

DERLEME / LITERATURE REVIEW

# İklim Değişikliğinin Sucul Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi

## Assessing the Effects of Climate Change on the Aquatic Ecosystem

Beril Ömeroğlu Tapan<sup>1</sup>  Arzu Morkoyunlu Yüce<sup>2</sup>  Mohamed Hassan Sheikh Abdi<sup>1</sup>   
Füsun Öncü<sup>1</sup> 

1 Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim dalı, Kocaeli/Türkiye

2 Kocaeli Üniversitesi, Hereke Asım Kocabıyık MYO, Çevre Temizlik Hizmetleri Bölümü, Kocaeli/Türkiye

### Özet

Su, hayatın sürdürülebilirliği, yaşam döngüsünün devam etmesi açısından en önemli bir kaynaktır. Bu çalışmada, iklim değişikliğinin sucul ekosistemler, üzerine etkisi, suyu korumak adına yapılan minimaliz yaşam çalışmaları, akıllı şehirler, suyun sürdürülebilirliği, suyun korunması, enerji kaynaklarının korunması ve yenilenmesi, son zamanlarda daha da popüler olan su ayak izi konularının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, küresel ısınmayla ilgili olan bilimsel veriler ışığında, sucul ekosistemlerin, çevresel, biyolojik ve su kalitesi parametreleri değerlendirilmiştir. Türkiye denizleri üzerinde, küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri sonucu deniz suyu sıcaklığındaki ve su parametrelerindeki değişiklikler meydana gelmiştir. Bazı bölge sularında yükselmeler, doğal afetlerde de artışlar gözlemlenmiştir. Bazı bölgelerde de sulara çekilme hatta yok olma ve kuraklık etkisi görülmekte buna bağlı sucul ekosistemdeki canlılarda toplu ölümler ve nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya gelen türler bulunmaktadır. Yağışlarda oluşan değişiklik nedeni ile yüzey, yeraltı kaynakları, içme suları da olumsuz etkilenmektedir. Tüm bunların haricinde tarımsal sulamadaki hata ve bilinçsizlik nedeni ile de kuraklığın giderek artmasını neden olduğu aynı zamanda yaşam alanlarında, iş alanlarında da suların bilinçsiz kullanılması kuraklığı arttırmaktadır. İçilebilir su kaynaklarını korumak adına evsel su sarfiyatını azaltmak evsel atık su arıtımı gerçekleştirilen, evlerde kullanılan suların geri kullanımı konusunda adımlar atmak, gelişen teknolojiye faydalanmaktır. Hatta yağmur suyu toplama alanları oluşturularak evlerde akıllı ev sistemlerinden faydalanmak gereklidir. Tarım alanında su tüketimini azaltmak için; vahşi sulamadan olabildiğince kullanmamak hatta vazgeçmek, damlacık ile sulama sistemlerin yaygınlaştırılması, suyun sürdürülebilirliği ve politikası konusunda gerekli yönetimsel kararların geliştirilmesi gerekli yasa ve düzenlemeler yapmak önemli noktalar. Akıllı şehirler, geri dönüşüm sistemleri ve kendi enerjisini suyunu üreten sistemler kurularak enerji verimliliği sağlamak ve bu konuda teknolojik gelişmeleri takip edip hayata geçirebilmek, su kaynaklarımızın korunması ve sürdürülebilir olması açısından çok önemli adımlardır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Su, Sürdürülebilirlik.

### Abstract

Water is the most important resource for the sustainability of life and the continuation of the life cycle. In this study, it is aimed to reveal the effects of climate change on aquatic ecosystems, minimal living studies to protect water, smart cities, water sustainability, water conservation, conservation and renewal of energy resources, and water footprint, which has become more popular recently. In this context, environmental, biological, ecological and water quality parameters of aquatic ecosystems were evaluated in the light of scientific data related to global warming. In the seas of Turkey, changes in sea water temperature and water parameters have occurred as a result of climate changes due to global warming. Increases in the waters of some regions and increases in natural disasters have been observed. In some regions, the effects of withdrawal, extinction and drought are observed in the waters, and accordingly, there are mass deaths and species that are in danger of extinction in the aquatic ecosystems. Due to the change in precipitation, surface, underground resources and drinking water are also adversely affected. Apart from all these, the increase in drought due to errors and ignorance in agricultural irrigation also increases the drought in the unconscious use of water in living areas and business areas. It is to reduce domestic water consumption in order to protect potable water resources, to take steps to reuse domestic wastewater treated and to reuse water used in homes, to benefit from developing technology. In fact, it is necessary to make use of smart home systems in homes by creating rainwater collection areas. To reduce water consumption in agriculture; It is important not to use or even abandon wild irrigation, to expand drip irrigation systems, to develop necessary administrative decisions about water sustainability and policy, and to make necessary laws and regulations. Ensuring energy efficiency by establishing smart cities, recycling systems and systems that produce their own energy and water, and being able to follow and implement technological developments in this regard are very important steps in terms of protecting and sustaining our water resources.

