

Sayı (Number): 5



## Eko-Sistemler ve İklim Değişikliği

Zekâi Şen

Eylül (September) 2017  
İstanbul - Türkiye

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KÜLLİYESİ**  
**TURKISH WATER FOUNDATION**  
**CLIMATE CHANGE FACULTY**

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BÜLTENİ : SAYI 5

-

Eko-Sistemler ve İklim Değişikliği

*Zekai ŞEN*

©2017 SU VAKFI

Tüm yayın hakları anlaşmalı olarak Su Vakfı'na aittir.  
Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir, izinsiz çoğaltılamaz, basılamaz.

Basıma Hazırlayan :  
Muhiddin YENİGÜN



SU VAKFI

Libadiye Cad. Doğanay Sokak No:6 Kat:4 Üsküdar İstanbul  
Tel: (216) 412 3383 - Faks: (216) 412 3390  
suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr

# Eko-Sistemler ve İklim Değişikliği

Zekâi ŞEN

Su Vakfı

## 1 Giriş

Dördüncü Değerlendirme Raporunu içeren IPCC (2007) çalışmasının 4. kısmında eko-sistemler, özellikleri ve hizmetler hakkında aşağıdaki noktalar öncelikli olarak ortaya çıkmaktadır (Price vd., 2007)

1) İklim değişikliğinin eko-sistemleri etkilediğine ilişkin TAR bulguları teyit edilebilir ancak eko-sistemlerin yapısı, işlevi ve tür kompozisyonu üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular genellikle yerel ölçeklerle sınırlıdır. Az sayıda olaydan elde edilen sonuçlara göre mekanizmalar daha iyi anlaşılmış, model ve gözlemler birbirine uymuştur. Bazı örneklerde gözlemlenen değişiklik etkilerinin önceden ekolojik modeller tarafından tahmin edildiğinden daha hızlı olduğu görülmektedir. Ancak bu durumun eko-sistemlerin daha önce varsayıldığından daha yüksek bir duyarlılığa sahip olduğunu gösterip göstermediği açıklığa kavuşmamıştır. Bu yüksek duyarlılık yalnızca iklim değişkenliğindeki değişikliklerin önceden yetersiz olarak ortaya konulmasının bir sonucu olabileceği gibi diğer ilave itici güçler/baskıların sonucu da olabilir. Bunlar eko-sistem tepkileri ortaya koymak için iklim değişiklikleri ile sinerjik olarak karşılıklı etkileşime girmektedir.

2) Türler dizini tepkilerine ilişkin gözlemler küresel olarak “iklim değişikliğinin parmak izleri” tahminlerle uyumlu görünmekte-

dir. Ancak zaman dizini etkilerinin yetersiz sunumu türlerin neslinin yok olması riskinin artacağı tahminlerini çürütebilir. Daha çok IPCC IS92a, SRES A VE B sınıfı iklim değişikliği senaryoları kullanılarak modellenen türler dizini 2050 yılına kadar türlerin dizini boyutlarında geniş ölçek değişiklikleri daha çok azalma şeklinde değişiklikleri öngörmektedir. Bazı hallerde türlerin direnci türlerin göç oranlarının teorik olarak mümkün olandan çok daha yüksek olmasını gerektirmektedir aksi halde türlerin uyarılma kapasitelerinin aşılacağını göstermektedir.

3) Sonuç olarak dizini boyutundaki azalma bu yüzyıl boyunca yerli biyotanın neslinin tükenmesi riskinin önemli ölçüde artarak yerli biyotanın %15 ila %40'ının neslinin tükenmesine neden olacaktır.

4) Türler ve eko-sistemin iklim değişikliğine tepkisine ilişkin birçok modelleme yaklaşımı genel olarak belirsizliğin açıkça hesaplanmasını önleyen determinizmden (*belirginlik*) zarar görmektedir.

5) Doğal habitatların parçalanması ve diğer insanî baskıların türlerin iklim değişikliğine tepki olarak göç potansiyellerini sınırlaması mümkündür. Üstelik iklim değişikliğine karşı koruma çabaları yeterince hazırlanmamıştır. Bunun nedeni özellikle birçok korunan bölgedeki türler ve eko-sistemlerin direnci en fazla tahmin edilen iklim değişikliği senaryoları altında aşılacaktır.

6) Küresel ölçekte eko-sistem yapısı ve işlevinde daha önce yeterince tanınmayan yangının rolü ve yangın rejiminin iklime bağımlılığı eko-sistem yapısında, işlevinde ve türlerin kompozisyonundaki büyük ve hızlı değişiklik potansiyeli ve iklim sistemine geri beslemeleri henüz tam olarak nicel olarak ölçülmemiştir.

