Piccarreta, M.; Strobl, RO Basilicata'da (Güney İtalya) Basitleştirilmiş Bir Yağış Erozivite Modeli Kullanılarak İklim Erozivitesindeki Zamansal Değişimlerin Analizi. *J. Hidrolik*.**2008**, *356*, 119–130. [ÇaprazRef]
45. GarcBena-Ruiz, JM; BeguerBena, S.; Nadal-Romero, E.; GonzAlez-Hidalgo, JC; Lana-Renault, N.; SanjuAn, Y. Dünya Çapında Toprak Erozyon Oranlarının Meta-Analizi. *Jeomorfoloji***2015**, *239*, 160–173. [ÇaprazRef]
46. Taddese, G. Arazi Bozulması: Etiyopya'ya Karşı Bir Sorun. *Çevre Yönetimi***2001**, *27*, 815–824. [ÇaprazRef]
47. Boardman, J. Çamurlu Taşkınların Kısa Tarihi. *Toprak. Boz. Geliş.***2010**, *21*, 303–309. [ÇaprazRef]
48. Galli, G.; Solidoro, C.; Lovato, T. Deniz Isı Dalgaları Tehlikesi 3B Haritaları ve Isınan Akdeniz'de Düşük Hareket Kabiliyetine Sahip Organizmalar İçin Risk. *Ön. Mart. Bilim*.**2017**, *4*, 136. [ÇaprazRef]
49. Seneviratne, SI; Zhang, X.; Adnan, M.; Badi, W.; Dereczynski, A.; Di Luca, A.; Ghosh, S.; İskender, J.; Kossin, J.; Lewis, S.; ve ark. 2021: Hava Durumu ve İklim. İçinde *İklim Değişikliği 2021—Fiziksel Bilim Temeli: Çalışma Grubu I'nın Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkısı*, Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, SL, Pean, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, MI, ve diğerleri, Editörler; Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere, 2021. [ÇaprazRef]
50. Goyet, C.; Hassoun, A.; Gemayel, E.; Touratier, F.; Abboud-Abi Saab, M.; Guglielmi, V. Akdeniz Asitlenmesinin Termodinamik Tahminleri. *Meditasyon. Mart. Bilim*.**2016**, *17*, 508. [ÇaprazRef]
51. Adloff, F.; Somot, S.; Sevault, F.; ÜrdünA,G.; Aznar, R.; Denevet, M.; Herrmann, M.; Marcos, M.; Dubois, C.; Padorno, E.; ve diğerleri. Yirmi Birinci Yüzyıl Senaryoları Topluluğunda Akdeniz'in İklim Değişikliğine Tepkisi. *İklim. Dinamiği*.**2015**, *45*, 2775–2802. [ÇaprazRef]
52. Avrupa Yatırım Bankası, JASPERS Yayın Ofisi Su ve Atıksu Projeleri için İklim Korumasına Yaklaşım. 2023. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/climate-proofing-of-water-and-wastewater-projects> (19 Aralık 2024'te erişildi).
53. Avrupa Yatırım Bankası, JASPERS Yayın Ofisi Vaka Çalışması: Su ve Atıksu Projelerinin İklim Dayanıklılığı. 2023. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/climate-proofing-of-water-and-wastewater-projects> (19 Aralık 2024'te erişildi).
54. Avrupa Yatırım Bankası, JASPERS Yayın Ofisi'nin Sel ve Afet Risk Yönetimi Projeleri için İklim Korumasına Yaklaşımı. 2023. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/climate-proofing-of-flood-and-disaster-risk-yönetim-projeleri> (19 Aralık 2024'te erişildi).
55. Avrupa Yatırım Bankası, JASPERS Yayın Ofisi Vaka Çalışması: Bir Taşkın Koruma Projesinin İklim Dayanıklılığı. 2023. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/climate-proofing-of-sel-and-disaster-risk-managementprojects> (19 Aralık 2024'te erişildi).
56. Stamou, A.; Mitsopoulos, G.; Koutroulis, A. Akdeniz Bölgesinde Su Altyapılarının İklim Değişikliğine Uyumuna Yönelik Önerilen Metodoloji. *Çevre. Süreç*.**2024**, *11*, 12. [ÇaprazRef]
57. Fiorillo, D.; Kapelan, Z.; Xenochristou, M.; De Paola, F.; Giugni, M. Hava Durumu Verilerini Kullanarak İklim Değişikliğinin Gelecekteki Su Talebi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Su Kaynakları Yönetim***2021**, *35*, 1449–1462. [ÇaprazRef]
58. Atkins. *İklim Değişikliğinin Barajlar ve Rezervuarlar Üzerindeki Etkisi*; Atkins: Londra, İngiltere, 2013. Çevrimiçi olarak mevcuttur: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6033dfa3e90e076605eab4de/İklim_değişikliğinin_barajlar_ve_rezervuarlar_üzerindeki_dolayli_etkilerinin_incelenmesi_son_rapor.pdf&ved=2ahUKEwjM_dbh_7OKAxVG3AIHHcYEmwQFnoECBIQAQ&usq=AOvVaw2jTeXmWINSJC5bzYpPb7 (19 Aralık 2024'te erişildi).
59. Malm, R.; Hellgren, R.; Enzell, J. Mevsimsel Sıcaklık Değişimleri Nedeniyle Bir Beton Kemer Barajının Çatlmasına İlişkin Öğrenilen Dersler. *Altyapılar***2020**, *5*, 19. [ÇaprazRef]
60. Bartlett, JA; Dedekorkut-Howes, A. İklim Değişikliğinin Su Kalitesi Üzerindeki Etkilerine Uyum Stratejileri: Literatürün Sistemik Bir İncelemesi. *J. Su Tırmanışı Değişimi*.**2023**, *14*, 651–675. [ÇaprazRef]
61. Boholm, Å.; Prutzer, M. İklim Değişikliği Senaryosunda İçme Suyu Risk Yönetimine İlişkin Uzmanların Anlayışları. *İklim. Risk Yönetimi*.**2017**, *16*, 133–144. [ÇaprazRef]
62. Lyn, DA; Stamou, AI; Rodi, W. Sedimentasyon Tanklarında Yoğunluk Akımları ve Kesme Kaynaklı Flokülasyon. *J. Hidrolik Müh.***1992**, *118*, 849–867. [ÇaprazRef]
63. Avrupa Komisyonu. *İklim Eylem Genel Müdürlüğü. Binaların İklim Değişikliğine Uyarlanması Konusunda AB Düzeyinde Teknik Rehberlik*, Yayın Ofisi: Lüksemburg, 2023.
64. SP Enerji Ağları. *İklim Değişikliğine Uyum Raporu*; SP Energy Networks: Glasgow, Birleşik Krallık, 2021. Çevrimiçi olarak mevcuttur: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.spenergynetworks.co.uk/userfiles/file/ClimateChangeAdaptationReport_3rdRoundUpdate_FinalIssue.pdf&ved=2ahUKEwi66YGI6rOKAxXn_7sIHs8AAcQFnoECB0QAQ&usq=AOvVaw0j1csKPfNk0uBCP2jJQD (19 Aralık 2024'te erişildi).
