



## Antropojenik İklim Değişikliğinin Balıkçılık ve Su Ürünleri Üzerine Etki ve Yönetim Stratejilerine Genel Bir Bakış

Gürkan DİKEN\*

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi 32260 Isparta, Türkiye

Geliş/Received: 12.04.2020

Kabul/Accepted: 17.07.2020

Atf yapmak için: **Diken, G. (2020).** Antropojenik İklim Değişikliğinin Balıkçılık ve Su Ürünleri Üzerine Etki ve Yönetim Stratejilerine Genel Bir Bakış. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 295-303.

How to cite: **Diken, G. (2020).** An Overview of the Impact and Management Strategies of Anthropogenic Climate Change on Fisheries and Seafood. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 295-303.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-3386-3676>

**\*Sorumlu yazarın:**

Gürkan DİKEN  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi 32260  
Isparta, Türkiye.  
✉: [gurkandiken@isparta.edu.tr](mailto:gurkandiken@isparta.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (506) 947 11 15  
Telefon : +90 (246) 214 64 45  
Faks : +90 (246) 214 64 26

**Öz:** İklim, yeryüzünün biyolojik varlığının yaşamsal bir değeridir. Biyolojik yaşamı doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen antropojenik etkilerin iklim üzerinde yarattığı değişimler dünya için bir tehdit oluşturmaktadır. Dünya nüfusundaki artış ve gelişen sanayiden kaynaklı antropojenik kökenli etkiler iklim değişikliği sürecini hızlandırmaktadır. Paris İklim Konferansı'nda kabul edilen 1,5 °C küresel sıcaklık artış kriteri ve sera gazı emisyonlarından kaynaklı CO<sub>2</sub> miktarındaki artış antropojenik iklim değişikliğinin izlenmesinde önemli iki kriterdir. Antropojenik çevresel atıklarla birlikte atmosferde yaşanan antropojenik iklim değişikliğinin etkileri sucul havzalara ulaşarak ekosistemler üzerinde değişimlere neden olmaktadır. İzlenmesi gereken en önemli kriterlerden sıcaklık artışı sucul canlıların besinlerini, göç ve habitatlarını etkilemektedir. Diğer önemli kriter CO<sub>2</sub> artışı da sucul ekosistemlerin pH'sını asitliğe dönüştürerek canlıların yaşam alanlarını etkilemektedir. Her ikisi de su stresini tetikleyerek balıkçılık ve yetiştiricilik koşullarında etkiler yaratmaktadır. Bu süreçlerin yarattığı etkilerin kabul edilebilir sınırları zorlayan baskıları artan dünya nüfusunun güvenli gıdaya ulaşmasını da etkilemektedir. Bu bağlamda, yerel ve ülke gözlem ve izleme lokasyonlarının desteklediği küresel ölçekli yönetim organizasyonlarıyla antropojenik baskıların azaltıldığı dünya iklim güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada, antropojenik iklim değişikliğinin sucul ekosistemler üzerinde yarattığı baskılarının balıkçılık ve su ürünleri üzerine etkileri özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Akdeniz, antropojenik, balıkçılık, iklim, su ürünleri, yönetim.

## An Overview of the Impact and Management Strategies of Anthropogenic Climate Change on Fisheries and Seafood

**Abstract:** Climate is a vital value of the biological existence of the Earth. The changes created by the anthropogenic effects that directly and indirectly affect biological life on the climate pose a threat to the world. The increase in the world population and the effects of antropogenic origin from the developing industry accelerate the climate change process. The 1.5°C global temperature rise criterion adopted at the Paris Climate Conference and the increase in the amount of CO<sub>2</sub> from greenhouse gas emissions are two important criteria for monitoring anthropogenic climate change. The effects of anthropogenic climate change in the atmosphere along with anthropogenic environmental wastes reach aquatic basins and cause changes on ecosystems. Temperature increase, one of the most important criteria to be followed, affects the food, migration and habitats of aquatic organisms. Another important criterion is the increase in CO<sub>2</sub> affects the living areas of living things by converting the pH of the aquatic ecosystems into acidity. Both create effects in fishing and aquaculture conditions by stimulating water stress. The pressures of the impacts of these processes that push the acceptable limits also affect the increasing world population's access to safe food. In this context, it is necessary to provide global climate security, in which anthropogenic pressures are reduced by global management organizations supported by local and country observation and monitoring locations. In this study, the effects of anthropogenic climate change pressures on aquatic ecosystems on fisheries and aquaculture are summarized.

**Keywords:** Anthropogenic, climate, fisheries, management, mediterranean, seafood.

**\*Corresponding author's:**

Gürkan DİKEN  
Isparta University of Applied Sciences  
Faculty of Eğirdir Fisheries 32260 Isparta,  
Turkey.  
✉: [gurkandiken@isparta.edu.tr](mailto:gurkandiken@isparta.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (506) 947 11 15  
Telephone : +90 (246) 214 64 45  
Fax : +90 (246) 214 64 26

## GİRİŞ

Doğa olayları dünya toplumları ve sektörlerini aynı derecede etkilemez (FAO, 2015). İklim değişikliği, kaynağa bağımlı topluluklarda değişime adapte olma etkisi yaratsa da balıkçılığa bağımlı topluluklar için uyarlanabilir stratejilerin etkinliğini sınırlayabilecek riskler oluşturmaktadır (Cochrane vd., 2009). Sanayi devrimiyle birlikte gömülü karbon kaynaklarının daha fazla kullanımıyla artan sera gazı etkileri küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olmaktadır (Köse, 2018). 1983-2012 yılları arasında Kuzey Yarımküre son 1400 yılın en sıcak 30 yılını geçirmiştir (Stocker vd., 2013).

İklim değişikliği, doğa bilimleri yanında siyasi, ekonomik ve çevresel sorunlar kapsamında sosyal ve siyasal bilimlerin de ilgi alanına yönelik bir tema haline gelmiştir (Haunschild vd., 2016). Ulusal güvenlik riskleri taşıyan (USGCRP, 2018) iklim değişikliği, belirli bir bölge veya Dünya'daki hava olaylarında meydana gelen istatistiksel değişimleri kapsamında sıcaklığın yüzyıllık artışı için kullanılır (Haunschild vd., 2016; Khoshnevis & Bahram, 2010). Antropojenik iklim değişikliği ise, esas olarak "küresel ısınma" veya "antropojenik küresel ısınma"dan kaynaklanır (Khoshnevis & Bahram, 2010). Doğal nedenlerin yanında insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliği okyanusların ısınması, deniz suyu seviyesinin yükselmesi ve pH dengesinin değişmesi, iklim sistemine ilave enerji girdisi, deniz suyu sıcaklığı ve akıntı sistemindeki değişiklikler, ekstrem hava olaylarının sıklığı ve şiddeti, atmosfere salınan karbondioksit, metan, azot oksitler ve diğer sera gazlarındaki artışlardan kaynaklanır (Barange vd., 2018; Elbehri vd., 2015; Shelton, 2014). Sucul habitat ve ekosistemleri etkileyerek balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğini ve topluluklarını baskı altına almaktadır (Barange & Perry, 2009; Cochrane vd., 2009; Reid vd., 2019; Shelton, 2014). Aşırı avcılık nedeniyle deniz ürünlerinin azalması, gıda temini, beslenme ve açlık, sağlık riskleri, bulaşıcı hastalıklar, su temini, tatlı su yetersizliği ve buna bağlı göç ve çatışmalar iklim değişikliğinin neden olacağı diğer olumsuzluklardır (Elbehri vd., 2015). İklim değişikliği radyasyonun neden olduğu gaz ve aerosollerin salınımlarının atmosferik konsantrasyonlarını değiştirerek Dünya'nın ısı bütçesini etkilemektedir (Stocker vd., 2013). Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinin sera gazı katkıları, diğer sektörlerle karşılaştırıldığında küçüktür (Cochrane vd., 2009). Balıkçılık operasyonlarında kullanılan fosil yakıtlar 40-130 Tg CO<sub>2</sub> sera gazı emisyonu oluşturmaktadır (Daw vd., 2009).

