



Küresel ısınmanın balıklar ve deniz ekosistemleri üzerine etkileri

*Figen Esin KAYHAN¹, Güllü KAYMAK², Şeyma TARTAR¹, Cansu AKBULUT²,
Harika Eylül ESMER¹, Nazan Deniz YÖN ERTUĞ²

¹Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Göztepe, 34722 İstanbul, Türkiye

²Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Serdivan, 54187 Sakarya, Türkiye

ÖZET

Yeryüzündeki yaşamı tehdit eden en büyük tehlike küresel ısınma ve iklim değişikliğidir. Son yıllarda küresel ısınmanın etkileri sadece karasal bölgelerde değil, okyanus, deniz ve göller gibi sulak alanlarda da görülmektedir. Özellikle kaliteli protein kaynağı olan su ürünleri ve balıklar bundan önemli oranda olumsuz etkilenmektedirler. Çünkü balıklar ve diğer su ürünleri buldukları sucul ortamdaki değişimlere karşı çok hassastırlar. Bu derleme çalışmasında, küresel iklim değişikliğinin denizel ekosistemler ve balıkçılık üzerine olan etkileri irdelenecektir.

Anahtar

Kelimeler:

Küresel Isınma;
Küresel
Isınmanın
Etkileri; Deniz
Ekosistemleri;
Balık; Balıkçılık

Effects of global warming on fish and marine ecosystems

ABSTRACT

The biggest threats to life on earth are climate change and global warming. Recently, their effects are detected not only in terrestrial ecosystems but also in oceans, seas and lakes. Being very sensitive to variations in the aquatic environment, high-quality protein resources such as fish and other marine life are significantly affected by climate change. This review will investigate the effects of global warming on fish and fisheries, as well as other marine resources.

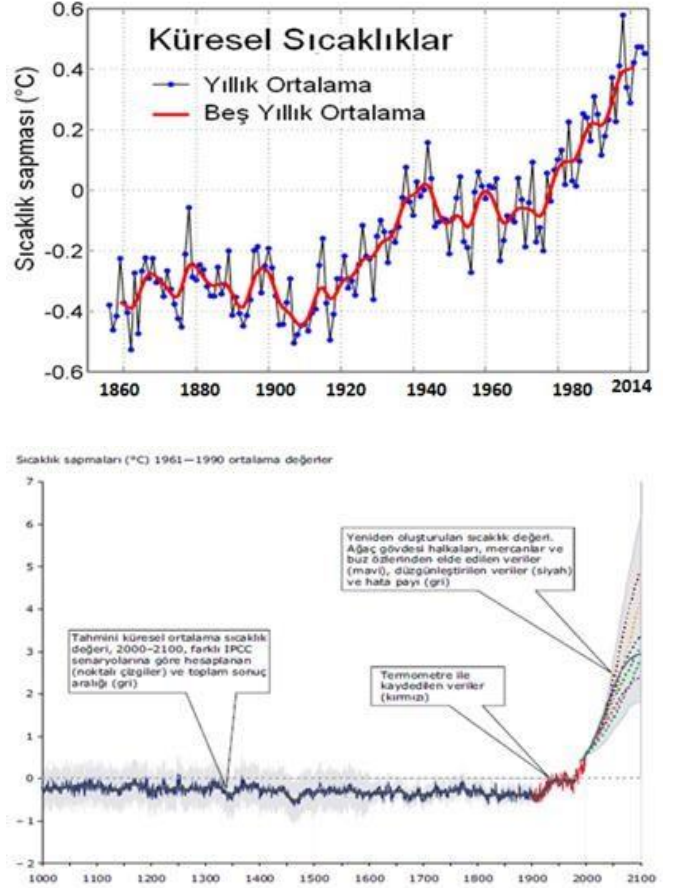
Key Words:

