

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: BU ETKİLERİ GİDERMEYE YÖNELİK UYUM VE AZALTIM STRATEJİLERİ

Mehmet AKALIN*

Atıf/©: Akalın, Mehmet, (2014). "İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri", Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl 7, Sayı 2, ss. 351-377.

Özet: İklim değişikliği, doğal iç süreçlerin yanı sıra antropojen kaynaklı süreçler nedeniyle günümüzde etkisini giderek arttırmaktadır. İklim değişikliğinin yaratacağı bu etkilerin ise küresel ve bölgesel ölçeklerde ortaya çıkması beklenmektedir. Nitekim iklim değişikliği; tarım, orman ve bitki örtüsü, temiz su kaynakları, deniz seviyesi, enerji, insan sağlığı ve biyolojik çeşitliliği doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli şekillerde etkileyebilmektedir. Tüm bunların yanında, iklim değişikliği sosyal ve ekonomik sorunsallara neden olarak tarım üzerinde baskı oluşturabilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle toprak ve su rejimleri değişime uğramakta, tarımsal üretim azalmakta ve gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. İklim değişikliğinin uzun dönemde; su ve diğer kaynaklar üzerinde stres oluşturması, toprakları verimsizleştirmesi, tarım alanlarının durumlarını kötüleştirilmesi, geniş çapta çölleşmelere neden olması, tarım mahsullerinde zararlı ve hastalıkların çoğalmasına sebep olması ve deniz seviyesini yükselterek kıyı ekosistemlerini tahrip etmesi beklenmektedir. Günümüzde iklim değişikliğine bağlı bu olumsuzlukların giderilebilmesi için öncelikle iklim değişikliği senaryoları ile durumun tespit edilmesi gerekmektedir. Sonrasında ise, uyum ve azaltım stratejileri etkin bir şekilde uygulanarak bu etkiler asgari düzeye indirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Tarımsal Üretim, İklim Senaryoları, Uyum, Azaltım.

Makale Geliş Tarihi: 19.03.2014/ Makale Kabul Tarihi: 17. 09. 2014

* Dr., Sosyal Güvenlik Kurumu, Sigorta Primleri Genel Müdürlüğü. E-posta: makalin@sgk.gov.tr

The Climate Change Impacts on Agriculture: Adaptation and Mitigation Strategies for these Impacts

Citation/©: Akalin, Mehmet (2014). "The Climate Change Impacts on Agriculture: Adaptation and Mitigation Strategies for these Impacts", Hitit University Journal of Social Sciences Institute, Year 7, Issue 2, pp. 351-377.

Abstract: Climate change is gradually increasing, due to natural internal processes and anthropogenic origin processes. These effects in climate change would occur on a global and regional scale. Indeed, climate change may directly or indirectly affect agriculture, forests, vegetation, fresh water resources, sea levels, energy, human health and biodiversity in several ways. Besides, climate change it may create pressure on the agricultural sector causing social and economic problems. Due to climate change, soil and water regimes are subject to change by declining agricultural production and food security is compromised. In long term climate change it is expected to cause stress on water and other resources, badlands, desertification, proliferation of pests, diseases in agricultural crops, and the destruction of coastal ecosystems by sea levels rising. In order to eliminate these disadvantages; the disadvantages must be determined by climate change scenarios. Later adaptation and mitigation strategies should be implemented in an effective manner.

Keywords: Climate Change, Agricultural Production, Climate Scenarios, Adaptation, Mitigation.

I. GİRİŞ

Son 100 yıl içerisinde küresel iklim, antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları nedeniyle yaklaşık 0,5°C ısınmıştır. Bu ısınma süreci, günümüzün yoğun ekonomik faaliyetleri ve atmosfere salınan sera gazlarındaki artışlar nedeniyle devam etmektedir. İngiliz bilim adamı Stern'in araştırması, bugünden itibaren atmosfere herhangi bir sera gazı emisyonu salınmasa dahi küresel sıcaklığın, gelecek on yıllar içerisinde 0,5°C ila 1°C arasında artmaya devam edeceğini söylemiştir (Stern, 2007). Stern raporu olarak bilinen bu raporda yer alan iklim modelleri; sera gazı emisyonlarının önemli ölçüde azaltılması için önlem alınmadığı takdirde dünyanın gelecek yüzyılda 1,4°C ila 5,8°C daha ısınacağını öngörmektedir.

İklimdeki bu değişikliklerin, ilk bakışta yerküredeki hidrolojik döngüde dalgalanmalara yol açarak, yağışlar ve su akışlarında daha fazla değişkenliğe neden olması beklenebilir. Hidrolojik döngüde meydana gelen bu dalgalanmalar ise ekstrem hidrolojik olayların şiddetini ve meydana gelme sıklığını arttırmaktadır.

İklim değişikliğinin, küresel ve bölgesel anlamda bir takım etkilerinin olması kaçınılmazdır. Nitekim küresel iklim değişikliğinin tarım, orman ve bitki örtüsü, temiz su kaynakları, deniz seviyesi, enerji, insan sağlığı ve biyolojik çeşitlilik üzerinde etkilerinin ortaya çıkması beklenmektedir.

Yukarıda sayılanlarla birlikte, küresel iklim değişikliğinin sosyal ve ekonomik yaşamda bir takım zincirleme etkilerinin görülmesi de söz konusudur (Doğan ve Tüzer, 2011: 25). Dünya nüfustaki artış ve insan refahının yükselmesi neticesinde, iklim değişikliği tarımsal üretimi ve gıda güvenliğini tehdit eder duruma getirmiştir. Nitekim, 2005 yılında gelişmekte olan ülkelerdeki 2,5 milyar insanın (dünya nüfusunun yaklaşık yarısını oluşturmaktadırlar) hayatlarını tarımdan kazandıkları düşünüldüğünde iklim değişikliğinin insan refahına ne derece etki edebileceği de gözler önüne serilmiş olacaktır. Ayrıca bugün dünya yoksul nüfusunun %75'i kırsal alanda yaşamaktadır (IFPRI, 2009). Bu nedenle tarımsal üretim ve gıda güvenliği iklim değişikliği ile önem derecesini arttırarak daha da ön plana çıkmaktadır.

Sayılan tüm bu olumsuzluklar, öncelikle geçimini topraktan sürdüren insanların yaşam koşullarını daha da zorlaştırırken, sonrasında gıda güvenliğini riske sokarak tüm insanların sağlığını tehdit edebilmektedir. Gıda güvenliği Dünya Tarım Örgütü tarafından tüm insanların aktif ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için, sağlıklı, güvenilir ve besleyici gıdaya fiziksel ve ekonomik olarak erişimi olarak tanımlanmaktadır. Yaşanacak olası bir gıda krizi ve gıda güvenliğinin tehlikeye girmesi ise küresel ölçekte ekonomik, sosyal ve siyasal alanda daha büyük sorunlara yol açacaktır. Bu durumlarla başa çıkabilmek, iklim değişikliğinin tarım üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma ve bu olumsuz durumlara uyum sağlayabilmekle mümkün olacaktır (Kurukula-suriya ve Rosenthal, 2003).

İklim değişikliğin tarım ve gıda güvenliği üzerindeki etkilerinin neler olabileceğini kestirebilmek iklim değişikliği senaryolarından üretilen veriler ve varsayımlar yardımıyla mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada Amerika ve Avustralya eksenli iklim senaryoları çerçevesinde iklim değişikliğinin tarım üzerindeki olumsuz etkileri ve bu olumsuz etkilerle başa çıkma yöntemleri açıklanmaya çalışılmıştır.

II. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE TARIM ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bilim çevreleri, günümüzde iklim değişikliğinin yaşandığı ve gelecekte etkilerini arttırarak yaşanmaya devam edeceği konusunda büyük oranda fikir birliğine sahiptirler. İklimde süregelen bu değişikliklerin olumsuz etkileri, yaşadıkları bölge ve yaşam koşulları nedeniyle zaten dezavantajlı konumda olan halkları daha çok etkileyebilmektedir. Özellikle tarımla uğraşan ve kırsal

bölgelerde yaşayan yoksul halk, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini çok daha fazla hissetmektedirler.

İklim değişikliğinin temiz suya erişimi zorlaştırarak yoksul halkın sağlığını tehdit etmesi beklenmektedir. Başta az gelişmiş ve gelişmekte olan Afrika, Asya ve Latin Amerika ülkelerinin tarımsal üretimi ve gıda güvenliği iklim değişikliğinin yıkıcı etkileri nedeniyle tehlikeye girmektedir. Dünyada bir milyardan fazla insanın temel besin kaynaklarına kolay ve istikrarlı bir şekilde ulaşmaktan dolayı yetersiz beslendikleri (FAO, 2009) düşünüldüğünde, iklim değişikliğinin ilerleyen yıllarda tarım üzerinde daha da etkili olması sürpriz olmayacaktır.

Tarımsal faaliyetler, dünya üzerinde artan sera gazlarının yaklaşık %20'sinden sorumludur (Pathak ve Wassmann, 2007: 807-825). Tarımsal faaliyetler sonucu (enerji tüketimi, üretim, hayvan yetiştirme, gübreleme, ilaç vb) CO₂, CH₄ ve N₂O gibi sera gazları açığa çıktığından, tarımsal üretim iklim değişikliğinin sebepleri arasında sayılmaktadır (Houghton, 2003:500-509). Ancak her ne kadar tarımsal üretim ve uygulamalarının, sera gazı emisyonu üzerinde olumsuz etkileri olsa da, bu faaliyetlerin dünya nüfusunun sağlıklı bir biçimde yaşamını sürdürebilmesi için de son derece önemli olduğu da unutulmamalıdır.