Sıcaklık artışı özellikle, güvenilir gıdaya ulaşmada ya da üretmede, %80'i tarım, balıkçılık ve ormancılığa bağımlı kırsal yoksulluğun giderilmesinde ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında olumsuz etkiler yaratmaktadır. 2012 yılına kıyasla 2050 yılında dünya

nüfusunun gıda ihtiyacı %49 oranında artacaktır (FAO, 2017). İklim değişikliği ve dünya nüfusunun artışına bağlı demografik değişiklikler istihdam, barınma, su, sağlık ve gıda güvenliği konularında politikacıları zorlayacaktır (Thomas & Rosegrant, 2015; Wheeler, 2015). Avrupa 2015'de Orta Doğu, Mağrip ve Sahra Altı Afrikası'ndan gelen, ekonomi, az gelişmişlik ve demografi, savaş ve çevresel değişim-iklim etkilerinden kaynaklanan ilk ciddi Akdeniz göçmen hareketliliğiyle karşı karşıya kalmıştır (Werz & Hoffman, 2017). Denizlerle çevrili coğrafi konumu ve Asya ve Avrupa Kıta'larının geçiş lokasyonunda bulunan Türkiye iklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle karşılaşılabileceği riskleri "iklim değişikliği ve küresel ısınmayla mücadelede tavır olan ülkeler" arasındadır. Diğer yandan sera gazı salınımları sanayileşmiş ülkelerin çok gerisinde olmakla birlikte karşılaşılabileceği çevresel ve sosyal krizler salınım oranları yüksek sanayileşmiş ülkelere göre daha yüksektir (Köse, 2018).

Bu çalışma, küresel bir tehdit unsuru olan antropojenik iklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri ekosistemleri üzerine olası etkileri ve tavsiye edilen önlemleri yönetim stratejileri ile değerlendirilmiştir.

**İklim değişikliğinin ekosistemler üzerine etkileri:** Dünya ticaretinin %80'inin deniz taşımacılığıyla yapıldığı gemi balans suyuyla günde 7.000 adet canlı türü yer değiştirmektedir (Öztürk vd., 2017). İklim değişikliğinin balık stokların büyüme, üreme kapasitesi, mortalite ve dağılımını değiştiren doğrudan, deniz ekosistemlerinin verimliliğini, yapısını ve bileşimini değiştiren dolaylı etkileri vardır (Khoshnevis & Bahram, 2010). Okyanus ya da içsuların sıcaklık, tuzluluk, oksijen düzeyi, karbon/asit, su stresi, su kapasitesi, suyun akışı, deniz seviyesindeki değişiklikler, yağış miktarı, zamanı ve deşarjındaki değişimler, buz ve akıntılar, su akıntılarındaki değişimler, oşinografideki değişiklikler, fırtına, kasırga ve tsunamiler, yeraltı sularının aşırı kullanımı ve tuzlanması, sediment miktarı, hipoksi, tabakalaşma, deniz ve iç su ekosistemlerinin etkilenmesi, habitatlardaki hasar, mercan resiflerinin zarar görmesi, birincil üretim ve plankton yapıları, alg patlaması, türlerin farklı kuşaklara kayması, yerel türlerin yok olması, aşırı balık avcılığı, Ciguatera ve Puffer balık zehirlenmeleri, kabuklu deniz hayvanı prelarva hastalıklarının artması, vektörel hastalıkların yayılması, tür istilası risklerinin artması, yerli olmayan sucul türlerin aşılınması ve insan nüfusundaki artışla kirlilik ve çevresel stresörlerin yarattığı etkiler iklim değişikliğinin olumsuzluklarından (Barange & Perry, 2009; Barange vd., 2018; Cochrane vd., 2009; Daw vd., 2009; Kaimuddin, 2016; Reid vd., 2019; Stocker vd., 2013; Terzi, 2008). Fizyolojik, morfolojik ve davranışsal olayları içeren bu ekolojik tepkiler ile popülasyon

büyüklüğü ve topluluk yapısında değişimlerin devam eden etkileri ve limnolojik süreçlerdeki etkileri, mikro evrim, verimlilik, fenolojik olaylar ve dağılım tepkilerini artıracaktır (Kaimuddin, 2016).

İklimin etkisiyle okyanusların sıcaklık ve tuzluluğundaki değişim, buz örtüsündeki azalma okyanusun yüzey yoğunluğunu ve dikey tabakalaşmayı arttırmayı yüzey karışımını değiştirecek, oksijen iletimini azaltacak, oksijen konsantrasyonlarını değiştirecek ve düşük oksijen seviyeleri genişleyecektir (Barange & Perry, 2009; Barange vd., 2018; Stocker vd., 2013) (Tablo 1, 2). Bunun sonucunda okyanus ve göllerde ötrofik bölgelerin besini yani birincil ve ikincil üretimi azalacak, buna karşılık yüksek enlemlerin ötrofik bölgelerinde partiküllerin suda asılı kalma ve gelişim süreleri uzayarak birincil üretim artacak, yüksek enlem göllerinde canlıların büyüdüğü mevsim ve alg biyokütlesindeki artış göllerin verimliliğini artıracak, bazı derin tropik göllerde alg biyokütlesi ve besin azalmasının verimliliği azaltacak olması bir belirsizlik beklentisi de oluşturmaktadır (Barange & Perry, 2009; Barange vd., 2018). Paris Antlaşması'yla sanayi devrimi öncesi döneme göre sera gazı salınımlarının neden olduğu sıcaklık artışının 2,0 °C'nin altında 1,5 °C ile sınırlandırılması ve okyanuslarda dahil tüm ekosistemlerin güvenceye alınması amaçlanmıştır (ABTD, 2020; Kistler, 2019; Mazlum, 2019) (Tablo 1, 2). Atmosferdeki kümülatif ortalama 240 Gt C antropojenik CO<sub>2</sub> salınımının, ortalama 155 Gt C kısmı okyanusta, ortalama 160 Gt C kısmı ise karasal ekosistemlerde birikim yapmıştır (Stocker vd., 2013) (Tablo 1). Sanayi devriminden günümüze antropojenik karbonun %20-40'ı okyanuslar tarafından emilmiş ve okyanusların asitliği artmıştır (Kistler, 2019; Stocker vd., 2013). Bunda etkili olan önemli faktörlerden biri de okyanusların karbondioksiti emme ve ayırma kapasitesini artıran mikroplastiklerdir. Fitoplankton ve zooplanktonun mikroplastikler ile kirlenmesi, okyanusların yüzeyinden karbonu yakalayarak okyanus derinliklerine taşıyan ve atmosfere yeniden girmesini önleyen biyolojik karbon salınımında kritik rolleri vardır. Plastik kaynaklı kirliliğinin, fitoplanktonun fotosentez sürecinde karbonu sabitleme yeteneğini azaltabileceği aynı zamanda karbonun zooplanktonun metabolik hızlarını, üreme ve yaşama oranlarını azaltabilecektir (Kistler, 2019). Antropojenik etkiler okyanuslardaki ses yayılımını etkileyen okyanus kimyasını değiştirir. Sıcaklık artışı ve pH'daki azalma okyanusların ses emilimini azaltarak gürültü kirliliği yaratmaktadır. Bu durum canlılarda stres tepkisi oluşturur, gelişim, üreme veya bağışıklığı, kalsifikasyonu ve solunumunu etkileyebilir (Gazioğlu vd., 2016). Son 3 milyon yılın sıcak dönemlerine ait paleo deniz kayıtları deniz seviyesinin şimdiki seviyenin 5 m üzerinde olduğunu göstermektedir. 19. yy. ortalarından günümüze