65. Juško, V.; SedmAk, R.; Kúdela, P. İklim Değişikliği Altında Küçük Su Rezervuarının Siltasyonu: Slovakya'nın Batı Karpatlar'ındaki Ormanlık Dağ Manzarasından Bir Vaka Çalışması. *su***2022**, *14*, 2606. [ÇaprazRef]
66. Chan, AY; Kim, H.; Bell, ML Kombine Kanalizasyon Sistemlerine, Yoğun Yağış ve Yüksek Oranda Geçirimsiz Yüzeyle Sahip Bölgelerde Yeni Koronavirüs (COVID-19) Vakalarının Daha Yüksek Görülme Sıklığı. *Bilim. Toplam Çevre*.**2022**, *820*, 153227. [ÇaprazRef] [PubMed]
67. Reoyo-Prats, B.; Aubert, D.; Sellier, A.; Roig, B.; Palacios, C. Yoğun Yağmurlar Sırasında Bir Kıyı Akdeniz Nehrindeki Farmasötik Olarak Aktif Bileşiklerin Dinamikleri ve Kaynakları. *Çevre. Bilim. Kirlilik. Araş.***2018**, *25*, 6107–6121. [ÇaprazRef]

68. Fortier, C.; Mailhot, A. İklim Değişikliğinin Kombine Kanalizasyon Taşmalarına Etkisi. *J. Su Kaynakları Planlama Müdürlüğü* **2015**, *141*, 04014073. [[ÇaprazRef](#)]
69. Jagai, JS; Li, Q.; Wang, S.; Messier, KP; Wade, TJ; Hilborn, ED Kombine Kanalizasyon Sistemi Olan ve Olmayan Bölgelerde Gastrointestinal Hastalıklar İçin Aşırı Yağış ve Acil Servis Ziyaretleri: Massachusetts Verilerinin Analizi, 2003–2007. *Çevre. Sağlık Perspektifi* **2015**, *123*, 873–879. [[ÇaprazRef](#)]
70. Hassan, WH; Nile, BK; Al-Masody, BA Fırtına Suyu Yönetim Modeli ile İklim Değişikliğinin Fırtına Drenaj Ağları Üzerindeki Etkisi. *Çevre Müh. Araş.* **2017**, *22*, 393–400. [[ÇaprazRef](#)]
71. Nowakowska, M.; Wartalska, K.; Kaźmierczak, B.; Kotowski, A. İklim Değişikliği Etkilerinin Değerlendirilmesi İçin Wrocław'daki Yağmur Suyu Drenaj Sistemi Aşırı Yüklerinin Doğrulanması. *Dönem. Politek. İnşaat. Müh.* **2019**, *63*, 641–646. [[ÇaprazRef](#)]
72. Ryu, J.; Oh, J.; Snyder, SA; Yoon, Y. Kombine Kanalizasyon Taşmalarındaki Mikro Kirleticilerin Belirlenmesi ve Bir Atıksu Arıtma Tesisinde Giderilmesi (Seul, Güney Kore). *Çevre. İzleme. Değerlendirme* **2014**, *186*, 3239–3251. [[ÇaprazRef](#)]
73. Özkan, İ.; Kadhom, B.; Roshani, E.; Şirkhani, H.; Hiedra-Cobo, J.; Cusson, D.; Nkinamubanzi, P.-C. *Barajların İklim Değişikliğine Uyum: Boşluk Analizi*; Kanada Ulusal Araştırma Konseyi, İnşaat Araştırma Merkezi: Ottawa, ON, Kanada, 2023; Cilt A1-020144-R01.
74. MacTavish, L.; Burjuva, G.; Lafleur, C.; Ristik, E. *Barajlar için İklim Değişikliğine Uyum. Kanada Barajları Bağlamında İklim Duyarlılıkları, Uyum Önlemleri ve Büyüme Fırsatlarının İncelenmesi*; Kanada Standartları Birliği: Toronto, ON, Kanada, 2022; s. 52.
75. TerEvetncio, DPS; Cortes, RMV; Pacheco, FAL; Moura, JP; Fernandes, LFS Yangına Eğilimli Havzalarda Baraj Rezervuarlarının Siltlenme Riskini Tahmin Etmek İçin Bir Yöntem: Portekiz'deki Douro Nehri'nde Bir Çalışma. *su* **2020**, *12*, 2959. [[ÇaprazRef](#)]
76. Panossian, N.; Elgindy, T. *Güç Sistemi Orman Yangını Riskleri ve Potansiyel Çözümler: Bir Literatür İncelemesi ve Önerilen Metrik*; Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı: Golden, CO, ABD, 2023.
77. Jaroszweski, D.; Chapman, L.; Petts, J. İklim Değişikliğinin Ulaşım Üzerindeki Potansiyel Etkisinin Değerlendirilmesi: Disiplinlerarası Bir Yaklaşım İhtiyaç Var. *J. Transp. Coğrafya* **2010**, *18*, 331–335. [[ÇaprazRef](#)]
78. Paul, MJ; LeDuc, SD; Lassiter, MG; Moorhead, LC; Noyes, PD; Leibowitz, SG Orman Yangını Alıcı Sularda Değişikliklere Neden Oluyor: Su Kalitesi Yönetimi İçin Hususlar İçeren Bir İnceleme. *Su Kay.Ar.* **2022**, *58*, e2021WR030699. [[ÇaprazRef](#)]
79. Raelison, OD; Valenca, R.; Lee, A.; Karim, S.; Webster, JP; Poulin, BA; Mohanty, SK Orman Yangınlarının Yüzey Suyu Kalite Parametreleri Üzerindeki Etkileri: Veri Değişkenliğinin Nedenleri ve Raporlama İhtiyaçları. *Çevre. Kirlenme* **2023**, *317*, 120713. [[ÇaprazRef](#)]
80. Wilk, P.; Szlapa, M.; Hachaj, PS; Orlińska-Woźniak, P.; Jakusik, E.; Szalińska, E. Kaynaktan Rezervuara ve Ötesine - İklim Değişikliği Tahminleri Altında Modelleme Araçlarıyla Tortul Parçacıklarının İzlenmesi (Karpāt Dağları). *J. Topraklar Tortullar* **2022**, *22*, 2929–2947. [[ÇaprazRef](#)]
81. Dong, K.; Li, Z.; Lu, X.; Chen, C.; Sheng, J.; Chen, J.; Wu, Z. Malzeme Parametrelerinin Mekansal Değişkenliğini Göz Önünde Bulundurarak Heyelan Sonucu Oluşan Dalgalanmaların Neden Olduğu Baraj Taşma Risklerinin Analizi. *Ön. Dünya Bilimi* **2021**, *9*, 675900. [[ÇaprazRef](#)]
82. Howard, G.; Calow, R.; Macdonald, A.; Bartram, J. İklim Değişikliği ve Su ve Sanitasyon: Muhtemel Etkiler ve Eylem İçin Ortaya Çıkan Eğilimler. *Yıl. Rahip. Çevre. Kaynak* **2016**, *41*, 253–276. [[ÇaprazRef](#)]
83. Meyers, SD; Landry, S.; Beck, MW; Luther, ME Deniz Seviyesindeki Yükselmeye Uygulanarak Bileşik Taşkınların Tetiklediği Kanalizasyon Taşkınları Riskini Modellemek İçin Lojistik Regresyon Kullanımı. *Kentsel İklim* **2021**, *35*, 100752. [[ÇaprazRef](#)]
84. Tansel, B.; Zhang, K. Kıyı Bölgelerindeki Su Dağıtım ve Atık Su Toplama Sistemlerindeki Demir Boruların Yaşlanma ve Korozyon Oranları Üzerindeki Tuzlu Su Girişi ve Deniz Seviyesindeki Yükselmenin Etkileri. *J. Çevre Yönetimi* **2022**, *315*, 115153. [[ÇaprazRef](#)]
85. Li, X.; O'Moore, L.; Wilkie, S.; Song, Y.; Wei, J.; Bond, PL; Yuan, Z.; Hanzic, L.; Jiang, G. Atıksu Yapıları İçin Nitrit Katkılı Beton: Mekanik Özellikler, Sızma Davranışı ve Biyofilm Gelişimi. *İnşaat Yapı Malzemesi* **2020**, *233*, 117341. [[ÇaprazRef](#)]
86. Budd, E.; Babcock, RW; Spirandelli, D.; Shen, S.; Fung, A. Kıyı Kanalizasyonları İçin Yeraltı Suyu Sızma Modelinin Hassasiyet Analizi ve Deniz Seviyesindeki Yükselme Uygulamaları. *su* **2020**, *12*, 923. [[ÇaprazRef](#)]
87. Masterson, JP; Garabedian, SP Kıyı Akifer Sisteminde Deniz Seviyesindeki Yükselmenin Yeraltı Suyu Akışı Üzerindeki Etkileri. *Yeraltı suyu* **2007**, *45*, 209–217. [[ÇaprazRef](#)]
88. Engle, NL; Daniell, M.; Felter, G.; Sean, N. *Dayanıklı-Su-Altyapısı-Tasarım-Özeti*; Dünya Bankası Grubu: Washington, DC, ABD, 2020.
89. ABD İç Güvenlik Bakanlığı (DHS). *Altyapı Veri Taksonomisi—Sürüm 4*; DHS: Washington, DC, ABD, 2011.
90. *BS EN 1990:2002*; EN 1990 Eurocode—Yapısal Tasarımın Temelleri. İngiliz Standartları Enstitüsü: Londra, İngiltere, 1990.