Global Warming;
Effects of Global
Warmings;
Marine
Ecosystems; Fish;
Fisheries

Giriş

Küresel ısınma, dağların tepelerinden okyanusların en derin yerlerine, ekvatoradan kutuplara kadar yeryüzündeki yaşamı tehdit etmektedir. Küresel ısınma, denizlerin ısınmasına da sebep olmakta ve sucul türler de bundan olumsuz etkilenmektedir. İklim değişiklikleri denizleri, balıkların biyolojik özelliklerini, habitat ekosistemlerini, balık stoklarını, balıkçılığı ve su ürünleri yetiştiriciliğini de olumsuz etkilemektedir. Küresel ısınma; endüstriyel aktiviteler sonucunda atmosfere verilen fazla miktardaki karbon dioksit (CO₂), karbon monoksit (CO), halokarbonlar (florin, klorin, bromin veya iyodin içeren 17 grup) ve metan (CH₄) gibi gazların, sera etkisi yaratması sonucunda yeryüzünde sıcaklığın artması olarak tanımlanabilir [1, 2]. Bunun yanı sıra iklim değişikliği insan kaynaklı olabildiği gibi dünya ekseninin hafif kaymaları, güneş etkinliğindeki zamansal farklar, volkanik faaliyetler ve kıta kaymaları gibi doğal nedenlerle de meydana gelebilir [3,4]. Özellikle sanayi devriminden bu yana, fosil yakıtların yakılması, endüstriyel ve antropolojik aktiviteler sonucu atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimindeki hızlı artışa bağlı olarak, şehirleşmenin ve ormansızlaşmanın da katkısıyla, sera etkisi kuvvetlenmiş ve alt troposferdeki sıcaklık artışı artık tehlikeli boyutlara gelmeye başlamıştır. Yapılan ölçümlere göre atmosferin ısı son 50 yıl içerisinde 0.8 °C artmıştır. Atmosfere salınan karbondioksit miktarı son 700 yıldır 280 ppm'den 350 ppm'e yükselmiştir. Bu artışın yıllar içerisinde 450 ppm'e kadar yükselebileceği öngörülmektedir [5, 6, 7]. Son yıllarda yeryüzünde gözlediğimiz pek çok değişiklik, iklim koşullarındaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Küresel ısınmanın ilk sinyallerini verdiği 70'li ve 80'li yıllarda elimizde çok fazla veri bulunmamakla birlikte günümüzde bu konu ile yapılan sayısız araştırma bulunmaktadır. İklim değişikliği, iklimlerin özelliklerinin ve ortalamalarının dengesiz değişimleridir. Bu değişimlerin aşırı ve olumsuz sonuçları biyolojik çeşitliliği, habitat ekosistemini, besin zinciri dengesini ve dolayısıyla ekonomik yaşamı da etkilemektedir. İklim değişikliği tatlı su kaynaklarının azalmasına, deniz ekosistemlerinin ve balık göç yollarının değişmesine ve dolayısıyla ekosistemin bozulmasına neden olmaktadır. İklim değişikliği, balık stokları üzerine doğrudan ve dolaylı etki etmektedir. Doğrudan etkiler; balıkların fizyolojisi, üreme ve büyüme oranları, yumurtlama kapasiteleri gibi etkilerdir. Dolaylı etkiler ise; deniz ekosistemi, balıkların göç aktiviteleri, besin ağı ve besin zinciri gibi özellikler üzerine olan etkilerdir [8, 9]. Örneğin; okyanus ve denizlerde sıcaklığın artmasına neden olan atmosferdeki yüksek ısı, suların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini önemi derecede etkiler. Bu değişimler zinciri, başta balıklar olmak üzere tüm sucul türlerin yaşamlarında bazen geri dönüşsüz bazı hasarlara neden olur. Çünkü suyun sıcaklığı sucul türlerin yaşamlarındaki en önemli parametrelerden biridir. Balıkların göç, yumurtlama ve beslenme gibi tüm fizyolojik aktiviteleri su sıcaklığına göre ayarlanır. Türün devamı, bu tip fiziksel koşullara sıkı sıkıya bağlıdır. Örneğin anadrom balık türlerinden olan Atlantik Salmonu (*Salmo salar*) küresel ısınmadan etkilenen en önemli türlerden birisidir. Bu etkiler şöyle sıralanabilir. Buzulların erimesi, yaz ve sonbahar akıntılarının etkilediği için ergin ve

juvenil salmonların göç sırasında göç gelişlerde yollarını şaşımalarına neden olmaktadır. Su sıcaklığının salmonlar için optimum sıcaklık olan 12.8-17.8 °C'nin üzerine çıkması parazitlere ve hastalıklara karşı daha duyarlı hale getirmektedir. Okyanusların asitleşmesi sonucu midyelerin kabukları inceler ve onlarla beslenen salmonları besin azlığı ile karşı karşıya bırakır [10]. Küresel ısınma nedeniyle deniz seviyesinin yükselmesi nehir-okyanus alanındaki (örneğin; deltalar) habitatların bozulmasına neden olur [11, 12]. Hatta, orman yangınları nedeniyle toprak erozyonunun artması ve nehir girişlerine aşırı miktarda kum taşınması göç sırasında Atlantik Salmon'larının nehirlere giriş yollarının bulunmasını zorlaştırır [13].



Şekil 1. Küresel ısınmanın yıllara göre dağılımı.

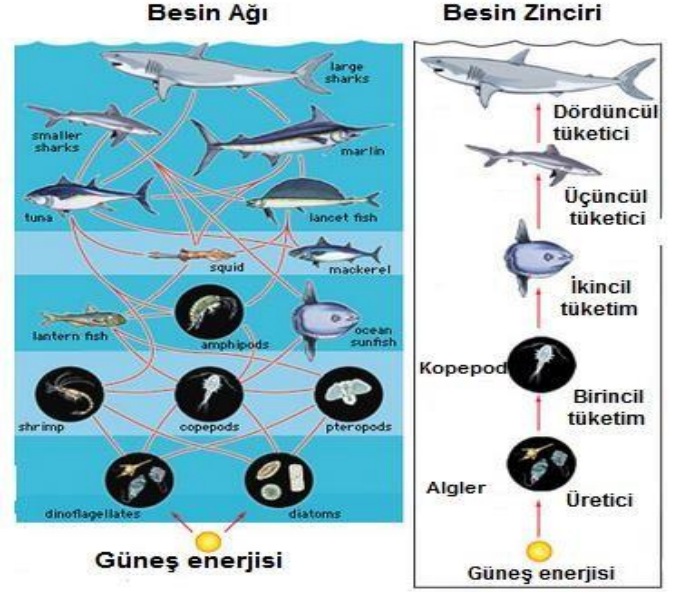
Küresel ısınmanın sebep olacağı yıkımların balıkçılık sektöründeki yansımalarını kestirmek daha da zordur. Küresel ısınmanın ilk etkisi, yüzey sularının ısınması şeklinde olmaktadır. Bunun sebebi, güneş ışınlarının eriyen buzullar nedeniyle deniz tarafından daha fazla emilmesidir. Isınan sular nedeniyle güney yarım kürede yaşayan balık türlerinin daha soğuk olan kuzey yarım küre sularına doğru göç etmeleri beklenen bir durumdur. Sıcak sularda oksijen daha az çözüldüğü için balıklarda fizyolojik bir stres meydana gelecektir. Yüksek sıcaklığa tolerans gösteremeyen türler ya yok olmak ya da daha serin sulara doğru göç etmek zorunda kalacaklardır. Bu durum ise gidecekleri ortamlarda yaşayan yerli türler ile aralarında besin ve habitat rekabetine neden olacaktır [14]. İklim değişikliğinin deniz ekosistemi ve