deniz seviyesindeki artış önceki iki bin yıldaki ortalamadan daha yüksektir. 1970'den günümüze buzulların erimesinden kaynaklı deniz seviyesindeki artış %75'dir (Stocker vd., 2013) (Tablo 2). Bangladeş gibi bazı ülkelerdeki toprak kayıplarının %28'e ulaşacağı, Amerika, Akdeniz, Baltık, küçük ada bölgeleri, Asya'nın büyük delta ve alçak kıyı alanları ile Atlantik ve Meksika Körfezi kıyıları risk altındadır (Barange & Perry, 2009; Öztürk vd., 2017). Sanayi öncesi insan faaliyetlerinden 20. yy.ın ortalarından bu yana antropojenik sera gazı konsantrasyonlarındaki artış ve son 60 yılda gözlenen sıcaklık artışının en az ¾'ü insan aktivitesinden kaynaklanmıştır (Wheeler, 2015). Okyanusların 0-700 m derinliklerinin 1870-1971'de muhtemelen, 1971-2010'de kesin olarak ısındığı ve net enerji artışının %60'tan fazlasını oluşturduğu bildirilmiştir (Tablo 2). 1850-1900 yılları ile 2003-2012 yılları arasında 0,78 °C artış yaşanmıştır. 1850-1900 yılları verilerine göre 2081-2100 yılları sıcaklık artışının 1,5 °C'yi geçmesi ve 2,0 °C'yi aşması olasıdır. 1986-2005 yılları verilerine göre 2081-2100 yıllarında 0,3-1,7 °C, 1,1-2,6 °C, 1,4-3,1 °C ve 2,6-4,8 °C sıcaklık artışları modellenmiştir. Bu modelleme sonuçlarda 4,0 °C'nin üzerinde sıcaklık artışı mümkün değildir. Okyanusların ısınması iklim sisteminde depolanan enerji artışına neden olmaktadır. 1970'den günümüze dünya Güneş'ten gelen enerjinin atmosfere girmesine bağlı olarak radyasyon dengesizliği içerisinde (Stocker vd., 2013). Isı dalga frekanslarının, yılda yaklaşık iki günden, 2050 yılına kadar yılda yaklaşık 6 ila 24 güne çıkması beklenmektedir (Barange vd., 2018; Öztürk vd., 2017).

Dünya genelinde balık stoklarının %31'i aşırı avcılığa maruz kalmış ve %26,3'ü tehlike altındadır (Barange & Perry, 2009; Öztürk vd., 2017). Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğini etkileyen, azalan balık kaynaklarının artan balıkçılık çatışmaları üzerine iklim değişikliği ve küresel ısınmanın ilk geri dönüşüm sonuçları iç su balıkçılığında görülecektir (Barange vd., 2018; Cochrane vd., 2009; FAO, 2015; Köse, 2018). İklim değişikliği kara ve denizlerin subtropikal türlerini kutuplara sürükleyecek, sıcak su türlerinin çeşitliliğini artıracak, soğuk su türlerini azaltacak ve kıyı balıkçılığını 2050'ye kadar %20, 2100'ye kadar %50 oranında azaltacaktır (Barange & Perry, 2009; Barange vd., 2018; Öztürk vd., 2017). Sıcaklık, CO<sub>2</sub>, rüzgar, akıntı ve siklonlar sucul kabuklu canlıları, tropikal ve soğuk su mercanlarının zarar görmesine, ürünlerin büyümesi ve biyokütle artışına etkide ederek daha fazla su kullanmasına, plankton, deniz kestanesi, gelgit bölgesi yumuşakçaları, makroalgleri, kalamar, balık popülasyonları özellikle pelajik tür, demarsal balık ve omurgasız habitatları üzerine etkili olacaktır (Barange & Perry, 2009; Barange vd., 2018; Lioubimtseva vd., 2015; Rotter & Hohn, 2015). Pelajik

balıklar ve kaya ıstakozunda terse doğru kaymalar oluşabilecek pelajik balık avcılığı konumunu koruyacaktır (Barange vd., 2018). Popülasyonlar kutup bölgelerinde artarken, ekvatorial bölgelerde azalacaktır (Barange & Perry, 2009). Antarktika Bölgesi'nin, krill gibi balıkçılık taksonları, fiziksel ve biyolojik sistemler üzerinde etkileşimlere neden olacaktır (Barange vd., 2018). Son 20-140 yılda iklim değişikliğine bağlı olarak kara, tatlısu veya deniz türlerinin yarısından fazlasının fenolojileri de değişmiştir (Barange & Perry, 2009). Suların ısınması ve asitlenmesi, av stoklarının fenolojik uyumsuzluğu ve kaymaları Chinook salmonu, bazı demersal balık ve yengeç av stoklarının azalmasına neden olacaktır. Epizoik ve fırsatçı durumlarından dolayı kalamar balıkçılığında ayrıca karides balıkçılığında olumlu etkiler beklenirken ton balığı ve orkinos avcılığının etkilenmesi beklenmektedir (Barange vd., 2018). Deniz börülcesi, deniz fasulyesi ve deniz makroalgleri gibi iklime dirençli deniz sebzeleri geleceğin besinleri arasındadır. Aynı zamanda deniz makroalgleri okyanus pH'larının düşürülmesinde etkilidir (Morber, 2019). İklim değişikliğinin kirlilik, habitat değişikliği, yasadışı balıkçılık, balıkçılık sektöründeki yetersiz altyapı, geçim kaynağı ve mesleki değişiklikleri zorlayarak sosyoekonomik baskıları arttırması ve küçük balıkçı sayısındaki artış ve aşırı avlanmayla denizlerin verimliliğini azaltması; özellikle yoksul birey ve ülkelerin daha savunmasız olduğu aşırı avcılık veya aşırı kapasite artışından etkilenen bu ülkelerde durum daha yüksek olacaktır (Barange vd., 2018; Cochrane vd., 2009; Daw vd., 2009).