**Keywords:** Climate Change, Water, Sustainability.

**Bu makaleden şu şekilde alıntı yapınız / Cite this article as:** Ömeroğlu Tapan B, Morkoyunlu Yüce A, Sheikh Abdi MH, Öncü F. İklim Değişikliğinin Sucul Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi. Climatehealth. 2021;1(2):108-114

### Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Beril Ömeroğlu Tapan, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Kocaeli/Türkiye  
E-mail: beril.omeroglu@gmail.com



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## 1. GİRİŞ/ INTRODUCTION

Dünyada iklim değişikliği, küresel ısınmanın bize sunmuş olduğu en kötü hediyelerden bir tanesi olarak kabul edilmekte bu bağlamda en çok çalışmalar, projeler üretilen alanlardan bir tanesidir. Sucul ekosistemde bu konudan oldukça fazla etkilenmektedir. Kuraklık, sulardaki ani sıcaklık değişiklikleri zaten hassas olan sucul organizmaları negatif yönde etkilemekte hatta türlerinin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya gelmesine neden olmaktadır. Bu durumda ekolojik dengenin bozulmasına ve yaşam döngüsünde problemlere yol açacaktır. Dengeleri korumak adına alabileceğimiz önlemler ve geliştirilecek projeler sayesinde dengeleri korumak mümkün olacaktır (Altun, 2017).

## 2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SUCUL EKOSİSTEM ÜZERİNE ETKİLERİ VE ALINACAK ÖNLEMLER

Günümüzde küreselleşme, nüfustaki hızlı yükseliş, şehirleşme ve iklim değişikliğini düşünecek olursak içinde bulunduğumuz zamanda, su kaynakları giderek azalmakta ve sektörel anlamda bilinçsiz tüketimde buna eklendiğinde ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Türkiye kendi su kaynaklarını korumak adına su yönetimi ciddi önem taşımaktadır (WWF-Türkiye, 2014). Su yönetimi, su ayak izi, tarımda sürdürülebilirlik, deniz ekosistemi etkileri, akıllı kentlerde su yönetimi gibi alanlarında iklim değişikliği etkileri ve alınabilecek önlemler büyük önem taşımaktadır.

### 2.1. Küresel Isınmanın Balıklar ve Deniz Ekosistemleri Üzerine Etkileri ve Alınması Gereken Önlemler

Günümüzde iklim değişikliği yalnızca toprakları değil suları da ciddi anlamda etkilemektedir. Özellikle sulak alanların etkilenmesi su ürünleri açısından tehdit oluşturmaktadır. Su ürünleri kaliteli protein kaynağı açısından önem teşkil etmektedir. Sucul ekosistem buldukları ortam şartlarından çok kolay etkilenen ve hassas canlılardır (Kayhan, ve diğerleri, 2015). Akdeniz ve Ege Denizi açısından inceleyecek olursak; Kızıldeniz'den Türkiye'ye 63 tane lesepsiyen tür geldiği belirtilmiştir (Yılmaz, 2002) (Lazzari, ve diğerleri, 2014). 11 adeti ekonomik değer taşımaktadır. Akdeniz'de balıkçılık diğer denizlere göre artış göstermektedir. Ekonomik olarak iyi olsa da ekolojik yaşam alanları açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Türler kendi