balıkçılık üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar, mevcut etkilerin gözlenmesi ve gelecekteki etkilerinin modellenmesi olarak ikiye ayrılmıştır. Bu durum değerlendirmeleri kapsamında; iklim değişikliğinin Avrupa'ya olası etkilerinin raporu [15], Uluslararası İklim Değişikliği Raporu [7], Arktik İklim Etki Değerlendirme raporu [1], Kuzey Atlantik'te iklim değişikliği raporları [16] ve Kuzey Pasifik'teki [17] denizel ekosistemin durumu ortak bilimsel kurullar tarafından incelenmiş ve son durum uluslar arası katılım ile ortak raporlar haline getirilmiştir. Okyanus iklimi değişkendir ve özellikle 1920'lerden günümüze kadar süregelen her on yıldaki değişimlerin izlenebiliyor olması, gelecek yıllardaki deniz ekosistemi ve balıkçılık üzerine iklim etkilerinin tahmini için önemlidir. Deniz ve tatlı su sistemlerinde türlerin üremeleri, mevsimsel dağılımı ve kompozisyonu üzerine iklim değişikliğinin etkileri ile ilgili oldukça fazla çalışma vardır. Fitoplankton [18], birincil üretim [19,20], Güney Okyanusu'nda krill [21], Kuzey Atlantik'te plankton [22,23], tropikal ton balığı [24], Doğu Boundary akıntısında Sardalya ve Hamsi [25,26] ve Kuzey Avrupa Deniz Şelfinde Ringa ve Morina gibi çeşitli balık türleri [27,28] ile ilgili iklim değişikliğinin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bunlardan sadece bazılarıdır.

1.1. Küresel ısınmaya bağlı olarak primer üretimdeki değişimler

Küresel ısınma etkisiyle suların ısınması pek çok sucul canlı habitat değişimine zorlayacaktır. Bu durum besin zinciri üzerinde çok önemli değişikliklere ve kayıplara neden olacaktır. Besin zinciri, ekosistemlerde bulunan türlere ait bireyleri diğer tür veya türlere ait bireyler üzerinden beslenmesi sonucu oluşan halkalar serisidir. Sucul ortamdaki besin zinciri bazen çok uzun olabilir ve suyun ısı, akıntı sistemleri gibi pek çok faktörden kolayca etkilenir. Küresel ısınmanın en kolay ölçülebilen etkisi, deniz suyu sıcaklıklarının artması şeklinde görülmektedir [29]. Doğada, klorofil içeren ototrof türlerin fotosentez aktiviteleri sonucu üretilen organik maddeye birincil üretim denir. Denizlerdeki besin zinciri mikroskopik alglerle başlar. Sucul ekosistemlerde besin zincirinin ilk basamağını fitoplanktonlar oluşturur ve biyosferdeki primer fotosentetik üretimin yaklaşık yarısından sorumludur. Küresel ısınma nedeniyle deniz suyu ısındıkça alg patlamaları da artar. Küresel ısınmanın sebep olduğu sera etkisi, dünyanın farklı denizlerinde farklı bazı değişikliklerle gözlenir. Fitoplanktonlar, okyanus sularının ışık alan yüzey sularında yaşayan organizmalardır. Bu organizmalar, zooplankton, balık, karides, midye gibi pek çok sucul türe yem görevi görürler. En önemli faydaları ise gezegendeki oksijenin % 70'ini üretiliyor olmalarıdır. Karbon döngüsünde çok önemli rol oynarlar [30, 31]. Yaşamları için gerekli enerjiyi birincil üretimden sağlayan, diğer bir deyişle, bentik veya fitoplanktonik alglerle beslenen herbivor formların oluşturduğu organik madde verimine ise ikincil üretim denir. Deniz ve okyanus sularının ısınması sonucu bu plankton türleri yeni ısınan bölgelere doğru göç ederler. Bu durumda besin döngüsünde önemli değişikliklere neden olur. Derin deniz diplerinde kemosentetik üretimden başka birincil üretim olanağı yoktur. Bu nedenle derin deniz bölgelerindeki besin zinciri yüzeysel üretime bağlıdır. Dibe doğru olan taşınım dibe yaklaştıkça azalır. Derin deniz

bölgelerindeki besin kaynaklarının çeşitliliği verimli epipelajik zondan aşağıya doğru inildikçe azalır. Küresel ısınma sonucu bozulan ekolojik şartlar, güney yarım kürede yaşayan balık türlerini kuzey yarım küreye göç etmeye zorlamaktadır [32].



Şekil 2. Denizlerde besin ağı ve besin zinciri.

1.2. Dünyada ve ülkemizde bazı okyanus ve denizlerde küresel iklim değişikliğinin etkileri

Küresel ısınmanın okyanuslarda, denizlerde ve tatlı su sistemlerinde bir dizi değişikliklere neden olduğu yapılan bilimsel çalışmalarda da belirtilmiştir. Bu değişimler, su ürünlerinin çeşitliliğini, üreme potansiyellerini, popülasyon sayılarını ve yaşam kalitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ilıman sularda yaşayan ama suların fazla ısınması sonucu daha serin kuzey bölgelere göç eden balık türleri olduğu bilinmektedir. Yani kuzey bölgelere doğru biyocoğrafik bir yüklenme görülmektedir[33].