Tarımsal üretim büyük oranda spesifik iklim koşullarından etkilenmektedir. İklim değişikliği sonucu ortaya çıkan sıcaklık artışları ve artan karbondioksit miktarı bazı bölgelerde tarım ürünlerinin miktarına kısa vadede pozitif bir etki yapıyor gibi görülse de uzun vadede bu bileşenler, ürün kalitesinde ve üretim miktarında azalmalara sebep olabilmektedir. Tarımsal üretimin yükseltilmesi için sıcaklıkların ve karbondioksit miktarının artması tek başına yeterli olamamaktadır. Artan sıcaklık ve karbondioksit miktarının tarımsal üretim üzerinde pozitif etki yapabilmesi için toprak yapısının ve kalitesinin tarım yapmaya elverişli olması gerekmektedir. Ayrıca toprak neminin ideal ve tarım yapılacak alanın suya erişebilir olması ve bu şartların bir araya gelerek tarım yapmaya uygun ortamı oluşturması şarttır.

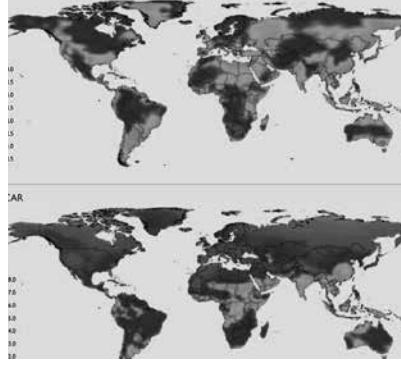
Yukarıda sayılan tüm şartlar bir araya gelse bile, uzun vadede iklim değişikliğinin ortalama etkisinin negatif yönde olması beklenmektedir (IFPRI, 2009). Nitekim iklim değişikliğinin sebep olduğu kuraklık ve seller gibi ekstrem iklim olayların sık ve şiddetli şekilde yaşanmaya başlaması tarımsal üretimini olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan iklim değişikliğinin tarımsal üretimi azaltıcı etkilerine rağmen, üretimi en azından eski seviyesinde tutabilmek ve üretimin azalmasını önleyebilmek için gelişen tarım pratiklerinin ileri seviyelere yükseltilmesi ve yeni tarım teknolojilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

A. İklim değişikliği senaryoları

İklim sistemleri değişken ve karmaşık yapıya sahip olduğu için bu konuda ileriye yönelik doğru tahminlerde bulunmak oldukça zordur. Kendi içerisinde barındırdığı zorluklara rağmen iklim projeksiyonları iklim değişikliği simülasyonlarından yararlanılarak yapılmaktadır. Ancak günümüzde yapılan simülasyon çalışmaları toprak özellikleri ve toprak yönetimi uygulamalarına ilişkin güvenilir veri eksikliği nedeni ile yetersiz kalabilmektedir (Wallach ve diğ. 2006: 462). Yapılan küresel ölçekli istatistiksel analizler, dünyanın bir bölgesinde geçmişte elde edilen tarımsal verilerin yetersizliği ve bu verilerin güvenilir olmayışı nedeniyle sağlıklı olamamaktadır. Buna karşın Dünyanın başka bir bölgesinden elde edilen ve nispeten daha güvenilir olan verilere göre yapılan analizler küresel simülasyonların oluşturulmasında tek başına yeterli olamamaktadır (Lobell, 2008: 319).

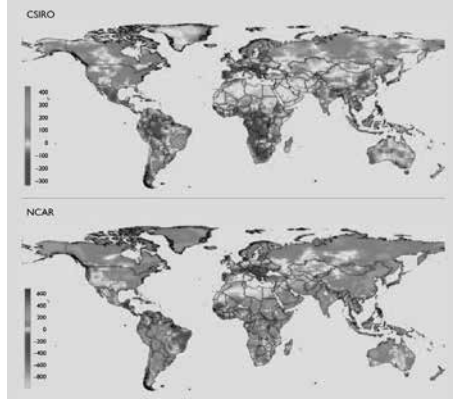
Tüm bu sınırlılıklara rağmen Uluslararası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) 4 üncü değerlendirme raporunda iklim değişikliği simülasyonları, A2 senaryoları olarak kabul görmüştür. Bu simülasyonlar ABD'deki Atmosferik Araştırmalar Ulusal Merkezi (NCAR) ve Avustralya'daki Commonwealth Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Organizasyonu (CSIRO) iklim değişikliği modellerinden oluşmaktadır (www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21app1.pdf). Bu çalışmada her iki iklim değişikliği senaryosuna da yer verilerek iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Her iki iklim değişikliği senaryosunda da 2050 yılına kadar sıcaklıkların yükselmesi, bunun şiddetli buharlaşmalara sebep olması, buharlaşarak genişleyen havanın da yeryüzüne şiddetli yağışlar olarak dönmesi beklenmektedir (IFPRI, 2009). “Nemli” NCAR senaryosuna göre ortalama yağışların 2050 yılında 2000 yılına göre %10 oranında artması tahmin edilirken “Kurak” CSIRO senaryosuna göre yeryüzüne düşen ortalama yağış miktarının 2050 yılında 2000 yılına göre %2 oranında artması beklenmektedir.



Şekil 1. CSIRO ve NCAR İklim Değişikliği Senaryolarına Göre Ortalama Maksimum Sıcaklıklardaki Değişim (°C) (2000-2050)

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.2



Şekil 2. CSIRO ve NCAR İklim Değişikliği Senaryolarına Göre Yağış Miktarındaki Değişim (mm) (2000-2050)

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.3

Yukarıdaki her iki şekilden de anlaşılacağı üzere iklim değişikliği senaryoları tarafından üretilen rakamlar birbirinden farklı olabilmektedir. Bu da iklimle ilgili tahminler yapılırken iklimlerin karmaşık yapıları nedeniyle iklim değişikliğinin etkilerini kestirmenin ne kadar zor olabileceğini ve bu konuda kesin bir yargıya varılamayacağını ortaya koymaktadır. Nitekim, şekil 1 de “CSIRO” ve “NCAR” iklim senaryolarına göre, 2000 ve 2050 yıllarında ortalama maksimum sıcaklıktaki değişimler, Şekil 2 de ise yine “CSIRO” ve “NCAR” iklim senaryolarına göre 2000 ve 2050 yıllarında ortalama yağış miktarları arasındaki değişimler gösterilmektedir. Haritalara bakıldığında iki senaryo arasındaki önemli farklar göze çarpmaktadır. Örneğin “NCAR” senaryosunda

“CSIRO” senaryosuna göre ortalama en yüksek sıcaklık değerlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Yine, “CSIRO” senaryosunda batı amazon bölgesinde yağış miktarının önemli ölçüde azalması beklenirken “NCAR” iklim değişikliği senaryosunda doğu amazon bölgelerinde yağış miktarının azalması beklenmektedir.

Diğer taraftan “NCAR” iklim senaryosu “CSIRO” senaryosuna göre Sahra Altı Afrika’sına daha fazla yağışın düşeceğini öngörmektedir. Kuzey Çin bölgesinde ise “NCAR” iklim değişikliği senaryosu, “CSIRO” senaryosuna göre hem daha fazla yağışın olmasını hem de sıcaklıkların daha fazla artmasını beklemektedir (IFPRI, 2009).

B. İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri

İlerleyen sulama teknikleri ve gelişmiş gıda teknolojilerine rağmen iklim ve yağış-sıcaklık değerleri tarımsal üretim açısından önemli faktörler olmaya devam etmektedir. Bitki fizyolojisinin; ısı, yağış ve toprak nemindeki değişimlerden ne şekilde etkilendiği bilinmekle birlikte tarım zararlılarının ve patojenlerin etki düzeylerinin tarımsal üretimi ne kadar etkileyeceği konusunda net tahminler yapılamamaktadır.

İklim dışında tarımsal üretimi şekillendiren birçok etken vardır:

- Piyasadaki dalgalanmalar,
- Sübvansiyonların kapsamı ve büyüklüğü,
- Teşvikler,
- Vergi ve gümrük tarifeleri,
- Tarım sigortası ve kredi olanakları gibi ulusal ve uluslararası tarım politikalarındaki değişimler,
- Yönetim uygulamaları,
- Ticaret sınırlılıkları,
- Teknoloji olanakları,
- Arazi kullanım düzenlemeleri,
- Su kaynaklarına ulaşım, toprak verimliliği ve kalitesi,
- Taşıma kapasitesi ve
- Zararlılar ve hastalıklar tarımsal üretimi etkileyen başlıca unsurlardır (Kurukulasuriya ve Rosenthal, 2003: 3).

Tüm bu sayılan faktörlerin dışında günümüzde sıkça yaşanmaya başlayan seller, fırtınalar, kuraklıklar, don olayları ve sezonluk değişen yağış miktarları; ürün kalitesini ve ürün miktarını büyük ölçüde belirlemektedir. Ayrıca sıcaklıklardaki değişiklikler, yağışlar ve toprakların nem miktarındaki değişim; bitkilerin fizyolojisini değiştirdiğinden, tarım zararlılarının ve patojenlerin çoğalmalarına ve daha uzun süre hayatta kalmalarına sebep olarak gıda kaynaklı hastalıklarda artışların yaşanmasına yol açmaktadır.