**Tablo 1.** Antropojenik iklim değişikliğinin atmosferik sera gazı salınımları üzerine etkileri.

**Table 1.** Effects of anthropogenic climate change on atmospheric greenhouse gas emissions.

Parametre	Yıl	Oran
CO <sub>2</sub> <sup>1</sup>		278'den 390,5 ppm'e %40 artış
Metan <sup>1</sup>	1750-2011	722'den 1803 ppm'e %150 artış
Azot oksit <sup>1</sup>		271'den 324,2 ppm'e %20 artış
	1832-2013	284 ppm'den 395 ppm'e <sup>2</sup> 240 Gt C (kümülatif) <sup>1</sup> 2,0±0,1 ppm/yıl artış (1958 yılından itibaren her on yılda yükselmiştir) <sup>1</sup>
	2002-2011	Ortalama 8,3 GtC/yıl (fosil yakıtların yanması ve çimento üretiminden kaynaklı) <sup>1</sup> 0,9 Gt C/yıl (arazi kullanımındaki değişim) <sup>1</sup>
CO <sub>2</sub>	1990-2011	Ortalama 9,5 Gt C/yıl ve %54 artış (fosil yakıtların yanması ve çimento üretiminden kaynaklı) <sup>1</sup>
	2019	≥850 milyon ton sera gazı artışı (189 adet 500 megawatt kömür santraline eş değer salınım)
Kümülatif sera gazı (plastik üretimi ve yakılmasından kaynaklı) <sup>3</sup>	2050	≥56 Gt sera gazı artışı
	2050	28 Gt CO <sub>2</sub> (615 adet 500 megawatt kömür santraline eş değer salınım, kümülatif sera gazı salınımlarını 56 Gt CO <sub>2</sub> 'nin üzerine çıkaracaktır. Kalan toplam karbon bütçesinin %10-13'ü.

Avrupa Birliği iklim ve enerji politikaları çerçevesi sera gazı salınımlarını en az %27 ve 2030 yılına kadar %40 oranında azaltmayı hedeflemektedir (ABTD, 2020).

<sup>1</sup>(Stocker vd., 2013), <sup>2</sup>(Wheeler, 2015), <sup>3</sup>(Kistler, 2019). Gt: gigaton, C: karbon

Yem ve yem üretiminde yaşanan çeşitli sorunlar hayvancılıkla uğraşan toplumların risklerini arttırmıştır (FAO, 2017). Ekonomik değeri yüksek karnivor ve az tercih edilen türlerin yetiştiriciliğinde avcılığa bağımlılığı arttıran balık unu ve balık yağı içeriğine sahip yemler kullanılır (Muir, 2014). Balık unu ve balık yağına daha az veya bağımlı olmayan su ürünleri yetiştiriciliği, avcılık ürünlerine göre daha iyi genişleme alanına sahiptir (Cochrane vd., 2009). Balık unu karbondioksit, metan, azot oksit sera gazı salınımları yaratır. Yemin enerji kullanımından kaynaklanan karbondioksit salınımlarının değeri toplam salınımların yaklaşık % 10'dur (Gerber vd., 2013).

**Tablo 2.** Antropojenik iklim değişikliğinin sucul fizikokimyasallar üzerine etkileri.

**Table 2.** Effects of anthropogenic climate change on aquatic physicochemicals.

Parametre	Yıl	Oran
Buzulların erimesi <sup>1</sup>		0,76 mm/yıl 0,33 mm/yıl (Grönland) 0,27 mm/yıl (Antarktika)
Buzulların kütle kaybı Gt/yıl; deniz seviyesi eşdeğeri mm/yıl <sup>1</sup>	1971-2009 1993-2009 2005-2009	226±135 Gt/yıl (0,62±0,37 mm/yıl) 275±135 Gt/yıl (0,76±0,37 mm/yıl) 301±135 Gt/yıl (0,83±0,37 mm/yıl)
Deniz seviyesi artışı	1900-1990 1993-2000 21. yy. 2100'e kadar 21 yy.da	1,2±0,2 mm/yıl <sup>1</sup> 3,0±0,7 mm/yıl <sup>1</sup> 1,6-1,9 mm/yıl <sup>1</sup> 28-98 cm (98 cm'yi aşma riski % 17) <sup>2</sup> 1,2-1,5 m (Antarktika buzulların erimesi) <sup>2</sup> 1,5 ila 2,5 mm/yıl (Akdeniz ve Karadeniz) <sup>3</sup>
Tuzluluk (yüzey)	1950-2008 2009'a kadar	0,13 artış <sup>4</sup> 0,48'den (1961-1990) 0,89'a Akdeniz <sup>5</sup>
	1880-2012 1951-2012 1971-2010 1950'den 2009'a kadar	0,85 °C <sup>1</sup> 0,72 °C <sup>1</sup> 0,11 °C (her on yılda 0-75 m okyanus) <sup>1</sup> 0,5 °C; güneş radyasyonunun katkısı 0,07 °C <sup>5</sup> 1,73-2,97 °C Akdeniz (1961-1990'a göre) <sup>5</sup>
	Her yy.da	Minimum 2,81 °C yaz ve 0,51 °C kış Karadeniz (ilk yy'dan sonra)
Sıcaklık artışı	2016-2040 2041-2070 2071-2099 2071-2100 1970-2017 / 2017 1970-2018 / 2018 1970-2017 / 2017 1970-2018 / 2018 1970-2017 / 2017 1970-2018 / 2018 1970-2017 / 2017 1970-2018 / 2018	1,0-2,0 °C Türkiye <sup>6</sup> 1,5-4,0 °C Türkiye <sup>6</sup> 1,5-5,0 °C Türkiye <sup>6</sup> 3,0 °C kış ve 8,0 °C yaz Türkiye <sup>6</sup> 21,4 °C / 22,3 °C Türkiye Akdeniz <sup>7,8</sup> 21,4 °C / 22,4 °C Türkiye Akdeniz <sup>8</sup> 18,5 °C / 18,8 °C Türkiye Ege Denizi <sup>9</sup> 18,6 °C / 19,8 °C Türkiye Ege Denizi <sup>9</sup> 15,5 °C / 16,4 °C Türkiye Marmara Denizi <sup>7,10</sup> 15,5 °C / 17,4 °C Türkiye Marmara Denizi <sup>10</sup> 15,2 °C / 15,6 °C Türkiye Karadeniz <sup>7,11</sup> 15,2 °C / 16,5 °C Türkiye Karadeniz <sup>11</sup>
	Son 200 yılda 100 yılda	%26 oranında 0,1 birim azalma <sup>12</sup> 0,3-0,5 birimden daha fazla artış <sup>12</sup>
	2000-2100	Karadeniz'de beklenmiyor <sup>3</sup> 0,002±0,001/yıl (Akdeniz) <sup>3</sup>
Enerji artışı <sup>1</sup>	1971-2010 1993-2010	274×1021 J; 213×1012 W (dünya) 199×1012 W; 0,42 W/m yüzey (okyanus) 163×1021 J; 275×1015 W (dünya) 257×1012 W; 0,77 W/m yüzey (okyanus)

<sup>1</sup>(Stocker vd., 2013), <sup>2</sup>(Chang vd., 2015), <sup>3</sup>(Barange vd., 2018), <sup>4</sup>(Hay vd., 2015), <sup>5</sup>(Wheeler, 2015), <sup>6</sup>(Demircan, 2019), <sup>7</sup>(MGM, 2020a) <sup>8</sup>(MGM, 2020b), <sup>9</sup>(MGM, 2020c), <sup>10</sup>(MGM, 2020d)

<sup>12</sup>(Barange & Perry 2009; Stocker vd., 2013). Gt: giga ton.