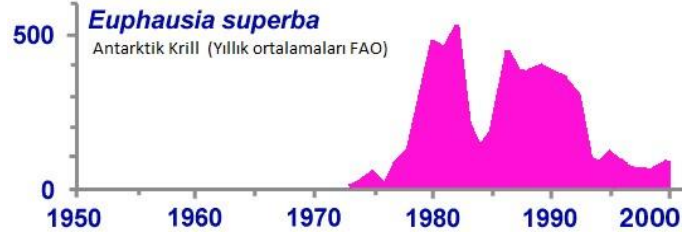
Kuzey Atlantik Bölgesi: Kuzey Atlantik Bölgesindeki deniz yaşamının en temel bileşenlerinden biri deniz buzu ve kalınlığıdır. Buzun içerisinde oluşan kanallarda diatom, zooplankton ve kabuklu türleri gibi yaşamsal öneme sahip birçok organizma yaşar [18]. Aşlında küresel ısınmanın etkileri en fazla kutup bölgelerinde görülmektedir. Kendisine bağlı 34 deniz ortamı olan Atlantik Okyanusu'nun yüzeyi 81.442×10^6 km² olup, ortalama derinliği 4.000 metredir. Özellikle bu bölgede 2050 yılına kadar buzul alanların %40 oranında azalacağı tahmin edilmektedir[23]. Özellikle ilkbahar aylarında sayıları çok fazla artan deniz yosunları ve algler öldükleri zaman dibe çökerler ve omurgasızlardan büyük omurgalı türlere kadar pek çok sucul organizmanın içinde bulunduğu besin ağına katkıda bulunurlar[34]. Kuzey Atlantik ve Kuzey Buz Denizi'nde 1990'lardan bu yana toksik alglerin sayılarında ve patlamalarında artış gözlenmiş ve sonucunda bentik bölgelerde organizmaların ölümlerine neden olmuşlardır. Yani sıcaklığın hızlı arttığı bölgeler, alg patlamalarına karşı daha duyarlı olmuştur[30,22]. Arktik bölgedeki buzlu alanlar her 10 yılda bir %3 gibi bir oranla azalmaktadır. Arktik bölgenin küresel iklimde ve deniz ekosistemindeki önemi düşünüldüğünde bu oran hiçte azımsanacak bir oran değildir. Erime sonucunda soğuk denizlerin

su özellikleri değişecek ve soğuk sularda yaşayan türlerin yaşam şartları etkilenecektir.

Atlantik Okyanusu'nun kuzeyinde yer alan bölge, uzun yıllar süren biyolojik çalışmalarla sıklıkla irdelenmiş bir bölge olma özelliğindedir. Örneğin; 1958-2002 yılları arasında 100.000 plankton örneğinin toplandığı plankton kayıtları araştırmasında (*Continuous Plankton Recorder, CPR*) Kuzey Atlantik Denizi'nin (Kuzey 55°N) soğuk bölgelerinde fitoplanktonun daha fazla arttığını, ılık bölgelerinde (Güney 50°N) ise azaldığını rapor etmişlerdir[35]. Bu çelişkili durumun açıklaması şöyle olabilir: Her ne kadar bu alanlar bu periyotta ısınmaya meyilli ise de, dikey su karışımının azalması, soğukta besin sağlanması, daha çalkantılı bölgelerdeki besin kalıntıları ve artan ısıdan yararlanan planktonların metabolizmalarının artış oranları buna sebep olabilir. Giderek ısınan ılık bölgelerde besin üretimi azalabilir. Bu değişikliklerin etkileri, besin zincirindeki sıkı trofik bağlantılar nedeniyle fitoplanktonlardan herbivorlara ve karnivorlara kadar yayılır[36]. Okyanus ısısının artması bazı türlerde fizyolojik olarak önemli değişikliklere neden olabilmektedir. Örneğin, Çipura (*Sparus aurata*) 14-16 °C arasında yumurtlayabilen bir balık türüdür. Denizlerin ısısının sürekli yükselmesi sonucu fizyolojileri olumsuz etkilenmekte ve artık eskisi kadar doğal ve çiftlik balığı üretilmemektedir. Ayrıca, Kuzey Atlantik Bölgesi'nde artan sıcaklık dinoflagellatların erken üremelerine sebep olmuş, bölgedeki balıkların oksijensiz kalmalarına ve ortamdan uzaklaşmalarına neden olmuştur[30].

Tropikal Pasifik Bölgesi: Benzer etkiler ısınmadan etkilenen orta enlemlerdeki pelajik ekosistemlerde de görülebilir. Okyanusların ısınmasının önemli bir diğer sonucu da suların asiditelerinin artmasıdır. Yani okyanus suları atmosferdeki karbondioksiti emdikçe deniz suyunda pH azalır ve asidite artar. Sucul türler özellikle embriyonik ve larval evrelerinde ısınma, asitleşme gibi etkilere daha hassastırlar. Yüksek asidite denizlerde yaşayan kabuklu türler için istenmeyen bir durumdur. Özellikle aragonit kabuklu türler, kalsit kabuklu türlere göre daha kolay çözünmeye uğramakta ve kabukları hızla incelmektedir. Bu da türlerin üremelerini engellediği için çok önemlidir[37,23]. Keza mercanlarda sulardaki asidifikasyondan ve ısınmadan en fazla etkilenen türler arasındadır. Pekçok mercan türünde %60'lara varan dekalsifikasyon gözlenmiştir [38,39,10].

Antarktik Bölgesi: Keza Antarktik bölgesi de küresel ısınmadan benzer şekilde etkilenecektir. Karasal sistemlere uzak olması nedeniyle karasal iklimler üzerinde etkileri fazla yıkıcı olmayacaktır. Ayrıca Antarktik Bölgesi her ne kadar dünyanın diğer sistemlerine uzak gibi görünse de, bölgenin sıcaklığındaki hafif bir yükselmenin bile dünyanın her yanında ekosistemleri nasıl derinden etkileyebileceğine ilişkin bazı raporlar bulunmaktadır. Örneğin; Antarktik Krill (*Euphausia superba*) Güney Buz Denizi'nde yaşayan ve çok bol bulunan bir karides türüdür. Balıklar, kuşlar ve balinalar tarafından besin olarak kullanılırlar. Yılda ortalama 100.000 ton kadar üredikleri bilinmektedir. Krillerin varlığı esasen suyun yüzeyinde ve güneş ışınlarının suya yeterince girebildiği derinliklerde yaşayan fitoplanktonların varlığına dayanmaktadır. Krillerin sayısı son 30 yıl içerisinde %80 oranında azalmıştır[21,40]. Yani krillerin üremesi ve bolluğu yaz aylarındaki fitoplankton patlamalarına bağlıdır.