aralarında rekabet yaşamakta bu durumda üremeyi ve yerel türlerimizi negatif yönde etkilemektedir. Yine Akdeniz'de tür olarak Hint Okyanusu'ndan gelen 30 tür ve Kızıl Deniz'den gelen 300 tür yaşamaktadır (Cirik & Akçalı, 2002). İskenderun Körfezi'ndeki çalışmada ise su sıcaklığının yükselmesi nedeniyle ekonomik açıdan önemli türlerden olan Levrek ve Çipura balıklarının yetiştiricilik açısından ve doğal avlanma açısından negatif etkilendiği rapor edilmiştir (Torcu & S, 2000). Akdeniz sularında tropikalleşme izlenmekte ve tüm Akdeniz'i etkilemektedir. Akdeniz de su yüksekliği 2030'a kadar 12 ile 18 cm yükselmesi, 2050'e kadar 14 ile 38 cm aralığında yükselmesi ve 2100 yılında ise 35 ile 65 cm arasında yükselmesi beklenmektedir (Zaitsev & Öztürk, 2001). Son zamanlarda 0,2°C derece su sıcaklığının Batı Akdeniz'de yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu yükseliş nedeniyle balıklar açısından ölümcül tehdit oluşturmaktadır. (Paroissien, ve diğerleri, 2015). Gidişatın bu doğrultuda devam ettiği düşünülecek olursa bazı türlerin göç etmesi, çoğalamaması ve ciddi ekonomik kayıplar ön görülmektedir (Kuleli, 2010). Su sıcaklığının artması nedeniyle mercanların fazla olduğu alanlarda mercan ölümleri gözlemlenmektedir. Ege ve Akdeniz sularında artan sıcaklık sonucu yapılan çalışmalarda Gorgon yumuşak mercanının popülasyonunun tehlikeli oranda azaldığı raporlanmıştır (Karakaş & Türkoğlu, 2005). Karadeniz ve Marmara Denizi açısından inceleyecek olursak; Karadeniz'in küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisiyle "Akdeniz"leştiği tespit edilmiştir. Akdeniz'deki bazı tür çeşitlerinin Karadeniz'e girmeye başladığı gözlemlenmiştir (TÜDAV, 2017). Karadeniz'de son otuz senede ekonomik açıdan önemli olan 26 balık türünün 6'ya düştüğü tespit edilmiştir (Sağlam, Düzgüneş, & Balık, 2008). Bunun nedenlerinden birinin çevresel kirlilik olduğu ortaya koyulmuştur. Özellikle Karadeniz için yerel türlerden biri olan hamsinin yaptığı göçün azaldığı kanısına varılmış ve yüksek ekonomik değer sahip bu türün neslinin tükenebileceği ön görülmektedir. Hamsi gibi avcılığı çok yapılan bir diğer türümüzde istavrittir. Denizlerin tam soğumamasından dolayı artık anaç istavritlerin yumurtlama dönemine denk gelen av yasağının bitiş dönemi nedeniyle sayılarında ciddi azalma söz konusu olma ihtimali vardır. Balıklar için su sıcaklığı her bakımdan önem teşkil etmektedir. Sıcaklığın olumsuz etkilediği bir diğer unsur da denizlerden nehirlere ya da nehirlere denizlere

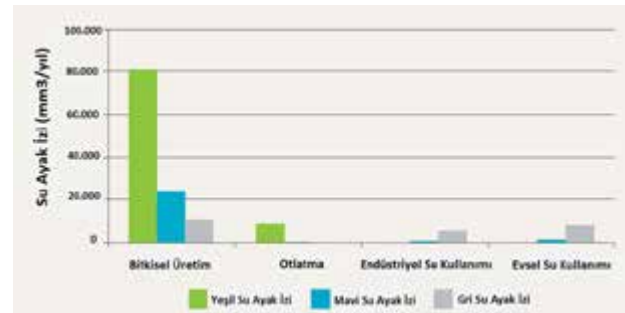
olan göçlerdir. Özellikle Akdeniz de yaşanan mığrı, dülger balığı, salpa, kupes ve sardalya gibi türlerin Marmara Deniz'ine ve Karadeniz'e göç etmeye başladığı tespit edilmiş bunun sonucu olarak da biyolojik çeşitlilik konusunda etkiler tespit edilmeye başlanmıştır (Kayhan, ve diğerleri, 2015). Sıcaklığın artış etkisi kuzey bölgelerinde de etkili olmaya başladığı, Akdeniz'in güney kesimindeki türlerden biri olan gün balığının artık Marmara Deniz'inde de görülmeye başlanmıştır (Miroğlu, 2011). Denizkestanenin omurgasızlar olarak etkilenen türlerden biri olduğu ve Kuzey Ege. Marmara Deniz'inde sıkça görülmeye başlanmış bu da bize biyolojik göç kanıtı olarak önümüze çıkmaktadır (Mavruk & Avşan, 2007). Bazı termofilik balık türlerinin de deniz suyu sıcaklık yükselişi ile Akdeniz'den, Karadeniz, Marmara ve Ege Deniz'ine göçleri lesepriyen göçe benzerlik gösterir (Sağlam, Düzgüneş, & Balık, 2008) (Wernberg, ve diğerleri, 2011). İklim değişikliği, küresel ısınmanın sucül ekosistemi çok büyük oranda ve tehlikeli boyutlarda etkilediği gerekli önlemler alınmadığı takdirde yok olma tehlikesi kapıda olan birçok tür mevcuttur. Tüm bu nedenler göz önünde tutularak protein deposu olan suları kaybetmemek için gerekli yasalar çıkartarak, düzenlemeler yapılarak, gerekli politikalar ve bilimsel çalışmalar yapılarak önlemlerin alınması zorunluluk halini almıştır (Kayhan, ve diğerleri, 2015).