**İklim değişikliğinin Akdeniz ve Karadeniz üzerine etkileri:** Yüzeysel ısınma, termoklin yapının değişmesi, deniz seviyesinin yükselmesi, artan sıcaklık ve yağıştaki azalma, dolaşımdaki değişiklikler ve aşırı hava olayları Akdeniz ve Karadeniz'de yaşanması muhtemel sonuçlardır (Tablo 2). Isınma Akdeniz'de meridionalization ve tropikleşmeye, Karadeniz'de mediterraneanizationa neden olacaktır (Barange vd., 2018;

Öztürk vd., 2017). Isınma Doğu Akdeniz'de balık çeşitliliğini artırırken, Batı Akdeniz'de azaltacaktır. Tabakalaşma batı havzasında artacak, doğu havzasında azalacaktır. Akdeniz'e giren daha az yoğun Atlantik suları balıkçılık yapısını değiştirebilecektir (Barange vd., 2018). Akdeniz'in Türkiye kara sularında Antalya, Mersin ve İskenderun Körfezlerinde yüzey suyu sıcaklığı sırasıyla yaklaşık 1,5, 3 ve 2 °C artmıştır (Turan vd., 2016). Akdeniz, Ege ve Karadeniz'in Türkiye Karasuları ve Marmara Denizi'nin sıcaklıkları ortalama deniz suyu sıcaklıklarına göre yorumlanmıştır: Akdeniz'in 1970-2017 ve 1970-2018'de sıcaklıkları 21,4 °C'dir (MGM, 2020a b) (Tablo 2). 1970-2017'e göre 2017 artışı 0,9 °C ve 1970-2018'göre 2018 artışı 1,0 °C'dir. 2017'e göre 2018 artışı 0,1 °C'dir. Ege Denizi'nin 1970-2017 ve 1970-2018'de sıcaklıkları 18,5 °C ve 18,6 °C'dir, artış ise 0,1 °C'dir (MGM, 2020a c). 1970-2017'e göre 2017 artışı 0,3 °C ve 1970-2018'e göre 2018 artışı 1,2 °C'dir. 2017'e göre 2018 artışı 1,0 °C'dir. Marmara Denizi'nin 1970-2017 ve 1970-2018'de sıcaklıkları 15,5 °C'dir (MGM, 2020a d). 1970-2017'e göre 2017 artışı 0,9 °C ve 1970-2018'e göre 2018 artışı 1,9 °C'dir. 2017'e göre 2018 artışı 1,0 °C'dir. Karadeniz'in 1970-2017 ve 1970-2018'de sıcaklıkları 15,2 °C'dir. (MGM, 2020a e). 1970-2017'e göre 2017 artışı 0,4 °C ve 1970-2018'e göre 2018'de artışı 1,3 °C'dir. 2017' göre 2018 artışı 0,9 °C'dir. Tüm denizlerimizde Şubat ayında gerçekleşmiş en düşük sıcaklık 2017 ve 2018'de, Akdeniz'de 15,9 ve 17,2, Ege Denizi'nde 12,6 ve 14,0, Marmara Denizi'nde 8,5 ve 10,1, Karadeniz'de 7,2 ve 8,7 °C'dir (MGM, 2020b, c, d, e). 1970-2017 ve 1970-2018 Şubat sıcaklıkları Akdeniz; Ege; Marmara; Karadeniz'de sırasıyla 15,7 ve 15,8; her iki yılda 13,2; 7,9 ve 8,0; 7,8 ve 7,9 °C'dir. En yüksek sıcaklık Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz'de sırasıyla 2017'de Eylül'de 28,1, Eylül/Ağustos'ta 24,4, Ağustos'ta 24,0 ve Eylül'de 24,4 iken 2018'de Ağustos'da 28,2, 26,2, 26,0, 25,2 °C'dir. 1970-2017 ve 1970-2018'de Ağustos'ta, Akdeniz; Ege; Marmara; Karadeniz'de sırasıyla 27,9 ve 28,0; 24,4 ve 24,5; 24,0 ve 24,1; her iki yılda da 24,1 °C'dir. Akdeniz ve Karadeniz'de küçük pelajik türlerine yönelik aşırı avlanma etkili olacaktır. Akdeniz'de birincil üretim ve onun üzerinde meydana gelecek değişiklikler küçük pelajik türlere ait habitatlarını, Karadeniz'de sıcaklık artışı sonucu balıkların kışlama ve davranışları ile hamsi göçlerini etkileyecektir. Birincil üretim Karadeniz'in kuzeyinde artarken güneyinde azalacaktır. Birincil üretim, termohalin sirkülasyon ve kış koşullarındaki değişimler demersal türleri etkileyecektir. Isınma ve buna bağlı olarak Akdeniz'e giren Atlantik sularının büyük pelajik balık göçleri ve yumurtlama davranışları üzerine etkileri olacaktır. Isınmaya bağlı güney ve güneydoğu ülke balıkçılığının duyarlılığı, yerli olmayan tür ve yayılımına maruz kalması ve adaptif kapasitelerinin düşük olmasından

dolayı yüksek olacaktır (Barange vd., 2018). Hint-Pasifik aslan balığı (*Pterois milleri*) gibi türler yerleştiği ekosistemlerin yapısını ve işlevini, sosyoekonomiği, balıkçılığı, biyolojik çeşitliliği ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek düzeydedir (Bilecenoğlu, 2018). İklim değişikliğine bağlı olarak Akdeniz'e lesepseyen göçler, flora ve fauna yapısında değişimler başlamıştır. Akdeniz için aslan balığı popülasyonlarının arttığı, *Posidonia oceanica* çayırının tahrip olduğu, echinoderm popülasyonlarındaki azaldığı, yabancı dekapod kabuklu *Thenus orientalis*, *Portunus sanguinolentus* ve *Plagusia squamosa* gibi türlerin rapor edildiği insan etkisinden kaynaklanan ekolojik değişimler ekosistemlerin stres tepkisi oluşturmaktadır (Dimitriou vd., 2019; Dulčić & Dragičević, 2019; Gütte vd., 2019; Marinelli, 2019; Ribas, 2019). Günümüzde Akdeniz'deki yabancı tür sayısı 1.000'nin üzerindedir. Yabancı bir türün Türkiye sularına girmesi 1980 yılı öncesi 20 yıllık süreçte 16 haftada bir iken, 1980 yılı sonrası 20 yıllık süreçte 3,7 haftaya düşmüştür (Öztürk vd., 2017). Buna bağlı olarak Türkiye denizlerinde tespit edilen 47 familyaya ait 74 yabancı balık türünün %88'i Atlanto-Akdeniz, %11'i Hint-Pasifik ve %1'i kozmopolit türlerden oluşan dağılımları ise Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz için sırasıyla %61, %35, %3, ve %1'dir (Turan vd., 2016). İki yıl sonraki çalışmada ise, Türkiye deniz sularında yerli olmayan balık tür sayısı 61 familyadan 89'u kemikli, 11'i kıkırdaklı ve 1'i çenesiz olmak üzere 101 adet olarak bildirilmiştir. Bunların 92'si Akdeniz, 50'si Ege Denizi, 11'i Marmara Denizi ve 2'si Karadeniz'de yayılım göstermektedir. 44 tür yalnızca Akdeniz ve 7 tür yalnızca Ege Denizi'nde kaydedilmiştir. Yerli olmayan Hint-Pasifik kökenli türlerin sayısı 73, Atlantik kökenli olanların sayısı ise 22'dir (Turan vd., 2018). Karadeniz'deki 94 yabancı türün kara ve gemi kaynaklı kirlenme dışında olduğu tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2017).