Şekil 3. Güney Buz Denizi'nde Antarktik Krill'in (*Euphausia superba*) yıllık ortalamaları

Salp'lar, krill'lerin tersine daha çok ılık suları tercih ederler ve Güney Okyanus bölgesinde daha fazla bulunurlar. Bu değişiklikler Güney Okyanus besin zincirinde derin etkiler meydana getirir. Penguenler, albatroslar ve foklar da besin azlığı çekmeleri durumunda krillere yönelirler. Bu nedenle dar alanlardaki krill yoğunluğu aslında çok önemlidir[41,5]. Yine de görülen ve ölçülen tüm iklim değişikliklerinin derin okyanus denizlerinde, diğerlerine oranla daha az etkili olacağı düşünülmektedir. Ülkemiz denizlerinin durumuna değinilecek olursa pek de olumlu süreçler göremediğimizi söyleyebiliriz. Uluslararası İklim Değişim Paneli (IPCC)'nin yaptığı değerlendirmelere göre, Türkiye'nin 2030 yılına kadar kurak bir iklimin etkisinde kalacağı ve sıcaklıkların ortalama 2-3 °C daha artacağı öngörülmüştür. Ülkemiz sularına güney bölgelerden balık göçlerinin olduğunu ve Akdeniz'de daha önce görülmeyen çeşitli sucul türlerin artık bulunduğu haberlerini duymaktayız. Örneğin; Süveyş Kanalı yoluyla, Hint Okyanusu ve Kızıldeniz orijinli sucul türlerin Akdeniz ve Ege Denizi'ne giriş yaptığı ve bu şekilde son yıllarda 59 balık türünün bu yolla Akdeniz'e yerleştiği rapor edilmiştir [4].

Akdeniz ve Ege Denizi: Akdeniz bölgesi genel olarak kurak Kuzey Afrika ile yağmurlu Orta Avrupa iklimi arasında yer alır[42]. Akdeniz ve Ege Denizi birbirlerine ekolojik açıdan benzerler. Ege Denizi'nde avlanan pek çok türe karşın Akdeniz, Türkiye'deki deniz balıkçılığının en az verim aldığı denizdir. Akdeniz'in batısı Cebelitarık Boğazı sebebiyle, Atlantik Okyanusu'nun ekolojik ve oşinografik özelliklerinden etkilenen bir deniz olma özelliğindedir[43,44]. Benzer şekilde, Akdeniz'in doğusu da, Kızıldeniz nedeniyle Hint Okyanusu'ndan etkilenmektedir[45]. Kızıldeniz'den, Türk sularına 63 adet lesepseyen türün geçtiği belirtilmiştir[46, 47]. Bunlardan 11 tanesi ekonomik değere sahiptir. Bu nedenle son yıllarda Akdeniz'de deniz balıkçılığı biraz artmıştır. Ekonomik açıdan bakıldığında olumlu gibi görünen bu durum, aslında lesepseyen türlerin doğal ekolojik nişleri paylaşarak yerel türlerle rekabete girmesi ve yerel türün yaşam ve üreme alanlarını kısıtlaması ile sonuçlanacaktır. Halen Akdeniz'de 300 kadar Kızıldeniz, 30 kadar da Hint Okyanusu orijinli türün yaşadığı bilinmektedir[48]. Yapılan bir çalışmada, İskenderun Körfezi'nin su sıcaklığının son yıllarda arttığı ve bu duruma bağlı olarak Çipura ve Levrek gibi ekonomik değere sahip türlerin hem doğal avlama hem de yetiştiriciliğinin zorlaştığı rapor edilmiştir. Deniz sularının ısınması balık yetiştiriciliğini de olumsuz etkilemektedir[49]. Akdeniz'de artık tropikalleşme yaşanmakta ve bu tüm havzayı etkilemektedir. Akdeniz havzasındaki su seviyelerinin 2030

yılına kadar 12-18 cm, 2050 yılına kadar 14-38 cm ve 2100 yılına kadar ise 35-65 cm'lik bir yükseleceği öngörülmektedir [50]. Özellikle Batı Akdeniz'de su sıcaklığı son on yılda 0.2 derece artmıştır ve bu durum balıklar için ölümcül tehdit oluşturmaktadır[13]. Bu artışlar bu şekilde devam ederse, kaçınılmaz olarak bazı türlerin üreyememesi veya göç etmesi ve ekonomik kayıplara yol açması beklenmektedir[51]. Suların ısınması sonucu mercanların beyazlaşması ve ölümleri mercan popülasyonlarının yoğun olduğu bölgelerde uzun süredir bilinmektedir. Türkiye'de yapılan bir çalışmada Akdeniz ve Ege Denizi'nde artan sıcaklık nedeniyle bir yumuşak mercan türü olan Gorgon popülasyonlarının çok azaldığı rapor edilmiştir [38].