## 2.2. Türkiye'nin Su Ayak İzi Değerlendirmesi

Yönetimi oluşturan etmen ise su verimliliği olarak adlandırılmaktadır. Bu verimlilik alanında yapılan çalışmalardan biri su ayak izi tespitidir. Su ayak izi her bir birey ve sektör için belirlendiğinde hem suyun bilinçli hem de ekonomik kullanımı söz konusu olacaktır. Su ayak izi; bireyin veya toplumun tükettiği malların ve hizmetlerin üretimi için kullanılan veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır (WWF-Türkiye, 2014). Bu miktar hacme ve suyun türüne göre farklılık gösterir. Türüne göre mavi, yeşil ve gridir. Yeşil su ayak izi; bitki terlemesi dahil bir ürün yetişirken yağmur suyu kaynaklı kullanılan su miktarını, mavi su ayak izi; bitki terlemesi dahil bir ürünün yetişmesi için kullanılan yüzey veya yer altı suyu miktarı toplamını (ihtiyaç duyulan tatlı suyu),

gri su ayak izi ise; atık su deşarjından gelen kirliliğin seyreltilmesi için gerekli yani su kalitesi standartlarına dayalı olarak, kirlilik yükünün bertaraf edilmesi ya da azaltılması için kullanılan su miktarı toplamını ifade etmektedir (Kalemci, 2013). Su ayak izi çalışmaları ülkelerde; ilk olarak üretimdeki su gereksinimi doğrudan karşılayacak miktarı ve su kaynaklarını ortaya çıkartmak amacıyla yapılmaktadır. Sektörel olarak ise, örneğin; üretimdeki su ayak izi ürünün üretime girişten çıkana kadar harcadığı su miktarıdır ve sanal su içeriği olarak isimlendirilir. Su ayak izi ülkemizde hesaplamaları, iç su kaynaklarının tüketim ve üretim de %80'nini oluşturmaktadır. Dolayısıyla ülkemiz ekonomisini direkt etkilemekte ve bu konuda önemli göstergelerden biridir. Küresel anlamda hayvansal gıdalar özellikle süt ürünleri ve et ürünler, tarımda ise; pamuk, şeker gibi suya fazlaca ihtiyaç duyan ürünlere istek gün geçtikçe arttığından ciddi anlamda sektörlerde baskı yaratmaktadır. Su ayak izinin hesaplanması diğer istatistiksel yöntemlerden farklı olarak tüketimi baz aldığı için farklıdır (Turan, 2017).

### Şekil1: Sektörlere ve su ayak izi bileşenlerine göre üretimin su ayak izi (WWF-Türkiye, 2014).

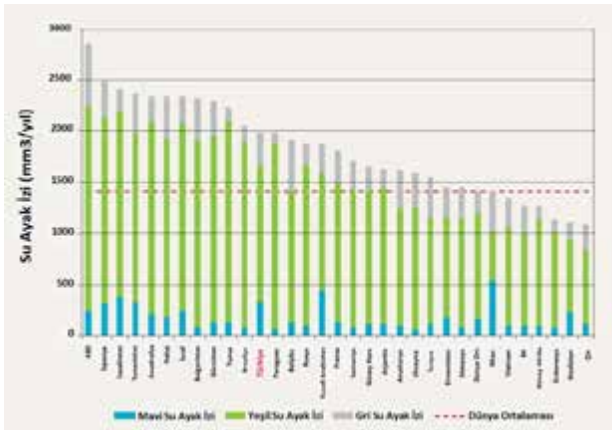


Türkiye'de üretimin su ayak izi yaklaşık 139,6 milyar m<sup>3</sup>/yıldır. Türkiye'de üretimden kaynaklanan su ayak izinin %64'ü yeşil su ayak izi, %19'u mavi su ayak izi ve %17'si gri su ayak izidir. Ülkemizde sektörlere göre su ayak izi değerlendirildiğinde; tarım %89 ile en büyük payı oluşturmaktadır. Tüm su ayak izinde evsel su kullanımı; %7 ve endüstriyel üretim %4'lük bölümleri kapsamaktadır.

Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu'nda, 2006-2011 verileri kullanılarak Türkiye'nin kişi başına düşen su ayak izi

yeniden hesaplanmıştır. Buna göre, Türkiye’de kişi başına düşen su ayak izi 1.977 m<sup>3</sup>/ yıl’ a çıkmıştır (WWF-Türkiye, 2014) (Turan, 2017). Su ayak izi kişi başına ülkemiz için 1.642 m<sup>3</sup>/yıl’ dır. Dünya ortalaması olarak yaklaşık %20 oranında üstündedir. Mavi su ayak izi ülkemizde kişi başına dünya ortalaması üzerindedir. Bu ayak izi üretildiği iklim şartlarına ve ürün çeşidine bağlıdır (WWF-Türkiye, 2014).