**İklim değişikliği yönetim stratejilerinin değerlendirilmesi:** Sera gazı salınımları azaltılmadığında sıcaklık 21. yy.da artmaya devam ederek iklim sisteminin tüm bileşenlerinde değişikliklere neden olacaktır (Stocker vd., 2013). Alternatif, yenilenebilir sera gazı salınımını artırmayan kaynaklar araştırılmalı, ileri derecede sanayileşmiş ülkeler başta olmak üzere, küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadelede önem verilmelidir (Köse, 2018).

Balıkçılık ve su ürünlerinin iklim değişikliği etkilerine uyum sağlama yetenekleri sosyoekonomik ve ekolojik sistemlerinin uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği ile belirlenerek sektördeki etkileri mekansal ölçeklere kadar anlaşılmalıdır. İklim riskinin proaktif yönetiminin sağlanması acil bir durumdur (Barange vd., 2018). Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel etkilere ve iklim değişikliğine

adaptasyonu sağlayan küresel gıda talebinin sürdürülebilir bir şekilde karşılanmasında; sistemik yaklaşımlı uluslararası, ulusal ve bölgesel düzeyde teknik ve organizasyonel bilgi kapasiteleri geliştirilerek, araştırma, planlama, yönetim ve politika çerçeveleri iyileştirilip uzun vadeli uygulama ve planlamalar oluşturulmalı ve finansal mekanizmalar etkinleştirilmelidir (Barange vd., 2018; Cochrane vd., 2009; FAO, 2015; FAO, 2017;). Dünyanın en fakir ve en güvensiz ülkelerinin beslenme ve gıda güvenliği için düşük karbon ayak izi ile iklim dostu gıda üretim sistemlerine sahip içsu balıkçılığının diğer sektörlerin iklim değişikliği uyum planlarına entegre olma potansiyeline sahiptir (Barange vd., 2018). Su havzası ve kıyı yönetimi entegrasyon sürecinde güçlü planlamalarının sürdürülebilir balıkçılığa yönelik ekosistem yaklaşımlı balıkçılık yönetim kapasiteleri geliştirilmelidir (Barange vd., 2018; Cochrane vd., 2009; Daw vd., 2009). Derin ve orta sularda tercih edilmeyen balık ve kabukluları hedef alan sürdürülebilir yeni balıkçılık alanları geliştirilmelidir. Sel ve fırtınalar için erken uyarı sistemlerinin oluşturulması, entegre balıkçılık ve kıyı bölgesi yönetiminin teşvik edilmesi, balık stokları için ortak yönetimi güçlendirilmelidir (Barange vd., 2018). İklim değişikliği etkileri türlerin biyolojik çeşitliliği yerine türlerin dağılım haritaları ve coğrafi bölgeleri koruma amaçlı belirlenerek izleme programlarıyla deniz koruma alanları oluşturulmalıdır (Barange vd., 2018; Kaimuddin, 2016). Risk yönetimi stratejileri ve toplumun bilinçlendirilmesini sağlayacak projeler planlanmalıdır (ABB, 2019). İstilacı türler, genetik ve sağlık üzerine etkilerinin izlendiği havza ve sınır ötesi yönetim uygulamalarının geliştirilmesine yönelik planlamalar önemlidir (Barange vd., 2018). İstilacı yabancı tür yönetmeliği kapsamında Akdeniz’ın risk değerlendirme ve risk yönetimi için kullanılan örneğin zehirli lesepsiyen *Plotosus lineatus* gibi türlerin kapsamı daha da genişletilmelidir (Barange vd., 2018, Galanidi vd., 2019). İç su balıkçılığı çevre düzenlemeleri, biyoçeşitliliğin korunması ve içme suyu temini için yüksek kaliteli su ihtiyacıyla çatışabilecek hobi amaçlı balıkçılığa dönüşebilir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde teknolojinin geliştirilmesi, genetik olarak ıslah edilmiş ve dirençli türlerin kullanımı, enerji ve verimli karbon uygulamaları benimsenmelidir. İklim değişikliği ve artan üretime bağlı olarak, tür ve genetik çeşitlendirme ve doğal türlerin coğrafi alanlarının dışına yayılması, patojen prevalansı ve/veya virülans, konakçı duyarlılığı, bulaşma ve fırtına hasarı sonucu tesislerinden kaçma riski etkileri en aza indirmesine olanak tanıyan biyogüvenlik planları ve temel unsurları belirlenmelidir (Barange vd., 2018).

İklim değişikliğinin türlerin biyolojik özelliklerine ve hassasiyetlerine bağlı olarak değişen bölgesel tahminlerindeki belirsizliği, bilgi eksikliği,

yönetim yetersizliği ve yoksulluğun balıkçı toplumlarının alışma süreçleri üzerine olumsuz etkiler yaratmaktadır (Barange vd., 2018; Kaimuddin, 2016). Çevre ortamına aşırı derecede bağımlı olan su ürünleri yetiştiriciliğinin bu yönü iklim değişikliğinin etkilerine karşı bir zayıflıktır (Reid vd., 2019). Su sıcaklığındaki artış ılıman bölgelerdeki su ürünleri yetiştiriciliği kültür organizmalarının optimum sıcaklık aralığını aşmasıyla önemli ölçüde olumsuz etkiler yaratacaktır (De Silva & Soto, 2009). Artan tuzluluk koşullarına adapte edilmiş suşların geliştirilmesinde uygulama ve uzun vadeli planlamalar için zaman varken, fırtına etkileri gibi kısa vadeli olayları planlamak zordur (Barange vd., 2018). Tür dağılımında etkili olan göçler avcılıktan ziyade küresel ısınmayla ilgilidir (Kaimuddin, 2016). İklim değişikliğine karşı balık unu ve balık yağı elde edilmesinde balık işleme atıklarının kullanımı, yem ürünlerindeki gelişme ve yöntemdeki ilerlemeler ile yoğun enerjili yemlerin kullanımının azaltılması, minimum yem kullanan ve diğer yetiştiricilik koşullarına adapte olabilen türlerin seçimi önemlidir (Barange vd., 2018).

Yerel kaynakların ortak yönetiminde zanaatkâr ve küçük ölçekli balıkçıları dahil eden sürdürülebilir, kapsayıcı “mavi ekonomi” modeli gereklidir (Barange vd., 2018). Bu açıdan, düşük karbonlu, sera gazı konsantrasyonlarını azaltan ve ülkelerin dayanıklılığını artıran dünya ekonomi modeli “iklim finans” kaynaklarıyla desteklenmelidir (Hong vd., 2020). Uyarı sistemleri ve refah düzeyinin geliştirilmesi, sigorta, kredi ve asgari ücrete kolay ve düşük maliyetle erişim, balıkçılık faaliyetlerinin değiştirilmesine yönelik olarak ekonomik istikrar açısından teşvik edilmelidir (Barange vd., 2018; Cochrane vd., 2009; Daw vd., 2009). Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği sektörü de, özellikle fosil yakıt olarak dış enerji kullanımına bağımlıdır (Muir, 2014). Balıkçılık çabalarını azaltan ve balık stoklarını artıran balıkçılık yönetimi, yakıt kullanımı ve sera gazı salınımlarının azalmasında iklimsel değişimle başa çıkmada etkili olacaktır. Bu amaçla verimli motor kullanımı ve büyük pervane tercihi, gemi şekli ve gövde modifikasyonları ve süratin azaltılması üzerinde yapılacak uygulamalar ile gemi salınımları %10-30 oranında azaltılabilecektir. Yakıt ihtiyacı az olan av araçlarının kullanılması, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji sistemleri de önemlidir (Barange vd., 2018). Gelecekteki araştırmalarda küresel ısınmanın tarım, balıkçılık ve ormancılık üzerindeki etkileri daha detaylı analiz edilmelidir (Haunschild, 2016). Ayrıca iklim değişikliğinin Türkiye üzerinde yaratacağı göç hareketliliği karşısında olarak iklim göçü planlamalarının yönetim stratejileri oluşturulmalıdır (Köse, 2018).