Marmara Denizi ve Karadeniz: Küresel ısınma ve iklim değişikliği süreci dünyada ve ülkemiz balıkçılığında farklı şekillerde bir işleyiş izleyecektir. Şöyle ki; okyanus ikliminden etkilenen ülkelerin balıkçılık faaliyetleri kıyısız ve okyanus balıkçılığı şeklinde yapılır. Oysa ülkemiz iç denizlerle çevrili bir konumdadır. Kıyılarımızda gel-git etkisi çok fazla görülmez. Bu nedenle iklim değişikliği, ülkemiz balıkçılığında okyanus iklimlerinden daha farklı bir şekilde kendini gösterecektir. TÜDAV tarafından hazırlanan bir raporda küresel ısınma nedeniyle Karadeniz'in "Akdeniz"leştiği bildirilmiştir. Son 30 yılda Karadeniz'deki ekonomik öneme sahip balık türü sayısının 26'dan 6'ya düştüğü bildirilmiştir [33]. Bu sayının düşmesinde çevresel kirlilik faktörlerinin de etkili olduğu bir gerçektir. Karadeniz'in yerel türü olan Hamsi'nin (*Engraulis encrasicolus*) son durumunun da değerlendirildiği raporda, özellikle soğuk mevsimlerde hamsilerin kuzeye yaptıkları göçün azalacağı hatta durabileceği ve ülkemizin önemli bir ekonomik kaynağının kuruyabileceği öngörülmüştür. Bunun sebebinin su sıcaklığı ve hamsilerin yağlanma oranları arasındaki paralelliktir. Hamsilerde görülen yağlanma boyunca, su sıcaklığı ile hamsi kışlama göçü arasında güçlü bir etkileşim ve bunu takiben stok dağılımı vardır. Resmi istatistiklere göre Türkiye'nin Karadeniz'de avladığı hamsi miktarı 1988'deki 295 bin ton değerinden 1989'da 97 bin tona ve 1990'da 66 bin tona düşmüştür. Günümüzde bu oranda 4 kat azalma olduğu resmi kayıtlarda da mevcuttur[48]. Hamsi türü için söylenebilecek diğer bir durum ise şudur: Hamsiler sürü halinde yaşayan türlerdir. Ancak, kar yağışının olmadığı dönemlerde su sıcaklığı yüksek kalmaktadır ve hamsiler sürü oluşturamamaktadırlar. Bu durumda bu türlerin stoklarında kayıplara neden olmuştur. Ülkemizde en çok avlanan türlerden biri de İstavrit türleridir. Ancak av sezonunun başlangıç tarihi, anaç istavritlerin yumurta dökme dönemlerine denk gelmesi nedeniyle sayılarının azalması çok yakın bir gelecekte gerçekleşebilir. Çünkü küresel ısınma, suların çok geç soğumasına sebep olmaktadır. Birçok sucul organizma gibi bazı balık türleri de küresel ısınmanın etkilerinin incelenmesinde biyobelirteç görevi görürler. Balık türlerinin yumurta, larva ve juvenil denilen ergin öncesi gelişmesinde su sıcaklığının önemi büyüktür. Özellikle denizlerden nehirlere veya nehirlerden denizlere göç eden balık türleri su sıcaklığı değişimlerinden olumsuz yönde etkilenirler. Örneğin Sardalya (*Sardina pilchardus*), Kupes (*Boops boops*), Salpa (*Sarpa salpa*), Mıgır (*Conger conger*) ve Dülger balığı (*Zeus faber*) gibi özellikle güney Akdeniz'de yaşayan bazı balık türlerinin Karadeniz ve Marmara

denizinde görülmeye başlanması sıcaklık artışının biyolojik çeşitlilik üzerine etkilerini açıkça göstermektedir. Akdeniz'in güneyinde yaşayan Gün balığı'nın (*Thallossoma pavo*) artık Marmara Denizi'nde de görülebilmesi sıcaklık dağılımının kuzey bölgeleri de etkilediğini açıkça göstermektedir[52]. Omurgasız türlerden bir tür Denizkestanesi'nin (*Arbacialixula*) Kuzey Ege ve Marmara Denizi'nde sıklıkla görülmesi zorunlu biyolojik göçün karasularımızda gerçekleştiğini haber vermektedir[53].Aslında deniz suyu sıcaklığının artışı nedeniyle bazı termofilik balık türlerinin Akdeniz'den, Ege, Marmara ve Karadeniz'e geçişleri yeni bir lesepsiyen göçe benzetilebilir[33,4]. Bu göçün gelecek yıllarda nasıl devam edeceği ve gerek ev sahibi gerekse misafir türlerin bu ekolojik değişimlere karşı hangi uyum mekanizmalarını geliştirecekleri henüz tam olarak bilinmemektedir.

Sonuç

Dünyamızdaki her türlü iklim kuşağının, küresel ısınmadan farklı şekillerde etkileneceği bilinmektedir. Dolayısıyla, değişen iklim şartları başta balıkçılık ve yetiştiricilik sektörleri olmak üzere tüm kaliteli protein arayışında olan toplumları olumsuz yönde etkileyecektir. Küresel ısınma ve buna bağlı olarak suların ısınması nedeniyle birçok sucul canlıların yüzyıllardır yaşadığı bölgeleri terk etmeye, kendilerine yeni yaşam alanları aramaya yönelmesi öngörülmektedir. Denizel ortamda sıcaklık artışları birçok bentik ve pelajik türün dağılım sınırlarını daraltacak ve üreme başarılarına ket vuracaktır. Özellikle soğuk suları seven türlerde toplu ölümler görülebilir. Aynı zamanda eldeki stokların aynı şekilde kalması da zorlaşmaktadır. Çünkü küresel ısınma biyolojik süreçleri, besin ağlarını ve besin zincirlerini etkilemekte ve istilacı türlerin sayılarının ve hastalık riskinin artmasına neden olacaktır. Küresel ısınma nedeniyle denizlerimize giren türlerin sayıları ve biyolojik özellikleri ile ilgili bir veri bankası oluşturulması gerekebilir. Aynı veri bankası yerel türlerin de verilerini depolamak üzere planlanmalıdır. Böylece gerçekleşecek ekolojik değişiklikler hakkında geçmiş ve şu anki durum değerlendirilerek gelecek hakkında bir fikir oluşturulabilir. Sadece ekonomik kazanç hedefleyen toplumsal üretim anlayışı dünyayı ve insanlığı kaosa götürecektir. Sera gazlarının kontrolsüz salınımı sonucu gezegenimizde tüm canlıların geleceği tehlike altına girmiştir. Küresel iklim değişikliği yaklaşık son yüz yıllık sanayi devrimi ve bunu izleyen aşırı sera gazı emisyonu (salınımı) süreçlerinin bir sonucu olduğuna göre bu süreçlerin yenilenebilir kaynaklar gibi modern bilim kurallarına göre tekrar değerlendirilmesi ve tüm canlılığın mutluluk ve refahına göre yeniden dizayn edilmesi gerekir. Yoksa pek de uzak olmayan bir gelecekte, küresel ısınma ve iklim değişikliği insanları ve hiçbir suçu olmayan diğer canlıları yok edecektir. İnsanoğlu iklimi etkilemiştir. İklim de insanoğlunu etkileyecektir. Bu etkileşimin sonuçlarını kestirmek zor olsa da dünyamızı zor günlerin beklediği açık ve net olarak görünmektedir. Türkiye denizleri henüz protein deposu olma özelliğini kaybetmeden iklim değişikliği sonucu ortaya çıkacak zararların önlemleri alınmalıdır. Bu nedenle özel politika ve bilimsel metotların işbirliğinde denizlerimizi sürekli izlemeli ve farklı ekolojik parametrelerle değerlendirmeliyiz. Denizlerimizin geleceği hakkında oluşturulacak gerçekçi politikalar ile gelecek kuşakların kaliteli protein stoklarını koruyabiliriz.