## Şekil 2: Sektörlere ve su ayak izi bileşenlerine göre tüketime su ayak izi (WWF-Türkiye, 2014).



### 2.3. Türkiye’ de Su Verimliliği, Su Yönetimi, Suyun Sürdürülebilirliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

Su, insan hayatına en önemli ihtiyaçtır. Dünya üzerinde su miktarı yıllardır sabittir. Tarım, nüfus ve endüstriyel su ihtiyacı arttıkça, kaynaklarımız da derinleşen baskı oluşturmaktadır. Talep ve arz arasındaki ilişki uyumsuzluğu su kıtlığını olarak adlandırdığımız en önemli sorunu ortaya çıkartmaktadır. Su kıtlığı; “tüm su kullanıcılarının, yürürlükteki kurumsal düzenlemeler çerçevesinde, suyun tedarikine veya kalitesine taleplerinin tam olarak karşılanamayacağı nokta” Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi bu şekilde tanımlanmaktadır. Su krizi, su eksikliği, su kırlırlanlığı, su stresi ve su eksikliği su kıtlığının başlıca etmenlerini içerir. Su kıtlığı kavramı ikiye ayrılabilir; ekonomik ve fiziksel su kıtlığı. Ekonomik su kıtlığı; doğal kaynakların yönetim şeklindeki sıkıntıdan kaynaklanmaktadır. Genelde yağış miktarının düşük olduğu bölgelerde oluşsa da yaşamsal faaliyetler, yoğun nüfus ve tarım alanındaki ihtiyaçlar, turist hareketliliği

etkisiyle farklı alanlarda sorun oluşturabilmektedir. Fiziksel olarak ise; bir bölgenin arz ve talebinin doğal kaynakların karşılamaması sonucu oluşur (Kırtorun & Karaer, 2018) (Hakyemez, 2019). Su kıtlığı etmenlerinin içinde yer alan su kırlırlanlığı; yönetsel problemlerden ve su kaynak noksanlıklarından kaynaklanmakta bazı ekonomik etmenlerle; uzak alanlardan su getirmek, tuzsuzlaştırmak gibi etmenler sayesinde azaltıldığı bildirilmiştir. Özellikle düşük gelire sahip ülkelerde yolsuzluk, yönetsel sorunlar su kırlırlanlığına yüzde kırk oranında neden olduğu çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Tüm bunların üzerine nüfus artışı da eklenince önemli konu olarak su kırlırlanlığı karşımıza çıkmaktadır (Hakyemez, 2019). Su kıtlığı ve iklim değışikliği arasında, İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Hükümetler arası karşılıklı ilişki bulunmaktadır. İklim değışikliğinde, sera gazı (GHG) emisyonları bu ikili ilişkideki önlemleri ve politikayı etkilemektedir. Su kullanımı konusunda büyük paya sahip sektörlerin başında enerji gelmektedir. Güneş enerjisi, hidroelektrik, rüzgar enerjisi santralleri gibi santraller artırılarak su kullanımı yoğun olan termik santrallere alternatif olarak getirilebilir ve tasarruf sağlanabilir. Belediyeler tarafından kaçak ve kayıp oranları konusunda iyileştirme yapılarak azaltılma sağlanabilir. Altyapı, boru hatlarının da gözden geçirilerek gerekli düzenlemeler yapılabilir. Kanalizasyon, atık su gibi sistemlerde yapılacak arıtma sayesinde iyileştirme sağlanıp tasarruf edilebileceği ön görülmektedir. Türkiye açısından bakacak olursak en çok su kullanımı tarımsal alanda gerçekleşmektedir. Yapılacak değışikler israfı, tüketimi azaltacak büyük oranda tasarruf sağlanacak ve verimlilik elde edilecektir. (Kırtorun & Karaer, 2018) (Hakyemez, 2019). Kaynaklar arasında en değerlisi olan su; her canlı için hayat demektir. İnsan hayatı için önemli olan kaliteli hayatı sağlamak, haklı refah düzeyini yükseltmek, kırsal alandaki hayatı korumak için önem teşkil etmektedir. Bölge bölge farklı nüfus seviyesi olduğundan su sorunları da bölgesel olarak değışmektedir. Bu nedenle su verimliliği üzerinde durulması gereken önemli konulardandır. Verimliliği bölgesel olarak ele almak, kamu sektörü, özel sektör gelir eşitsizliğinin ortadan kaldırılması, işsizlik oranının azaltılması, ekonomik anlamda istikrar,