## SONUÇ

İnsanoğlunun güvenli gıdaya ulaşma ve içilebilir nitelikte su ihtiyacının sağlanması en temel yaşam hakkıdır. Orman alanlarının tahrip edilmesi, dünya nüfusu ve kentsel alanlardaki artış, gelişen endüstri ve teknolojinin yarattığı antropojenik atmosferik sera gazı salınımları iklimsel değişim sürecini hızlandırmıştır. İklim değişikliğinin yarattığı çevresel kirliliğin etkileri karasal yapıların havzaları konumundaki sucul ekosistemleri tahrip ederek, canlıların yaşam koşullarını sınırlandırmaktadır. Antropojenik sera gazı salınımının yarattığı sıcaklık artışı sucul ekosistemleri etkileyerek balıkçılık ve su ürünleri için risk oluşturmaktadır. Marjinal bir deniz olan Akdeniz ile Ege Denizi balıkçılık ve su ürünleri de büyük risk altındadır. Türkiye kara sularından Akdeniz’de yüksek sıcaklık değerine karşın sırasıyla 2018 yılı verilerine göre Marmara, Ege ve Karadeniz’de ortalama sıcaklık artışı daha yüksektir. 13-15 °C’de beslemenin durduğu sarıgöz balığı (FAO, 2020), Karadeniz’de gökkuşağı alabalığı ve Avrupa deniz levreği gibi türlerin yetiştiriciliğinde sıcaklık artışı olumlu bir etki yaratabilir. Ancak sucul ortamların sıcaklık, tuzluluk ve pH artışı ile birlikte kirlilik etkilerinin olumsuz etkileri ve buna dayalı su stresi sucul yaşam için bir baskı oluşturacaktır. Bu konuda iklim değişikliğine dikkat çekecek araştırmalar ve politikaların üretilmesine yönelik çalışmaların desteklenerek iklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri üzerine risk değerlendirme raporları oluşturulmalı ve kıyı koruma alanlarına önem verilmelidir. İklim değişikliğiyle mücadelede okyanus ve ormanların korunması, eğitimin iyileştirilmesi, yoksulluğun giderilmesi, eşitsizliği azaltan ekonomik büyümeyi teşvik eden stratejilerle acil eylem planları gereklidir. Yerel ve ülke gözlem ve izleme lokasyonlarının desteklendiği küresel ölçekli yönetim organizasyonlarıyla antropojenik baskıların azaltıldığı dünya iklim güvenliğinin sağlanmasına yönelik acil eylem planlarının kısa ve uzun vadeli önlem riskleri belirlenerek balıkçılık ve su ürünleri için iklim yönetimi düzenlemeleri oluşturulmalıdır.

## KAYNAKLAR

**ABB. (2019).** *Antalya'nın deniz ve kıyıların iklim değişikliğine adaptasyonu projesi. Antalya Büyükşehir Belediyesi ve Türk Deniz Araştırmaları Vakfı. Proje Referans Numarası: TR2013/0327.05.01-02/072.* Antalya Büyükşehir Belediyesi, Antalya, Türkiye. Erişim tarihi: 02 Ocak 2020, <http://tudav.org/calismalar/iklim-degisikligi/antalyanin-deniz-ve-kiyilarinin-iklim-degisikligine-adaptasyonu/>

- ABTD. (2020).** *Geleceğe dair: Paris iklim anlaşması.* Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu, Ankara, Türkiye. Erişim tarihi: 03 Ocak 2020, [https://www.avrupa.info.tr/sites/default/files/2016-08/brochure\\_4\\_v2.pdf](https://www.avrupa.info.tr/sites/default/files/2016-08/brochure_4_v2.pdf)
- Barange, M. & Perry, R.I. (2009).** Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge, In: Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. & Bahri, T. (Ed), *Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture*, 7-106p, FAO, Rome, IT.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. & Poulain, F. (2018).** *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture, synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, FAO, Rome, IT, 628p.
- Bilecenoğlu, M. (2018).** Lionfish invasion and its management in the Mediterranean Sea, In: Hüseyinoğlu, M.F. & Öztürk, B. (Ed), *Controlling the lionfish invasion in the eastern Mediterranean Sea*, 1-9p, TUDAV, Istanbul, TR.
- Chang, C.C., Lee, H.L. & Hsu, S.H. (2015).** Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade, In: Elbehri, A. (Ed), *The potential impact of climate change-induced sea level rise on the global rice market and food security*, 246-262p, FAO, Rome, IT.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. & Bahri, T. (2009).** *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*, FAO, Rome, IT, 212p.
- Daw, T., Adger, W.N., Brown, K. & Badjeck, M.C. (2009).** Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge, In: Cochrane, K., De Young, C., Soto, D., & Bahri, T. (Ed). *Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation*, 107-150p, FAO, Rome, IT.
- De Silva, S.S. & Soto, D. (2009).** Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge, In: Cochrane, K., De Young, C, Soto, D. & Bahri, T. (Ed), *Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation*, 151-212p, FAO, Rome, IT.
- Demircan, M. (2019).** *İklim değişikliği: sektörel iklim ürünleri ve coğrafi bilgi sistemi (CBS).* 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-27 Nisan 2019, Ankara, Türkiye.