Kaynaklar

1. ACIA, Climate Impacts on Arctic Freshwater Ecosystems and Fisheries: Background, Rationale and Approach of the Arctic Climate Impact Assessment. Frederick J., Wrona, T.D., Prowse, J.D., Reist, J.E. Hobbie., Lucie M.J., Levesque, F.V., AMBIO: A Journal of the Human Environment, 35,7, 326-329, doi: 10.1579/0044-7447(2006)35[326:CIOAFE]2.0.CO2, 2006.
2. Anonim, UNEP. Climate Change Information Sheets, accessed online at <http://www.unep.org/dec/docs/info/ccinfokit/infokit-2001.pdf>, 2001.
3. Gosling, S.N., The likelihood and potential impact of future change in the large-scale climate-earth system on ecosystem services, Environmental Science and Policy, 27, 15-31, doi.org/10.1016/j.envsci.2012.03.011, 2013.
4. Mol, S. ve Doğruyol, H., İklim değişikliğinin su ürünlerine ve tüketimine etkisi, Journal of Fisheries Sciences, 6 (4), 341-356. doi:10.3153/jfscm.akdeniz008, 2012.
5. Wernberg, T., Russell, B.D., Moore, P.J., Ling, S.D., Smale, D.A., Campbell, A., Coleman, M.A., Steinberg, P.D., Kendrick, G.A., Connell, S.D., Impacts of climate in a global hotspot for temperate marine biodiversity and ocean warming, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 400, 7-16, 2011.
6. Hurrell, J.W., Deser, C., North Atlantic Climate Variability: The role of the North Atlantic Oscillation, Journal of Marine Systems, 79, 231-244, 2010.
7. IPCC, Climate change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 944 pp. 2001.
8. Williams, E.H., Shertzer, K.W., Implications of life-history invariants for biological reference points used in fishery management, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60, 710-720, 2003.
9. Jennings, S., Brander, K., Predicting the effects of climate change on marine communities and the consequences for fisheries, Journal of Marine Systems, 79:418-426. 2010.
10. Kleypas, J.A., Feely, R.A., Fabry, V.J., Langdon, C., Sabine, C.L., Robbins, L.L., Impacts of ocean acidification on coral reefs and other marine calcifiers: A guide for future research. Report of a work shop sponsored by NSF, NOAA, and the US Geological Survey. 88 pp. 2006.
11. Elliott, J., Elliott, J.A. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, Brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change, Journal of Fish Biology, 77, 1793-1817, 2010.
12. Jonsson, B., Jonsson, N. A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and Brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow, Journal of Fish Biology, 75, 2381-2447, 2009.
13. Paroissien, J.B., Darboux, F., Couturier, A., Devillers, B., Mouillot, F., Raclot, D., Bissonais, Y.L., A method for modeling the effects of climate and land use changes on erosion and sustainability of soil in a Mediterranean watershed (Longuedoc, France). Journal of Environmental Management, 150, 57-68, 2015.
14. Lespinas, F., Ludwig, W., Heussner, S., Hydrological and climatic uncertainties associated with modeling the impact of climate change on water resources of small Mediterranean coastal rivers, Journal of Hydrology, 511, 403-422, 2014.
15. ACACIA, Assessment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: The Europe ACACIA Project, Jackson Environment Institute, University of East Anglia. 320 pp. 2000.
16. Hurrell, J., The Climate Data Guide: Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index. 2014 <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based>
17. PICES, Marine Ecosystems of the North Pacific. PICES Special Publication. 1, 280-285, 2004.
18. Richardson, A.J., Schoeman, D.S., Climate impact on plankton ecosystems in the Northeast Atlantic, Science, 305, 1609-1612, 2004.
19. Gregg, W.W., Conkright, M.E., Ginoux, P., Casey, N.W., Ocean primary production and climate: Global decadal changes, Geophysical Research Letters, 30 (15), 1809. doi: 10.1029/2003.GLO16889. 2003.
20. Beaugrand, G., Reid, P.C., Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate, Global Change Biology, 9, 801-817, 2003.
21. Atkinson, J., Siegel, V., Pakhomov, E., Rothery, P., Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean, Nature, 432, 100-103, 2004.
22. Edwards, M., Johns, D.G., Leterme, S.C., Svendsen, E., Richardson, A.J., Regional climate change and harmful algal blooms in the northeast Atlantic, Limnology and Oceanography, 51(2), 820-829, 2006.
23. Beare, D.J., Batten, S., Edwards, M., Reid, D.G., Prevalence of boreal Atlantic temperate Atlantic and neritic zooplankton in the North Sea between 1958 and 1988 in relation to temperature, salinity, stratification intensity and Atlantic inflow, Journal of Sea Research, 48, 29-49, 2002.
24. Lehodey, P., Chai, F., Hampton, J., Modelling climate-related variability of tuna populations from a coupled ocean biogeochemical-populations dynamics model, Fisheries Oceanography, 12, 483-494, 2003.
25. McFarlane, G.A., Smith, P.E., Baumgartner, T.R., Hunter, J.R., Climate variability and Pacific sardine populations and fisheries, American Fisheries Society Symposium, 32, 195-214, 2002.
26. Chavez, F.P., Ryan, J., Lluch-Cota, S.E., Niquen, C.M., From anchovies to sardines and back: multi decadal change in the Pacific Ocean, Science, 299, 217-221, 2003.
27. Attrill, M.J., Power, M., Climatic influence on a marine fish assemblage, Nature, 417, 275-278, 2002.

28. Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R., Reynolds, J.D., Climate change and distribution shifts in marine fishes, *Science*, 308, 1912-1915, 2005.
29. Soydemir Çiftçi, N., Türkiye denizleri açık suları fitoplankton kompozisyonu, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 23-36, 2011.
30. Weeks, A., Conte, M.H., Harris, R.P., Bedo, A., Bellan, I.P.H., Edwards, E.S., Harbour, D.S., Kennedy, H., Llewellyn, C., Mantoura, R.F.C., Morales, C.E., Pomroy, A.J., Turley, C.M., [The physical and chemical environment and changes in community structure associated with bloom evolution: The Joint Global Flux Study North Atlantic Bloom Experiment](#), *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 40 (1-2), 347-368, 1993.
31. Öztürk, B., Çetin, K., Özel Duyarlı Deniz Alanları. PSSA. TUDAV Eğitim Yayınları, No:10. PK.10, Beykoz, İstanbul, 2005.
32. Geldiay, R., Kocataş, A., *Deniz Biyolojisine Giriş*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No:31. 98-105, Bornova, İzmir, 2002.
33. Sağlam, N.E., Düzgüneş, E., Balık, İ., Küresel ısınma ve iklim değişikliği, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 25 (1), 89-94, 2008.
34. Brander, K.M., Global fish production and climate change, *PNAS*, 104(50), 709-714. doi: 10.1073/pnas.0702059104, 2007.
35. Arnason, R., Global Warming: New challenges for the common fisheries policy? *Ocean & Coastal Management*, 70, 4-9, 2012.
36. Brander, K., Impacts of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems*, 79, 389-402. doi: 10.1016/j.jmarsys.2008.12.015, 2010.
37. Aksay, C.S., Ketenoglu, O., Kurt, L., Küresel ısınma ve iklim değişikliği, *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25, 29-41, 2005.
38. Karakaş, H.H., Türkoğlu, H., Su ürünlerinin dünyada ve Türkiye'deki durumu, *H.R.Ü.Z.F. Dergisi*, 9 (3), 21-28, 2005.
39. Jeffree, R.A., Ocean acidification: A prognosis and treatment for this eclipsing issue in marine ecotoxicology, *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5 (1), 173-175, 2009.
40. Özalp, H.B., Çanakkale Boğazı (Marmara Denizi) Sert Mercanları Üzerine İlk Araştırmalar. Mavi Paylaşım 10. Sualtı Sporları ve Bilimleri Toplantısı. 4-6 Mayıs, Kocaeli, 2012.
41. Özalp, H.B., Alparlan, M., The First Record of *Cladocoracaespitosa* (Linnaeus, 1767) (Anthozoa, Scleractinia) from the Marmara Sea, *Turkish Journal of Zoology*, 35, 701-705, 2011.
42. Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D., Clark, B.Y., Van Tiem, L.A., Walcott, K.C., Erwin, K.N., Levin, E.D., The toxicology of climate change: Environmental contaminants in a warming World, *Environmental International*, 35, 975-986, 2009.
43. F.A.O. Food and Agriculture Organization. Climate Change and Food Safety, 2008/b.
44. Giorgi, F., Lionello, P., Climate change projections for the Mediterranean region, *Global and Planetary Change*, 63:90-104, 2008.
45. Garcia de Jalon, S., Iglesias, A., Quiroga, S., Bardaji, I., Exploring public support for climate change adaptation policies in the Mediterranean region: A case study in Southern Spain, *Environmental Science & Policy*, 29, 1-11, 2013.
46. Yılmaz, A., Türkiye denizlerinin biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler, *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, 26, 219-235, 2002.
47. Lazzari, P., Mattia, G., Solidoro, C., Salon, S., Crise, A., Zavatarelli, M., Oddo, P., Vichi, M., 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, 2014.
48. Cirik, Ş., Akçalı, B., Denizel ortama yabancı türlerin yerleşmesi: Biyolojik işgalin kontrolü, hukuksal, ekolojik ve ekonomik yönleri, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 19 (3-4), 507-527, 2002.
49. Torcu, H., Mater, S., Lessepsian fishes spreading along the coasts of the Mediterranean and the Southern Aegean Sea of Turkey, *Turk. J. Zool.*, 24, 139-148, 2000.
50. Zaitsev, Y., Ozturk, B., Exotic Species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas, Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey, 267. ISBN :975-97132-2-5, 2001.
51. Kuleli, T., Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 167 (4), 387-397, 2010.
52. Miroğlu, A., Küresel ısınma ve balıkçılık, *O.Ü. Mavi Yaşam Araştırma ve Haber Bülteni*, 2 (4), 1-5, 2011.
53. Mavruk, S., Avşar, D., Lessepsiyen balıkların Akdeniz ekosistemine etkileri, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5(8), 380-386, 2007.