yerel yönetimlerin alması gereken önlemler, göçlerin azaltılması, geri dönüşüm ve yenilenebilir enerjilere ağırlık vermek, sürdürülebilir ve düzenli ekosistemler bizi su verimliliğini doğru kullanmaya götürecektir. Oluşan su kıtlığı ile verilecek mücadele sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile mümkün olacaktır. Kendi içlerinde belli rakamlara ve özelliklere ayrılan hedeflerden bazılarını şöyle sıralayabiliriz; Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 6, sağlıklı suya erişim yani temiz ve parametreleri doğru suya ulaşmak. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 8, istihdam ve ekonomik büyüme; ekonominin büyümesini ve sürdürülebilirliğini sağlamak aynı zamanda istihdama teşvik ederek ekonomiyi canlı tutmak bu sayede su verimliliği ve sürdürülebilirliği arttırmak. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 10, eşitsizliklerin azaltılması; verimliliğin yönetilebilir olmasını sağlamak halkın her kesiminin eşit koşullarla suya ulaşmasına yardımcı olacaktır. Aynı zamanda ülkeler arasında da eşitsizliğe neden olan küresel ekonomideki eşitsizlik bir nebze azaltılabilecektir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 13, iklim değişikliği ile mücadele; her alanda alınacak kararlar, politikalar, tedbirler alınan hatalı kararları azaltarak verimliliği arttıracaktır (Karakaş & Türkoğlu, 2005) (Hakyemez, 2019).

#### **2.4. Türkiye’ de Tarımda Sürdürülebilir Su Yönetimi**

Tarım alanı su tüketimi en fazla olduğu alanların başında gelmektedir. Bu nedenle en büyük verimlilik, tasarruf ve önlemler bu alanda alınıp bu alanda politika geliştirilmeli yeni projeler desteklenmelidir. Özellikle kurak bölgeler ve yarı kurak bölgeler su yönetimi açısından en çok düzenleme yapılması gereken alanlardandır. Erozyonu azaltmak, bitki örtüsünü korumak ve geliştirmek bu alanlardaki su kaynaklarının korunması ve su kullanımı azaltmak adına yağmur suyu hasadı gibi yöntemler kullanılabilir (Kanber, Bastug, Büyükaş, Ünlü, & Kapur, 2010) (Kanber, Kanbur, Ünlü, Tekin, & Koç, 2008) (Dellal, 2012). Geleneksel tarım yönteminden özellikle kurak bölgelerde vazgeçilmeli, bunun yerine günümüzde daha tasarruflu ve popüler olmaya başlayan; aeroponik, akuaponik, hidroponik gibi yöntemlere ağırlık verilmelidir. Yer altı ve yer üstü sularını korumak tarımda suya bağımlılığı azaltmak en

iyi koruma önlemi olacaktır. Aynı zamanda sanayi için kullanılacak alanların, turizm için kullanılacak alanların ve tarım için kullanılacak alanların doğru seçilerek verimsiz toprakların daha çok sanayi için kullanılmasına teşvik edilmesi amaçlanmalıdır. Doğru tarımsal alanlara doğru bitki örtüsünün ekilmesi de sağlanarak gene su tüketimi konusunda tasarruf sağlanabilir (Kadioğlu, Ünal, İlhan, & Yürük, 2017) (Dellal, 2012). Tüm bunların dışında “Su Yasası” en kısa sürede çıkartılarak uygulanmaya başlanmalı bu sayede günümüzde yaşanan sorumluluk, yetki karmaşası giderilecek ve daha doğru uygulamalar ortaya çıkacaktır. Aynı zamanda yasal olarak hava da kalan konulardan yüzey suları ile ilgi boşluklar giderilerek, 167 sayılı Yeraltı Suları Yasası günümüzde kullanılabilir hale getirilmelidir. Su ücretlerinin de revize dilerek, cezalarda artışa gidilerek aşırı sulamanın önüne geçilmesi yerinde olacaktır. En önemli adım olan eğitim ihmal edilmemeli sektörel bazda eğitimler sıklaştırılarak zorunlu hale getirilmesi sağlanmalıdır.

#### **2.5. Eko-Kompakt Kent Modeli ve Akıllı Kentlerde Sürdürülebilir Su Yönetimi**

Büyükşehirler ve diğer kentlerde hem nüfus yüksekliği hem düzensiz göç aynı zamanda atık yönetimi, hava kirliliği, kaynakların azalması, sağlık, trafik, altyapıların yetersiz kalması veya revizyonunun yapılmaması gibi fiziksel ve teknik şartlar nedeniyle problemler ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Tüm bunlara enerjileri düzensiz ve bilinçsiz kullanmak da eklenince su kıtlığı ciddi anlamda kentlerde etkili olmaktadır. Tüm bu sorunlar bizleri akıllı şehirler, eko-kompakt kent modeline geçilmesi hususunda enerji, su verimliliği ve yönetimi konusunda teşvik etmektedir. İklim değişikliği tüm bu sorunlara zemin hazırladığı düşünülecek olursa kentlerde hızlı bir şekilde bu projelere geçmek kalan kaynakların korunması ve yenilenmesi açısından önem teşkil edecektir. Akıllı kentler için alınabilecek birtakım önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz; Akıllı sayaçların kullanılması. Tüm alanlarda yağmur suyu depolama alanlarının oluşturulması. Barajlar, arıtma tesisleri, depolar ve kuyular gibi alanların debilerinin ölçülmesi ve bu oranda kontrollerin yapılması, kullanılan suyun ölçülmesinde kontrol sağlanması ve doğru kullanılması.