- Dimitriou, A.C., Chartosia, N., Hall-Spencer, J.M., Kleitou, P., Jimenez, C., Antoniou, C., Hadjioannou, L., Kletou, D. & Sfenthourakis, S. (2019).** Genetic data suggest multiple introductions of the lionfish (*Pterois miles*) into the Mediterranean Sea. *Diversity*, *11*(149), 1-12.
- Dulčić, J. & Dragičević, B. (2019).** Non-indigenous decapod crustaceans in the Adriatic waters: A short review. *International Biodiversity & Ecology Sciences Symposium Proceeding (Bioeco2019)*, 26-28 Eylül 2019, İstanbul, Türkiye, 349p.
- Elbehri, A., Elliott, J. & Wheeler, T. (2015).** Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade, In: Elbehri, A., *Climate change, food security and trade: An overview of global assessments and policy insights*, 1-27p, FAO, Rome, IT.
- FAO (2015).** *The impact of disasters on agriculture and food security*, The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, IT, 77p.
- FAO. (2017).** *FAO's work on climate change united nations climate change conference 2017*. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Erişim tarihi: 05 Ocak 2020, <http://www.fao.org/3/a-i8037e.pdf>
- FAO. (2020).** *Cultured Aquatic species information programme *Argyrosomus regius* (Asso, 1801)*. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Erişim tarihi: 08 Nisan 2020, [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus\\_regius/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus_regius/en)
- Galanidi, M., Turan, C., Öztürk, B. & Zenetos, A. (2019).** European Union (EU) risk assessment of *Plotosus lineatus* (Thunberg, 1787); a summary and information update. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, *25*(2), 210-231.
- Gazioğlu, C., Müftüoğlu, A.E., Demir, V., Aksu, A. & Okutan, V. (2015).** Connection between ocean acidification and sound propagation. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, *2*(2), 16-26.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A. & Tempio, G. (2013).** Tackling climate change through livestock—A global assessment of emissions and mitigation opportunities, FAO, Rome, IT, 115p.
- Gütte, C., Meek, S., Hansen, U. & Miliou, A. (2019).** Adapted Seagrass Watch Protocol to evaluate *Posidonia oceanica* health, in the Eastern Aegean Sea. *International Biodiversity & Ecology Sciences Symposium Proceeding (Bioeco2019)*, 26-28 Eylül 2019, İstanbul, Türkiye, 275p.
- Hay, C.C., Morrow, E., Kopp, R.E. & Mitrovica, J.X. (2015).** Probabilistic reanalysis of twentieth-century sea-level rise. *Nature*, *517*, 48-484.
- Haunschild, R., Bornmann, L. & Marx, W. (2016).** Climate change research in view of bibliometrics. *PLoS ONE*, *11*(7), e0160393, 1-19p.
- Hong, H., Karolyi, G.A. & Scheinkman, J.A. (2020).** Climate Finance. *The Review of Financial Studies*, *33*(3), 1011-1023.
- Kaimuddin, A.H. (2016).** *Climate change impacts on fish species distribution. Approach using GIS, models and climate evolution scenario*. Earth Sciences, Université de Bretagne occidentale-Brest, HAL <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01611802> 254p.
- Khoshnevis, Y.S. & Bahram, S. (2010).** The effects of climate change on aquaculture. *International Journal of Environmental Science and Development*, *1*(5), 378-382.
- Kistler, A. & Muffett, C. (2019).** Plastic & climate: The hidden costs of a plastic planet. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf> (02 Ocak 2020).
- Köse, İ. (2018).** İklim değişikliği müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı imza süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, *9*(1), 55-81.
- Lioubimtseva, E., Dronin, N. & Kirilenko. (2015).** Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade, In: Elbehri, A., *Grain production trends in the Russian Federation, Ukraine and Kazakhstan in the context of climate change and international trade*, 210-244p, FAO, Rome, IT.
- Marinelli, M. (2019).** Climate induced changes in population dynamics in the Mediterranean Sea. *International Biodiversity & Ecology Sciences Symposium Proceeding (Bioeco2019)*, 26-28 Eylül 2019, İstanbul, Türkiye, 23p.
- Mazlum, S.C. (2019).** TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, iklim değişikliği alanında ortak çabaların desteklenmesi projesi (iklimİN), iklim değişikliği eğitim modülleri serisi 2, küresel iklim politikaları. <http://www.iklimin.org/moduller/kureselpolitikalar/modulu.pdf> (03 Ocak 2020).
- MGM. 2020a.** *MGM DenizSuyu*. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. Erişim tarihi: 02 Ocak 2020, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2018/MGMDenizSuyu.pdf>



- MGM. (2020b).** *Akdeniz-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi*. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. Erişim tarihi: 02 Ocak 2020, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Akdeniz-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi.pdf>
- MGM. (2020c).** *Ege-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi*. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. Erişim tarihi: 02 Ocak 2020, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Ege-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi.pdf>
- MGM. (2020d).** *Marmara-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi*. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. Erişim tarihi: 02 Ocak 2020, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Marmara-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi.pdf>
- MGM. (2020e).** *Karadeniz-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi*. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. Erişim tarihi: 02 Ocak 2020. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/denizSuyu/Karadeniz-DenizSuyu-Sicakligi-Analizi.pdf>
- Morber, J. (2019).** *As the planet warms, unusual crops could become climate saviors-but only if we're willing to eat them.* <https://ensia.com/features/climate-change-resilient-crops-plants-meat/> (10 Nisan 2020).
- Muir, J.F. (2014).** *Fuel and energy use in the fisheries sector-approaches, inventories and strategic implications.* FAO, Rome, IT, 94p.
- Öztürk, B., Turan, C., Özsoy, E., Öztürk, H., Güven, K.C. & Algan, N. (2017).** *2017 yılı Türkiye Denizleri raporu*, TÜDAV, İstanbul, Türkiye, 44s.
- Reid, G.K., Gurney-Smith, H.J., Marcogliese, D.J., Knowler, D., Benfey, T., Garber, A.F., Forster, I., Chopin, T., Brewer-Dalton, K., Moccia, R.D., Flaherty, M., Smith, C.T. & De Silva, S. (2019).** *Climate change and aquaculture: considering biological response and resources.* *Aquacult Environ Interact*, **11**, 569-602.
- Ribas, X.C. (2019).** *Ecosystem modelling in the Eastern Mediterranean Sea: the cumulative impact of alien species, fishing and climate change on the Israeli marine ecosystem*, Universidad Politécnic de Cataluña (UPC), Bercolena, Spain, 276p.
- Rotter, R.J. & Hohn, J. (2015).** *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*, In: Elbehri, A. (Ed), *An overview of climate change impact on crop production and its variability in Europe, related uncertainties and research challenges*, 106-145p, FAO, Rome, IT.
- Shelton, C. (2014).** *Climate change adaptation in fisheries and aquaculture compilation of initial examples*, FAO, Rome, IT, 34p.
- Stocker, T.F., Qin D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (2013).** *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, New York, USA, 1535p.
- Thomas, T. & Rosegrant, M. (2015).** *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*, In: Elbehri, A. (Ed), *Climate change impact on key crops in Africa: Using crop models and general equilibrium models to bound the prediction*, 146-175p, FAO, Rome, IT.
- Terzi, G. (2008).** *Deniz ürelerine bağlı zehirlenmeler ve etkileri.* *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, **65**(1), 51-60.
- Turan, C., Erguden, D., & Gürlek, M. (2016).** *Climate change and biodiversity effects in Turkish Seas.* *NEsciences*, **1**(2), 15-24.
- Turan, C., Gürle, M., Başusta, N., Uyan, A., Doğdu, S. & Karan, S. (2018).** *A checklist of the non-indigenous fishes in Turkish marine waters.* *NEsciences*, **3**(3), 333-358.
- USGCRP. (2018).** *Impacts, risk, and adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II.* U.S. Global Change Research Program, Washington, USA, 1515p.
- Wheeler, T. (2015).** *Climate change impacts on food systems and implications for climate-compatible food policies*, In: Elbehri, A. (Ed), *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*, 314-336p, FAO, Rome, IT.
- Werz, M. & Hoffman M. (2017).** *Climate change and migration in the Mediterranean: Challenges for the future.* [https://www.iemed.org/observatori/arees-danalisi/arxiu-adjunts/anuari/med.2017/IEMed\\_MedYearbook2017\\_climate\\_change\\_Werz\\_hoffman.pdf](https://www.iemed.org/observatori/arees-danalisi/arxiu-adjunts/anuari/med.2017/IEMed_MedYearbook2017_climate_change_Werz_hoffman.pdf) (07 Nisan 2020).