7) İklim değişikliği senaryoları altında eko-sistemlerin yabancı yayılcı türlere karşı artan yatkınlığı hem bio-çeşitlilik hem de eko-sistem işleyişi için büyük bir belirsizliktir.

8) İklim değişikliği haşereleri, hastalıkları veya patojenleri besleyebilir ve diğerlerinin ortaya çıkmasını azaltabilir. Bununla ilişkili riskler ya da kazanım imkanları çok iyi anlaşılmamıştır. Bununla ilişkili belirsizlik önemli ölçüdedir ve masraflı ve yoğun bir araştırma yapılmadıkça durumun iyileştirilmesi ihtimali görünmemektedir.

9) Ağaçlandırma, deniz karbonunun uzaklaştırılması, deniz demir gübrelemesi gibi iklim değişikliğinin yumuşatılmasının ekolojik etkileri bunların bio-çeşitlilik ve eko-sistem işlevi üzerindeki etkileri açısından anahtar belirsizliklerdir.

Karasal türlerin davranışında, coğrafi dizininde ve eko-sistem işlevindeki değişikliklere ilişkin sürekli artan bulgular iklim değişikliğinin erken işaretlerine atfedilmektedir. Bulgular iklim değişikliğinin yerel nüfusların (mesela kelebeklerin, kurbağaların ve diğer birkaç türün) neslinin tüketilmesini başlatabilir. Öbür yandan birçok böcek türü iklim değişikliğine coğrafi menzil kaymaları yolu ile hızla karşılık verme yeteneğine sahiptir. Deniz gıda zinciri sistemleri önemli ve temel değişikliklerden geçmekte ve bu durum da ılık deniz eko-sistemlerinin büyük ölçüde yeninde organizasyonunu tetiklemektedir. Buna karşın daha soğuk sıcaklık çeşitliliğini orta koyan Kutup altı ve Kutup bölgesi deniz türleri azalmıştır. En farklı de-

niz eko-sistemleri olan mercan kayalıkları iklim değişikliğinin eko-lojik etkilerinin en açık göstergelerinden birisi haline gelirken karada yangın sıklıklarındaki kayma değişen eko-sistem işlevinin açık bir ispatını ortaya koymaktadır.

## 2 Gelecekteki İklim İlişkin Varsayımlar

Uzun vadeli ortalama iklim durumundaki değişikliklerin sayısız eko-sistem üzerinde önemli kısıtlamalar empoze etmesi ihtimali bulunmaktadır. Ancak iklim değişikliğinin en önemli etkileri aşırı hava etkinliklerinin şiddeti ve sıklığındaki kaymalar olarak gösterilebilir. Kuraklık orman dinamiklerine önemli bir rol oynamaktadır. Kuraklık Arjantin Andları'ndaki ağaç ölümü oranlarındaki değişikliğin sorumlusudur. Buna karşın dünyanın birçok bölgesinde özellikle kıta içlerindeki orta ve yüksek enlemlerde, rüzgâr, kar ve don orman hasarının ana sebepleridir. Avrupa'da son zamanlarda görülen sıcaklık dalgaları bitkileşme açısından hem kısa hem de uzun dönem sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Hava sıcaklığı baskısının kuraklıkla birleşmesi bitkileşmeye zarar verebilir ve bazen geri döndürülemez sonuçlar doğurabilir. Kuraklık yılları gibi aşırı etkinlik dönemlerinde çölleşme süreçleri daha yüksek hızlarda ilerlemektedir. Bizim iklim aşırılıklarının etkilerini modelleme yeteneğimiz yetersizdir ve türe özgü tepkiler bu modellemeyi karmaşık hale getirmektedir.

