



## İklim Değişikliğinin Su Ürünleri Yetiştiriciliği Üzerindeki Etkileri

**Prof. Dr. Hasan Hüseyin ATAR,**  
**Tuluğ Gülce ATAMAN**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su  
Ürünleri Mühendisliği Bölümü

### 1. İklim Değişikliği ile İlgili Genel kavramlar

İklim değişikliği, “Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır. [1] Bu değişiklikler atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun artmasıyla güneş ışınlarının atmosferde hapsolmesi sonucu gerçekleşen **küresel ısınma** etkisinde gerçekleşir. Doğrudan etki gösteren sera gazlarının içeriği şu şekildedir;

- Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)
- Metan (CH<sub>4</sub>),
- Diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) ve
- Florlu sera gazları

Doğrudan sera gazları farklı sera etkisine sahiptir. Küresel Isınma Potansiyeli, karbondioksitin etkisinin bir birim kabul edilmesi halinde, her bir gazın 100 yıllık zaman diliminde atmosferde yarattığı göreceli etkidir. [2]

Gelişmekte olan ülkelerde, 4 milyardan fazla insanın hayvan proteini kaynağını %15’ini oluşturduğu gözlemlenmektedir. Bazı ülke ve topluluklar için, bu sayı daha yüksek olmakla beraber, küçük ada ülkeleri için hayvan proteininin kullanımındaki bu oranın %50’ye kadar çıktığı düşünülmektedir. Çoğu gelişmekte olan ülkelerde balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili alanlarda işleme,

pazarlama, dağıtım ve tedarik endüstrilerinde istihdam edilen insan sayısı 200 milyon insana kadar çıkmaktadır. [3]

## 2. İklim değişikliğinin su ürünleri yetiştiriciliğine etkileri

İklim değişikliği bünyesinde gerçekleşen olaylar altyapıyı, yetiştiriciliğin yapıldığı alanları ve ulaşım yollarını etkileyecektir. Aynı zamanda denizel alanlarda yaşayan birçok topluluk güvenlik açısından risk altında olacaktır. Su kıtlığı ve su kaynaklarına ulaşımındaki sıkıntılar ve rekabet, denizel ve iç sulardaki su ürünleri yetiştiriciliğini etkileyecektir. Geçim kaynağının bir diğer unsuru olan balıkçılık aktiviteleri, değişen balıkçılık mevsimleri ve balık göçleri ile paralel olarak değişim gösterecektir.

İklim değişikliği gıda güvenliğinde 4 boyutta incelenmektedir;

- Su ürünlerinin bulunabilirliğinin, yaşam alanlarında gerçekleşen değişimlere, stok ve türlerin dağılımlarına bağlı olması.
- Kaynakların istikrarlı bir durumda olmasının yine artan bir değişkenliğe sahip olan iklimsel koşullar ve ekosistem üretim verimindeki risklere bağlı olması.
- Sucul besinlere ulaşımın yetiştiricilik ve balıkçılık olanaklarındaki değişimlere bağlı olması.
- Sucul gıdaların kullanımının bazı toplumlarda geleneksel olarak tüketilmeyen başka sucul gıdalarda yer değiştirebilecek olması.[4]

İklim değişikliği ile mücadelede yetiştiriciler için, sürdürülebilir geçim yaklaşımı; insan faktörü, doğa faktörü, mali faktör, sosyal faktör ve fiziksel faktörler olarak 5 çerçevede incelenmektedir.

Sıcaklık değişimleri belirli bir konum için türlerin yaşam koşulları uygunluğu üzerinde farklı etkilere neden olacaktır. Sıcaklıkta gerçekleşen değişimler aynı zamanda oksijen seviyesi, toksik alg çoğalmaları ve zararlılar, hastalıklar ve avcı balıkların yaygınlığı gibi diğer faktörlere de etki edecektir. Ilıman bölgelerde artan sıcaklıklar daha hızlı büyüme oranları ve daha uzun olgunlaştırma dönemleri gibi etkileri de beraberinde getirebilir.