Bu alanda çalışanlar alanında uzman kişiler olmalı ve sık sık eğitimler düzenlenmeli. Altyapı sistemleri de izlenerek veriler sürekli kontrol altında tutulmalı. Şebekelerde izlenebilir ve kontrol edilebilir olmalı. Genel olarak tüm sistemler kontrol altına alınmalı ve tüm kaynaklar kontrol edilebilir olmalı izlenebilirliği, ölçülebilirliği ve giriş çıkış sistemlerinin özellikle uzaktan takip edilebilir olmasını sağlayan entegre sistemler kurulmalıdır (Yıldız & Karakuş, 2019) (Tuğaç, 2018). Tüm bu alınabilecek önlemler neticesinde sürdürülebilirlik sağlanacak aynı zamanda su kıtlığının önüne geçilerek sucul ekosistemlerin, sucul canlılığın devamlılığı sağlanacak ve kayıplar engellenecektir.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

İçilebilir su kaynaklarını korumak adına evsel su sarfiyatını azaltmak evsel atık su arıtımı gerçekleştirilen evlerde kullanılan suların geri kullanımı konusunda adımlar atmak, gelişen teknolojiden faydalanıp, hatta yağmur suyu toplama alanları oluşturularak evlerde akıllı ev sistemlerinden faydalanmak. Tarım alanında su tüketimini azaltmak için; vahşi sulamadan olabildiğince kullanmamak hatta vazgeçmek, damlacık ile sulama sistemlerin yaygınlaştırılması, aeroponik, akuaponik ve hidroponik gibi alternatif tarım yöntemleri kullanımının arttırılması, suyun sürdürülebilirliği ve politikası konusunda gerekli yönetsel kararların geliştirilmesi gerekli yasa ve düzenlemeler yapmak. Akıllı şehirler, geri dönüşüm sistemleri ve kendi enerjisini suyunu üreten sistemler kurularak enerji verimliliği sağlamak ve bu konuda teknolojik gelişmeleri takip edip hayata geçirebilmek, su kaynaklarımızın korunması ve sürdürülebilir olması açısından çok önemli adımlardır. Tüm bu kaynakları doğru ve tasarruflu kullanmaya devam ettiğimiz, önlemler aldığımız, gerekli yasal düzenlemelere uyum sağlayarak yaşadığımız süreçte sularda içindeki canlılarda ve bu besin zincirine bağlı olan canlılıkta devamlılığını sürdürmeye devam edecektir. İklim değişikliğinin en önemli adımı sularımızı ve içindeki canlıları korumak ve canlılığın devamlılığını sağlamaktan geçer. İklim değişikliği sonucu sucul ekosistem olumsuz şekilde etkilenecek bunun bir sonucu olarak su döngüsü değişecek bu da afetleri ve bir

takım doğa olaylarını gündeme getirecektir. Çok sayıda tür yok olacak ve kuraklık oluşacaktır. Kuraklık sonucu susuz ve gıdasız kalma tehlikesi ile baş başa kalacağımız en büyük yaşamsal sorun ortaya çıkacaktır. Dünyamıza, suyumuz ve içindeki canlılara sahip çıkıp önlemler almalı, yasalar revize edilmeli hatta yenileri çıkartılmalı, eğitimlere gereken önem verilmeli, iklim krizi bilinci oluşturulmalı ve bundan sonraki yaşama bu doğrultuda tüm önlemler almış şekilde devam edilmelidir.