### 2.1 Gelecekteki Etkiler ve Kilit Korunmaya Muhtaçlıklar

Yüksek insan faaliyeti alanları ile yüksek tür zenginliği alanları arasında önemli bir paralellik vardır. Bu durum bio-çeşitlilik açısından derin olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Gelecekte doğrudan insanların başlattığı baskılar ve iklim değişikliğinin sinerjik etkilerinin önemli bio-çeşitlilik kaybına sebep olacağını göstermektedir. Mesela habitat bölünmesi doğal türlerin iklim değişikliğine uyarılama yeteneğini azaltmaktadır

ve iklim aşırılıklarına bağılı habitat kaybının yerli türlerle insanlar arasında daha büyük bir çatışmaya götüreceğı ortaya konulmuştur. İklim değişikliği ve diğer insan kaynaklı değişiklikler arasındaki sinerji bireysel baskıların etkilerinin toplanması ile yeterince hesaplanamaz. Bu açıdan tahmin yeteneklerimiz henüz sınırlıdır. Birçok deniz eko-sistemi ve türü sürdürülemez hasada yönelik mevcut gidiş yüzünden risk altındadır. Önde gelen yırtıcı hayvanlar geniş stoğu azaltmakta bu da tatlı su çeşitliliğindeki azalma oranının birçok karasal eko-sistemdekinden daha büyük olmasına yol açmaktadır. En büyük etki tropik bölgelerde özellikle güney ve güneydoğu Asya'da ve kurak bölgelerde tatlı sularda görölmektedir.

Geniş alan gerektiren türler habitatların bölünmesi yüzünden en fazla nesli tükenme riski altında olan türlerdir. Bu durum aynı zamanda nüfus iniş çıkışlarında yükseliğe ve nüfus artışı oranlarında düşmeye yol açmaktadır. En korunmaya muhtaç türler eko-sistemler arasındaki ara yüzeylerde (ekotonlar) görölmektedir. Yavaş üreyen ve dağılımı zayıf olan türler ve izole edilmiş ya da yüksek oranda uzmanlaşmış türlerin termal veya su varlığının sınırlı olduğu sistemlere yakın sistemler olması ve iklim değişikliğine en çabuk ve en hazır bir şekilde tepki verecek sistemler olması ihtimali bulunmaktadır. Mesela, bitki yeşillenmesinde uydu ile gözlemlenen değişiklikler ısınmanın başlattığı daha uzun büyüme mevsimine hızlı bir tepkinin bulunduğunu göstermektedir.

Yangınla bozulma gittikçe artan oranda karasal eko-sistemlerde iklim değişikliği etkilerini büyütme potansiyeline sahip küresel bakımdan önemli bir süreç olarak tanınmaya başlanmıştır. Yangının itici güçlerinin hepsi de iklim değişikliği unsurlarından etkilenmektedir. Yangın tehlikesinin azaltılmasında baskı stratejileri yolu ile yangının dışlanması oldukça etkisiz görünmektedir. İnsan kaynaklı sistemlerin yangın olaylarını

yumuşatmak için kaynak harcamak yerine yangına uyarılma ihtiyacı bulunmaktadır. İnsanların eko-sistemlere yangını tanıtmaması, hızla ormanları bio-çeşitlilik bakımından büyük sonuçlar içeren yanabilir çalılıklara ve çayırılık alanlara dönüştürmektedir.

Bazı topluluklar şimdiden yanacak hale dönüştü ve anahtar türlerdeki coğrafî kaymalar bütün topluluğun tepkisinde değişikliğe yol açabilir ama iklim değişikliğine türlerin bireyci tepkisi kuralının birkaç güçlü istisnası vardır. Yayılmacı yabancı türler (IAS) ve iklim değişikliğinin sinerjik hareket etmesinin doğal eko-sistemlere ve yerli biyotaya ağır zarar vermesi ihtimali vardır. Ancak sonuçları tahmin eden teori yeterince gelişmemiştir. İklim değişikliği eko-sistem içinde aktif olmayan IAS'ın istismar edebileceğı rahatsızlıklar ortaya çıkararak yayılmayı hızlandıracak ilave tetiklemeler sağlayabilir. İklim değişikliğinin eko-sistem bütünlüğünde ortaya çıkardığı rahatsızlığın yerli topluluklar içindeki değişiklikler yabancı türlerin yayılmacı potansiyelinde genel bir artışa yol açabilir.

### 3 Uyarılma Tepkileri

İklim değişikliği eko-sistem tepkisinin izlenmesi yönetim stratejilerindeki ayarlamaları kolaylaştırma açısından önemlidir. Temel yönetim uyarılması kaynaklar üzerindeki birçok ikincil baskıyı mümkün olduğu kadar azaltmaktır. Bireysel türlerin büyük ölçüde yaygın ve yaşayabilir topluluklarını sürdürmek, yerelleşmiş âfetlerin türlerin neslinin yok olması ihtimalini en aza indirmektedir. Değişen iklim altında koruma stratejileri teorisi gelişmektedir. Korunan alanı türler ve eko-sistem dağılımındaki mümkün kaymalarla ilişkilendirmenin düşünülmesini öngörmektedir. Yüksek ölçüde parçalanmış habitatlarda koruma alanlarının bir kuzey-güney eksenine yerleştirilmesi göç koridorları veya atlama taşları sağlayarak habitatların ve yabanî yaşamın hareket-