Yapılan çalışmalarda sıcaklıkta gerçekleşen her 1° C'lik artış için kanal yayın balığı yetiştiriciliğinde optimum yetiştirme alanındaki aralığın yaklaşık 240 km kuzeye kayacağı öngörüsünde bulunulmuştur. Kanal yayın balığı yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen yetiştiricilik göz önünde bulundurulduğunda maliyetler ve sıcaklık artışının bazı faydalarının anlaşılması açısından çok iyi bir örnek niteliğindedir. [5]

Birim alan başına üretim artışının ortalama su sıcaklığının artışı ile artacağı, ancak 30 ° C üzerinde besleme ve büyüme oranlarında azalma gözlemlenebileceği dolayısıyla daha serin alanlarda verim artarken sıcak alanlarda da bu verimin düşüşüne tanık olunabileceği tahmin edilmektedir.

İklim değişikliği modellerinde görülen, karasal alanlarda tahmin edilen sıcaklık artışları genellikle hava sıcaklığı formunda açıklanmaktadır. Ancak hava sıcaklığında meydana gelen artışlar tam anlamıyla su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlarda görülen sıcaklık artışına denk gelmemektedir. İç sularda su sıcaklıklarını etkileyen esas iklimsel faktörler; güneş radyasyonu, hava sıcaklığı, rüzgar hızı ve nem ile birlikte havuz büyüklüğü, şekli ve havuzun su değerleridir. Turbidite ve suyun rengi absorbe edilen güneş radyasyonu oranını belirleyerek suyun sıcaklığında etkisi olan nedenlerdendir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan havuzlar genelde bulanık ve sığ olduğu için güneş radyasyonu sıcaklık üzerindeki önemli bir etken haline gelebilmektedir. [5]

İklimin ısınmasına eşlik edeceği öngörülen buhar çıkışı havuz üzerinde bir bulut tabakası oluşturarak güneş radyasyonunun bir kısmının engellenmesi açısından dengeleyici bir rol alabilir. İklim değişikliğinden kaynaklanan deniz yüzeyi sıcaklıklarındaki artışlar balıkların büyüme dönemlerini uzatabileceği öngörülmüş bunun sonucunda birincil üretim artarak süzerek beslenenlerin de artışına katkıda bulunmuştur.

Şiddetli rüzgâr ve dalgalar kabuklu ve yüzgeçli su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan kafes ve platform gibi yapılara zarar verebilmekte, stok kayıpları ve tesislerin zarar görmesi gibi olumsuz sonuçlara neden olacaktır. Acı su türlerinin yetiştiriciliğinin uygun deniz seviyesindeki düz kıyısal alanlarda muhtemel taşkınlar tahmin edilmektedir.

Siklon ve fırtınalar su ürünleri yetiştiriciliğinde en çok acı su ve denizel su ürünleri yetiştiriciliği üzerinden etkileyecektir.

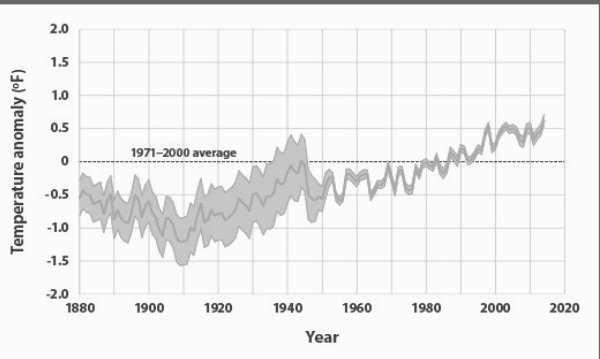
## 2.1. İklim değişikliğinin su ürünleri yetiştiriciliğine etkilerine bazı örnekler

Japonya'da Hamana Gölü'ndeki yılan balığı üreticileri, gölde değişen ve üretimi etkileyen tuzluluk düzeyleri için iklim değişikliğini hedef göstermişlerdir. Tazmanya' da somon balığı çiftliklerinin artan sıcaklıklardan etkilendiği ve bu etkilerin de somon balıklarının büyümelerinin yavaşlaması, artan alg patlamaları ve solungaç parazitlerinde artış gibi etkilerle kendini gösterdiğine inanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan su kıtlığının, yayın balıklarının büyümelerinin yavaşlamasına ve artan hastalık tehlikesine neden olduğu raporlanmıştır. Bundan dolayı, pazarlanabilir boyutlarda yayın balığı toplanabilmesi için üreticiler, daha uzun periyotlarda balıkları muhafaza etmek durumunda kalmakta bu da daha fazla üretim maliyetine sebebiyet vermektedir.