İklim değişikliği tarımsal üretim şekillerini değişime uğratmaktadır. Bu da tarım ürünlerindeki verimliliği düşürerek dünya gıda arz miktarı üzerinde stres oluşturmaktadır (McMicael ve Githeko, 2007: 473). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 1990'lı yılların son dönemlerinde, gelişmekte olan ülkelerde yaşayan 790 milyon insanın yeterli düzeyde yiyeceğinin olmadığını söylemişti. Günümüzde ise bu rakam tüm ilerlemiş gıda teknolojilerine rağmen bir milyar insanı geçmiş durumdadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) gıda güvenliği hakkındaki raporunda ise, risk altındaki ülkeleri bölgeleri ve grupları belirlemiş, Orta, Güney ve Doğu Afrika ülkelerinde yaşayan nüfusun yarısından çoğunun yetersiz ve kötü beslendiğini söylenmiştir.

Doğal faktörler içerisinde sayılan çevresel faktörler ile insan aktiviteleri de tarımsal üretim miktarındaki azalmanın sebepleri arasında sayılmıştır. Yanlış arazi kullanımı, kuraklık, çorak topraklar, ekstrem kuraklıklar, soğuk havalarda, toprak kaymaları ve ekstrem yağışlar dünya gıda arzında düşüşlerin başlıca sebeplerini oluşturmaktadır. Gıda arzındaki bu düşüşler az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşayan halkın sağlıklı bir gelişim göstermesini de zorlaştırmaktadır. Özellikle çocukların zihinsel ve bedensel gelişimi bu durumdan olumsuz yönde etkilenmektedir (FAO,1999: 32).

Tarımsal üretim konusunda yapılan küresel projeksiyonlarda, sıcaklık artışlarından gelişmekte olan ülkeler olumsuz şekilde etkilenirken Avrupa Birliği ülkeleri ve ABD'nin, 2° C düzeyine kadar olan sıcaklık artışından olumlu bir şekilde etkileneceği öngörülmektedir. Ancak, 2°C düzeyini aşan ortalama sıcaklık artışlarının Avrupa Birliği ülkeleri açısından da olumsuz sonuçlarının olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, 2080 yılına kadar 2.5°C düzeyinde bir sıcaklık artışının, 50 milyona yakın insan için açlık riskine sebep olması beklenmektedir (EC-DGE, 2005, 9).

Sıcaklıkların artmasıyla birlikte bazı tarımsal ürünlerin yetiştiği alanların, kuzeye ve daha yüksek bölgelere doğru genişlemesi beklenmektedir. Kanada ve Rusya gibi kuzey enlemlerde yer alan ülkeler, küresel ısınma nedeniyle daha geniş alanlarda tarımsal faaliyette bulunma imkânına sahip olabileceklerdir. Ancak, bu ülkelerde ısınan havanın etkisi ile iklim şartları iyileşse bile, toprak

koşullarının yoğun tarım için uygun olup olmayacağı konusunda bazı kuşku- lar dile getirilmektedir (UNEP, 2006:62,63). Nitekim küresel ısınma toprak ve tohumların kalitesini düşürüp, tarım zararlılarının çoğalmasına imkân ve- rerek tarımsal üretimin azalmasına sebep olabilmektedir (WMO, 1999: 892).

Diğer taraftan, ısınan havalarla birlikte kuzey ülkelerinde oluşan uygun iklim şartları ve artan tarımsal üretim, tropik bölgelerde yer alan gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerini olumsuz yönde etkileyecektir. Tropik bölgelerde yer alan ve gelirlerinin büyük bir kısmını tarım ürünlerinin ihracatından kazanan Afrika ve Orta Amerika ülkeleri, küresel ısınmadan olumsuz yönde etkilene- ceklerdir. Bununla birlikte artan sıcaklıkların yerel tarımsal üretimi sekteye uğratabileceği de gözden kaçırılmaması gereken bir durumdur. Nitekim Fili- pinler'deki pirinç üretiminin sıcaklık artışından olumsuz etkileneceği öngö- rülmektedir. Sıcaklık artışının 1°C olduğu bir durumda, Filipinler'de pirinç üretiminin %10 azalması beklenmektedir (Doğan ve Tüzer, 2011: 30).

İklim değişikliği nedeniyle yağışlarda yaşanacak değişimlerin, tarım üzerinde etkilerinin olacağı muhakkaktır. Yağış rejimlerindeki düzensizliklerden dola- yı, gelişmekte olan ülkelerin bulunduğu güney enlemlerinin, kuzey enlemlerine göre daha dezavantajlı konumda olması beklenebilir. Atmosferde biriken karbondioksit konsantrasyonunun ise, belli tarım ürünlerinin yetişmesinde olumlu yönde katkısının olması umulmaktadır. İçinde pirinç ve buğdayın bulunduğu C₃ sınıfı olarak nitelenen bitkiler (yüksek karbondioksit konsant- rasyonuna ve düşük sıcaklığa ihtiyaç duyan, ışık şiddetini kullanma yeteneği düşük, ılıman bölge bitkileri), artan karbondioksit miktarından olumlu etki- leneceklerdir. Bunun yanı sıra, büyük ölçüde Afrika ve Latin Amerika ülke- lerinde yetişen mısır, şeker kamışı gibi C₄ sınıfı bitkiler (düşük karbondioksit konsantrasyonuna, yüksek sıcaklığa ve daha düşük oranda suya ihtiyaç du- yan, mevsimsel kuraklığa dayanıklı, başlangıçta 4 karbon atomu içeren orga- nik molekülleri bağlayan, ışık şiddetini kullanma yetenekleri yüksek bitkiler), artan karbondioksit miktarından olumsuz yönde etkileneceklerdir (Doğan ve Tüzer, 2011:30).

Literatürde yaygın olan görüşe göre bölgesel etkileri görülen tarımsal üretim krizleri, iklim değişikliğine karşı yeterli uyum stratejilerinin geliştirilememesi nedeniyle gelecekte daha sık ve geniş çapta yaşanacaktır. Bunda iklim de- ğişikliğinin tarım üzerindeki etkilerinin çok yavaş gerçekleşmesinden dolayı değişikliklere cevap verme noktasında yetersiz kalan yerel üreticiler ve yöneti- cilerin payı da vardır (Kurukulasuriya ve Rosenthal, 2003: 3).

İklim değişikliği gıda güvenliğini dört şekilde etkilemektedir.

- 1- Gıdaların tedariki,
- 2- Gıdalara erişilebilirlik,
- 3- Gıdaların etkin kullanımı ve
- 4- Gıda sistemlerinin stabilizasyonu.

Bu etkiler kısa dönemde, ekstrem iklim olayları nedeniyle ortaya çıkabilirken, uzun dönemde sıcaklıklardaki ve yağış rejimlerindeki değişmelerle gıda güvenliğini risk altına sokmaktadır (FAO, 2009).

İklim değişikliğinin tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemesinin sebeplerini ise şu şekilde sıralamak mümkündür; uzun süren kuraklıklar, ekstrem yağışlar ve seller, verim artışı ve zararlılarla mücadele için kullanılan herbisit ve pertisit gibi kimyasal ilaçlar, çiftlik hayvanlarının telef olması, balıkçılık yapılan kıyıların elden çıkması, tarım zararlılarının ve hastalıkların çoğalması (FAO, 2009).

Yukarıda sayılan olumsuz durumların en çok hassas bölge ve hassas ekosistemlerin tarımsal üretimini kayba uğratması beklenmektedir (Rosenzweig vd., 2002: 197-202). Hassas bölgelerdeki küçük toprak sahiplerinin marjinal toprak kullanımları tarımsal üretim kayıplarını daha da arttırması söz konusu olmaktadır. Bunu tersine iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerinde olumlu etkilerinin bazı bölgeler için geçerli olabileceğini söyleyen araştırmacılar (Mendelsohn, 2009) için ise küresel ısınma, yetiştirme ve hasat mevsimini uzatarak ve CO₂ fertilizasyon etkisi yaratarak, Kuzey Çin, Kuzey Amerika ve Avrupa'nın bazı bölgelerinde tarımsal üretimi arttıracaktır. Yüksek enlemlerde ısınan hava ile birlikte tarımsal üretimin artması veya daha önce tarıma elverişli olmayan alanların tarıma açılması gibi bu olumlu etkinin sürmesine yardımcı olacaktır.

İklim değişikliğinin tarım üzerindeki biofiziksel etkileri üretim ve ürün fiyatlarına da yansımaktadır. Bu durum ekonomik sistem içerisindeki ister çiftçi ister diğer ekonomik aktörler olsun değişen ürün maliyetlerini, ürün girdilerini, talep miktarını, ürünün tüketimini ve ticaretini etkilemektedir (IFPRI, 2009: 4)

Sonuç olarak, muhtemel bir iklim değişikliğinin tarımsal üretimi strese sokarak gelecekte küresel gıda arzını azaltması beklenmektedir (Bindi ve Olesen, 2000: 2). Küresel tahminler CO₂ fertilize etkisi hariç tutulduğunda gelecekte tahıl üretiminin %20 ila %30 oranları arasında azalacağı yönündedir (Darwin, 1995). Bu da yukarıdaki görüşü desteklemektedir.

İklim değişikliğinin tarım ve insanların refahı üzerindeki etkilerini; tarımsal ürünler üzerindeki biyolojik etkiler, tarımsal ürünlerin fiyat üretim ve tüketim üzerindeki etkileri, kişi başına tüketilen kalori miktarı ve çocukların yetersiz/kötü beslenmeleri olarak sıralayabiliriz.