liliğini artırabilir. Yöneticiler “yakın” yükünü ve âfet niteliğindeki yangın potansiyelini azaltmak üzere programlanmış yangınlar ve diğer teknikler kullanabilir. Yüksek oranda tehdit altındaki seçili türler kapalı yerde yetiştirme ve başka yere taşıma muhtemelen habitat restorasyonu ile birleştiğinde uygun stratejiler olabilir. Ancak özellikle bitkiler için önemli gider sonuçları çıkaracaktır. Yabanî yaşamın doğal menzilleri içindeki bölgeler arasında taşınması iklim değişikliğinin küçükten ortalamaya kadar olan etkilerini hafifletmek için kullanılabilir. IPCC (2007) raporunun gıda ve ormanlarla ilgili 5. bölümünde aşağıdaki faydalı noktalar sıralanmıştır.

1) İklim değişikliğinin gıda güvenliği üzerindeki etkisi genel ekonomide beklenen uzun vadeli gelişmelere (yani satın alma gücündeki güçlü ortalama artışına), ekonominin sektörel kompozisyonuna (mesela tarımın payı gerilemektedir) ve ilgili karakteristiklere (daha az insan tarıma bağımlıdır ve doğal kaynaklara bağımlılık azalmıştır) kıyasla değerlendirilmelidir.

2) Tarım ürünleri sistemlerinde çok sayıda kısa vadeli tepki (ya da özerk) uyarılama mümkündür. Bunlardan birçoğu mevcut risk yönetim faaliyetlerinin uzantısıdır. Uyarlamaların potansiyel etkinliği olumsuz etkileri tamamen ortadan kaldırmak yerine olumsuz etkileri marjinal olarak azaltıcılıktan çoğaltıcılığa kadar uzanan bir çeşitlilik gösterir. Bu uyarlamaların mümkün olan benimsenme oranı ise belirsizdir.

3) Kırsal ekonomilerde jüt ve kenaf gibi lifli bitkiler konusundaki araştırmalar yetersizdir.

4) CO<sub>2</sub> düzeylerinde gelecekte beklenen C3 ve C4 ürünleri ve saman bitkilerini destekleyen artışların C4 bitkisini C4 karşısında destekleyen hava sıcaklığı artışının durumu açık değildir.

5) Ormancılık şimdiden dikilmiş ormanların kurulmasına yönelik bir geçiş halinde ise de yönetim orman kompozisyonunun ve hasat uygulamalarının bölgesel iklim değişikliklerine uyumlu olarak yeniden yapılandırılmasında doğal süreçlere yardım edilebilir.

6) Balıkçılığın iklim değişikliğine doğal uyarılama toleranslı türlerin seleksiyonu yoluyla gerçekleştirilebilir ama bu uyarlamaların aşırı istismar yüzünden nesli tükenmeye karşı en yatkın olan menzil sınırlarında meydana gelmesi ihtimali yüksektir.

7) İklim değişikliği ve iklim değişkenliğine tepki olarak küçük arazi sahibi ve mera tarımına bağımlı hanelerin geçim kaynağı kapasitesinin artırılması büyük ölçüde kurumlar ve politikadaki iyileştirmelere, politika yapıcılarının geçim sağlama amaçlı tarım anlayışlarının gelişmesine, tarımsal bilgi yönetiminin iyileştirilmesine ve daha güvenli mülkiyet haklarına bağlıdır.

#### **4 Tarım Ürünleri ve Çiftlik Hayvanları**

Küresel düzeyde iklim değişikliği tarımsal üretim potansiyelinde artışa yol açacaktır. Bu konuda IPCC (2007) raporunda gıda ile ilgili aşağıdaki önemli noktalara varılarak tavsiyeler yapılmıştır.

1) Kısa vadede iklim değişikliğinin gıda niteliğindeki bitkisel ürünler üzerindeki etkisi ılıman enlemlerdeki göre ekvator ve kurak tropiklerde daha ağırdır. Gıda güvenliğinin zaten tehlikede olduğu ve doğal kaynak tabanının zayıf olduğu bazı bölgelerde potansiyel olumsuz ürün etkileri özellikle belirgindir. Orta ve uzun vadede (2050 ve ileri) etkiler küresel olarak bitkisel ürün açısından aynı derecede baskılıdır.