Japonya Hamana Gölü'ndeki deniz yılanı üreticileri, gölde değişen ve üretimi etkileyen tuzluluk düzeyleri için iklim değişikliğini hedef göstermişlerdir. Tazmanya' da somon balığı çiftliklerinin artan sıcaklıklardan etkilendiği ve bu etkilerin de somon balıklarının büyümelerinin yavaşlaması, artan alg patlamaları ve solungaç parazitlerinde artış gibi etkilerle kendini gösterdiğine inanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan su kıtlığının, kanal balıklarının büyümelerinin yavaşlamasına ve artan hastalık tehlikesine neden olduğu raporlanmıştır. Bundan dolayı, pazarlanabilir boyutlarda yayın balığı toplanabilmesi için üreticiler, daha uzun periyotlarda balıkları muhafaza etmek durumunda kalmakta bu da daha fazla üretim maliyetine sebebiyet vermektedir. [5]

Doğal kaynaklardaki değişimler üretimdeki gelir ve giderleri etkileyebilecek su yüzeyindeki sıcaklık değişimleri ve su kalitesi gibi değişimleri kapsamaktadır. Artan deniz yüzeyi sıcaklıklarından dolayı, aynı zamanda abalon olarak da bilinen denizkulağı adlı deniz yumuşakçaları (Haliotis), artık İngiltere West Country'de görülmeye başlanmıştır. Bu bölge abalon yetiştiriciliğine uygun bir alan haline gelmiş ve yerel yönetim balıkçılık sektörünü canlandırmak için bu tür yetiştiriciliği desteklemiştir.

Figure 1. Average Global Sea Surface Temperature, 1880–2014



Resim 1: 1880 Ve 2014 Yılları Arasında Deniz Yüzeyinde Değişen Sıcaklık Sapmaları [6]

Bangladeş'te 2004 tarihinde gerçekleşen seller su ürünleri yetiştiriciliği sektörüne zarar vermiştir. Selde havuzlar taşmış 13 bin civarında balık çiftliği stoklarının bir kısmını kaybetmiş bu durum da 3,5 milyon dolara denk gelecek bir kayba neden olmuştur. Fulpur'daki Sobulia köyünde tatlısu karidesi çiftlikleri sel suları tarafından büyük oranda sürüklenmiştir.

İngiltere'nin güneyinde 2004 yazında gerçekleşen seller balıkçıları etkilemiş hatta Boscastle'da sadece bir çiftçi, somon ve kahverengi alabalık dahil olmak üzere 40 bin balık kaybına uğramıştır. Ekvatorda 1997-98 tarihleri arasında gerçekleşen El Nino olayları bu bölgede bazı durumlarda üretime katkıda bulunmuş olsa da bazı durumlarda da karides üretimine olumsuz etkilerde bulunmuştur. Bu durum çiftliklerdeki gerek alt yapı gerek ulaşım alanları ve kuluçkahaneler gibi yapılara zarar vererek etkisini göstermiştir.

1997-98 yıllarında gerçekleşen ENSO (El Nino/Southern Oscillation) olayı Ekvatorda, yaklaşık 6000 kişiye istihdam sağlayan ve karides havuzlarına yavru sağlayan 300 civarındaki karides kuluçkahanesinin çökmesi, özellikle su ürünleri yetiştiriciliği sektöründeki istihdam düzeylerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Su kıtlığı sıklığının iklim değişikliği sebebiyle artması ve tatlı su kaynaklarının bulunabilirliğinin etkilenmesi, diğer sektörlerle (pirinç tarımı) su ürünleri yetiştiriciliğinin çıkarlarının çatışmasına neden olarak su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimine bir açıdan ayak bağı olabileme niteliği taşımaktadır. [5]

Japon ançüez balığının ve Japon sardalyasının yaşam evrelerinin erken dönemlerindeki optimal büyüme sıcaklıklarındaki değişimler, ılıman “ançüez” türünün ve soğuk su “sardalya türünün Kuzey Pasifikteki rejim değişimlerini açıklayıcı niteliktedir.[7]