1. İklim Değişikliğinin Tarım Ürünleri Üzerindeki Biyolojik Etkileri

İklim değişikliğinin tarım ürünleri üzerindeki biyolojik etkileri doğrudan ve dolaylı etkiler olarak ortaya çıkmaktadır.

a) Doğrudan etkiler

Yükselen sıcaklıklar ve yağış rejimlerinin değişmesi; tarımsal ürünler üzerinde doğrudan etkiler gösterebildiği gibi, tarımsal alanların sulanması için kullanılan sulara erişimi de etkileyebilmektedir. İklim değişikliğinin tarım ürünleri üzerindeki doğrudan etkileri, yağmur suyuna bağımlı ve sulama sistemleri ile yapılan tarım ürünlerinin miktar ve kalitesinin düşmesiyle kendini göstermektedir.

Tablo 1. 2000-2050 yılları arasında İklim Değişikliğinin Tarım Ürünleri Üzerindeki Etkilerinin % Olarak Gösterimi

Region	CSIRO No CF	NCAR No CF	CSIRO CF	NCAR CF
Maize, irrigated				
Developing countries	-2.0	-2.8	-1.4	-2.1
Developed countries	-1.2	-8.7	-1.2	-8.6
Maize, rainfed				
Developing countries	0.2	-2.9	2.6	-0.8
Developed countries	0.6	-5.7	9.5	2.5
Rice, irrigated				
Developing countries	-14.4	-18.5	2.4	-0.5
Developed countries	-3.5	-5.5	10.5	9.0
Rice, rainfed				
Developing countries	-1.3	-1.4	6.5	6.4
Developed countries	17.3	10.3	23.4	17.8
Wheat, irrigated				
Developing countries	-28.3	-34.3	-20.8	-27.2
Developed countries	-5.7	-4.9	-1.3	-0.1
Wheat, rainfed				
Developing countries	-1.4	-1.1	9.3	8.5
Developed countries	3.1	2.4	9.7	9.5

Not: Tabloda her iki iklim senaryosuna göre(CSIRO ve NCAR) her bir ürün grubundaki değişimler 2000 yılı baz alınarak 2050 yılına projekte edilmiştir. Bunun için de her bir ürün grubu üzerindeki etkiler, CO₂ fertilizier etkisinin olup olmadığı ve ülkelerin gelişmişlik düzeyleri göz önünde bulundurularak gösterilmiştir.

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.5

Tablo 1 de iklim değişikliğinin tarım ürünleri üzerindeki biyolojik etkileri iki iklim senaryosu baz alınarak gösterilmiştir. Tabloda sulama sistemleri ve yağmur suyuna bağımlı olarak CO₂ fertilizier etkili ve CO₂ fertilizier etkisiz üretilen tarım ürünlerinin 2000-2050 dönemlerindeki değişimler yer almaktadır.

Tablodaki veriler gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ayrımı yapılarak verilmiştir. Tablo oluşturulurken herhangi bir ekonomik tedbirin alınmadığı ya da ekonomik bir düzenleme yapılmadığı varsayılmıştır. Tabloda, yağmur suyuna bağımlı olarak üretilen tarım ürünleri hem yağışa hem de sıcaklıktaki değişimlere duyarlı iken, sulama sistemleri ile üretilen tarım ürünlerinin sadece sıcaklıktaki değişimlerden etkilendiği görülmüştür (IFPRI, 2009: 4).

Gelişmekte olan ülkelerde, CO₂ fertilizer etkisinin olmadığı varsayıldığında, 2050 yılında 2000 yılına göre tarım ürünlerinde azalma görülmektedir. Bu ülkelerde en fazla ürün kaybının sulama sistemleri ile yetiştirilen pirinç ve buğdayda olması beklenmektedir. Gelişmiş ülkelerin ise gelişmekte olan ülkelere nazaran ortalama olarak iklim değişikliğinin bu etkilerinden daha az etkilendikleri, hatta iklim değişikliğinin gelişmiş ülkelerde bazı tarım ürünlerinin miktarına pozitif etki yaptığı görülmüştür (IFPRI, 2009:4).

Tablo 2. Dünya Hububat Üretim Miktarı(Milyon Ton)

HUBUBAT	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Buğday	658	621	597	607	685	678	656	696
Mısır	713	698	710	797	800	820	828	863
Arpa	154	138	138	133	155	150	124	135
Yulaf	26	24	23	26	26	24	20	23
Çavdar	18	16	13	15	18	19	13	14
Diğer	108	110	107	120	117	109	116	110
DÜNYA TOPLAMI	1.647	1.606	1.588	1.699	1.802	1.799	1.753	1.841

Not: Diğer Hububatlar sorgum, darı, tritikale ve karma hububattan oluşmaktadır.

Kaynak: www.tmo.gov.tr/Upload/Document/raporlar/HububatSektorRaporu.pdf (18/7/2014)

İklim değişikliği senaryolarına bağlı olarak bu projeksiyonlar yapılırken Çin'in de içinde bulunduğu Orta ve Uzak Doğu Asya ülkelerinin durumları göz önünde bulundurulmuş, tropik ılıman iklime sahip ülkeler de değerlendirilmiştir. Buna göre Endonezya, Filipinler, Singapur, Vietnam, Kamboçya ve Tayland gibi Güney Doğu Asya ülkelerinin iklim değişikliği nedeniyle tarım ürünü kayıplarını şiddetli şekilde hissetmesi, bu ülkelerde tüm ürün gruplarının verimliliğinde ve ürün kalitesinde düşüşlerin olması beklenmektedir (IFPRI, 2009:4).

Diğer taraftan CO₂ fertilizer etkisi bazı bölgelerde ürün azalışlarını yavaşlatırken bazı ürünlerde 2000 yılına göre ürün miktarını arttırmaktadır. Yine de yağmur suyuna bağlı olarak yetişen mısır ve sulama sistemi/yağmur suyu ile yetişen buğdayın üretim miktarında azalmalar görülebilmektedir. Sahra-Altı Afrika'sında ise durum daha karmaşıktır. Nitekim yağmurla yetişen mısırın üretiminde az miktarda iniş ve çıkışlar olabilirken; en olumsuz etki yağmurla yetişen buğday miktarında görülmektedir. Son olarak Latin Amerika ve Karayip bölgelerinde iklim değişikliğinin etkileri bazı ürünlerde az da olsa ürün artışına bazı bölgelerde ise ürün miktarının azalmasına sebep olmaktadır (IFPRI, 2009:4).

b) Dolaylı etkiler

Ülkelerin su havzalarının doluluk oranı yağış miktarına bağlı olduğu için, iklim değişikliğinin su havzaları ve akiferler üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Nitekim her iki iklim senaryosunda da (NCAR ve CSIRO) iklim değişikliğinin yeryüzüne düşen yağış miktarını azaltacağı sonucuna ulaşmışlardır. Yağış miktarındaki değişiklikler, iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıkların etkisiyle tarım ürünlerinin suya olan ihtiyacını arttırmaya gelecektir. Su tüketim oranındaki küçük bir artışın, sulama tarımının yapıldığı ürünler üzerinde büyük stresler oluşturması beklenmektedir (IFPRI, 2009:4).

2. İklim Değişikliğinin Ürün Fiyatları, Üretim ve Tüketim Üzerindeki Etkileri

İklim değişikliğinin tarım ürünleri üzerindeki biyolojik etkileri doğrudan ve dolaylı etkiler olarak ortaya çıkarken, gıda güvenliği ve sağlık bakımından ürün fiyatları, üretim ve tüketim üzerindeki etkileri göz ardı edilmemelidir.

a) Fiyatlar

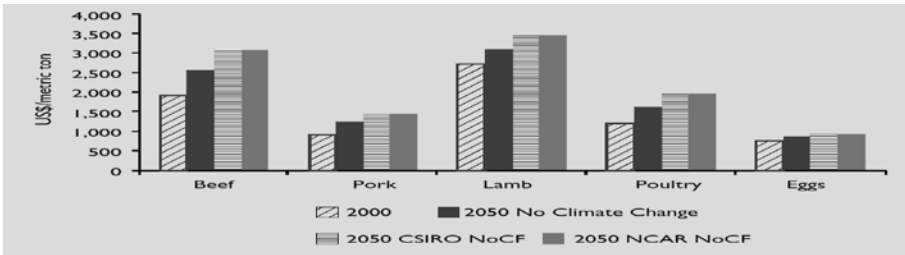
İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerinin açıklanabilmesi için ulusal ve uluslararası piyasalardaki tarım ürünlerinin fiyatları önemli bir göstergedir. Tablo 3'de; iklim değişikliği senaryolarına göre dünya gıda fiyatlarının seyri gösterilmektedir. Bu tabloda CO₂ fertilizer etkisinin ürünler üzerindeki yansımaları da göz önünde bulundurularak CO₂ fertilizer etkili ve CO₂ fertilizer etkisiz tarım ürünlerinin fiyatlarına yer verilmiştir. Ayrıca iklim değişikliği senaryolardan bağımsız olarak iklim değişikliğinin olmadığı durumdaki gıda fiyatları da tabloda gösterilmiştir (IFPRI, 2009:6).

Tablo 3. Tüm Dünyada Bazı Tahıl ve Hayvansal Ürün Fiyatlarındaki Değişim (2000-2050)

Agricultural product	2050					
	2000	No climate change	NCAR no CF	CSIRO no CF	NCAR CF effect (% change from no CF)	CSIRO CF effect (% change from no CF)
Rice (US\$/mt)	190	307	421	406	-17.0	-15.1
% change from 2000		61.6	121.2	113.4		
% change from 2050, no climate change			36.8	32.0		
Wheat (US\$/mt)	113	158	334	307	-11.4	-12.5
% change from 2000		39.3	194.4	170.6		
% change from 2050, no climate change			111.3	94.2		
Maize (US\$/mt)	95	155	235	240	-11.2	-12.6
% change from 2000		63.3	148.0	153.3		
% change from 2050, no climate change			51.9	55.1		
Soybeans (US\$/mt)	206	354	394	404	-60.6	-62.2
% change from 2000		72.1	91.6	96.4		
% change from 2050, no climate change			11.4	14.2		
Beef (US\$/mt)	1,925	2,556	3,078	3,073	-1.3	-1.5
% change from 2000		32.8	59.8	59.6		
% change from 2050, no climate change			20.4	20.2		
Pork (US\$/mt)	911	1,240	1,457	1,458	-1.3	-1.5
% change from 2000		36.1	60.0	60.1		
% change from 2050, no climate change			17.5	17.6		
Lamb (US\$/mt)	2,713	3,102	3,462	3,461	-0.7	-0.8
% change from 2000		14.4	27.6	27.6		
% change from 2050, no climate change			11.6	11.6		
Poultry (US\$/mt)	1,203	1,621	1,968	1,969	-1.9	-2.1
% change from 2000		34.7	63.6	63.6		
% change from 2050, no climate change			21.4	21.5		

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.7

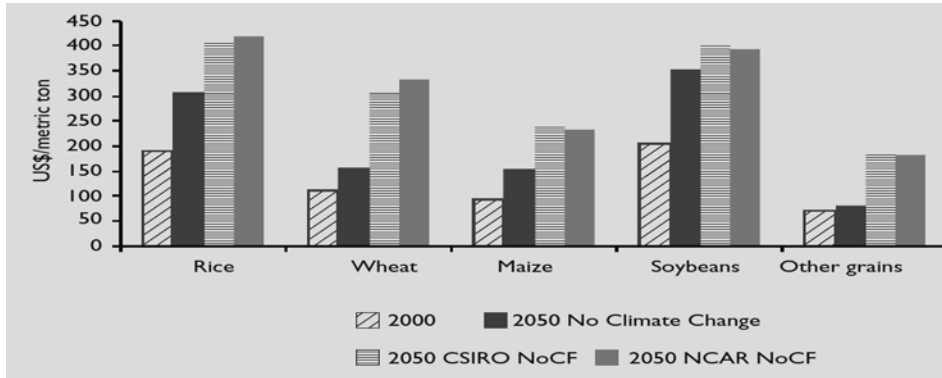
Şekil 3' de, iklim değişikliği senaryolarına göre ve iklim değişikliğinin olmadığı varsayımlarından hareketle uluslararası hayvancılık ürün fiyatlarına yer verilmiştir. Ayrıca CO₂ fertilizier etkisinin olduğu ve bu etkinin olmadığı durumlardaki uluslararası hayvancılık ürün fiyatları da aynı şekilde yer almıştır.

**Şekil 3.** Tüm Dünyadaki Çiftlik Hayvanı Üretimi ve Bu Ürünlerin Fiyatlarının Değişimi (2000-2050)

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.8

Gıda Politikaları Araştırma Enstitüsü (IFPRI) tarafından oluşturulan ve uluslararası gıda arz/talep ve güvenliğinin 2020 ve ötesine projeksiyonlandığı IMPACT 2009 modeline göre, hayvancılığın iklim değişikliğinden doğrudan olarak etkilenmesi beklenmemektedir. Ancak iklim değişikliği nedeniyle yem fiyatlarının artacak olması hayvancılık maliyetlerini yükselteceğinden hayvancılık ürünlerinin de fiyatlarının artmasına sebep olacaktır. Örneğin, sığır eti fiyatlarının iklim değişikliğinin olmadığı durumda 2050 yılında 2000 yılı fiyatlarına göre %33, iklim değişikliğinin olduğu durumda ise %60 oranında artması beklenmektedir. Bu oranlara CO₂ fertilizier etkisinin olmadığı varsayılarak ulaşılmıştır. CO₂ fertilizier etkisi dikkate alındığında ise tahıl ürünü fiyatlarının daha az yükselmesi ve sığır eti fiyatlarının önceki fiyat artışına göre %1.5 oranında daha az artış göstermesi beklenmektedir (IFPRI, 2009:6).

Şekil 4'de ise; iklim değişikliğinin, başlıca tahıl ürünü fiyatlarını ne şekilde etkileyeceği yine iklim değişikliği senaryolarına göre ve iklim değişikliğinin olup olmayacağı varsayımlarından hareketle gösterilmiştir. Ayrıca CO₂ fertilizier etkisinin olduğu ve bu etkinin olmadığı durumlardaki başlıca tahıl ürünlerinin fiyatlarına yer verilmiştir (IFPRI, 2009:6).

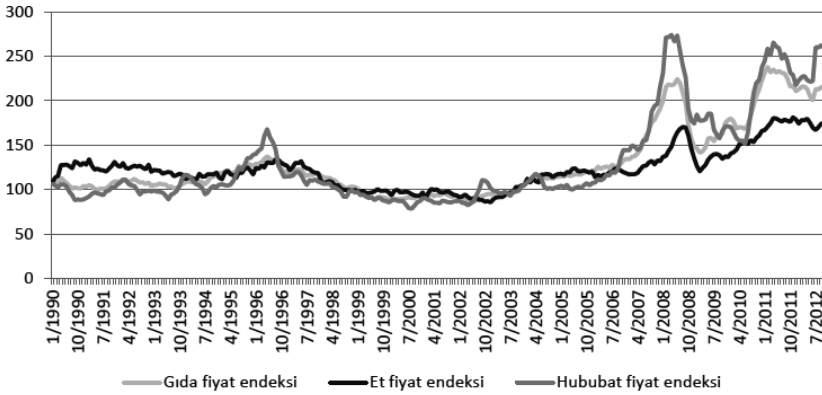


Şekil 4. Tüm Dünyadaki Çiftlik Hayvanı Üretimi ve Bu Ürünlerin Fiyatlarının Değişimi (2000-2050)

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.8

2050 yılı itibari ile iklim değişikliğinin yaşanmayacağı varsayıldığında bile nüfus artışları, kişi başına düşen ortalama gelirin yükselmesi ve artan biyo-yakıt talebinden dolayı pirinç, buğday ve mısır ve soya fasulyesi gibi başlıca tarım ürünlerinin fiyatlarının 2000 yılına göre yükselmesi beklenmektedir. İklim değişikliği olmadığı bir gelecekte 2000 yılına göre, pirinç fiyatlarının %62, mısır

sır fiyatlarının %63, soyanın fiyatının %72 ve tahıl fiyatlarının %39 oranında yükselebileceği öngörülmüştür. Bu artışlara iklim değişikliğinin sebep olduğu artışlar da eklenince hali hazırdaki fiyatlara, pirinçte %32-%37 arasında, mısırdaki %52-%55, buğdayda %94-%111, soya fasülyesinde ise %11 -%14 arasında ek bir artışın olması beklenmektedir. CO₂ fertilizer etkisinin üretim üzerindeki pozitif etkisi göz önüne alındığında ise, 2050 yılında beklenen fiyatların %10 oranında azalacağı öngörülmektedir (IFPRI, 2009:6).



Şekil 5. Dünya gıda, hububat ve et fiyatları aylık endeksleri (1990-2012)

Kaynak: FAO World Food Situation

Şekil 5’de görüleceği üzere son yıllarda dünya gıda, hububat ve et fiyatlarında hızlı fiyat artışlarının olduğu görülmüştür. Küresel iklim değişikliğinin etkilerinin dışında Çin ve Hindistan gibi yüksek nüfuslu ülkelerdeki yüksek büyüme oranlarının bu ürünlere talebi arttırıcı etkisinin olduğu düşünülmektedir (Özen, 2012: 2). Biyoyakıt üretimindeki artış da özellikle hububata olan talebi arttırarak fiyatların yükselmesinde rol oynamıştır. Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) ise ürün fiyatlarının oluşumu hakkında hazırladığı raporda, son yıllarda yaşanan bu fiyat artışında ürün piyasalarının finansallaşmasının büyük rolü olduğundan bahsetmektedir. (Özen, 2012: 2)

b) Üretim

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkileri özellikle Sahra-Altı Afrika’sında ve Güney Asya’da kendini göstermektedir. Güney Asya’da iklim değişikliğinin olduğu varsayılarak oluşturulan senaryolarda, iklim değişikliğinin olmadığından hareketle oluşturulan senaryolara göre pirinç üretiminin %14 daha fazla azalması beklenmektedir. Yine buğday üretiminin

iklim değişikliğinin olduğu varsayılarak oluşturulan senaryolarda %49, iklim değişikliğinin olmadığından hareketle oluşturulan senaryolarda %44 azalması, mısır üretiminin ise iklim değişikliğinin olduğu varsayılarak oluşturulan senaryolarda %19, iklim değişikliğinin olmadığından hareketle oluşturulan senaryolarda %9 azalması beklenmektedir (IFPRI, 2009: 6).

Sahra-altı Afrika'sında iklim değişikliğinin etkisiyle pirinç üretiminin %15, buğday üretiminin %34, mısır üretiminin ise %10 oranında azalması beklenmektedir. Uzak Doğu ve Pasifik bölgelerindeki tarımsal üretim iklim değişikliği senaryolarına göre değerlendirildiğinde, pirinç üretiminin bu bölgelerde %10 azalacağı buğday üretiminin az da olsa artacağı, mısır üretiminin ise "kurak" CSIRO iklim değişikliği senaryosuna göre azalacağı, "nemli" NCAR iklim değişikliği senaryosuna göre ise artacağı öngörülmektedir. Ortalama üretim miktarları karşılaştırıldığında iklim senaryolarına göre gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere göre durumlarının kötüleşmesi beklenmektedir (IFPRI, 2009: 6).

c) Gıda tüketimi

İnsanların gıda tüketim miktarlarını; ürünün arz ve talebi arasındaki ilişki sonucu ortaya çıkan fiyatlar, kişisel öncelikler ve gelir düzeyleri belirlemektedir. Tablo 4; tahıl ve et ürünlerinin kişi başına ortalama tüketim miktarlarını, CISRO ve NCAR İklim değişikliği modellerine, CO2 fertilizer etkisinin olup olmadığına ve iklim değişikliğinin olup olmayacağı durumlarına göre göstermiştir. Her iki iklim değişikliği senaryosunda da benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır (IFPRI, 2009:6).

Tablo 4. Tahıl ve Et Ürünlerinin Tüketiminin% Olarak Gösterimi (2000-2050)

Region	2050					
	2000	No climate change	CSIRO no CF	NCAR no CF	CSIRO CF effect (% change relative to CSIRO no CF in 2050)	NCAR CF effect (% change relative to NCAR no CF in 2050)
Meat						
South Asia	6	16	14	14	0.9	0.8
East Asia and the Pacific	40	71	66	66	0.7	0.6
Europe and Central Asia	42	56	51	51	0.8	0.7
Latin America and the Caribbean	57	71	64	64	1.0	0.9
Middle East and North Africa	23	39	36	36	0.7	0.6
Sub-Saharan Africa	11	18	16	16	1.0	0.8
Developed countries	88	100	92	92	0.8	0.7
Developing countries	28	41	37	37	0.8	0.7
Cereals						
South Asia	164	157	124	121	7.0	7.1
East Asia and the Pacific	184	158	124	120	8.1	8.3
Europe and Central Asia	162	169	132	128	5.3	4.9
Latin America and the Caribbean	123	109	89	87	6.1	5.9
Middle East and North Africa	216	217	172	167	5.5	5.1
Sub-Saharan Africa	117	115	89	89	7.4	7.1
Developed countries	118	130	97	94	6.8	6.3
Developing countries	164	148	116	114	7.1	7.1

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.10

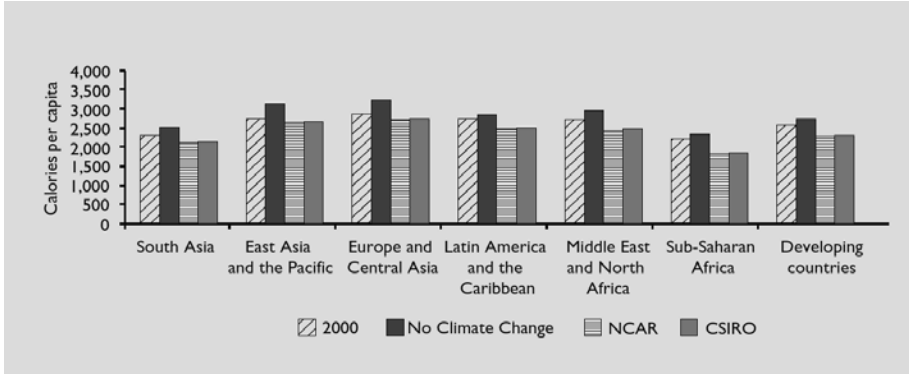
İklim değişikliğinin olmadığı varsayıldığında gelişmekte olan ülkelerde ortalama gelirin artışıyla birlikte kişi başına düşen tahıl tüketim miktarının azalacağı, buna karşın kişi başına düşen et tüketiminin artacağı öngörülmektedir. Ayrıca et tüketiminde görülen artışın tahıl tüketiminde görülen azalıştan daha fazla olması beklenmektedir. Tüm dünyada 2050 yılında 2000 yılına göre et tüketimindeki artış az da olsa azalma eğilimine girerken tahıl tüketiminde esaslı azalmaların yaşanması beklenmektedir. Et tüketimi azalarak da olsa artış gösterirken, tahıl tüketiminin esaslı şekilde düşmesi, iklim değişikliğinin sebep olduğu negatif refah etkisinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (IFPRI, 2009:6).

3. İklim Değişikliğinin Kalori Tüketim Miktarına Etkisi

İklim değişikliğinin insan refahı üzerindeki etkilerinin başlıca göstergelerinden bir diğeri de kişi başına kalori tüketim miktarıdır. Dünya Tarım Örgütü 2010 yılında 925 milyon insanın yetersiz beslendiğini açıklamıştır. Bu sayı 2009 yılına göre 98 milyon kişi daha azalmasına rağmen dünya genelinde yetersiz beslenen oldukça fazla kişi vardır (WHO, 2012: 1).

Sahra-Altı Afrikası dünyada yetersiz ve kötü beslenme oranının en yüksek olduğu bölgelerden birisidir. Bu bölgede her üç kişiden birisi kronik açlık riskiyle karşı karşıyadır (FAO, 2008: 59). Bu bölgedeki halkın ekonomik faaliyetleri büyük oranda tarıma dayalı olduğu için de refah düzeyleri tarımsal üretim ve verimlilikle doğru orantılı olarak değişmektedir. 2005 yılında Sahra-Altı Afrikası'nda gayrı safi yurt içi hasılanın yaklaşık %17'si (WB, 2007) tarım sektöründen oluştuğu düşünüldüğünde, iklim değişikliği nedeniyle üretimde ve verimlilik düzeyindeki azalmalar, açlık ve yetersiz beslenme riskini de o derece arttıracaktır. Tarımsal üretimin iklim koşullarına bağlı olması ve iklimin ise günümüzde istikrarsızlaşması (Christensen, 2007), ekonomisi büyük oranda tarıma dayalı olan diğere ülkelerde de refah düzeyinin kötüleşmesine sebep olacaktır.

CISRO ve NCAR İklim değişikliği senaryolarında göre 2050 yılında 2000 yılına göre tarımsal üretim miktarının azalmasından kaynaklı olarak toplam tahıl tüketiminde bir azalmanın yaşanacağı ve bunun sonucunda da kalori ihtiyacının karşılanmasında yetersizliklere sebep olacağı belirtilmiştir (Şekil 6 ve Tablo 5).



Şekil 6. Günlük Kişi Başına Düşen Kalori Miktarı (2000-2050)

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.11

Tablo 5. Günlük Kişi Başına Düşen Kalori Miktarı (2000-2050)

Region	2000	2050				
		No climate change kcal/day	NCAR no CF kcal/day	CSIRO no CF kcal/day	NCAR CF effects (% change relative to NCAR no CF in 2050)	CSIRO CF effects (% change relative to CSIRO no CF in 2050)
South Asia	2,424	2,660	2,226	2,255	4.3	4.3
East Asia and the Pacific	2,879	3,277	2,789	2,814	4.3	4.3
Europe and Central Asia	3,017	3,382	2,852	2,885	2.7	2.9
Latin America and the Caribbean	2,879	2,985	2,615	2,628	2.7	2.8
Middle East and North Africa	2,846	3,119	2,561	2,596	3.6	3.7
Sub-Saharan Africa	2,316	2,452	1,924	1,931	6.5	6.9
Developed countries	3,450	3,645	3,190	3,215	2.3	2.5
Developing countries	2,696	2,886	2,410	2,432	4.4	4.4

Kaynak: IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report, s.11

Her iki iklim değişikliği senaryosuna göre yaşanacak kişi başı tüketilen kalori miktarının azalma oranları birbirine yakındır. Gelişmekte olan bir ülkedeki ortalama bir tüketicinin kalori tüketim miktarının %10 azalması beklenmektedir. CO₂ fertilizler etkisi göz önüne alındığında ise üretimdeki azalmanın hızı yavaşlayacağından bir tüketicinin kalori tüketim miktarındaki azalmanın 2000 yılına göre %3 ila %7 arasında daha az gerçekleşmesi beklenmektedir (IFPRI, 2009: 10).

İklim değişikliğinin olmayacağı varsayımıyla yapılan projeksiyonlarda ise, ihtiyaç duyulan kalori ihtiyacının karşılanması için gerekli tahıl miktarının gıda

teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte dünya genelinde arış göstermesi beklenmektedir. Nitekim iklim değişikliğinin olmayacağı varsayıldığında Doğu Asya ve Pasifikte kişi başına tüketilen kalori miktarının %13.8 oranında artması beklenmektedir. Diğer taraftan kişi başına kalori tüketim miktarının Latin Amerika' da %3,7; Sahra-Altı Afrika 'sında %5.9; Güney Asya'da ise 9.7 oranında artması öngörülmektedir (IFPRI, 2009: 10).

IV. UYUM VE AZALTIM POLİTİKALARI

İklim değişikliği tarımsal üretim ve gıda güvenliği arasındaki ilişki yeni bir sorun olmamakla birlikte bu ilişkiler 1974 de Roma'da FAO gözetiminde Birleşmiş Milletler tarafından toplanan Dünya Gıda Konferansında gündeme getirilmiştir. Bu konferansta Birleşmiş Milletlere üye ülkelerden iklim değişikliği nedeniyle stres altına giren tarımsal üretim ve gıda güvenliği konularına dikkat etmeleri ve acil önlemler almaları konusunda telkinlerde bulunulmuştur. Dünya gıda konferansından 13 yıl sonra, 1987 de, bu sefer Uluslararası Pirinç Araştırma Enstitüsü (IRRI) ve Amerikan Bilimde İlerleme Derneği (American Association for the Advancement of Science) (AAAS) tarafından iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerine dikkat çekmek üzere uluslararası bir sempozyum düzenlenmiştir.

Bugün de bu sorunlar kanun yapıcıların gündeminde yer almaya devam etmektedir (FAO, 2009: 1). 1996 yılında ise Dünya Gıda Zirvesinde (WFS) gıda, tarım, balıkçılık ve ormancılık faaliyetlerinin; iklim değişikliği, çölleşme, ormansızlaşma, aşırı avlanma, biyolojik çeşitliliğin yok olması ve suyun verimli kullanılamaması nedeniyle stress altında olduğunu söylenerek (FAO, 2009:2) önlemler alınması gerektiği belirtilmiştir.

Belirsizlik iklimin temel bir bileşeni olduğundan eylemsizlik için bir bahane olarak kullanılmaması gerekmektedir. Nitekim, iklim değişikliğinin etkilerinin ve gelecekte başta tarım sektörü olmak üzere birçok alanda zararlarının neler olacağının tam olarak öngörülmemesi, Politika yapıcıların somut ve acil önlemler almalarını engellememelidir (FAO, 2009:3).

İklim değişikliğine ve iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerine karşı mücadelede uluslararası iklim çevrelerince birbiri ile bağlantılı iki yol izlenmektedir. Bunlardan birincisi, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarını hafifletilmesi anlamına gelen azaltım politikalarıdır. Azaltım politikaları günümüzde genellikle sera gazı emisyonlarının azaltılması ile aynı anlamda da kullanılmaktadır.

İklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadelede benimsenen bir diğer yöntem de uyum politikalarıdır. Uyum yani adaptation, doğal ya da yapay sistemlerin iklimsel değişikliklere ve bunun etkilerine karşı cevap verebilme veya bu etkileri yumuşatabilme yeteneğidir (IPCC, 2001). Dar anlamı ile uyum,

iklim değişikliğinin etkilerine karşı; yeni veya değişen ortama göre uyum sağlamayı ifade etmektedir. Geniş anlamda ise uyum, doğal veya insan sistemlerinde öngörülen iklim değişikliğinden etkilenebilirlik düzeyinin indirilmesini ifade etmektedir (IPCC, 2001).

Azaltım politikaları etkin bir şekilde uygulanarak sera gazı emisyonlarını sınırlandırmayı ve bu emisyonları giderek azaltmayı başarsa bile dünyanın şu anda atmosferde bulunan sera gazlarından kurtulmasının zaman alacağı bilinmektedir. Nitekim küresel sera gazı emisyonlarının azaltılması çabaları başarılı sonuçlar verse bile, iklim değişikliğinin etkilerine mutlaka uyum sağlamak gerekmektedir.

Sera gazı emisyonlarının azaltılarak iklim değişikliğinin etkilerini gidermek, her biri karbon yakalama ve depolama yeteneği bulunan ormanların, sulak alanların, deniz ve kıyı ekosistemlerinin, çayırların, tarımsal alanların ve turbalıkların mevcut durumlarının korunması ve iyileştirilmesi ile mümkün olabilmektedir (Dudley vd., 2010).

Karbon yutakları içerisinde ormanlar yeryüzünün en geniş karasal karbon deposu konumundadır. Ormanlar yaşlansalar bile atmosferdeki karbonu tutmaya ve depolamaya devam edebilmektedirler. Ancak ormansızlaşma, tarım için arazi açma faaliyetleri, bozulma ve iklim değişikliklerinin uzun vadeli etkileri yüzünden ormanlar bu özelliğini kaybetme riskiyle karşı kalmaktadırlar.

Sulak alanlar ve özellikle turbalıklar büyük miktarda karbon tutma ve depolama kapasiteleri nedeniyle önemli koruma alanlarından bir diğeridir ve atmosferdeki sera gazını azaltmak için önemli bir görev üstlenirler. Ama unutulmalıdır ki turbalıklar mevcut koşullara ve yönetim tedbirlerine bağlı olarak hem karbon kaynağı hem karbon yutağı olabilirler.

İklim değişikliği ile birlikte sulak alanlarda ve turbalıklarda depolanmış karbonun çoğu açığa çıkmaktadır. Tropikler bölgelerdeki sulak alanların net karbon dengesi hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olmadığımız için iklim değişikliği nedeniyle bu alanlardan açığa çıkan karbonun miktarını belirleyebilmek oldukça zordur. Sulak alanlar ve turbalıklar hem karbon depolamaları ve hem de yanlış yönetilmeleri sonucu kayıp karbon potansiyeli nedeniyle azaltım politikalarının merkezinde yer alması gerekmektedir.

Yine denizler ve kıyı ekosistemleri büyük miktarda karbon depolama kapasitesine sahiptir. Tuzcul bataklıkların, mangrovların ve deniz çayırı yataklarının her biri önemli karbon tutma alanlarıdır. Tüm bu sistemler günümüzde baskı altındadır. Koruma alanlarının sayısı artırılarak bu alanların iyi yönetilmesi durumunda karbon tutma görevleri başarıya ulaşmış olacaktır. Aksi takdirde

bu alanlar yutak olmaktan çıkıp emisyon kaynağına dönüşebilirler. Bu nedenle hem yeni korunan alanların kurulması, hem de var olan korunan alanların daha iyi uygulanması ve yönetimine acil ihtiyaç vardır.

Yeryüzündeki doğal çayırlar da karbon emisyonunun absorbe edilmesi için kullanışlı alanlardır. Ancak günümüzde doğal çayırların bozulması ve bu alanların tarım arazilerine dönüşmesi büyük miktarlarda karbonun atmosfere salınmasına sebep olmaktadır. Doğal çayırların arazi dönüşümü ve yanlış yönetime karşı korunması politikaları ve bazı yönetim değişiklikleri, karbon yakalama ve tutuma kapasitelerini artırabilmektedir.

Tahminler büyük ölçüde farklılık gösterse de (Metz ve diğ., 2007), toprakların karasal karbon döngüsündeki en büyük karbon deposu olduğu, atmosfer ve bitki örtüsü toplamından daha fazla karbon tuttuğu düşünülmektedir (Lal, 2004: 1623-1627). Toprak-karbon akısındaki görece küçük değişiklikler, küresel ölçekte ciddi etkiler yaratabilmektedir. Yine de hükümetlerarası iklim değişikliği girişimlerinde, toprak karbonu bir azaltım stratejisi olarak çoğunlukla göz ardı edilmiştir (Scherr ve Sthapit, 2009: 1623-1627).

Toprak da diğer ekosistemler gibi yönetime bağlı olarak sera gazları kaynağı ya da yutağı olabilmektedir. Karbon toprağa, tarımsal bitki artıkları ve diğer organik katı maddeler yoluyla CO₂'yi atmosferden transfer ederek, çabuk yayılmayan bir formda tutunur. Toprağın karbon tutma kapasitesi; toprağa biyokütle ekleyen, toprağın bozulmasını azaltan, toprak ve suyu muhafaza eden, toprağın yapısını geliştiren ve toprak faunası etkinliğini geliştiren yönetim sistemleriyle artırılabilir. Diğer taraftan, iklim değişikliği, yanlış arazi kullanımı ve ekstrem iklim olaylarının sık yaşanması nedeniyle toprakta muhafaza edilen karbonlar kayba karşı hassas hale gelebilir. Örneğin 2003'te Avrupa'daki sıcak hava dalgasının bu bölgede ciddi toprak karbonu kayıplarına yol açtığı görülmüştür (Easterling ve diğ. 2007: 273-313).

Küresel iklim değişikliği nedeniyle tarımsal faaliyetlerin yapıldığı topraklar çoğu zaman, sera gazı emisyonları için bir yutak vazifesi görmekten ziyade bir karbon kaynağı haline gelmiştir. Tarımsal faaliyetler nedeniyle atmosfere ortalama yüzde 10-12 civarında antropojenik sera gazı salınmaktadır. Bu nedenle tarımsal faaliyetler, küresel ölçekte doğal habitata yönelik en büyük değişim etkenlerinden birisi haline gelmiştir. Nitekim tarımsal emisyonların çoğu toprak tarımından kaynaklanarak atmosfere salınmamaktadır (Smith ve diğ. 2007).

Karbon tutumunu artırmak için bir azaltım politikası olarak tarımsal uygulamalarda potansiyel değişiklikler yapılması gerekebilmektedir. Nitekim tarım, karbon depolarını koruyup yeniden oluşturmak için tasarlanan yönetim de-

ğişiklikleri yoluyla karbonu azaltma potansiyeline sahiptir. IPCC günümüzde tarım için mevcut olan azaltım uygulamalarını şu şekilde saymıştır (IPCC (2007);

- Toprak karbonu depolanmasını artırmak için geliştirilmiş tarlaların ve otlakların yönetiminin sağlanması,
- Tarıma açılmış turbalı toprakların ve bozulmuş arazilerin restorasyonu,
- CH₄ emisyonlarını düşürmek için geliştirilmiş pirinç tarımı teknikleri
- Besi hayvanı ve gübre yönetimi
- N₂O emisyonlarını düşürmek için geliştirilmiş azotlu gübre uygulama teknikleri
- Sığ toprak işlemeli tarım uygulamaları.

Yukarıda sayılan tüm uygulamalar toprak erozyonunu ve fosil yakıtların kullanımını azaltırken toprak karbonu depolama kapasitesini arttırmaktadır (Barker ve diğ. 2007) Ayrıca, bu uygulamalar topraktaki organik maddelerin birikmesine yol açarak ürün verimliliğinin de artmasını sağlamaktadır (Lal, 2004: 1623-1627). Ancak azaltım uygulamalarından elde edilecek sonuçlar toprak türü ve koşullarına göre değişkenlik gösterdiği için net faydaların geniş ölçekli hesaplanması zorlaşmaktadır(Lal, 2004a: 1-22).

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliği üzerindeki olumsuz etkilerinin iklim değişikliği senaryoları açısından incelendiği ve bu olumsuz durumlara karşı uygulanabilecek uyum ve azaltım stratejilerinin sunulduğu çalışma iki aşamalı olarak tamamlanmıştır.

Çalışmanın birinci aşamasında Dünya Tarım Örgütü'nün (FAO) iklim değişikliği senaryolarından hareketle iklim değişikliğinin;

- Tarımsal ürünler üzerindeki biyolojik etkileri,
- Tarımsal ürünlerin fiyatı, üretimi ve tüketimi üzerindeki etkileri ve
- Kişi başına tüketilen kalori miktarı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler ve ulaşılan sonuçlar ışığında yukarıda sayılan iklim değişikliğinin tarım ve gıda güvenliği üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik olarak sunulan uyum ve azaltım politikalarını ise;

- İklim değişikliğine sebep olan antropojenik sera gazı salınımının azaltılması,
- İklim değişikliğine sebep olan sera gazlarını azaltmak için tüketim kalıpla-

rının gözden geçirilmesi, sınırlı kaynakların ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde kullanılması,

- Karbon yutak alanlarının sayısının ve kalitesinin artırılması,
- Karbon emisyonunu tutma ve depolayarak kapasitesi yüksek koruma alanlarının birbirine bağlanması ve daha etkin şekilde sera gazı emisyonunun giderilmesi,
- İklim değişikliğinin tarım sektöründeki sosyo-ekonomik etkilerinin belirlenmesi,
- Tarım alanlarının sürdürülebilir kullanımının sağlanması
- İklim değişikliğinin tarım üzerindeki tahrip edici etkilerini kalkınma, gıda güvenliği, çevre, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ile bir arada değerlendirerek önlemler alınması,
- İklim değişikliğine uyum stratejilerin; Ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık stratejilerine entegre edilmesi,
- Ekstrem iklim olayları nedeni ile meydana gelen doğal afetler öncesinde, erken uyarı sistemlerini etkin bir şekilde devreye sokulması.
- Tarımsal kuraklıklar için afet analizlerinin daha güvenilir veriler elde edilebilecek şekilde yapılması,
- Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik verimliliğinin iklim değişikliğinin etkilerine karşı korunması,
- Tarımda kullanılacak olan su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde planlanması,
- Tarımda su yönetiminin etkinleştirilerek verimli sulama teknolojilerinin geliştirilmesi,
- Kuraklığa dayanıklı tohum çeşitlerinin geliştirilmesi ve sayılarının artırılması
- Tarımsal verimliliğin artırılması amacıyla küçük ölçekli tarım arazilerini birleştirilmesinin sağlanması,
- Organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması,
- Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevre kirliliğinin izlenmesi
- Niteliği bozulmuş olmakla birlikte yeniden kazanılabilecek tarım ve mera arazilerini geliştirilerek yeniden kullanıma sunulması şeklinde sıralayabiliriz.

KAYNAKÇA

- BARKER, T., BASHMAKOV, I., ALHARTHÍ, A., AMANN, M., CÍFENTES, L., DREXHA-GE, J., DUAN, M., EDENHOFER, O., FLANNERY, B., GRUBB, M., HOOGWÍJK, M., IBÍTOYE, F. I., JEPMA, C. J., PÍZER, W.A., YAMAJÍ K. (2007), "Mitigation From A Cross-Sectoral Perspective" in *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, (Ed.) B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- BÍNDÍ, M. and OLESEN J. E. (2000) "Agriculture", *Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project* (Ed.) M. L. Parry. Norwich, United Kingdom: Jackson Environment Institute, University of East Anglia.
- CHRÍSTENSEN, J.H. (2007) Regional Climate Projections *Climate Change 2007: The Physical Science Basis (Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)* (Ed) Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt K B, Tignor M and Miller H L, Cambridge: Cambridge University Press.
- DOĞAN S. ve TÜZER M. (2011), "Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri", *C.Ü. İktisadi ve idari Bilimler Dergisi*, Cilt 12, S.1, ss: 25.
- DUDLEY, N., STOLTON S., BELOKUROV A., KRUEGER L., LOPOUKHÍNE N., MacKÍN-NON K., SANDWÍTH T. and SEKHRAN N. (2010), *Natural Solutions: Protected Areas Helping People Cope With Climate Change*, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA.
- EC-DGE. (2005), *The Impacts and Costs of Climate Change*, Watkiss, Paul; Tom Downing; Claire Handley and Ruth Butterfield, AEA Technology Environment Stockholm Environment Institute, Oxford, Final Report, pp. 9.
- DARWÍN, R., TSÍGAS M., LEWANDROWSKÍ, J., and RANESES, A.. (1995). *World Agriculture and Climate Change: Economic Adaptations. Agricultural Economic Report 703*, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, D.C.
- EASTERLÍNG, W. E., AGGARWAL P. K., BATÍMA, P. BRANDER, K. M. L., S. ERDA, M. HOWDEN, A. KÍRILENKO, J. MORTON, J.-F. SOUSSANA SCHMÍDHUBER, J. and TUBÍELLO, F. N.. (2007), Food, fibre and forest products, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., VAN DER LÍNDEN P. J. and Hanson, C. E. [Eds.], Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- FAO. (2009), *Coping with a changing climate: considerations for adaptation and mitigation in Agriculture Environment And Natural Resources*, Management Series 15.
- FAO. (2008), *The State of Food Insecurity in the World 2008*, FAO, Rome, Italy.
- FAO. (1999), *The State Of Food Insecurity In The World 1999*, Food and Agriculture Organization, Rome, p.32.
- HOUGHTON, R.A.(2003), "Why Are Estimates of The Terrestrial Carbon Balance So Different?", *Global Change Biology*, Vol.9, pp.500-509.
- IFPRI(International Food Policy Research Institute). (2009), *Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, Food Policy Report.
- IPCC. (2001), *Mitigation, Adaptation and Climate Change Impacts*, Cambridge University Press, Cambridge.
- KURUKULASURİYA Pradeep and SHANE Rosenthal.(2003), *Climate Change and Agriculture A Review of Impacts and Adaptations*, The World Bank Environment Department June.
- LAL, R. (2004a), "Soil Carbon Sequestration Impacts On Global Climate Change And Food Security", *Science* Vol.304, pp.1623-1627.
- LAL, R. (2004b), "Soil Sequestration to Mitigate Climate Change", *Geoderma*, Vol. 123, pp.1-22.
- LOBELL, D. B. (2008), "Prioritizing Climate Change Adaptationneeds For Food Security in 2030", *Science* Vol.319, pp.607-10.
- McMÍCMAEL A. and GÍTHEKO A.. *Human Health, Executive Summary, Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, IPCC, 2007, pp.473.
- MENDELSON, Robert. (1999). "Measuring The Effect Of Climate Change On Developing Country Agriculture", *FAO Economic and Social Development Paper*, Vol.145 pp.1-31.
- METZ, B., DAVIDSON, O. R., BOSCH, P. R., DAVE R., MEYER L. A. (2007), *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- ÖZEN, NAZ EFŞAN (2012), "Ürün Ticaretinin Finansallaşmasının Tarımsal Ürün ve Gıda Fiyatlarına Etkileri" TEPAV Gıda ve Tarım Politikaları Araştırma Enstitüsü, ss: 2)
- PATHAK, H. and WASSMANN, R. (2007). "Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients", *Agricultural Systems*, Vol.94, pp.807-825.
- ROSENZWEİG, C., F. N. TUBİELLO, R. GOLDBERG, E. MİLLS, and J. BLOOMFIELD. (2002). "Increased Crop Damage in the U.S. from Excess Precipitation under Climate Change." *Global Environmental Change: Human Dimensions and Policy*, Vol. 12(3), pp.197-202.

- SCHERR, S. J. and STHAPIT, S. (2009), *Mitigating Climate Change Through Food and Land Use*, World Watch Report 179, World Watch Institute, USA.
- SMITH, P., MARTINO, D. CAI, Z., GWARY, D., JANZEN, H., KUMAR, P., Mccarl, B., OGLE, S., O'MARA, F., RICE, C., SCHOLLES B. and SIROTENKO, O. (2007) "Agriculture", In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, (Ed.) B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- STERN, Nicholas. (2007), *The Economics of Climate Change*, *The Stern Review*, Cambridge.
- UNEP. (2006), *Global Environment Outlook 2006*, United Nations Environment Programme Year Book, 2006.
- WB. (2007), *World Development Indicators*, Washington, DC.
- WALLACH, D., MAKOWSKI, D. and JONES, J. (2006), *Working with Dynamic Crop Models—Evaluation, Analysis, Parameterization, and Applications* (Amsterdam: Elsevier) pp.462.
- WMO. (2012), *Climate Exchange*, (Ed.) Ramasamy Selvaraju, Climate information services for food and agriculture *Climate*, Energy and Tenure Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp.1.
- WMO. (1996), *Weather, Climate, and Health*, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, WMONO, pp.892.
- www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21app1.pdf
- www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-annex1.pdf, (erişim 2/1/2014)
- www.tmo.gov.tr/Upload/Document/raporlar/HububatSektorRaporu.pdf (18/7/2014)