2) Uluslararası tarım ticaret akışının dramatik ölçüde (hatta daha fazla ticaret liberalleşmesi veya iklim değişikliği olmadan bile) yükseleceği tahmin edilmektedir. İklim değişikliğinin etkisi ılıman ürünlerin (tahıl ve canlı hayvan ürünleri) ılıman ülkelerden

tropik ülkelere artan akışına yol açacaktır. Ticaretin açık hesabına ilişkin daha ekonomik denge analizleri bölgeler arası ve uluslararası ticaretin genelde iklim değişikliğinin etkilerini yumuşatacağını göstermektedir.

3) Çifte CO<sub>2</sub> en iyi şartları altında yaprak fotosentezi C3 bitki türlerinde %30-50 ve C4 türlerinde %10-25 oranında artmaktadır. Nihai gıda, yem, lif ve orman ürünleri bağlamında yükselen CO<sub>2</sub> altında gözlemlenen tepki menzili, türe, sektör ve yönetim rejimlerinin karşılıklı etkileşimine modüle edici en iyi yaprak tepkilerine bağlı olarak yaklaşık %0-50 kadar daha büyüktür. Artan CO<sub>2</sub> mevcut fotosentez optimasını daha yüksek hava sıcaklıklarına kaydıracak ve su kullanımı verimliliğini ve kuraklık direncini artıracaktır. Alanda toprak ve su kalitesi, hastalıklar ve haşereler kaynak rekabeti gibi birçok faktör deney ortamında gözlemlenen kazanımları azaltmaktadır.

4) Artan CO<sub>2</sub> seviyeleri hem ince ölçekte (protein içeriği (C/N oranı) hem de kaba ölçekteki (C-3, C-4'e ve otlak legümine karşı) değişiklikler bağlamında otlakçılar açısından gıda kalitesini değiştirecektir.

5) İklim değişikliğinin başlattığı bitki türü kompozisyonu değişikliği mera üretimini değiştiren önemli bir mekanizma olacaktır. Otlayan hayvanlar için özellikle ağaçlı çalılık işgali altındaki daha kurak çiftlik arazilerinde ve C4 işgali altındaki sıcak rutubetli iklimlerde değerini değiştirecektir.

6) Evcil hayvanların ısı baskısı da kuraklığa yatkın bölgelerdeki ölüm oranında olduğu gibi artış gösterecektir. Hava kalıplarındaki artan değişkenliğe bağlı hayvan üretkenliği üzerindeki etki iklim şartlarındaki ortalama değişikliklerle ilişkili etkilerden çok daha büyük olacaktır.

7) Hava sıcaklığında son zamanlarda gözlemlenen artışlar ılıman ve kuzey eko-sistemlerinde büyüme mevsimlerini uzatmaktadır.

8) Rutubetli ve ılıman otlaklardaki hava sıcaklığındaki artışlar kış barınağı ve çiftlik hayvanlarının besin konsantrasyonlarını azaltır. Buna karşın birçok gelişmekte olan ülkenin çiftlik hayvanları üzerindeki daha büyük sıcaklık baskısı yolu ile üretim kaybı çekmesi mümkündür.

9) İklim aşırılıklarındaki artışlar iklim değişikliğine eşlik ettiğinde ürün ve çiftlik hayvanı kayıplarında artışa sebep olacak ve dolayısı ile meydana geldiği bölgelerde sigorta ve afet yardımı giderlerinde artışa yol açacaktır. Ayrıca toprak bozulması ve azalan buğday miktarı ve kalitesi risklerinde artış görülecektir. Donma olayları gibi aşırı soğuk şartlarının sıklık ve şiddeti artan hava sıcaklığı ile azalacak, ürün yönetiminde artan esnekliğe böylelikle de artan ürüne ve geri dönüşe sebep olacaktır.

10) Yönetim esnekliğinin mümkün olduğu yoğun çiftçilik sistemlerinde arazi yöneticileri iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini telafi edecek ve olumlu etkilerinden yararlanacak bir konumdadır. Sürdürülebilirlik eşliğine daha yakın faaliyet gösteren yoğun çiftçilik sistemlerinde yönetim seçenekleri daha azdır ve bunun sonucu olarak bu sistemler iklim değişikliğine karşı çok daha korunmaya muhtaç kalmaktadır.