## 2.2. İklim değişikliğinin sucul canlılar üzerindeki fizyolojik etkileri

Eğer sıcaklık artışının etkileri balığın metabolik faaliyet oranlarını yemek kaynaklarının artışına oranla daha fazla artırıyorsa bu durum büyüme performansını olumsuz etkileyecektir. Buna göre, Alaska'nın Toolik Göl'ündeki soğuk su balıklarının, besin kaynaklarına sınırlı erişimi olması bu açıdan örnek teşkil etmektedir. [5]

Yapılan çalışmalarda türlerin sıcaklık istekleri ve oksijen ihtiyaçları arasında bir bağlantı olduğu saptanmış ve bununla bağlantılı olarak yüksek ve düşük çevre sıcaklıklarında canlının hücrelerine maksimum oksijen ihtiyacının karşılanabilmesi için yeterli oksijenin gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Balıklar adapte oldukları sıcaklıklardan daha fazla sıcaklıklara maruz kaldıklarında, fizyolojileri artan doku ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. [8]

Bu durum yüksek enlemlerde bulunan ve sıcaklık değişimlerine düşük tolerans gösteren (stenothermic) kutup türlerini özellikle daha çok etkileyecektir. Kutup bölgelerindeki birçok balığın kırmızı kan hücreleri sayıları azalırken metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için dokularına oksijen taşıma kapasiteleri de azalmıştır.[9] Bunun gibi bir fizyolojik baskı su ürünleri yetiştiriciliğini de olumsuz yönde etkileyecektir. Kısa zaman aralıklarında sıcaklık artışları yemden yararlanma oranlarını ve büyüme oranlarını artıracak olsa da, yetiştiriciliği yapılan türlerin hareket etmek için yeterli alanı olmadığından artmaya devam eden sıcaklıklar sonucu bu oranlar düşecektir. Su ürünleri yetiştiriciliği için optimal alanlar kutuplara doğru yer değiştirecektir. [10]

İklim değişikliğinin kararsızlığı ve yumurta bırakma ve üremenin karakteristiklerinde gerçekleşen değişimlerin aynı zamanda balığın büyümesi ve yetişkin popülasyonuna sağlıklı bir şekilde katılabilmesi üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Yumurta bırakma zamanları ve yerleri, fiziksel etkenler (sıcaklık ve tuzluluk gibi) ve biyolojik şartlar (besin

bulunabilirliği) gibi durumlara uyumlu bir şekilde evrimleşerek larvanın hayatta kalma şansını maksimize edip üreyebilen bir yetişkin olmasına olanak sağlamakta ve en azından iklim değişikliğinden kaynaklanan aksamaların oranını düşürmeye yardımcı olmaktadır. Evrim üreme tipini belirlerken, sıcaklık gibi çevresel faktörler de üremenin karakteristiklerinde rol oynamaktadır. Bu anlamda yapılan çalışmalarda iklim değişikliği Columbia River sistemindeki Pasifik somonunun yumurta bırakma zamanlarını etkilemiştir.[11]

Bir diğer çalışmada sıcaklık değişimleri aynı zamanda Atlantik somonu ve Atlantik morinasının olgunlaşma yaşını etkilemiştir. Bunun gibi soğuk su türleri daha sıcak koşullar erken olgunlaşmaya sebep olmaktadır.