91. Gutierrez, JM; Ranasinghe, R.; Ruane, AC; Vautard, R. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Ek VI: İklimsel Etki Sürücüsü ve Aşırı Endeksler. *İklim Değişikliği 2021—Fiziksel Bilim Temeli: Çalışma Grubu. I Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkı*; Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, SL, Pean, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, MI, ve diğerleri, Editörler; Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere, 2021; ISBN 978-1-00-915789-6.
92. Svoboda, MD; Fuchs, BAKuraklık Göstergeleri ve Endeksleri El Kitabı; Dünya Meteoroloji Örgütü: Cenevre, İsviçre, 2016; ISBN 978-92-63-11173-9.
93. İklim Değişikliği Tespiti ve Endeksleri Uzman Ekibi (ETCCDI) CLIMPACT ve CLIMDEX Endeksleri. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.climdex.org/learn/indices/> (19 Aralık 2024'te erişildi).

94. Crespi, A.; Terzi, S.; Coccuccioni, S.; Zebisch, M.; Berckmans, J.; Füssel, H.-M. *Avrupa İçin İklimle İlgili Tehlike Endeksleri*; ETC/CCA: Bologna, İtalya, 2020. [ÇaprazRef]
95. Hawchar, L.; Naughton, O.; Nolan, P.; Stewart, MG; Ryan, PC Kritik Altyapının Yüksek Düzeyli İklim Değişikliği Risk Değerlendirmesi için CBS Tabanlı Bir Çerçeve. *İklim. Risk Yönetimi*. **2020**, *29*, 100235. [ÇaprazRef]
96. Felix, ML; Kim, Y.; Choi, M.; Kim, J.-C.; Do, XK; Nguyen, TH; Jung, K. Yukarı Geum Nehri Havzasındaki Aşırı İklim Endekslerinin Ayrıntılı Trend Analizi. *su* **2021**, *13*, 3171. [ÇaprazRef]
97. Hayhoe, K.; Robson, M.; Rogula, J.; Auffhammer, M.; Miller, N.; VanDorn, J.; Wuebbles, D. Kentsel Enerji ve Altyapı Üzerindeki İklim Değişikliği Etkilerinin Miktarını Belirlemek ve Değerlendirmek İçin Entegre Bir Çerçeve: Bir Chicago Vaka Çalışması. *J. Büyük Göller Res.* **2010**, *36*, 94–105. [ÇaprazRef]
98. Çapar, G. İklim Değişikliği ve Su Kaynakları Yönetimi 2019.
99. Rahmani, V.; Harrington, J. Aşırı Yağış Endeksleri için İklim Değişikliğinin Değerlendirilmesi: Orta Amerika Birleşik Devletleri'nden Bir Vaka Çalışması. *Uluslararası J. Climatol.* **2019**, *39*, 1013–1025. [ÇaprazRef]
100. Li, Z.; Li, X.; Wang, Y.; Quiring, SM İklim Değişikliğinin ABD, Teksas, Houston'daki Yağış Modelleri Üzerindeki Etkisi. *Antropocen* **2019**, *25*, 100193. [ÇaprazRef]
101. Nontikansak, P.; Shrestha, S.; Shanmugam, MS; Loc, HH; Virdis, SGP Tayland Pasak Nehri Havzası'ndaki İklim Değişikliği Altında Yağış Ekstremleri. *J. Su İklimi Değişimi* **2022**, *13*, 3729–3746. [ÇaprazRef]
102. Vondou, DA; Guenang, GM; Djotang, TLA; Kamsu-Tamo, PH Kamerun Üzerindeki Aşırı Yağış Endekslerinin Eğilimleri ve Yıllık Değişkenliği. *Sürdürülebilirlik* **2021**, *13*, 6803. [ÇaprazRef]
103. Reddy, NM; Saravanan, S. CMIP6 Kullanılarak Hindistan Üzerindeki Aşırı Yağış Endeksleri: SSP585 Senaryosuna Özel Bir Vurgu. *Çevre. Bilim. Kirlilik. Araş.* **2023**, *30*, 47119–47143. [ÇaprazRef] [PubMed]
104. Yılmaz, AG İklim Değişikliğinin Antalya, Türkiye'de Tarihsel ve Gelecekteki Aşırı Yağışlara Etkileri. *Hidrolik Bilimi J.* **2015**, *60*, 2148–2162. [ÇaprazRef]
105. Heo, J.-H.; Ahn, H.; Shin, J.-Y.; Kjeldsen, TR; Jeong, C. Yağış Verilerinin Önyargı Düzeltmesi için Bir Kantil Eşleme Tekniği için Olasılık Dağılımları: İklim Değişikliği Altında Yağış Verilerine İlişkin Bir Vaka Çalışması. *su* **2019**, *11*, 1475. [ÇaprazRef]
106. Gan, TY; Ito, M.; Hülsmann, S.; Qin, X.; Lu, XX; Liong, SY; Rutschman, P.; Disse, M.; Koivusalo, H. Olası İklim Değişikliği/ Değişkenliği ve İnsan Etkileri, Kuraklığa Eğilimli Bölgelerin Savunmasızlığı, Su Kaynakları ve Afrika için Kapasite Geliştirme. *Hidrolik Bilimi J.* **2016**, *61*, 1209–1226. [ÇaprazRef]
107. Szalińska, W.; Otop, I.; Tokarczyk, T. Azaltma Önlemlerinin Planlanması İçin Kuru ve Sıcak Tehlikelerin Yerel Kentsel Risk Değerlendirmesi. *İklim. Risk Yönetimi*. **2021**, *34*, 100371. [ÇaprazRef]
108. Yuan, Z.; Liang, C.; Li, D. İklim Değişikliğinin Analizine Dayalı Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi: Hebei ve Guangdong Eyaletlerine İlişkin Bir Vaka Çalışması. *Peyzaj Kent Planı*. **2018**, *177*, 217–226. [ÇaprazRef]
109. Afzal, M.; Ragab, R. Havza Ölçeğinde İklim Değişikliğinin Hidroloji Üzerindeki Potansiyel Etkilerinin Değerlendirilmesi: Kuraklık Endekslerini Kullanarak Gelecekteki Kuraklık Olaylarının Tahminini İçeren Modelleme Yaklaşımı. *Uygulamalı Su Bilim* **2020**, *10*, 215. [ÇaprazRef]
110. Jenkins, K.; Warren, R. Standart Yağış Endeksi Kullanılarak İklim Değişikliğinin Kuraklık Rejimleri Üzerindeki Etkisinin Miktarlandırılması. *Teori. Uygulama. Klimatoloji*. **2015**, *120*, 41–54. [ÇaprazRef]
111. Bong, CHJ; Richard, J. Sarawak Nehri Havzası için Standart Yağış İndeksi (SPI) Kullanılarak Kuraklık ve İklim Değişikliği Değerlendirmesi. *J. Su Tırmanışı Değişimi*. **2020**, *11*, 956–965. [ÇaprazRef]
112. Strzepek, K.; Yohe, G.; Neumann, J.; Boehlert, B. İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Kuraklık Riskindeki Değişikliklerin Karakterizasyonu. *Çevre. Karar. Lett.* **2010**, *5*, 044012. [ÇaprazRef]
113. Coughlan De Perez, E.; Fuentes, I.; Jack, C.; Kruczkiewicz, A.; Pinto, I.; Stephens, E. İklim Değişikliği veya Jeomühendislik Altında Farklı Kuraklık Türleri: Toplumsal Etkilerin Sistemik İncelemesi. *Ön. Tırmanış*. **2022**, *4*, 959519. [ÇaprazRef]
114. Atiem, IA; Siddig, MSA; Hamukwaya, SL; Ahmed, HI; Taha, MMM; Ibrahim, S.; Osman, Y. Mevsimsel Yağış Kuraklık Endekslerinin Değerlendirilmesi, Nyala Şehri Sudan. *Tarım* **2022**, *12*, 1069. [ÇaprazRef]
115. Koutroulis, AG; Papadimitriou, LV; Grillakis, MG; Tsanis, IK; Wyser, K.; Betts, RA Yüksek İklim Değişikliği Altında Tatlı Su Savunmasızlığı. Pan-Avrupa Değerlendirmesi. *Bilim. Toplam Çevre*. **2018**, *613–614*, 271–286. [ÇaprazRef]
116. Hieu, NV; Tuan, NV; Bang, NK; Hai, PH; Ha, LV; Hoa, TT Standartlaştırılmış Akış İndeksi (SSFI) Kullanılarak Hidrolojik Kuraklığın Değerlendirilmesi: Vietnam, Quang Ninh Eyaletindeki Tien Yen Nehri Havzasının Bir Vaka Çalışması. *J. Geosci. Environ. Prot.* **2022**, *10*, 309–326. [ÇaprazRef]
117. Levina; Diaz, B.; Hatmoko, W. Hidrolojik kuraklık endeksi kullanılarak iklim değişikliği etkilerinin değerlendirilmesi. 3. Dünya Sulama Forumu Bildirilerinde, Bali, Endonezya, 1–7 Eylül 2019.