11) İklim değişiklikleri azalan yağmur ve artan hava sıcaklığına bağlı buharlaşma artışının kombinasyonu yüzünden dünyanın bölgelerinin çoğunluğunda sulama talebini artırmaktadır. Bu durum azalan su varlığı ile birleştiğinde gelecekte su ve gıda güvenliği açısından önemli bir meydan okuma olacaktır. Birkaç bölgede su talebi değişen büyüme mevsimlerinin yönetiminin sonucu olarak kısmen azalır.

12) Isınma patojenlerin kışı geçirebilmesine yardımcı olarak hastalığın ağırlığının artmasına yol açar. İklim değişikliği ve bağlantılı değişkenlik gibi ilave hastalıklar da yerliler ve patojenlerin coğrafî menzillerini değiştirir.

13) Besinin *niceliği (miktarı)* artarken, gıdanın besin *kalitesi* yükselen CO<sub>2</sub> ve iklim değişikliği altında günümüzdekinden daha düşük olacaktır. Buğday protein konsantrasyonu artan CO<sub>2</sub> altında azalmakta buğdayın kullanım ve ekonomik değerini düşürmekte ve besleyici proteinin halen marjinal durumda olduğu bölgelerde insanların beslenmeleri üzerinde etki yapmaktadır. Hava sıcaklığı aşırılıklarının frekansındaki artış da etkilenen ürünlerde tane kalitesini azaltmaktadır.

## 5 Ormancılık

İklim değişikliğinin türlerin kompozisyonu ve üretkenliğini değiştirme yoluyla ticarî bakımdan önemli bölgelerdeki ormancılığı etkileyeceği neredeyse kesindir. İlk olarak TAR'da bildirilen bu etkiyi teyit eden bir dizi araştırma mutedil hava sıcaklığı artışının büyük bir ihtimalle küresel orman stok hacmi büyümesini olumlu yönde etkilemektedir. İklim değişikliğinin orman alan ve birimlerine etkilerini şöylece sıralayabiliriz.

1) FACE (Free-Air Carbon dioxide Emission, Serbest-Have Karbondioksit Salımı) araştırmalarından ve benzetim (simülasyon) sonuçlarından elde edilen yeni veriler orman Net Ulusal Üretim'i (Net National Product, NPP) üzerinde CO<sub>2</sub> gübrelemesinin etkisinin N mevcudiyeti gibi sınırlayıcı faktörler dikkate alındığında büyük ihtimal ile bir çok bölgede beklenenden daha düşük olacağını göstermektedir. Burada Net Ulusal Üretim, bir ekonominin verilen bir zaman süresinde (genellikle 1 yıl) üretilen tüm mal ve hizmetlerin toplam piyasa değerinden kullanılan miktarın çıkarılması ile geri kalan miktardır. Bir bakıma Gayri Safi Milli Hasıladan kullanılan kısmın çıkartılmasına eşittir. Buradaki anlamı ise orman ürünleri esastır.

2) İklim değişikliği böcek türlerinin mevcut sınırlarını kaydıracak ve ağaç fizyolojisini ve ağaç savunmasını değiştirecektir. Bu da daha sık ve daha ağır böcek hasarı olaylarına yol açacaktır.

3) Birçok orman ısınmaya uyarlanamayacaktır ve yerini otlaklar gibi daha yüksek hava sıcaklıklarına daha iyi uyarlanabilen türler alacaktır. Isınma sürdükçe birçok ağaç türü daha yüksek rakımlara ve/veya enlemlere kayacaktır.

4) Kereste üretimindeki mukayeseli fayda açısından bölgesel değişiklikler mevcut küresel kereste ticareti sistemini yeniden şekillendirecektir. Artan küresel arz tahmini ışığında kereste fiyatlarının düşmesi beklenmektedir. Bundan temelde tüketiciler yararlanacaktır.

5) Son dönemde yapılan uzun vadeli deneylerde belli ağaçlı tarla ürünlerinin, bitkilerin *down-regülasyonu* (Hücresinin veri bir hormon ya da nevro-aktarıcıya karşı alıcılarının sayısının, bu moleküle karşı duyarlılığı azaltmak maksadıyla azaltıldığı bir süreçtir.) yoluyla çevrelerine uyarlanmaları ile fotosentezci enzimlerin düzeyi ve faaliyetinde uzun vadede bir gerileme gösterdiği sonucuna varılmıştır. Gelecekteki ağaçlı tarla ürünlerinde de down-regülasyon olacağı tahmin edilmektedir.

6) Artan hava sıcaklığı ve değişen yağış aşırılıkları ticarî ormanlarda yangın riskin artıracaktır.