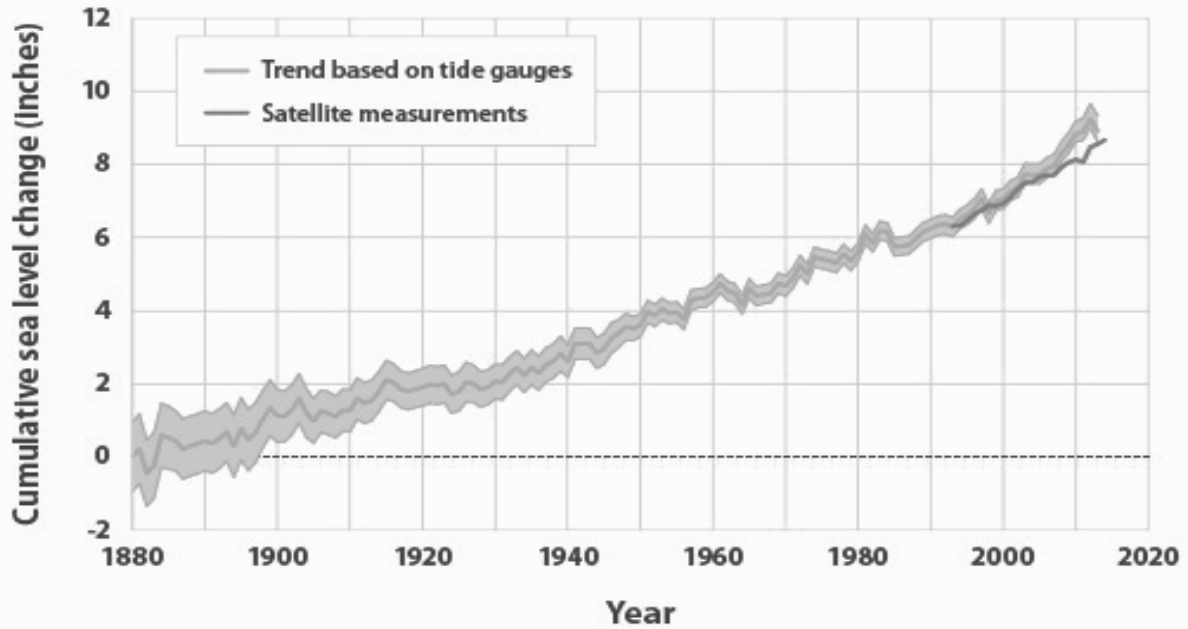
Pelajik balıklar için ise yine pelajik ortamlarda göçler, türlerin sıcaklığa verdiği tepkilere göre yatay veya dikey olabilmektedir. [12]

## 3. İklim Değişikliğinin Değişkenler Çerçevesinde Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Etkileri

Su ürünleri yetiştiriciliğinde iklim değişikliğinden kaynaklanan değişkenler: deniz yüzeyinde, oşinografik değişkenlerde, fırtınaların frekans ve / veya şiddetlerindeki artışlarda, su seviyesindeki artışlarda, su stresindeki artışlarda ve iç sularda gerçekleşen değişimler olarak incelenmiş, bu değişkenler sırayla fizyolojik (büyüme, gelişme, üreme, hastalık), ekolojik (organik ve inorganik döngüleri, predasyon, ekosistem) ve işletmelere etkisi (tür seçimi, yer seçimi, deniz kafes teknolojisi vs.) yönleriyle ele alınmıştır. Buna göre bu etkenler baz alınarak görülen değişimler şu şekildedir: [13]

- Suda serbest toksinler salınımına neden olan zararlı alglerin çoğalması sonucu balık ölümlerinde artış.
- Çözünmüş oksijende azalma.
- Artan hastalıklar ve parazit kaynaklı olaylar. Doğal kış ölümlerinde azalma.
- Büyüme dönemlerinin uzaması.
- Belirli bir türün konum ve / veya uygun boy aralıklarında değişim göstermesi.
- Artan büyüme oranları ve yem dönüşüm

**Figure 1. Global Average Absolute Sea Level Change, 1880–2014**



(metabolizma hızı).

- Süzerek beslenenlerin üretiminden yararlanmak için artan birincil üretim (fotosentetik aktivite).
- Yerel ekosistemlerin değişimi –avcılar ve rekabet içinde olan hayvanlar.
- Egzotik ve istilacı türler tarafından gerçekleştirilen rekabet, parazitizm ve avlanma.
- Kıyıları dalga hareketlerinden koruyabilecek ve gelecekte oluşabilecek deniz seviyesi yükselmelerini toparlayabilecek olan mercan resiflerinin zarar görmesi.
- Kirlenmeye sebep olan organizmalar, zararlı ve / veya avcı türlerin artan istilası.
- Yetiştiriciliği yapılabilecek sucül tür aralığının ve sucül türlerin coğrafi dağılımının genişlemesi Üretim seviyelerindeki değişimler.
- Altyapı ve işletme maliyetlerinde görülen değişimler ve altyapıların zarar görmesi. Kıyıların iç alanlarında gerçekleşen ve fırtına dalgalanmalarından kaynaklanan sel ve dalgaların altyapıya zarar verme ihtimalinin

artması. Artan işletme maliyetleri

- Birbirini takip eden su değişimleri ve atık yayılımı. Yetiştiricilik için uygun alanların kaybı.
- Balık unu ve balık yağı üretiminde kullanılan balıkçılık ile edilen sucül türlerin bolluk ve / veya aralıklarında değişim göstermesi.
- Kafeslerin altında atıkların birikmesi
- Su ürünleri yetiştiriciliğindeki yavrular için bakım alanı olan ve dalgalanmalara/taşmalara karşı koruma sağlayan mangrov gibi alanların kaybı.

Resim 2: 1880 Ve 2014 Yılları Arasında Deniz Seviyesinde gerçekleşen Değişim [6]

- Deniz seviyesinin yükselmesi ve fırtına dalgalanmaları birleşerek daha şiddetli sellerin oluşabilecek olması.
- Yer altı sularına tuzlu suların sızmaya başlaması. Tuzluluk değişimleri.
- Su ürünleri yetiştiriciliği yapılarında değişimler. Yetiştiriciliği yapılan türlerin değişimi.

- Ekosistemler kıyısız savunma sağlayan (yani mangrovların) yerler için rekabet oluşması.
- Tatlı suların kullanılabilirliğinde azalma.
- Büyük dalgalar, fırtına taşkınları, yağışlardan kaynaklanan seller
- Sel aşamalarında sisteme hastalık ve avcılarının girmesi
- Tesislerin hasar görmesi.
- Herhangi bir duruma karşı daha dayanıklı dalgakıran ve şamandıraların dizaynı için gerekli yüksek maliyetler
- Havuz duvarları ve çitleri üzerindeki negatif etkiler.
- Tuzluluk değişimleri
- Su kalitesinin azalması
- Sınırlı su miktarı
- Stoklarda kayıplar
- Fırsatların azalması ve sigortalanması zorlaşan sınırlı üretim. Artan sigorta masrafları.
- Azalan su kalitesinin hastalıkların artışına sebep olması
- Havuz seviyelerinde azalma
- Bozulan ve azalan tatlısu kaynakları (Su kaynaklarını sınırlarına kadar kullanarak kıtlık etkisi riski)
- Yapay bir şekilde havuz seviyelerini ayarlama maliyetleri
- Diğer su kullanıcıları ile oluşabilecek anlaşmazlıklar.
- Azalan üretim kapasitesi. Ünite başına artan üretim maliyetleri.

## Kaynaklar

- [1] [http://www.eic.gov.tr/iklim\\_deg/i\\_deg\\_nedir.aspx](http://www.eic.gov.tr/iklim_deg/i_deg_nedir.aspx)
- [2] <http://www.tuik.gov.tr/>
- [3] Fisheries, F. A. O. "Aquaculture Department (2009) The state of world fisheries and aquaculture 2008." Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
- [4] Cochrane, Kevern, et al. "Climate change implications for fisheries and aquaculture." FAO Fisheries and aquaculture technical paper 530 (2009): 212.
- [5] Ross, L. G., M. C. Badjeck, and E. H. Allison. The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective. Department for International Development, 2006.
- [6] [www3.epa.gov](http://www3.epa.gov)
- [7] Takasuka, Akinori, Yoshioki Oozeki, and Ichiro Aoki. "Optimal growth temperature hypothesis: Why do anchovy flourish and sardine collapse or vice versa under the same ocean regime?." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 64.5 (2007): 768-776.
- [8] Pörtner, Hans O., and Rainer Knust. "Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance." science 315.5808 (2007): 95-97.
- [9] Roessig, Julie M., et al. "Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries." Reviews in Fish Biology and Fisheries 14.2 (2004): 251-275.
- [10] Stenevik, Erling Kåre, and Svein Sundby. "Impacts of climate change on commercial fish stocks in Norwegian waters." Marine Policy 31.1 (2007): 19-31.
- [11] Crozier, Lisa G., et al. "Potential responses to climate change in organisms with complex life histories: evolution and plasticity in Pacific salmon." Evolutionary Applications 1.2 (2008): 252-270.
- [12] Dulvy, Nicholas K., et al. "You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays." Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 18.5 (2008): 459-482.
- [13] Ross, L. G., M. C. Badjeck, and E. H. Allison. *The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective*. Department for International Development, 2006.