### KAYNAKLAR / REFERENCES

- Altun, B. (2017). *Sucul Ekosistem Yıkımı ve Koruma Önlemleri Ders Notu*. 2021 tarihinde Sucul Doğa Eğitimi: <https://sudeg.iste.edu.tr/uploads/sea-sucul-ekosistem-yikimi-ve-koruma-onlemleri.pdf> adresinden alındı
- Cirik, Ş., & Akçalı, B. (2002). Denizel ortama yabancı türlerin yerleşmesi: Biyolojik işgalin kontrolü, hukuksal, ekolojik ve ekonomik yönleri. *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi*, 19(3-4), 507-527.
- Dellal, İ. (2012). Türkiye'nin İklim Değişikliğinin Tarım ve Gıda Güvencesine Etkileri. *Türkiye'nin Ulusal Bildirimi*. Ankara: Türkiye'nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne İlişkin İkinci Ulusal Bildirimi.
- Hakyemez, C. (2019). *Su: Yeni Elmas*. Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.
- Kadioğlu, M., Ünal, Y., İlhan, A., & Yürük, C. (2017). *Türkiye' de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik*. TGDF.
- Kalemci, F. (tarih yok). Sanal su ve su ayak izi faaliyetleri. *Sanal su ve su ayak izi faaliyetleri*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı- Su Yönetimi Genel. 4 5, 2021 tarihinde <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20sunum/Sanal%20Su%20ve%20Su%20Ayak%20%C4%B0zi%20Faaliyetleri%20-%20Fulya%20KALEMC%C4%B0.pptx> adresinden alındı
- Kanber, R., Bastug, R., Büyüktaş, D., Ünlü, M., & Kapur, B. (2010). Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*. Ankara.
- Kanber, R., Kanbur, B., Ünlü, M., Tekin, S., & Koç, L. (2008). Türkiye iklim değişikliğinin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICAAP Projesi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*. Ankara.
- Karakaş, H. H., & Türkoğlu, H. (2005). Su ürünlerinin dünyada ve Türkiye'deki durumu. *H.R.Ü.Z.F.Dergisi*, 9(3), 21-28.
- Kayhan, F. E., Kaymak, G., Tartar, Ş., Akbulut, C., Esmer, H. E., & Yön-Ertuğ, N. D. (2015). Küresel ısınmanın balıklar ve deniz ekosistemleri üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 31(3), 128-134.
- Kırtorun, E., & Karaer, F. (2018). Su Yönetimi ve Suyun Sürdürülebilirliği. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 1(2), 151-159.
- Kuleli, T. (2010). Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164(4), 387-397.
- Lazzari, P., Mattia, G., Solidoro, C., Salon, S., Crise, A., Zavatarelli, M., . . . Vichi, M. (2014). The impacts of climate change and environmental management policies on the trophic regimes in the Mediterranean Sea: Scenario analyses. *Journal of Marine Systems*, 135, 137-149.
- Mavruk, S., & Avşan, D. (2007). Leseptiyen balıkların Akdeniz ekosistemine etkileri. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5(8), 380-386.

- Miroğlu, A. (2011). Kúresel ısınma ve balıkçılık. *O.Ü. Mavi Yaşam Araştırma ve Haber Bülteni*, 2(4), 1-5.
- Paroissien, J., DARBOUX, F., COUTURIER, A., DEVILLERS, B., MOUILLOT, F., RACLOT, D., & BISSONNAIS, Y. (2015). A method for modeling the effects of climate and land use changes on erosion and sustainability of soil in a Mediterranean watershed (Languedoc, France). *ournal of Environmental Management*, 150, 57-68.
- Sağlam, N. E., Düzgünes, E., & Balık, İ. (2008). Kúresel ısınma ve iklim değişikliği. *Su Ürünleri Dergisi*, 25(1), 89-94.
- Torcu, H., & S, M. (2000). Lessepsian fishes spreading along the coasts of the Mediterranean and the Southern Aegean Sea of Turkey. *Turk. J. Zool*, 24, 139-148.
- Tuğaç, Ç. (2018). Türkiye için İklim Değişikliğine Dayanıklı Kentsel Planlama Modeli Önerisi: Eko-Kompakt Kentler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(4).
- Turan, E. S. (2017). Türkiye'nin su ayak izi değerlendirmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74, 55-62.
- TÜDAV. (2017). *TÜDAV Türkiye Denizleri Raporu*.
- Wernberg, T., Russell, B. D., Moore, P. J., Ling, S. D., Smale, D. A., Campbell, A., . . . Connell, S. D. (2011). Impacts of climate in a global hotspot for temperate marine biodiversity and ocean warming. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400, 7-16.
- WWF-Türkiye. (2014). *Türkiye'nin su ayak izi raporu*. WWF-Türkiye. [http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su\\_ayak\\_izi\\_raporweb.pdf](http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf) adresinden alındı
- Yıldız, S., & Karakuş, C. B. (2019). Akıllı Kentlerde Sürdürülebilir Su Yönetimi. *Ejns VI – International Conference On Mathematics – Engineering – Natural & Medical Sciences*.
- Yılmaz, A. (2002). Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler. *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, 26, 219-235.
- Zaitsev, Y., & Öztürk, B. (2001). Exotic Species in the Aegean Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. *Published by Turkish Marine Research Foundation*, 267.