## 6 Balıkçılık

İklim değişikliğinin balık türlerine etkileri su miktar, kalite ve sıcaklığının değişmesi sonucunda ortaya çıkması beklenmektedir. Bu etkiler arasında şunları sayabiliriz.

1) Tatlısu balıkçılığı iklim değişkenliği ve değişikliğine, coğrafi bakımdan birbirinden ayrı oluşu nedeniyle daha fazla duyarlıdır.

2) Bugüne kadar gözlemlenenlerin daha üzerindeki hava sıcaklığı artışları yerel balık türlerinin neslinin tükenmesine neden olmaya devam edecektir.

3) TAR'dan bu yana deniz balıkçılığı ürünün iklim değişikliği yüzünden artacağı ya



da azalacağına ilişkin hiçbir belirleyici bulgu ortaya çıkmamıştır.

4) Balıkçılık besinler, sıcaklık katmanlaşması, pH ve buz örtüsündeki değişikliklerden etkilenecek olan plankton üretimine bağlıdır. Planktonlarda gelecekteki değişikliklerin ölçeği ve boyutu çok az bilinmektedir.

5) Plankton ve dağılımları hava sıcaklığının arttığı orta ve yüksek enlemlerde (mesela Kuzey Atlantik'te) hızlı kutup yönünde kaymalarla birlikte değişmektedir. Plankton üretiminin mevsimlik kalıpları değişmiş olup bunun balıkçılık üretimi açısından sonuçları vardır. Daha fazla hava sıcaklığı artışı dağılım kaymalarına sebep olmaya devam edecektir.

6) Menzillerin kıyılarında özellikle tatlı su ve diadromous (Tatlısu ve tuzlu su arasında göç eden) türlerde (mesela somon, mersin balığı, vb.) yerel balık nesli tükenmeleri meydana gelmektedir. Balıkçılık etkileri kullanım oranlarında karşılık olarak azalma görülmeksizin üretkenlikte iklimin başlatacağı gerilemenin olduğu yerlerde özellikle zararlıdır. Bu olayın en çok tür menzillerinin kıyılarında meydana gelmesi olasıdır.

## **7 Geçim Kaynağı, Küçük Mülkiyet Sahibi ve Mera Tarımı**

1) Geçim kaynağı küçük mülkiyet sahibi ve mera (Sustainable Society Action Project, SSAP; Sürdürülebilir Toplum Etki Projesi) hane halkı çoklu korunmaya muhtaçlık kaynaklarından zarar görmektedir. Çevre, piyasa bağlantılı ve yönetim bağlantılı kaynaklar bu hane halkının iklim değişkenliği ile başa çıkma kapasitesini sınırlaması mümkündür.

2) SSAP hane halkı iklim değişikliğinin tahmin edilmesi güç etkilerinden zarar görecektir. Tarımsal ürün, çiftlik hayvanı, orman ve balıkçılık üretkenliği üzerindeki doğrudan etkilerin yöre ve çiftçilik sistemine özgü bileşiminden ortaya çıkacak ve bun-

lar deniz seviyesi yükselmesi ve kar miktarı azalması gibi ilave yöreye özgü etkilerle birleşecektir.

3) Bölgelerdeki geçim kaynağı küçük mülkiyet sahibi tarımı ve meracılıkla karakterize edilen iklim değişikliği özellikle nüfus artışı ile birleştiğinde arazi bozulmasını hızlandıracak ve bio çeşitliliği tehlikeye düşüreceklerdir.

## **8 Su Eko-sistemlerinin Su Talebi**

Eğer iklim değişikliği sebebi ile nehir debileri azalır ise hem tatlısu eko-sistemleri hem de kıyı eko-sistemleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olması beklenebilir. Batı ABD'deki azalan debi örneğinde Sacramento ve Colorado nehirleri 2050 yılına kadar tuzlulukta dramatik bir artış ve bunun sonucu olarak eko-sistem kesintisi yaşayacak ve Columbia nehir sistemi ya ilkbahar yaz somon balığı akıntısını ya da yaz ve sonbahar hidroelektrik enerjisi üretimini tercih etmek zorunda kalacaktır (Barnett, 2004). Daha da kötüsü bazı somon türlerinin nesli her türlü su politikasından bağımsız olarak kuzeybatı Pasifik'teki iklim değişiklikleri yüzünden tükenecektir. Azalan yaz düşük akışlarına sahip kar erimesi ile beslenen nehirlerde tarımsal kullanıcılarla nesli tükenme tehlikesi yaşayan balık topluluklarını korumak isteyenler arasında azalan yaz düşük su akışı için artan bir rekabet yaşanacaktır (Barnett, 2004).