118. Tian, Z.; Lyu, X.-Y.; Zou, H.; Yang, H.-L.; Sun, L.; Pinya, MS; Chao, Q.-C.; Feng, A.-Q.; Smith, B. Uyum Planlamasını Kolaylaştırmak İçin Endeks Tabanlı İklim Risk Değerlendirmesinin Geliştirilmesi: Çin, Şanghay ve Shenzhen'de Uygulama. *İ.T.K. Değiş. Ç.* **2022**, *13*, 432–442. [ÇaprazRef]
119. Dong, X.; Jiang, L.; Zeng, S.; Guo, R.; Zeng, Y. Kent Düzeyinde Kentsel Su Altyapılarının İklim Değişikliğine Karşı Duyarlılığı. *Kaynak. Koru. Geri dönüşür.* **2020**, *161*, 104918. [ÇaprazRef]
120. WSP'nin Tüm NWT Topluluklarındaki Altyapı Üzerindeki İklim Değişikliği Etkilerinin Değerlendirilmesi; Kuzeybatı Toprakları Hükümeti için Hazırlanan Rapor: Yellowknife, NT, Kanada, 2021; s. 61.
121. Lionello, P.; Scarascia, L. Akdeniz Bölgesindeki İklim Değişikliği ile Küresel Isınma Arasındaki İlişki. *Bölge. Çevre. Değişim*. **2018**, *18*, 1481–1493. [ÇaprazRef]

122. Arnell, NW; Delaney, EK İklim Değişikliğine Uyum Sağlama: İngiltere ve Galler'de Kamu Su Temini. *Tırmanış. Değişim*.**2006**,*78*, 227–255. [[ÇaprazRef](#)]
123. Nogherotto, R.; Fantini, A.; Raffaele, F.; Di Sante, F.; Dottori, F.; Coppola, E.; Giorgi, F. Po Nehri Havzasının Taşkın Tehlikesi Haritalaması için Birleşik Hidrolojik ve Hidrolik Modelleme Yaklaşımı. *J. Taşkın Risk Yönetim***2022**,*15*, e12755. [[ÇaprazRef](#)]
124. Rocha, J.; Carvalho-Santos, C.; Diogo, P.; Beça, P.; Keizer, JJ; Nunes, JP İklim Değişikliğinin Su Kıtlığı Olan Akdeniz Bölgesinde (Güney Portekiz) Rezervuar Suyu Kullanılabilirliği, Kalitesi ve Sulama İhtiyaçları Üzerindeki Etkileri. *Bilim. Toplam Çevre*.**2020**,*736*, 139477. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
125. Gorguner, M.; Kavvas, ML Akdeniz Havzasında Gelecekteki İklim Değişikliğinin Rezervuar Depolama Alanları ve Sulama Suyu Talepleri Üzerindeki Etkilerinin Modellenmesi. *Bilim. Toplam Çevre*.**2020**,*748*, 141246. [[ÇaprazRef](#)]
126. Ertürk, A.; Ekdal, A.; Gürel, M.; Karakaya, N.; Güzel, C.; Gönenç, E. Küçük Bir Akdeniz Havzasında İklim Değişikliğinin Yeraltı Suyu Kaynakları Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Bilim. Toplam Çevre*.**2014**,*499*, 437–447. [[ÇaprazRef](#)]
127. Havuz, S.; Frankes, F.; Garcia-Prats, A.; Pulido-Velazquez, M.; Sanchis-Ibor, C.; Schirmer, M.; Yang, H.; Jimenez-MartBennez, J. İklim Değişikliği Altında Taşkından Damla Sulamaya: Akdeniz Bölgesi Valencia'da (İspanya) Evapotranspirasyon ve Yeraltı Suyu Dolumuna Etkiler. *Dünya'nın Geleceği***2021**,*9*, e2020EF001859. [[ÇaprazRef](#)]
128. Qian, Y.; Jackson, C.; Giorgi, F.; Booth, B.; Duan, Q.; Forest, C.; Higdon, D.; Hou, ZJ; Huerta, G. İklim Modelleme ve Projeksiyonda Belirsizlik Miktar Belirlemesi. *Boğa. Am. Meteorol. Soc*.**2016**,*97*, 821–824. [[ÇaprazRef](#)]
129. Van Vuuren, DP; Edmonds, J.; Kainuma, M.; Riahi, K.; Thomson, A.; Hibbard, K.; Hurtt, GC; Kram, T.; Krey, V.; Lamarque, J.-F.; ve ark. Temsili Konsantrasyon Yolları: Genel Bakış. *Tırmanış. Değişim*.**2011**,*109*, 5–31. [[ÇaprazRef](#)]
130. Zittis, G.; Bruggeman, A.; Lelieveld, J. Akdeniz'de Gelecekteki Aşırı Yağış Eğilimlerini Yeniden İncelemek. *Hava İklim. Aşırı*. **2021**,*34*, 100380. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
131. Furlan, E.; Derepasko, D.; Torresan, S.; Pham, HV; Fogarin, S.; Critto, A. 2050'ye Kadar Aşırı Deniz Seviyesi Senaryoları Altında İtalya'da Kıyı Taşkınlarından Kaynaklanan Ekosistem Hizmetleri Tehlike Altında: İklim Değişikliğine Uyum Sağlayan Mekansal Olarak Çözünür Bir Yaklaşım. *Entegre Et. Çevre. Değerlendir. Yönet*.**2022**,*18*, 1564–1577. [[ÇaprazRef](#)]
132. Knutti, R.; Furrer, R.; Tebaldi, C.; Cermak, J.; Meehl, GA Birden Fazla İklim Modelinden Elde Edilen Projeksiyonların Birleştirilmesinde Karşılaşılan Zorluklar. *J. Tırmanış*.**2010**,*23*, 2739–2758. [[ÇaprazRef](#)]
133. Tebaldi, C.; Knutti, R. Olasılıksal İklim Projeksiyonlarında Çoklu Model Topluluğunun Kullanımı. *Fil. Çeviri. R. Soc*.**2007**,*365*, 2053–2075. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
134. Maraun, D.; Çoban, TG; Widmann, M.; Zappa, G.; Walton, D.; Gutierrez, JM; Hagemann, S.; Richter, I.; Soares, PMM; Hall, A.; ve diğerleri. İklim Değişikliği Simülasyonlarının Süreç Bilgili Önyargı Düzeltmesine Doğru. *Nat. Clim. Chang*.**2017**,*7*, 764–773. [[ÇaprazRef](#)]
135. Grillakis, MG; Koutroulis, AG; Daliakopoulos, IN; Tsanis, IK İklim Modellemeli Sıcaklığın Kantil Haritalama Sapması Düzeltmesinde Eğilimleri Koruma Yöntemi. *Dünya Sistem Dinamiği***2017**,*8*, 889–900. [[ÇaprazRef](#)]
136. Maraun, D.; Widmann, M. *İklim Araştırmaları için İstatistiksel Küçültme ve Önyargı Düzeltmesi*; Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere, 2018; ISBN 978-1-107-06605-2.
137. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). Politika Yapıcılar İçin Özet. *İklim Değişikliği 2014: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık. Bölüm A: Küresel ve Sektörel Yönler. Çalışma Grubu II'nin Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Beşinci Değerlendirme Raporuna Katkı*; Field, CB, Barros, VR, Dokken, DJ, Mach, KJ, Mastrandrea, MD, Bilir, TE, Chatterjee, M., Ebi, KL, Estrada, YO, Genova, RC, ve diğerleri, Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Birleşik Krallık; New York, NY, ABD, 2014; s. 1–32.
138. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). *İklim Değişikliği 2022: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık*; IPCC: Cenevre, İsviçre, 2022.
139. Smit, B.; Pilifosova, O.; Burton, I.; Challenger, B.; Huq, S.; Klein, RJT; Adger, N.; Downing, T.; Harvey, E.; Kane, S.; ve diğerleri. Sürdürülebilir Kalkınma ve Eşitlik Bağlamında İklim Değişikliğine Uyum. *İklim Değişikliği 2001: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık. Çalışma Grubu II'nin Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Üçüncü Değerlendirme Raporuna Katkı*; McCarthy, JJ, Canziani, OF, Leary, NA, Dokken, DJ, White, KS, Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Birleşik Krallık, 2001; s. 879–906.
140. Forzieri, G.; Bianchi, A.; Silva, FBE; Marin Herrera, MA; Leblois, A.; Laval, C.; Aerts, JCJH; Feyen, L. Aşırı İklim Koşullarının Avrupa'daki Kritik Altyapılar Üzerindeki Artan Etkileri. *Küresel. Çevre. Değişim*.**2018**,*48*, 97–107. [[ÇaprazRef](#)]
141. Avrupa Komisyonu (EC) Avrupa Toplulukları Komisyonu. Avrupa Kritik Altyapılarının Tanımlanması ve Belirlenmesi ve Korunmalarının İyileştirilmesi İhtiyacının Değerlendirilmesi Hakkında Konsey Direktifi Önerisi, COM (2006) 787 Final 2006.
142. AB-Circle Konsorsiyumu. *D3.4 Bütünsel CI İklim Tehlikesi Risk Değerlendirme Çerçevesi*; EU-CIRCLE Konsorsiyumu: Brüksel, Belçika, 2016.
143. Leventakis, G.; Sfetsos, A.; Nikitakos, N. Bağlantılı Kritik Altyapılar için Risk Değerlendirmesi: Gemi-Liman Arayüzü Örneği. 52. ESReDA Semineri Bildirilerinde 52. ESReDA Semineri, Kaunas, Litvanya, 30 Mayıs 2017; Litvanya Enerji Enstitüsü ve Vytautas Magnus Üniversitesi: Kaunas, Litvanya, 2017.
144. Bouaziz, M.; Medhioub, E.; Csaplovisc, E. Kurak Bölgelerden Uzaktan Yağış Verileri ve Standartlaştırılmış Yağış Endeksi Kullanılarak Kuraklık Takibi ve Tahmini İçin Bir Makine Öğrenme Modeli. *J. Arid. Çevre*.**2021**,*189*, 104478. [[ÇaprazRef](#)]
145. Zhiña, D.; Karadağ, M.; MontalvAn, L.; Mendoza, D.; Contreras, J.; Campoano, L.; Aviles, A. And Dağları Yüksek Dağ Havzasında Zamansal ve Mekansal Kuraklık Değişiminin İklim Değişikliğine Etkileri. *Atmosfer***2019**,*10*, 558. [[ÇaprazRef](#)]

146. Ashaolu, ED; Iroye, KA Yağış ve Potansiyel Buharlaştırma Modelleri ve Nijerya'nın Batı Lithoral Hidrolojik Bölgesindeki İklimsel Su Dengesi Üzerindeki Etkileri. *Ruhuna J. Bilim*.**2018**, *9*, 92. [ÇaprazRef]
147. Barde, V.; Nageswararao, MM; Mohanty, Kaliforniya; Panda, RK; Ramadas, M. Doğu Hindistan Üzerindeki Güneybatı Yaz Muson Yağış Olaylarının Özellikleri. *Teori. Uygulama. Klimatoloji*.**2020**, *141*, 1511–1528. [ÇaprazRef]
148. *ISO31000:2009*, Risk Yönetimi-İlkeler ve Kılavuzlar. ISO: Cenevre, İsviçre, 2009.
149. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). *İklim Değişikliği 2022—Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık: Çalışma Grubu II'nin Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkısı*, Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere, 2023.
150. Forzieri, G.; Feyen, L.; Russo, S.; Voudoukas, M.; Alfieri, L.; Outten, S.; Migliavacca, M.; Bianchi, A.; Rojas, R.; Cid, A. İklim Değişikliği Kapsamında Avrupa'da Çoklu Tehlike Değerlendirmesi. *Tırmanış. Değişim*.**2016**, *137*, 105–119. [ÇaprazRef]
151. *Asya Kalkınma Bankası Su Sektöründe İklim Koruma Yatırımına Yönelik Kılavuz: Su Temini ve Sanitasyon*; Asya Kalkınma Bankası Enstitüsü: Manila, Filipinler, 2016; ISBN 978-92-9257-669-1.
152. Mao, Q.; Li, N. Ağ Bağlantılı Kritik Altyapı Sistemlerinin Dayanıklılığı Üzerindeki Bağımlılıkların Etkisinin Değerlendirilmesi. *Nat. Tehlikeler*.**2018**, *93*, 315–337. [ÇaprazRef]
153. Ajjour, R.; Saleh, Ürdün'deki Küçük ve Orta Ölçekli Su ve Atıksu Sistemlerinde İklim Risk Yönetimi Planlarının (CRMP) Geliştirilmesine Yönelik SB Kılavuzu, Su Sektörü için İklim Risk Planlarının Geliştirilmesine Yönelik Sistematik Yaklaşım 2022.
154. Becher, O.; Pant, R.; Verschuur, J.; Mandal, A.; Paltan, H.; Lawless, M.; Raven, E.; Hall, J. İklimle İlgili Kesintilere Karşı Su Temin Sistemlerini Stres Testi İçin Çoklu Tehlike Risk Çerçevesi. *Dünya'nın Geleceği*.**2023**, *11*, e2022EF002946. [ÇaprazRef]
155. WSP İklim Değişikliği Komitesi. *Altyapı ve Yapılı ve Doğal Ortamlardaki Etkileşimli Riskler Araştırması, İngiltere'nin Üçüncü İklim Değişikliği Risk Değerlendirmesi Kanıt Raporunu Destekliyor*; WSP: Cambridge, İngiltere, 2020.
156. Padmanabhi, R.; Richmond, M.; Naran, B.; Bagnera, E.; Stout, S. İklim Politikası Girişimi: Sel ve Kuraklıklara Karşı Dayanıklılık Oluşturmada İklim Dayanıklı Altyapı Yatırımlarının Takibi. 2022. Çevrimiçi olarak mevcuttur: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2022/12/Tracking-Investments-in-Climite-Resilient-Infrastructure.pdf&ved=2ahUKEwie_Zux3bOKAxUog_0HHfYwPOoQFnoECBQQAQ&usq=AovVaw3s81fGLiSkdALvbpBXMpCX (19 Aralık 2024'te erişildi).
157. Swanson, D.; Murphy, D.; Temmer, J.; Scaletta, T. *Kanada Altyapısının İklim Dayanıklılığını Geliştirmek - İleriye Yönelik Yola İlişkin Bilgilendirme İçin Literatür İncelemesi*; Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü (IISD): Winnipeg, MB, Kanada, 2021.
158. Pathirana, A.; Heijer, FD; Sayers, PB Su Altyapısı Varlık Yönetimi Geliyor. *Altyapılar*.**2021**, *6*, 90. [ÇaprazRef]
159. Wagner, D. Büyük Kentleşmelerde Aşırı Hava Olaylarının Olasılığının ve Potansiyel Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Atmosfer. Çevre*.**1999**, *33*, 4151–4155. [ÇaprazRef]
160. Rodrigues, DT; Gonçalves, WA; Spyrides, MHC; Andrade, LDMB; De Souza, DO; De Araujo, PAA; Da Silva, ACN; Silva, CMSE Brezilya'nın Natal Şehrinde Aşırı Yağış Olaylarının ve Doğal Afetlerin Meydana Gelme Olasılığı. *Kentsel İklim*.**2021**, *35*, 100753. [ÇaprazRef]
161. Vlachogiannis, D.; Sfetsos, A.; Markantonis, I.; Politi, N.; Karozis, S.; Gounaris, N. İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Çoklu Tehlikelerin Oluşumunun Miktarının Belirlenmesi. *Uygulamalı Bilimler*.**2022**, *12*, 1218. [ÇaprazRef]
162. Bubeck, P.; Otto, A.; Weichselgartner, J. Sel Tehlikelerinin Toplumsal Etkileri. *Oxford Doğal Tehlike Bilimi Araştırma Ansiklopedisi*, Oxford University Press: Oxford, İngiltere, 2017; ISBN 978-0-19-938940-7.
163. Meyer, V.; Becker, N.; Markantonis, V.; Schwarze, R.; Van Den Bergh, CJM; Bouwer, LM; Bubeck, P.; Ciavola, P.; Genovese, E.; Green, C.; ve diğerleri. İnceleme Makalesi: Doğal Tehlikelerin Maliyetlerinin Değerlendirilmesi - Son Teknoloji ve Bilgi Boşlukları. *Nat. Tehlikeleri Dünya Sistemleri Bilim*.**2013**, *13*, 1351–1373. [ÇaprazRef]
164. Yeşil, C.; Viavattene, C.; Thompson, P. *Taşkın Kayıplarının Değerlendirmeye Yönelik Kılavuz—CONHAZ Raporu*; Middlesex Üniversitesi: Londra, İngiltere, 2011.
165. Porter, JR; Marston, ML; Shu, E.; Bauer, M.; Lai, K.; Wilson, B.; Pope, M. Tarihi Talep Verilerini Kullanarak Amerika Birleşik Devletleri İçindeki Alanlar İçin Yağmursal Derinlik-Hasar Fonksiyonlarının Tahmini. *Nat. Tehlikeler Rev.*.**2023**, *24*, 04022048. [ÇaprazRef]
166. McClelland, D.; Bowles, D. *Baraj Güvenliği Risk Değerlendirmesi İçin Yaşam Kaybının Tahmini—Bir İnceleme ve Yeni Yaklaşım*; Baraj Güvenliği Risk Yönetimi Enstitüsü, Utah Eyalet Üniversitesi: Logan, UT, ABD, 2002.
167. Allaire, M. Taşkınların Sosyo-Ekonomik Etkileri: Ampirik Literatürün İncelenmesi. *Su Güvenliği*.**2018**, *3*, 18–26. [ÇaprazRef]
168. Del Giudice, V.; Salvo, F.; De Paola, P.; Del Giudice, FP; Tavano, D. Üretken ve Çevresel Kaynaklar için Ex-Ante Sel Hasarlarının Para Değerleme Modeli. *su*.**2024**, *16*, 665. [ÇaprazRef]
169. Nobanee, H.; Alhajjar, M.; Abushairah, G.; Al Harbi, S. İtibar Riski ve Sürdürülebilirlik: İlgili Literatürün Bibliyometrik Analizi. *Riskler*.**2021**, *9*, 134. [ÇaprazRef]
170. Avrupa Çevre Ajansı. *Avrupa Enerji Sistemi için Uyum Zorlukları ve Fırsatları: İklim Dayanıklı Düşük Karbonlu Bir Enerji Sistemi Oluşturmak*; Yayın Ofisi: Lüksemburg, 2019.
171. İklim Uyum Sağlayan Uyum Seçenekleri. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/tr/bilgi/adaptasyon-bilgileri/adaptasyon-seçenekleri> (19 Aralık 2024'te erişildi).
172. Avrupa Komisyonu. *Bölgesel ve Kentsel Politika Genel Müdürlüğü; EY; Arcadis. Büyük Altyapı Projelerinin İklim Değişikliğine Uyum: İklim Dayanıklı Altyapının Geliştirilmesine Yardımcı Olmak İçin Mevcut Kaynakların Bir Değerlendirmesi*; Yayın Ofisi: Lüksemburg, 2018.

173. Climate-ADAPT, Ülke Profilleri. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/ülkeler-bölgeler/ülkeler> (21 Ekim 2024'te erişildi).
174. Leitner, M.; Dworak, T.; Johnson, K.; Lourenço, TC; Lexer, W.; Vanneuville, W.; Tomasova, A.; Prutsch, A. *AEA Üye Ülkelerinde İklim Uyum Eylemini Raporlamak İçin Anahtar Tip Ölçümlerin Kullanılması*, Avrupa İklim Değişikliği Etkileri, Savunmasızlık ve Uyum Merkezi (ETC/CCA): Bologna, İtalya, 2021.
175. Zabel, A.; Häusler, M.-M. Yeşil Altyapı için Politika Araçları. *Peyzaj Kent Planı*. **2024**, *242*, 104929. [ÇaprazRef]
176. Samad, M. Deniz Seviyesi Değişimi Uyum Politikaları ve ABD Federal Projeleri için Uygulama Çerçevesi. 39. IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde, Granada, İspanya, 19-24 Haziran 2022.
177. Kolokytha, E. "Ekonominin Yeşillenmesi" İklim Altında Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetiminin Cevabı mı? 37. IAHR Dünya Kongresi 2017 Bildirileri, Kuala Lumpur, Malezya, 13-18 Ağustos 2017.
178. Kolokytha, E.; Milopoulos, Y. Su Kaynakları Yönetimi ve Mühendisliğinin Yeniden Yönlendirilmesi. 39. IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde, Granada, İspanya, 19-24 Haziran 2022.
179. Jun, X. Su Güvenliği Sorunu ve Değişen Çevre İçin Çin'in Uyarlanabilir Su Yönetimi. 37. IAHR Dünya Kongresi 2017 Bildirileri, Kuala Lumpur, Malezya, 13-18 Ağustos 2017.
180. Vojinovic, Z.; Sanchez, A.; Alves, A.; Abebe, Y.; Medina, N.; Domingo, NS; Djordjevic, S.; Chen, A.; Pyatkova, K.; Pelling, M.; ve diğerleri. Bütünsel Risk Değerlendirmesiyle İklim Değişikliğine Uyum Sağlama - İnci Yaklaşımı. 37. IAHR Dünya Kongresi 2017 Bildirilerinde, Kuala Lumpur, Malezya, 13-18 Ağustos 2017.
181. Silva, ACS; GalvAo, CO; Ribeiro, MMR; Andrade, TS İklim Değişikliğine Uyum İçin Su Yönetiminin Kurumsal Analizi. 37. IAHR Dünya Kongresi 2017 Bildirilerinde, Kuala Lumpur, Malezya, 13-18 Ağustos 2017.
182. Loudyi, D.; Ezzaoui, A.; Fahd, A. Bouregreg ve Chaouia Nehir Havzasında Taşkın Koruma Stratejisi: Fas'ta İklim Değişikliğine Uyum Önlemlerine Örnek. 35. IAHR Dünya Kongresi Bildirileri (Chengdu, 2013), Chengdu, Çin, 8-13 Eylül 2013.
183. Wongs, S.; Sueathung, S.; Tebakari, T. Bangpakong Nehri, Tayland'da İklim Değişikliği ve Uyarlanabilir Su Yönetimi. 22. IAHR APD Kongresi Bildirilerinde (Sapporo, 2020), Sapporo, Japonya, 14-17 Eylül 2020.
184. Kim, GJ; Yoon, HN; Seo, SB; Kim, Y.-O. Kore'de Kuraklığın Azaltılması İklim Değişikliğine Uyum Konseyi için Ortak Vizyon Planlamasının Uygulanması. 38. IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde (Panama, 2019), Panama Şehri, Panama, 1-6 Eylül 2019.
185. Ncube, S.; Arthur, S.; Fenner, R.; Kapetas, L. Kentsel Drenaj Uyarlama Planlamasında Doğal Sermayenin Dinamik Evrimi. 6. IAHR Avrupa Kongresi Bildirilerinde, Varşova, Polonya, 29 Haziran-2 Temmuz 2020.
186. Thistlethwaite, J.; Henstra, D. Kanada'da Belediye Taşkın Risk Paylaşımı: Bir Politika Aracı Analizi. *Olabilmek. Su Kaynağı. J./Rev. Olabilmek. Des Resour. Hidro*. **2017**, *42*, 349-363. [ÇaprazRef]
187. Yanagihara, H.; Kazama, S.; Tada, T. Japonya'daki Yağmur Su Baskınları için Yüksek Katlı Evlerin Değerlendirilmesi. 40. IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde, Viyana, Avusturya, 21-25 Ağustos 2023.
188. Dada, A.; Leoni, P.; Barteni, F.; Grossi, G. Brescia'daki (Kuzey İtalya) Kentsel Drenaj Sisteminin İklim Değişikliğine Dayanıklılığı: Ön Analiz. 39. IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde, Granada, İspanya, 19-24 Haziran 2022.
189. Butts, M.; Jensen, R.; Larsen, J.; Mueller, H.; Richaud, B.; Larsen, P.; Barrera, M.A.C. Rezervuar Girişlerinin Mevsimsel Tahmini ve Belirsizlikleri. 37. IAHR Dünya Kongresi 2017 Bildirilerinde, Kuala Lumpur, Malezya, 13-18 Ağustos 2017.
190. Russo, B.; Martinez, M.; Paindelli, A. Life Baetulo Projesi: Çok Riskli Erken Uyarı Sistemine Dayalı Kentsel Alanlarda Ani Sel Baskınlarıyla Başa Çıkmak İçin İklim Değişikliğine Uyum Örneği. 7. IAHR Avrupa Kongresi Bildirileri (Atina, 2022), Atina, Yunanistan, 7-9 Eylül 2022.
191. Lopez Lara, J.; Fernandez, A.; Lucio, D.; Machado, A.; Rodriguez, PL; De La Cruz Modino, R.; Herrera, G.; Comes, L.; Losada, I.; Tomas, A. Macaronesia Kıyı Kentsel Alanlarında İklim Değişikliğiyle Artan Kıyı Taşkınlarına Karşı Esnek Uyum Stratejileri. 39. IAHR Dünya Kongresi Bildirileri, Granada, İspanya, 19-24 Haziran 2022.
192. Levonyan, L.; Simonyan, A. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Erişilebilirlik ve Ermenistan'da Sulamalı Tarımın Geliştirilmesi Üzerindeki Etkisine Uyum. 35. IAHR Dünya Kongresi Bildirileri (Chengdu, 2013), Chengdu, Çin, 8-13 Eylül 2013.
193. Elsener Metz, J.; Huang, Y.; Schneider, A.; Holthausen, N.; Willi, C.; Zahner, P.; Wang, L.; Hess, J. Çin'in Changjiang Havzasında Sel Riski ve Su Kaynakları Yönetiminin İklim Değişikliğine Uyarlanması. 2013 IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde, Chengdu, Çin, 8-13 Eylül 2013.
194. Somorowska, U. Son On Yıllarda Polonya'da Ekolojik Kuraklık Olaylarının Sinyallerini Algılama. 6. IAHR Avrupa Kongresi Bildirileri, Varşova, Polonya, 29 Haziran-2 Temmuz 2020.
195. Yamada, TJ; Hoshino, T. Gelecekteki iklim değişikliği için politika karar alma veritabanını kullanarak, Kuzey Japonya'daki Hokkaido'daki gelecekteki sel riskinin analizi (d4PDF). 22. IAHR APD Kongresi Bildirileri (Sapporo, 2020), Sapporo, Japonya, 14-17 Eylül 2020.
196. Estrela-Segrelles, C.; Perez-MartBenn, M.A. İklim Değişikliğinin Etkisiyle İlişkili Tehlike, Maruziyet, Savunmasızlık ve Risk Haritaları. J'de Uygulamaüaraba Nehir Havzası Bölgesi. 39. IAHR Dünya Kongresi Bildirileri, Granada, İspanya, 19-24 Haziran 2022.
197. Busca, F.; GÖmez-Villarino, MT; Revelli, R. İklim Değişikliğine Uyum Sağlamak İçin Kentsel Ağaçlar ve Su Yönetimi. 40. IAHR Dünya Kongresi Bildirilerinde, Viyana, Avusturya, 21-25 Ağustos 2023.

198. Kamada, M.; Muto, Y.; Imai, Y. Yeşil Altyapı Olarak Paddy Tarlaları. 37. IAHR Dünya Kongresi 2017 Bildirilerinde, Kuala Lumpur, Malezya, 13-18 Ağustos 2017.
199. Oshikawa, H.; Komatsu, T. Seri Halinde İnşa Edilen Kuru Barajların Taşkın Kontrol Kapasitesi. 35. IAHR Dünya Kongresi Bildirileri (Chengdu, 2013), Chengdu, Çin, 8-13 Eylül 2013.
200. Sittoni, L.; Boer, J.; Dankers, P.; Hermans, A.; Van Eekelen, EMM; Van der Goot, F.; Nieboer, H. 2020'de Hollanda Doğa Bazlı ve Faydalı Tortu Kullanımı Pilotları. 6. IAHR Avrupa Kongresi Bildirilerinde, Varşova, Polonya, 29 Haziran-2 Temmuz 2020.
201. Benitez, C.; Schmidt, G.; Dworak, T. Kuraklığa Karşı İklim Uyumunda Doğa Temelli Çözümlerin Maliyet ve Faydalarının Değerlendirilmesine Yaklaşım. 7. IAHR Avrupa Kongresi Bildirileri (Atina, 2022), Atina, Yunanistan, 7-9 Eylül 2022.
202. Komkong, T.; Wongs, S.; Nakamura, S. Tayland, Bangkok'taki kentsel alanlarda iklim değişikliğine uyum önlemlerinin incelenmesi. 22. IAHR APD Kongresi Bildirileri (Sapporo, 2020), Sapporo, Japonya, 14-17 Eylül 2020.
203. Khalil, U.; Yang, S.; Sivakumar, M. Aşağı Akış Depolama Yoluyla Kıyı Taşkın Adaptasyonunu Değerlendirmek İçin Sayısal Modelleme: Brisbane Avustralya için Kıyı Rezervuarı Vaka Çalışması. 6. IAHR Avrupa Kongresi Bildirilerinde, Varşova, Polonya, 29 Haziran-2 Temmuz 2020.
204. Tigelaar, JH; Kapetaş, L.; Morel, M. Vatandaşları Çok Amaçlı Doğa Temelli Çözümlerle İlgilendirmek: Amsterdam'ın RESILIO Mavi-Yeşil Çatı Projesi Örneği. 6. IAHR Avrupa Kongresi Bildirileri, Varşova, Polonya, 29 Haziran-2 Temmuz 2020.
205. Pulido-Velazquez, D.; Baena, L.; Belediye Başkanı-RodrBenguez, B.; Zorrilla-Miras, P.; GarcBena-ArOstegui, JL; Collados-Lara, AJ; Pardo-Igúzquiza, E.; RodrBenguez-Cabellos, J.A.; EğreltiotuAndez-Silva, MJ; Viseas-Trinidad, FJ; ve diğerleri. Yukarı Guadiana Havzası'nda (Orta İspanya) İklim Değişikliğine Uyum Stratejilerinin Tanımlanmasında Katılımcı Süreçlerin Katkısı. 6. IAHR Avrupa Kongresi Bildirileri, Varşova, Polonya, 29 Haziran-2 Temmuz 2020.
206. ISO 14091:2021; Teknik Komite ISO/TC 207 İklim Değişikliğine Uyum - Savunmasızlık, Etkiler ve Risk Değerlendirmesi Hakkında Kılavuz. ISO: Cenevre, İsviçre, 2021.
207. ABD EPA İklim Değişikliği Uyum Kaynak Merkezi. Çevrimiçi olarak mevcuttur:<https://www.epa.gov/arc-x> (19 Aralık 2024'te erişildi).
208. Hallegatte, S. Uyum Önlemlerinin Maliyet-Fayda Analizindeki Belirsizlikler ve Karar Alma İçin Sonuçlar. *İklim Bildirileri*; Linkov, I., Bridges, TS, Editörler; Springer: Dordrecht, Hollanda, 2011; s. 169-192.
209. Quagliolo, C.; Roebeling, P.; Mendonça, R.; Pezzoli, A.; Comino, E. Biyofiziksel ve Ekonomik Değerlendirmenin Entegre Edilmesi: Kentsel Taşkın Ekstrem Durumlarına Doğa Temelli Uyumun İncelenmesi. *Şehir Bilimi*.2022,6, 53. [ÇaprazRef]
210. Kourtis, IM; Tsihrintzis, VA Kentsel Drenaj Ağlarının İklim Değişikliğine Uyarlanması: Bir İnceleme. *Bilim. Toplam Çevre*.2021, 771, 145431. [ÇaprazRef] [PubMed]
211. Kirshen, P.; Aytur, S.; Hecht, J.; Walker, A.; Burdick, D.; Jones, S.; Fennessey, N.; Bourdeau, R.; Mather, L. İklim Değişikliğine Uyumda Uygulanan Entegre Kentsel Su Yönetimi. *Kentsel İklim*.2018,24, 247-263. [ÇaprazRef]
212. Bojovic, D.; Giupponi, C.; Klug, H.; Morper-Busch, L.; Cojocar, G.; Schörghofer, R. Alplerde Su Uyum Önlemlerinin Analizini Destekleyen Çevrimiçi Bir Platform. *J. Çevre Plan. Yön.*2018,61, 214-229. [ÇaprazRef]
213. Le Blanc, D. *E-Katılım: Son Niteliksel Eğilimlere Hızlı Bir Bakış*, Birleşmiş Milletler, Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı: New York, NY, ABD, 2020.
214. *Metro Vancouver Altyapısının İklim Değişikliğine Karşı Duyarlılığı Fraser Kanalizasyon Alanı Altyapısı Son Raporu*, Kerr Wood Leidal Associates Ltd.: Vancouver, BC, Kanada, 2009; s. 125.
215. Stamou, A.; Mitsopoulos, G.; Stamou, A.; Varotsos, KV; Giannakopoulos, C.; Koutroulis, A. Akdeniz bölgesindeki barajların ve rezervuarların iklim değişikliğine karşı hassasiyeti: Kuzey Yunanistan'daki Almopeos barajı örneği. 41. IAHR Dünya Kongresi Genişletilmiş Özetler Kitabı Bildirilerinde, Singapur, 22 Haziran 2025.
216. Alexandrakakis, G.; Poulos, SE Sahil Erozyonu Hassasiyetinin Değerlendirilmesine Bütünsel Bir Yaklaşım. *Bilim Temsilcisi*.2014,4, 6078. [ÇaprazRef]
217. Papagiannaki, K.; Giannaros, TM; Lykoudis, S.; Kotroni, V.; Lagouvardos, K. Akdeniz Bölgesinde Yangın Tehlikesine İlişkin Hava Durumuyla İlgili Eşikler: Yunanistan Örneği. *Ziraat. İçin. Meteorol.*2020,291, 108076. [ÇaprazRef]
218. Noto, LV; Cipolla, G.; Pumo, D.; Francipane, A. Akdeniz Havzasında İklim Değişikliği (Bölüm II): İklim Değişikliği Modellemesi ve Etki Analizlerindeki Zorluklar ve Belirsizliklerin İncelenmesi. *Su Kaynakları Yönetimi*.2023,37, 2307-2323. [ÇaprazRef]
219. Du, Y.; Wang, D.; Zhu, J.; Wang, D.; Qi, X.; Cai, J. Küresel Kara Üzerindeki Yağışın Simülasyonu ve Tahmininde CMIP5 ve CMIP6 Modellerinin Kapsamlı Değerlendirmesi. *Uluslararası J. Climatol.*2022,42, 6859-6875. [ÇaprazRef]
220. Katragkou, E.; Sobolowski, SP; Teichmann, C.; Solmon, F.; Pavlidis, V.; Rechid, D.; Hoffmann, P.; Fernandez, J.; Nikulin, G.; Yakup, D. Yeni Nesil CMIP6 Odaklı EURO-CORDEX Bölgesel İklim Simülasyonları için Geliştirilmiş Bir Çerçeve Sunmak. *Boğa. Am. Meteorol. Soc.*2024,105, E962-E974. [ÇaprazRef]
221. Sobolowski, S.; Somot, S.; Fernandez, J.; Evin, G.; Maraun, D.; Kotlarski, S.; Jüri, M.; Benestad, RE; Teichmann, C.; Christensen, OB; ve diğerleri. *EURO-CORDEX CMIP6 GCM Seçimi ve Topluluk Tasarımı: En İyi Uygulamalar ve Öneriler*, Zenodo: Cenevre, İsviçre, 2023.
222. Varotsos, KV; Dandou, A.; Papangelis, G.; Roukounakis, N.; Kitsara, G.; Tombrou, M.; Giannakopoulos, C. Attika için İklim Projeksiyonlarını İstatistiksel Olarak Küçültmek İçin Yeni Yerel Yüksek Çözünürlüklü Günlük Izgaralı Veri Kümesinin Kullanılması. *İklim. Dinamiği*.2023,60, 2931-2956. [ÇaprazRef]
223. Huddleston, P.; Smith, TF; White, I.; Elrick-Barr, C. Kıyı Kritik Altyapı Sağlayıcılarının Uyarlanabilir Kapasitesini Etkileyen Nedir? *Kentsel İklim*.2023,48, 101416. [ÇaprazRef]

224. Van Ootegem, L.; Verhofstadt, E.; Van Herck, K.; Creten, T. Çok Değişkenli Çoğul Taşkın Hasar Modelleri. *Çevre. Etki Değerlendirmesi. Rev.* **2015**, *54*, 91–100. [ÇaprazRef]
225. Rözer, V.; Kreibich, H.; Schröter, K.; Müller, M.; Sairam, N.; Doss-Gollin, J.; Lall, U.; Merz, B. Olasılıksal Modeller Harvey Kasırgası Yağmursal Sel Kayıp Tahminlerindeki Belirsizliği Önemli Ölçüde Azaltıyor. *Dünya'nın Geleceği* **2019**, *7*, 384–394. [ÇaprazRef]
226. Vinke-De Kruijf, J.; Heim LaFrombois, ME; Warbroek, B.; Morris, JC; Kuks, SMM İklim Dayanıklı Su Altyapısı: Bir Eylem Çağrısı. *J. Crit. Altyapı. Politikası* **2024**, *5*, 17–29. [ÇaprazRef]
227. Funke, F.; Kleidorfer, M. Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemlerinin Yağış Olaylarına ve Arızalara Duyarlılığı. *Mavi-Yeşil Sist.* **2024**, *6*, 33–52. [ÇaprazRef]
228. EPA Tesislerinde EPA Yağmur Suyu Yönetim Uygulamaları. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.epa.gov/greeningepa/stormwater-management-practices-epa-facilities> (28 Ağustos 2024'te erişildi).
229. Ariyaratna, IS; Abeyrathna, WP; Jamei, E.; Chau, H.-W. Avustralya'da Yaşanabilir ve Sağlıklı Şehirler için Etkili Bir Kentsel Taşkın Azaltma Stratejisi Olarak Mavi-Yeşil Altyapının (BGI) Uygulanmasının İncelenmesi. *Mimarlık* **2023**, *3*, 461–476. [ÇaprazRef]
230. Diep, L.; Dodman, D.; Parikh, P. Çok Düzeyli Bir Bakış Açısıyla Gayri Resmi Yerleşimlerde Yeşil Altyapı. *Su Alternatifi.* **2019**, *12*, 554–570.
231. Acuña-Coll, N.; Sánchez-Silva, M. Altyapı Yönetiminde Sistem Düşüncesi ve Esnekliğin Entegre Edilmesi. *Yenilik. Altyapı. Çözüm.* **2023**, *8*, 144. [ÇaprazRef]
232. Vekaria, D.; Sinha, S. aiWATERS: Su Sektörü için Yapay Zeka Çerçevesi. *AI İnşaat Müh.* **2024**, *3*, 6. [ÇaprazRef]
233. Panigrahi, D. Modernizing Water Management: How AI, 3D, And Immersive Reality Transform Water Utility Organizations Through Digital Twins. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.wateronline.com/doc/modernizing-water-management-how-ai-d-and-immersive-reality-transform-water-utility-organizations-through-digital-twins-0001> (19 Aralık 2024'te erişildi).
234. Kamyab, H.; Khademi, T.; Cheliapan, S.; SaberiKamarposhti, M.; Rezanya, S.; Yusuf, M.; Farajnezhad, M.; Abbas, M.; Hun Jeon, B.; Ahn, Y. Su Kaynakları Yönetiminde Yapay Zeka ve Büyük Veri Analitiğinin Kullanımına Yönelik En Son Yenilikçi Yollar. *Sonuçlar Müh.* **2023**, *20*, 101566. [ÇaprazRef]
235. Najafi, H.; Shrestha, PK; Rakovec, O.; Apel, H.; Vorogushyn, S.; Kumar, R.; Thober, S.; Merz, B.; Samaniego, L. Nehir Taşkınları için Yüksek Çözünürlüklü Etki Tabanlı Erken Uyarı Sistemi. *Ulusal Topluluk.* **2024**, *15*, 3726. [ÇaprazRef] [PubMed]

Yasal Uyarı/Yayıncının Notu: Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler yalnızca bireysel yazar(lar) ve katkıda bulunan(lar) aittir ve MDPI ve/veya editör(ler) e ait değildir. MDPI ve/veya editör(ler), içerikte atıfta bulunan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan herhangi bir kişi veya mal yaralanmasından sorumlu değildir.