Kaliforniya'nın Orta Vadi eko-bölgesindeki çok kısa ömürlü sulak alanlar ve bunların karides nüfusları için arazi kullanımı değişikliğine bağlı habitat kaybı ile iklim değişikliği arasında kuvvetli olan karşılıklı etkileşimler mevcuttur (Pyke, 2005). Bu karidesler üremelerine yetecek uzunlukla sel basmış olarak kalan ve sonra hızla kuruyan sulak alanlarla sınırlıdır. Bu yüzden 2100 yılında %10'luk yağış azalması karidesler üzerinde olumsuz bir etki yapacak ve olumlu etkiyi %30 artıracaktır. Beş türden

üçünün biyolojik deposu daha kurak bölgelere doğru eğilim göstermektedir ve eğer korunmasız habitat kaybedilirse kalan habitat daha yüksek yağışta bile daha kısa ve daha az sıklıkta taşkın özelliğine sahip olacaktır. Avustralya'daki Murray Darling'teki Macquarie bataklıklarındaki kuş yetiştirme etkinliği sıklığı azalan akarsu akışına bağlı olarak azalacaktır. Zira koloni olarak yaşayan su kuşları belli bir minimum yıllık akış gerektirmektedir. İklim değişikliği ve yeniden ağaçlandırma nehir debisindeki azalmaya eşit derecede katkıda bulunur. Ancak 2070 öncesinde en büyük etki on yıllık iklim değişkenliğine bağlı olarak yağmurdaki kaymadan beklenebilir (Herron, 2002; Gooseff, 2005).

İklim değişikliği tatlısu eko-sistemlerini yalnızca debi miktarları yoluyla değil aynı zamanda su kalitesi ve özellikle de su sıcaklığı yoluyla da etkilemektedir. 4,5 °C'lik sıcaklık artışı balığın beş endeksi dikkate alındığında, ABD, Montana'daki nehirde alabalık nüfusunun sağlığı ve ölüm oranları üzerinde olumsuz bir etki yaptığı saptanmıştır (Gooseff, 2005).

## Kaynaklar

- Zhu, C., Pierce, D., Barnett, T., Wood, A., and Lettenmaier, D.: 2004, 'Evaluation of Hydrologically Relevant PCM Climate Variables and Large-Scale Variability over the Continental U.S.', *Clim. Change* 62, 45–74.
- Gooseff MN, Strzepek K, Chapra SC (2005) Modeling the potential effects of climate change on water temperature downstream of a shallow reservoir, Lower Madison River, MT. *Clim Chang* 68:331–353
- Herron, N., Davis, R. and Jones, R. 2002: The effects of large-scale afforestation and climate change on water allocation on the Macquarie River catchment, NSW, Australia. *Journal of Environmental Management* 65, 369–81.
- IPCC. 2007a. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller, eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 996 pp.
- Warren, R., Arnell, N., Nicholls, R., Levy, P. and Price, J.
- Understanding the regional impacts of climate change Research 2007
- Pyke CR. 2005. Assessing climate change impacts on vernal pool ecosystems and endemic branchiopods. *Ecosystems* 8:95–105.

# SU VAKFI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KÜLLİYESİNDE DAHA ÖNCE YAYINLANAN BÜLTENLER

SAYI 4	Climate Change And Groundwater İklim Değişikliği ve Yeraltı Suyu <i>Zekai ŞEN</i>
2017 Nisan (April)	
İNGİLİZCE	
SAYI 3	İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri <i>Zekâi ŞEN</i>
2017 Şubat (February)	
TÜRKÇE	
SAYI 2	İklim Değişikliğinin Türkiye Su Kaynaklarına Etkisi <i>Zekâi ŞEN ve Ahmet ÖZTOPAL</i>
2017 Ocak (January)	
TÜRKÇE	
SAYI 1	Atmosferdeki CO <sub>2</sub> Seviyesi 400 ppm'i Aştı <i>Ahmet ÖZTOPAL</i>
2016 Aralık (December)	
TÜRKÇE	

Tüm Su Vakfı bültenlerini <http://bulten.suvakfi.org.tr> adresinden bilgisayarınıza indirebilirsiniz.



SU VAKFI

Libadiye Cad. Doğanay Sokak No:6 Kat:4 Üsküdar İstanbul  
Tel: (216) 412 3383 - Faks: (216) 412 3390  
suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr