

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÖNLENMESİNDE GIDA VE TARIMA İLİŞKİN DAVRANIŞ DEĞİŞİKLİĞİ TEMELLİ AZALTIM STRATEJİLERİ¹



Kafkas Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi
KAÜİİBFD
Cilt, 15, Sayı 30, 2024
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 18.03.2024 Yayına Kabul Tarihi: 20.09.2024

Mehmet AKALIN
Sosyal Güvenlik Uzmanı (Doç. Dr.)
Sosyal Güvenlik Kurumu
Emeklilik Hizmetleri Genel
Müdürlüğü,
Ankara, Türkiye
makalin@sgk.gov.tr
ORCID ID: 0000-0002-5170-7503

ÖZ | Sanayi Devrimi sonrası artan antropojenik aktiviteler nedeniyle iklim değişikliğinin Dünya üzerindeki etkisi her geçen gün daha da artmaktadır. Yapılan araştırmalar, iklim değişikliği krizinin artık devrilmeye noktasına ulaştığını göstermektedir. Ekosistemlerde, küresel yüzey sıcaklıklarında ve iklim sistemlerinde çok büyük yıkıcı etkileri olan bu noktanın aşılması, gezegenimiz için telafisi mümkün olmayan sonuçlarla karşılaşmak anlamına gelmektedir. Bu durum önümüzdeki yüzyıl boyunca iklim değişikliğinin başat sebebi olarak bilinen sera gazı emisyonların azaltılmasının önemini daha da arttırmıştır. Bu çalışmada Paris Anlaşması'nda koyulan ve 2050 yılında gerçekleştirilmek istenen net sıfır karbon hedefine ulaşabilmek için gıda ve tarıma ilişkin bireysel davranış değişikliği temelli azaltım stratejileri üzerinde durulmuştur. Davranış değişikliklerinin hangi şartlarda ne kadar zamanda ve ne tür etkiler oluşturabileceği ılımlı ve iyimser senaryolar çerçevesinde aktarılmıştır. Nihayetinde ise gıda ve tarıma ilişkin davranış değişikliği temelli azaltım stratejilerinin, ulusüstü kuruluşlar ve devletler tarafından teşvik edilip uygun altyapıların oluşturulması halinde, başarıya ulaşılacağı yargısına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Küresel ısınma, iklim değişikliği, gıda ve tarım, azaltım stratejileri, davranış değişikliği

JEL Kodlar: Q54, Q18, D1

Alan: Siyaset bilimi ve kamu yönetimi

Türü: Araştırma

DOI: 10.36543/kauibfd.2024.026

Atıfta bulunmak için: Akalın, M., (2024). İklim değişikliğinin önlenmesinde gıda ve tarıma ilişkin davranış değişikliği temelli azaltım stratejileri. *KAÜİİBFD*, 15(30), 663-689.

¹ İlgili çalışmanın etik kurallara uygunluğu beyan edilmiştir.

MITIGATION STRATEGIES BASED ON BEHAVIORAL CHANGE REGARDING FOOD AND AGRICULTURE IN PREVENTING CLIMATE CHANGE



Kafkas University
Economics and Administrative
Sciences Faculty
KAUJEAS
Vol. 15, Issue 30, 2024
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 18.03.2024 Accepted Date: 20.09.2024

Mehmet AKALIN
Social Security Expert (Assoc. Prof)
Social Security Institution
General Directorate of Retirement
Services,
Ankara, Türkiye
makalin@sgk.gov.tr
ORCID ID: 0000-0002-5170-7503

ABSTRACT | The impact climate change on Earth due to increasing anthropogenic activities after the Industrial Revolution is increasing day by day. Research shows that the climate change crisis has now reached the tipping point. Exceeding this point, which has huge devastating effects on ecosystems, global surface temperatures and climate systems, means facing irreparable consequences for our planet. This situation has further increased the importance of reducing greenhouse gas emissions, which are known to be the main cause of climate change over the next century. Study focused on mitigation strategies based on behavioral change regarding food and agriculture in order to achieve the net zero carbon target set in the Paris Agreement. The effects of behavioral changes are explained within the framework of moderate and optimistic scenarios. Finally, it was concluded that mitigation strategies based on behavioral change regarding food and agriculture can be successful if certain conditions are met.

Keywords: Global warming, climate change, food and agriculture, mitigation strategies, behavior change

JEL Codes: Q54, Q18, D1

Scope: Political science and public administration

Type: Research

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği etkilerini hayatın her alanında günden güne gün daha da fazla hissettirmektedir. Halen tartışılıyor olsa da küresel ısınma ve iklim değişikliğinin sebebinin büyük oranda antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığı; matematiksel hesaplamalara dayandırılan iklim modelleri ve öngörülerle bilimsel olarak kanıtlanmış durumdadır (IPCC, 2023). 18. yüzyılın ikinci yarısına kadar oldukça istikrarlı bir gelişim gösteren yeryüzü sıcaklıkları ve iklim değişiklikleri, bu tarihten itibaren yaşanan Sanayi Devrimi sonrası artan insan aktiviteleri neticesinde çağımızın en önemli küresel sorunu haline almıştır. 20. yüzyıldan bu yana iklim sistemlerinde yaşanan hızlı değişimler dünyamızda geriye dönülmez geniş çaplı yıkıcı etkilere yol açmıştır. Söz konusu değişimler, dünyamız üzerinde yüzbinlerce yıl sürecek ciddi ve geri dönüşü hasarlara yol açarak, yerkürenin her bir köşesindeki canlıların yaşamını tehdit eder hale gelmiştir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele edebilmek, enerji ve gıda üretim şekline, mal ve hizmetleri tüketme biçimine kadar ekonomideki üretim ve tüketim sistemlerinin dönüşümünü gerektirmektedir. Bu değişim ve dönüşümün çoğunun merkezinde hükümetlerin verecekleri kararlar ve büyük endüstrilerin üretim anlayışındaki değişiklikler yer almaktadır. Bu makro ölçekli değişim ve dönüşümlerin yanı sıra birey, hane halkı ve topluluk düzeyindeki davranış değişikliklerinin de küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede büyük farklar oluşturabileceği son zamanlarda bilim inşaları, sivil toplum örgütleri ve araştırma kuruluşlarınca kabul edilmektedir.

Kamuoyundaki algı, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çok büyük ölçekli bir sorun karşısında bireysel girişim ve çabaların etkisinin önemsiz olduğu yönündedir. İnsanlar arasında yaygın olan görüş, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çok boyutlu ve kapsamlı bir krizin çözümünün kişisel gayretlerin ötesinde, milletlerarası iş birliğinden ve ulusüstü şirketlerin üretim politikalarından geçtiğidir. Ancak bireysel davranış değişikliklerinin milyarlarca insan tarafından ele alındığında belirleyici bir fark yaratma kapasitesi olduğu da bir gerçektir.

Küresel emisyonların neredeyse üçte ikisinin insan tüketiminin hem doğrudan hem de dolaylı biçimleriyle alakalı olduğu düşünüldüğünde, davranış değişikliklerinin oluşturabileceği etkilerin küçümsememesi gerektiği açıkça görülecektir. Doğal kaynakların tüketimi noktasında verilecek kararlar neticesinde değişen insan davranışları, küresel sera gazı emisyonlarının azalmasına muazzam bir katkı sağlayabilecektir. Ancak, böylesi radikal değişiklikleri insanlara kabul ettirebilmek başlı başına çok zor süreçleri içermektedir. Öncelikle yapılması gereken bireyleri, haneleri ve toplulukları

harekete geçirmenin yenilikçi yollarının bulunmasıdır. Böylece insanların yaşam rutinlerine yerleşmiş olan üretim ve tüketim kalıplarını değiştirmek mümkün olabilecektir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik geleneksel çözümler; kapsamlı küresel iklim politikalarında reform yapmak, tarım ve sanayi üretimindeki aşırı kaynak kullanımında istikrar sağlamak, ekonomik teşvik uygulamaları ve bilinçlendirme faaliyetleri etrafında toplanmıştır. Bunların her biri, küresel ısınmayı durdurmaya yönelik dünya çapındaki çabanın önemli bileşenlerindedir. Ancak insanları etkileyip, uzun yıllar boyunca edinmiş oldukları alışkanlıklarından onları vazgeçirmek yukarıda sayılan çözüm kalıplarından daha karmaşık ve zor süreçleri içermektedir.

Davranış bilimine getirilen yeni anlayışlar, insanları neyin motive ettiğine dair kabullerimizi değiştirmiş durumdadır. Yeni yapılan çalışmalar insan davranışlarında duyguların sanıldığından daha büyük bir rol oynadığını göstermiştir. Günümüzde duygularımız, karar alma süreçlerimiz üzerinde oldukça belirleyici olabilmektedir. Evrimsel biyolojideki gelişmeler ise bize insanların doğası gereği sosyal hayvanlar olduklarını ve insanlar arasındaki kişisel çıkarların bir zamanlar varsayıldığından çok daha karmaşık olduğunu göstermiştir. Nitekim, insanlar bugün olduğu gibi eskiden de doğru koşullar altında iş birliğine yatkın bir yaşam biçimi benimsemişlerdi. Günümüzde de insanların karar verme süreçleri, karar verilen bağlamsal ortamdan ve seçimlerin bize sunulma biçiminden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Bu yüzden insanların üretim ve tüketim alışkanlıklarının değişmesini sağlamak için, duygusal çekiciliği, sosyal teşvikleri ve seçim mimarisinin gücün ön plana çıkarılmalıdır. Değişmesi istenilen alışkanlığın insanların buldukları yerdeki şartlara göre yenilikçi çözümlerle tasarlanması gerekir.

Bilim insanlarının büyük çoğunluğu, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin temel nedeninin insanlar olduğu ve bu sürecin benzeri görülmemiş bir hızla gerçekleştiği konusunda hemfikirdirler (IPCC, 2021). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en olumsuz sonuçlardan kaçınmak, üzerinde anlaşmaya varılan küresel sıcaklık hedeflerine ulaşmak ve harekete geçmek için artan siyasi iradeye ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak küresel ısınma ve iklim değişikliği sadece siyasi iradenin getireceği kısıtlamalar ve alacağı önlemlere bırakılamayacak kadar büyük bir sorundur. Bu yüzden sorun tüm insanların ortak meselesi haline gelmelidir. Bu çalışmada sera gazı azaltımına yönelik gıda ve tarım alanındaki bireysel davranış değişikliklerinin ne ölçüde sera gazı emisyonlarını azaltabileceği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, 2020-2050 yılları arasında küresel sera gazı emisyonlarının “net sıfır karbon” hedefine ilişkin olarak davranışsal çözüm önerilerinin işe yarayıp yaramayacağı tartışılmıştır.

Çalışmada öncelikle, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin antropojenik faaliyetler nedeniyle mi yoksa iklim ve yerkürenin kendi iç dinamikleri neticesinde mi gerçekleşip gerçekleşmediği en son bilimsel veriler ışığında tartışılmıştır. Daha sonra ise küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik gıda, tarım ve arazi kullanımına ilişkin bireysel insan davranışlarının neler olabileceği, bu davranış değişikliklerinin oluşturdukları etki miktarları ile açıklanmıştır. Son olarak ise hangi şartlar altında bireysel davranış değişikliğinin küresel çapta bir etki yaratabileceği üzerinde durulmuştur.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Doğal ve Yapay Nedenleri

Dinamik bir yapıya sahip olan iklimler, dünyanın varoluşundan bu yana sürekli olarak değişmiş, hiçbir dönemde statik bir yapıya dönüşmemiştir. 2,5 milyon yıl önce Pleistosen döneminde başlayan buzul çağlarında ortalama sıcaklıklar günümüzden 5°C ila 10°C daha soğuk, yağışların daha az ve havanın da azalan yağışların etkisiyle daha kuru olduğu tahmin edilmektedir. Buzul çağının yaşandığı pleistosen dönem yaklaşık 10.000 veya 14.000 yıl önce sona ermiş ve Dünya'da buzullar arası Holosen çağı başlamıştır. Bu dönemin başlarında iklimin günümüze nazaran daha nemli ve yağışlı bir özellik gösterdiği, sıcaklıkların ise günümüze göre birkaç derece daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Erol, 1979). Bu farklılıklar bölgesel ve yerel ölçekte daha da fazla olmuştur. Tarih öncesi görülen bu değişimlerin, o dönemlerdeki insan nüfusu ve aktivitesi göz önüne alındığında, doğal süreçlerin bir sonucu olarak ortaya çıktığı kesin bir şekilde söylenebilir.

İklim ve hava durumu çoğu zaman birbiri yerine yanlış şekilde kullanılabilen terimler olmalarına rağmen; bambaşka durumları ifade etmektedirler. Hava durumu denildiğinde; atmosferde oluşan meteorolojik olaylar anlaşılmalıdır. Başka bir deyişle hava durumu; belirli bir bölgede, belirli ve kısa bir zamanda oluşan soğuk, sıcak, yağmurlu, karlı ve rüzgârlı gibi atmosfer koşullarıdır. Hava durumu havanın o andaki fotoğrafıdır. Bir yerdeki hava durumu tanımlanırken birden fazla iklim faktörü aynı anda yaşanıyor olsa bile en baskın iklim faktörü hava durumunu belirler. Yani hava durumunun “yağmurlu” olarak ifade edilmesi havanın aynı zamanda bulutlu ya da rüzgârlı olmadığı anlamına gelmez.

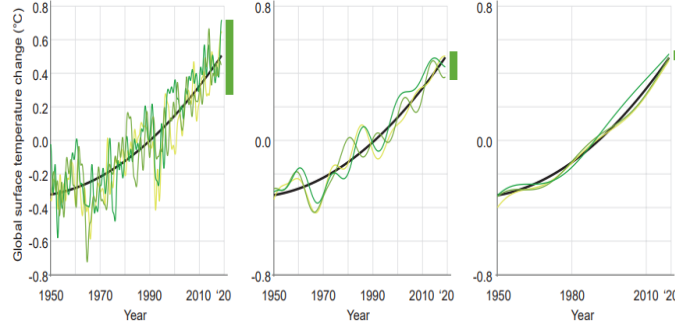
İklim ise belirli bir yerde uzun dönemler boyunca gözlemlenen meteorolojik olayların (sıcaklık, hava basıncı, yağış, rüzgâr vb.) ortalamasıdır. İklim hakkındaki genel kanılar, hava durumundan farklı olarak belirli bir bölgenin meteorolojik faaliyetlerinin uzun periyodlara ayrılarak takip edilmesiyle

oluşur. Bir bölgenin iklimi o bölgenin yeryüzü şekillerine, rakımına, konumuna göre değişebilmektedir.

İklim sistemleri ise atmosfer (havaküre), hidrosfer (suküre), kriyosfer (buz küre), litosfer (taşküre) ve biyosferin (yaşamküre) birbiriyle etkileşiminden oluşan karmaşık süreçleri içermektedir. İklim sistemleri tarihsel süreç içerisinde kendi iç dinamikleri ve dış etmenler nedeniyle (doğal faktörler) değişime uğrayabildiği gibi antropojenik faaliyet nedeniyle de (yapay faktörler) değişebilmektedir. İklim değişikliğine neden olan doğal faktörler biyolojik, astronomik, kimyasal ve jeolojik faktörler şeklinde 4 gruba ayrılabilir.

İklim değişikliğinin biyolojik nedenlerinden birisi olarak 2,5 milyar yıl önce bakterilerde fotosentez yeteneğinin gelişmesi neticesinde atmosferdeki oksijen seviyelerinin katlanarak arttırması görülmektedir. Dünyanın eksen eğikliği (presesyon), eliptik yörüngesi (eksantrisite) ve güneş etrafındaki yörünge değişikliği (inklanasyon) iklim değişikliğinin astronomik nedenlerindedir (PNAS, 2020). Yine güneşte meydana gelen, nükleer ve manyetik değişimler de dünyadaki iklim sistemi bileşenlerini doğrudan etkileyerek iklim değişikliğine yol açan kimyasal nedenleri oluşturmaktadır (PNAS, 2020). Son olarak volkanik faaliyetler (Fahey vd., 2017) sonucu yaşanan püskürmeler, üst atmosferde güneş ışığını yansıtan ve yüzeyi soğutan küçük parçacıkların (aerosoller) sayısını arttırmak suretiyle iklimde birkaç yıllık değişimlerin yaşanmasına sebep olabilmektedir (IPCC, 2021, s. 515). Bu ise iklim değişikliğinin doğal jeolojik nedenlerindedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin doğal nedenleri zaman periyodlarına ayrılarak değerlendirildiğinde, bu değişimlerin iklim üzerindeki etkisi genellikle çok sınırlı kalmaktadır. 1850–2020 döneminde doğal nedenlerin küresel yüzey sıcaklığında $-0,23^{\circ}\text{C}$ ila $+0,23^{\circ}\text{C}$ arasında bir değişime sebep olduğu tespit edilmiştir. Aynı dönemde doğal süreçlere antropojenik faaliyetlerin eklenmesi ile ortaya çıkan $1,1^{\circ}\text{C}$ 'lik küresel yüzey sıcaklığı, doğal süreçlerin bu sıcaklık artışlarındaki payının çok az olduğunu göstermektedir (IPCC, 2021, s. 515).



Şekil 1: Doğal Nedenlerin İklim Değişikliğine Etkisi (Yıllık, 10 yıllık, 30 yıllık)
Kaynak: IPCC, 2021, s. 518.

Yukarıdaki grafiklerde de görülebileceği üzere, doğal faktörlerin, küresel yüzey sıcaklığını etkileyebilme yeteneği süre uzadıkça azalmaktadır. Başka bir deyişle doğal faktörler küresel yüzey sıcaklıklarını hissedilir şekilde birkaç yıl içerisinde etkileyebilmektedir. Ancak bu etki, uzun zaman periyodları içerisinde minimum olmaktadır (IPCC, 2021, s. 518). İnsanların atmosfer üzerindeki 150-200 yıllık yoğun baskısı ise tüm çağlar boyunca en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Yeryüzünün ısınma süreci, geçmiş dönemlerden farklı olarak çok kısa bir süre içerisinde gerçekleşmiştir.

Antropojenik faaliyetler sonucu atmosfere salınan; su buharı (H_2O), karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azotoksit (N_2O), ozon (O_3) ve kloroflorokarbonlar (FCF_s) gibi sera gazları, iklim değişikliğinin yapay faktörlerini oluşturmaktadır. Salınan bu gazlar, atmosferde bulunan ve dünyayı yaşanabilir kılan doğal sera gazı dengesini bozmaktadır. Bu durum geçmiş dönemlerde doğal olarak yaşanan iklim değişikliği ile açıklanamayacak düzeyde iklimin değişmesine sebep olmaktadır.

İklim sistemlerine ilişkin olarak yapılan çok sayıdaki bilimsel değerlendirmede, antropojenik sera gazı emisyonlarının artmasının, 20. yüzyılın ortalarından bu yana küresel ısınmanın temel nedeni olduğunu göstermektedir (UNEP, 2017; American Chemical Society, 2013). Dünya atmosferindeki sera gazı konsantrasyonları tarih boyunca değişerek yalnızca son 650.000 yılda yedi buzul ilerlemesi ve geri çekilmesi döngüsüyle sonuçlanmıştır. Oysa bugün gözlemlenen hem sera gazı konsantrasyonlarında hem de küresel sıcaklıktaki hızlı artış, değişen zaman dilimlerinde gözlemlenen herhangi bir oranla kıyaslanamayacak seviyelere ulaşmıştır.

Sera gazı salınımindaki artışlar, fosil yakıt kullanımının artması, tarımsal alanlarda kimyasal gübre ve ilaçların miktarının çoğalması, donmuş ve suya doymuş toprağın eriyerek içerdiği organizmaların çürümesi gibi gelişmelerle

açıklanabilmektedir. Diğer taraftan doğal karbon yutakları olan orman, okyanus ve toprakların hızla bozulması da karbon saklama kapasitesini azaltarak, atmosferdeki sera gazı salınımını arttırmaktadır (American Chemical Society, 2013).

Son dönemdeki iklim değişikliği üzerindeki insan etkisine dair bilimsel kanıtlar, Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) İkinci Değerlendirme Raporu'ndan, IPCC Beşinci Değerlendirme Raporu'na kadar güçlenerek kamuoyunun taktirine sunulmuştur. IPCC İkinci Değerlendirme Raporu (SAR, 1995), elde edilen kanıtların, küresel iklim üzerinde fark edilebilir bir insan etkisinin olduğunu göstermiştir. Daha sonraki değerlendirmelerde (TAR, 2001; AR4, 2007; & AR5, 2013), iklim sistemi üzerinde insanın etkisine ilişkin kanıtların giderek güçlendiği tespit edilmiştir. Beşinci değerlendirme raporunda (AR5), iklim sistemi üzerindeki insan etkisinin açık olduğu, atmosferdeki antropojenik sera gazı konsantrasyonunun artmasıyla küresel ısınma ve iklim değişikliği arasında doğrudan bir ilişkinin gözlemlendiğini açıklanmıştır.

2.2. İklim Değişikliği ile Mücadelede Davranışsal Değişiklikler

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini azaltabilmek, bu soruna sebep olan faktörleri ortadan kaldıracı yeteneği ile doğru yönde gelişim gösterir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerinden olan azaltım stratejileri de büyük oranda birey ve hanehalklarının enerjisi, tarım/orman arazilerini ve doğal kaynakları kullanım şekillerine ilişkin davranış biçimleriyle ilgilidir.

İnsanların doğadaki sınırlı kaynakları kullanarak ürettiği mal ve hizmetlerin üretim şekli sera gazı emisyon miktarı açısından ne kadar önemli ise, bu mal ve hizmetlerin tüketim şekli de sera gazı emisyon miktarı için en az o kadar önemlidir. Nitekim yaşayan her bireyin doğal kaynakların sunduğu imkânlar çerçevesinde üretilen ürün ve hizmetleri tüketme biçimini zorla da olsa değiştirmesinin, sera gazı emisyonlarını ölçülebilir miktarda azalttığı Covid 19 Pandemi sürecinde deneyimlenmiştir (Smith, Tarui & Yamagata 2021).

Covid 19 Küresel Salgın döneminde sera gazı emisyon miktarında gözle görülür düzeyde azalma tespit edilmiştir. Salgın döneminde verilen kapanma kararları insan aktivitesini ciddi oranda azaltmıştır. Uluslararası hava taşımacılığına ve sanayileşmeye getirilen kısıtlamalar, CO₂ emisyonlarının önemli ölçüde düşmesine sebep olmuştur (Kumar vd., 2022). 69 ülkedeki altı ekonomik bölgeye ilişkin emisyon verilerinin analiz edildiği bir çalışmada, 2019 yılındaki ortalama CO₂ emisyon miktarının, Nisan 2020 dönemi itibari ile günlük olarak toplam %17 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, 2020 yılının ilk çeyreğinde fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonlarında 2019 yılının ilk çeyreğine kıyasla %7,8 oranında bir düşüş yaşanmıştır (Liu, Ciais,

Deng, Lei, Davis, Feng & Schellnhuber, 2020).

Bu çalışmada sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik getirilen çözümlerin birçoğu birey veya hane düzeyindeki üretim ve tüketim kalıplarına dayanmaktadır. Bazı araştırmacılar, bu tür bireysel davranış değişikliklerini, sera gazı emisyonlarını azaltmak için gerekli adımlar olarak kabul etmekle birlikte, oluşturabilecekleri etki bakımından daha kötümser yaklaşımlar sergileyebilmektedirler (Dietz, Gardner, Gilligan, Stern, & Vandenberg, 2009; Socolow & Pacala, 2006). Bazı araştırmacılar ise 2020-2050 dönemini kapsayan 30 yıl içerisinde Paris İklim Anlaşması'nda koyulan küresel hedeflere ulaşabilmek için bireysel davranış kalıplarının ve alışkanlıkların değiştirilmesinin büyük fark yaratacağına inanmaktadır (Hawken, 2017).

Bireysel davranış değişikliklerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede fark oluşturabilmesi için bu davranış kalıplarının kitlesel olarak benimsenmesine yardımcı olacak altyapıların oluşturulması şarttır. Oluşturulacak fiziki, ekonomik ve sosyal altyapının yanı sıra bu davranış kalıplarının benimsenmesini kolaylaştıracak gerekli politika, düzenleme, teşvik ve sübvansiyonların hükümetler ve ulusüstü kuruluşlarca halka sunulması gereklidir. Birey ve hanehalklarının tüketim ve davranış alışkanlıklarını benimseme noktasında gösterecekleri istek de sera gazı emisyon miktarını azaltım hedefi için belirleyici olacaktır.

Bireysel davranış değişikliklerinin küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltma potansiyelini ortaya koyabilmek amacı ile beşeri faaliyetler 2 başlık altında sistematize edilmiştir (gıda, tarım ve arazi yönetimi). Bu başlıklar altında ise bireysel ve hanehalkı düzeyindeki davranış değişikliklerinin sera gazı emisyonunu ne oranda düşürebileceği yapılan bilimsel araştırma ve ölçümlerle karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. 2 başlık altında sayılan çözümlerden pirinç tarımı ve geri dönüşüm uygulamalarındaki davranış değişikliklerinin tek başına 2020-2050 dönemi için makul senaryoya göre 393 GtCO₂-eq; iyimser senaryoya göre ise, 729 GtCO₂-eq sera gazının salınımını azaltacağı hesaplanmıştır (Hawken, 2017).

Aynı matematiksel modelin kullanıldığı bir diğer tahminde ise, söz konusu davranış değişikliklerinin tamamının 2020-2050 dönemine ilişkin toplam karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonlarını 1979 GtCO₂-eq azaltması beklenmektedir (Kriegler, Riahi, Bauer & Schwanitz, 2015). Bu davranış değişikliklerinin sera gazı emisyonlarını 2020-2050 döneminde %19,9 ila %36,8 oranında düşürerek, sanayi öncesi döneme kıyasla 2°C hedefine ulaşabileceği belirtilmiştir (Hawken, 2017). Azaltım stratejisi olarak benimsenmesi istenen davranış değişiklikleri, sadece küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede kullanışlı bir araç olarak değerlendirmek, söz konusu davranış değişikliklerinin

etkilerini küçümsemek anlamına gelebilir. Nitekim hayatın her alanına tesir edebilecek olan bu değişikliklerin ekonomi, sağlık ve refah düzeyi üzerinde de önemli etkileri uzun vadede görülecektir.

3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizinin kullanılmasının sebebi, yazılı ve elektronik belgelerin içeriğini titizlikle ve sistematik olarak analiz etmeye imkân vermesidir. Ayrıca doküman analizi, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede bireysel davranış değişikliklerinin oluşturacağı etkilerin neler olabileceğini öngörebilmek ve konu hakkında yorum yapabilmek için kapsamlı verilerin incelenmesini gerektirmesi nedeniyle bu çalışma kapsamında kullanılmıştır. Çalışmada; bireysel davranış değişikliklerine ve bunların 2020-2050 yıllarını kapsayacak şekilde oluşturacağı etkiler hakkında bilgi içeren yazılı, sözlü ve görsel materyaller, matematiksel modellemeler, iklim projeksiyonları ve geleceğe ilişkin iklim senaryoları incelenmiştir. Doküman analizi için gereken nicel veriler ise Birleşmiş Milletler Çevre Örgütü (UNEP), Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPPC), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) rapor, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve ABD Ulusal Çevre Bilgi Merkezi (NOAA) gibi uluslararası teşkilatların bülten, yayın, rapor ve bölgesel araştırmalarından elde edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Gıdaya ve Gıda Tüketimine İlişkin Davranışsal Değişiklikler

Gıda üretimi, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık dörtte birini (%26) oluşturmaktadır (Poore & Nemecek, 2018). Yine Dünya’da üretilen gıdaların yaklaşık dörtte biri tedarik zincirlerinde meydana gelen bozulmalar/fireler nedeniyle; üreticiler, tedarikçiler, perakendeciler, restoranlar ve tüketiciler tarafından israf edilmektedir (Searchinger, Waite, Hanson , Ranganathan & Matthews, 2019). Bu gıdaları üretmek için toprağa, suya, enerjiye ve gübreye ihtiyaç duyulduğundan gıda tüketilirken tüm bu girdilerin çevresel maliyetine de katlanmak zorunda kalınmaktadır.

Varlığımızı sürdürmenin en öncül gereklerinden olan beslenme şeklimiz; neyi nasıl pişirip tükettiğimizden, sofradan arta kalanları nasıl imha ettiğimize kadar, edinmiş olduğumuz davranışsal alışkanlıklarımıza bağlı olarak, sera gazı emisyonları üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır. Bu yüzden küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede, gıdalar ve bunların tüketimi temelinde oluşturulan azaltım stratejileri önemli bir yer tutmaktadır. Tarımla bağlantılı olan bu çözümler, özellikle bireysel davranış değişikliğine büyük ölçüde bağımlı olan

gıda tedarik zincirini hedef almaktadır (IPCC, 2014). Gıda ve gıda tüketim temelli çözümlere yatırım yapmanın çok boyutlu sonuçları ortaya çıkabilmektedir. İnsan sağlığının iyileştirilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması ve tarım arazilerinin verimli hale getirilmesi gibi insan refahını arttıracak olumlu gelişmeler bu çok boyutlu sonuçlardan bazılarıdır.

4.1.1. Gıda israfının önlenmesi

Tarımsal ürünlerin üretiminden tüketime kadar uzanan gıda tedarik zinciri boyunca gıda kaybını ve israfını en aza indirmek, gıda güvenliği ve kıtlık gibi sorunlar dikkate alındığında hayati önem taşımaktadır. BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), insan tüketimi için üretilen küresel gıdaların üçte birinin nihai tüketicilere ulaşmadan kullanılmaz hale geldiğini söylemektedir. Bu israfın yılda 4,4 GtCO₂-eq sera gazına, insan kaynaklı toplam sera gazı emisyonlarının ise yüzde %6 ila %8'ine sebep olduğu tahmin edilmektedir (Poore & Nemecek, 2018; FAO, 2014). Bu durum, gıda atıklarından kaynaklanan küresel emisyonların neredeyse küresel karayolu taşımacılığında kaynaklanan emisyonlara eşdeğer olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca, FAO kişi başına düşen milli geliri yüksek olan ülkelerde gıda israfından kaynaklanan kişi başına düşen emisyon miktarının, kişi başına düşen milli geliri düşük olan ülkelerdekisinin iki katından fazla olduğunu söylemektedir.

Gıda israfı, tedarik zincirinin tüm aşamalarında meydana gelebilmektedir. Ancak gıda israfından kaynaklanan en yüksek karbon ayak izi, nihai tüketimde ortaya çıkmaktadır. Nihai tüketimde ortaya çıkan israf, toplam gıda israfının %22'sine karşılık gelirken, bu israf toplam emisyonların %35'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bu durumun yaşanmasının sebebi, gıda tedarik zincirinin en sonunda oluşan gıda israfının, karbon yoğun özelliğinden kaynaklanmaktadır (FAO, 2015).

Gelişmekte olan ülkelerde gıda israfının çoğu üretimde ve tarımsal ürünlerin sevkiyatı sırasında meydana gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise tüketiciler, bazı gıdaların görüntüsünü beğenmemekte veya gıdaların son kullanma tarihinin yaklaşması nedeniyle bu gıdaları tüketmek istememektedirler (Parfitt, Barthel & Macnaughton, 2010). Gıda israfını önlemeye yönelik davranış değişikliklerinin 2050 yılına kadar toplam 70,5 GtCO₂-eq ila 93,7 GtCO₂-eq sera gazının salınımını azalması beklenmektedir (Bajzelj, Richards, Allwood, Smith, Dennis, Curmi & Gilligan, 2014; Wollenberg, Richards, Smith & Havlik, 2016).

4.1.2. Vejetaryen beslenme alışkanlığı

Hayvancılık faaliyetleri, sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Bitki temelli gıdaların beslenmede öncelikli tercihler arasına girmesi hayvansal ürünlere olan talebin azalmasına sebep olacaktır. Böyle bir talep azalışı ise, arazilerdeki kirlenmeleri, mera alanları oluşturmak için girişilen

ormansızlaşma faaliyetlerini, gübre kullanımını ve dolayısıyla da sera gazı emisyonlarını azaltacaktır. Et, tavuk ve süt gibi hayvansal proteinler yerine diyetlerde daha fazla meyve, sebze, tahıl ve baklagiller grubundan gıda ürünlerine yer verilmesi, insan sağlığı açısından olumlu sonuçlar ortaya çıkarırken, lokal besin kaynaklarının da dengeli şekilde tüketilebilmesine fırsat tanıyacaktır (Gerber, Steinfeld, Mottet, Opio, Dijkman, Falcucci, & Tempio, 2013).

Büyükbaş hayvan tarımı, ortaya çıkan azot, karbondioksit ve metan gibi sera gazları nedeniyle hayvancılık sektöründeki sera gazı emisyonlarının %60'ından fazlasını atmosfere salmaktadır. Diğer kümes ve çiftlik hayvanlarının üretimi sürecinde ise %15 ila %20 oranında sera gazı emisyonu ortaya çıkmaktadır (Ranganathan, Vennard, Waite, Dumas, Lipinski & Searchinger, 2016). Dünya Kaynakları Enstitüsü'ne (WRI) göre, 2009 yılında kişi başına küresel ortalama protein tüketimi tüm dünyadaki beslenme gereksinimlerini aşmıştır. Hayvansal besin tüketiminin çok fazla olduğu ABD ve Avustralya gibi ülkelerde, ortalama bir kişi, hayvansal gıda tüketimini azaltarak beslenmeyle ilgili emisyonları %45 oranında düşürebilecektir (Ranganathan vd. 2016). Sebze ve tahıl ağırlıklı beslenme şeklinin benimsenmesi, günlük 2.300 kalorilik bir beslenme programının takip edilmesi ve mümkün oldukça yerel olarak üretilen yiyeceklerin tüketilmesinin, küresel sera gazı emisyonunu 2030 yılına kadar yılda yaklaşık 1,5 GtCO₂-eq, 2050 yılına kadar ise toplam 66,1 GtCO₂-eq ile 87 GtCO₂-eq kadar azaltması beklenilmektedir (Stehfest, Bouwman, van Vuuren, den Elzen, Eickhout & Kabat, 2009).

4.1.3. Daha çevreci yemek pişirme yöntemleri

Yemek pişirmek, Dünya'nın neresinde ve hangi şartlarda yaşarlarsa yaşasınlar, insanların günde en az bir ya da iki kez tatbik etmek zorunda oldukları hayat rutinlerinden birisidir. Yemek pişirip ailece bir sofranın etrafında toplanmak aileleri bir araya getiren, kültürel ve sosyal öneme sahip bir etkinliktir. Yemek pişirilirken kullanılan ısı kaynakları ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılık gösterebilmektedir. Bugün büyük çoğunluğu az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere yaklaşık üç milyar insan (WHO, 2016) yemeklerini genellikle odun ya da kömürün kullanıldığı, açık ocaklarda, fırınlarda, sobalarda veya kuzinelerde pişirilmektedir.

2020 yılı itibarıyla, düşük ve orta gelirli ülkelerdeki ailelerin tahminen %43'ünün, yemek pişirmek için halen geleneksel odun veya kömür ocağı kullandığı tahmin edilmektedir. Yemek pişirmek için kullanılan bu yöntemler yalnızca pişirme işlemi yoluyla karbon salınımını arttırmakla kalmamaktadır. Aynı zamanda yakıt için ihtiyaç duyulan kaynağın elde edilmesi sürecinde ormanların tahrip edilmesi nedeniyle de küresel sera gazı emisyonları %2 ila %5 oranında artmaktadır (Hawken, 2017). Diğer taraftan bu tür kirletici yakıtların ve

araçların kullanımı evdeki ve eve yakın çevredeki havayı kirletmekte; solunum yolu hastalıklarına, kalp sorunlarına ve hatta ölümlere neden olabilmektedir.

Temiz enerjiye küresel düzeyde erişime ilişkin BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi rehberliğinde ve çevreci şekilde yemek pişirmeyi teşvik eden politikaların etkin bir şekilde uygulanması halinde, küresel karbondioksit eşdeğeri emisyonların 2050 yılına kadar 31,38 GtCO₂-eq ile 76,34 GtCO₂-eq kadar azalabileceği tahmin edilmektedir (Anand, 2023). Böylesi bir uygulamanın ekonomiye katkısının ise 136.64 ila 302.76 milyar ABD Doları seviyelerinde olması beklenmektedir. Ömür boyu temiz enerji kullanmak suretiyle yemek pişirilmesi alışkanlığının toplumlara kazandırılması ile de yaklaşık 1.96 ila 4.38 trilyon ABD Doları tasarruf edilebileceği öngörülmektedir (Anand, 2023).

Kirli yakıtların yemek pişirmek için kullanılmasının çevre, halk sağlığı ve cinsiyet eşitliği üzerindeki olumsuz etkileri ise yıllık olarak 2,4 trilyon dolar olarak hesaplanmıştır (WB, 2010; ESMAP, 2020). Yine temiz baca sistemlerinin ve teknolojilerinin yemek pişirilen mutfaklarda kullanılması halinde geleneksel ocak ve sobalarda pişirilen yemeklerin atmosfere saldıgı sera gazlarının %95 oranında azaltarak küresel sera gazı emisyonunu %11 ila %17 oranında azaltabileceği tahmin edilmektedir (Putti vd., 2015). Bu dönüşümün %16 seviyelerine ulaşması halinde 2050 yılında 15.8 GtCO₂-eq ile 24.3 GtCO₂-eq karbon tasarrufu sağlanabilecektir (Person, Loo, Owuor, M. Oganje, Jefferds & Cohen 2012; Hawken, 2017).

4.1.4. Kompostlama (Gübreleme) uygulaması

Kompostlama, biyolojik olarak ayrışabilen bitki ve yemek atıklarının doğrudan çöp alanlarına gönderilmek yerine, toprağın kalitesini ve verimliliğini arttırmak için gübre olarak kullanılması faaliyetidir. Diğer bir deyişle kompostlama, gözle görülmeyen mikroorganizmaların, içinde buldukları ortamın oksijenini kullanarak çöp içerisindeki organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırması işlemidir. Kompostlama, hanelerin bahçelerindeki saksılardan endüstriyel ölçekteki tarım arazilerine kadar değışebilen kapasitelerde yapılabilmektedir. Kompostlama sayesinde organik atıklar topraktaki karbona dönüşmektedir. Böylece çöp depolama alanlarında çoğalan metan emisyon yükü azaltılabilmektedir.

Dünyanın dört bir yanındaki kentsel alanlarda, her yıl ortaya çıkan 1,3 milyar ton katı atığın neredeyse yarısı organik özellik taşımaktadır (Hoorweg & Bhada-Tata). Bu organik atıkların doğrudan çöp toplama alanlarına gönderilmesi halinde organik atıklar havasız ortamlarda sıkışarak ayrışmakta ve güçlü bir sera gazı olan metanı üretebilmektedir. Kompostlama işleminin doğru şekilde yapılması halinde ise, organik atıkların metan üretmeden stabil toprak karbonuna dönüştürülmesi sağlanabilmektedir. Bu durumda toprak, daha verimli hale

gelirken aynı zamanda karbonu da bünyesinde hapsederek doğal bir yutak alanı haline dönüşmektedir. Tüm ülkelerin, Avrupa Birliği ülkelerinde yaygın olarak uygulanan kompostlama oranlarına ulaşması halinde, 2050 yılına kadar küresel sera gazı emisyonlarını yaklaşık 2,3 GtCO₂-eq ile 3,6 GtCO₂-eq aralığında azaltması beklenmektedir (Lou & Nair, 2009).

Tablo 1: Gıdaya İlişkin Davranış Değişiklikleri

GIDA			
ÇÖZÜM ÖNERİSİ	AÇIKLAMA	MAKUL SENARYO (GtCO₂-eq)	İYİMSER SENARYO (GtCO₂-eq)
Gıda İsrafının Azaltılması	Gıda üretiminden tüketime kadar gıda tedarik zinciri boyunca gıda kaybını ve israfının en aza indirilmesi	70,5	93,7
Vejetaryen Beslenme Alışkanlığı	Daha fazla sebze ve bakliyat, daha az hayvansal gıda tüketilmesi	66,1	87,0
Daha çevreci yemek pişirme	Yemek pişirilen araçlarda kullanılan enerjinin daha efektif ve temiz olması	15,8	24,3
Gübreleme alışkanlığı	Doğada biyolojik olarak çözülebilen gıdaların çöpe atılmak yerine toprağa gübre olarak gömülmesi	2,3	3,6
TOPLAM		154,97	241

4.2. Tarım ve Arazi Yönetimi

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC); tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı faaliyetlerinin yılda yaklaşık 10 GtCO₂-eq ile 12 GtCO₂-eq yani küresel insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının neredeyse dörtte birine karşılık geldiğini tahmin etmektedir. Bu alanlardaki emisyonları düşürmeye yönelik çözümler, sürdürülemez düzeydeki yüksek emisyonlu arazi kullanımı ve tarım uygulamaları üzerine yoğunlaşmaktadır. Tarım ve arazi yönetimi alanlarında değişen davranış biçimleri, ekosistem ve ekonomi üzerinde pozitif dışsallıklar oluşturabilmektedir. Bu alanlardaki davranış değişiklikleri sayesinde

aynı zamanda önemli bir azaltım potansiyeli de ortaya koyulabilmektedir (IPCC, 2014).

4.2.1. Silvootlak uygulaması

Silvootlak uygulaması; ağaçların, meraların ve çiftlik hayvanlarının otlatılmasının karşılıklı yarar sağlanacak şekilde entegre edilmesi işlemlerini içerir. Başka bir deyişle silvootlak; ağaçları, meraları ve hayvan yemlerini tek bir sistemde birleştirerek, ağaçların tarıma dahil edilmesidir. Açık alanlarda yapılan hayvancılık faaliyetlerinde verimliliği artırmak için meraların ağaçlandırılması silvootlak uygulamasının bir örneğidir.

Bünyesinde ağaç ve koruluk alanlar bulunduran meralarda, ağaçsız meralara oranla karbon tutma kapasitesi 5 ila 10 kat daha fazladır (Toensmeier, 2016). Silvootlaklar, hayvanların ve ağaçların karşılıklı olarak fayda sağlayabildikleri alanlar olduğundan, yemiş ve meyve gibi ekonomik değeri olan ürünlerin verimliliğini arttırarak üreticilere ekonomik anlamda da fayda sağlayabilmektedir.

Şu anda 550 milyon hektar alanda silvootlak uygulamasının yapıldığı tahmin edilmektedir. 2050 yılına kadar silvootlaklar için uygun olan 823 milyon hektar alanın, 720,55 ila 772,25 milyon hektar alana ulaşılması halinde, sera gazı emisyonlarının 26,58 GtCO₂-eq ila 42,31 GtCO₂-eq aralığında bir değerde azalması beklenmektedir (Williamson, Satre-Meloy, Velasco, & Green, 2018).

4.2.2. Tropik bitki tarımının yapılması

Dünyadaki tarım arazilerinin çoğu mısır, buğday, pirinç, patates ve soya fasulyesi gibi yıllık olarak hasadı yapılan temel mahsullerin üretimi için kullanılmaktadır. Bu tip ürünleri elde edebilmek için her yıl tekrar tekrar tarım alanlarına ekim yapmak gerekmektedir. Her yıl tekrarlanan yoğun tarımsal faaliyetler sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde arttırmaktadır.

Tropik bölgelerde ise, uzun ömürlü tek bir ağaçtan her yıl düzenli olarak mahsul elde edilebilmektedir. Bu tip uzun ömürlü tropik özellikteki bitkiler aynı zamanda toprakta ve bünyesinde de büyük miktarda karbon tutma kapasitesine sahip olabilmektedir. Yine tropikal özellik taşıyan bu bitkiler erozyonu önleyerek toprak kaybının da önüne geçebilmektedir. Dik yamaçlarda ve çok çeşitli topraklarda büyüyebilirler. Bu bitkiler, üretim sürecinde daha az yakıt ve gübre gerektirdiği gibi pertisit ve herbisit gibi kimyasal tarım ilaçlarına da daha az ihtiyaç duyarlar. Ayrıca bu tip bitkiler yüksek sıcaklığın yaşandığı ortamlarda da ürün verebilmektedirler. Bu bakımdan küresel sıcaklıkların her geçen gün arttığı dünyamızda nemli ve yarı kurak bölgelerde, bozulmamış otlaklarda ve geleneksel tarım faaliyetlerinin yapıldığı ekili alanlarda üretilebilirler.

Uzun ömürlü tropik bitkilerin, çoğunluğu tropik ve subtropik bölgelerde olmak üzere yaklaşık 50 milyon hektar alanda tarımı yapılabilir. Bu

bitkiler yılda hektar başına 3,34 metrik ton karbon tutma kapasitesine sahiptirler. Tropik bitkilerle tarım yapılan alanların 2050 yılına kadar 128,80 ila 213,34 milyon hektar genişletilmesi halinde, 16,34 GtCO₂-eq ila 32,87 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazının bu alanlarda tutulabileceği hesaplanmaktadır (Wartenberg, Mehra, Toensmeier & Frischmann, 2023).

4.2.3. Ara ekim sisteminin geliştirilmesi

Tarım alanlarının, kentleşme, toprak kaybı, kuraklık, hastalık vb. gibi nedenlerle daralması; gıda güvenliğinin sağlanması ve birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi için bazı ekim stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu stratejilerden birisi ara ekim sistemidir (Intercropping System).

Ara ekim, tarım alanlarında yakın mesafede ve birbirinin yerine geçecek şekilde iki farklı ürünün aynı anda yetiştirilmesi işlemidir. Aynı tarım alanında çiftçilerin üç sıra buğday, ardından üç sıra pamuk ve ardından tekrar üç sıra buğday daha ekmeleri ara ekim uygulamasına bir örnektir.

Sonbaharda ekimi, yazın ise hasadı yapılan buğday, arpa, çavdar vb. tahıllar, iklim şartlarına da bağlı olarak yaklaşık olarak 8 ay boyunca tarım alanlarında kalabilmektedir. Yılın geriye kalan 3-4 aylık dönemde ise kısa vejetasyon süresine sahip bitki çeşitleri ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. Eğer o dönem ekim yapılmayacaksa tarım alanları bu süre zarfında boş bırakılmaktadır. Ekim yapılması halinde ise ikinci ürünlerin, kısa sürede mahsul vermelerinden dolayı verim ve kalitelerinde düşüşler meydana gelebilmektedir. Bu nedenle tarım alanlarında buğday, arpa, çavdar vb. tahıllar varken aynı zamanda aralarına sonradan pamuk, soya ve mısır gibi bitkiler ekilebilir. Bu sayede, tarım alanları hem daha efektif kullanılmakta hem de birim alandan daha fazla ürün elde edilebilmektedir.

Her yıl ekilen tarım alanlarının sistematik biçimde ağaçlandırılması işlemi de bir çeşit ara ekim uygulamasıdır. Ekim alanlarındaki ağaçlandırma faaliyetleri ekilen alandaki karbon tutma kapasitesini arttırırken tarımsal üretimde de verimliliğin yükselmesine sebep olmaktadır. Ara ekim sistemi doğru şekilde uygulandığında bu yöntem, erozyonu önlemekte, ışığa hassasiyeti olan bitkileri örtmekte, sellerin veya rüzgarların mahsullere vereceği zarara karşı koruma sağlamaktadır.

Bu uygulamaların, bölge, toprak yapısı, iklim ve sulama koşullarındaki farklılıklar göz önünde bulundurularak 2050 yılına kadar toplam 15,03 GtCO₂-eq ila 24,40 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazını tutabileceği tahmin edilmektedir. Bu etkinin ortaya çıkabilmesi için ara ekim sisteminin 416,93 ila 490,43 milyon hektarlık alanlarda yapılması gerekmektedir (Williamson vd. 2018).

4.2.4. Yenileyici/İyileştirici tarım uygulamaları

Yenileyici/iyileştirici tarım uygulamaları; toprağa kompost uygulaması, toprağı ve diğer tarım ürünlerini koruyan örtü bitkilerinin ekimi, ürün rotasyonu, yeşil gübre kullanımı, topraksız tarım, organik üretim ve azaltılmış toprak işleme gibi tekniklerle toprağın ve ekosistemin korunmasını içermektedir. Yenileyici/iyileştirici tarım uygulamaları, toprağın karbon içeriğini eski haline getirerek, toprağın gübre ve tarımsal ilaç kullanımı ile yorulan yapısını iyileştirmektedir. Böylece, toprağın üretkenliği ve karbon tutma kapasitesi artmaktadır. Yenileyici/iyileştirici tarım uygulamalarının yapıldığı tarım alanlarının 11,84 milyon hektardan 2050 yılına kadar 219,16 ila 320,45 milyon hektara çıkabileceği öngörülmektedir. Bu artışın gerçekleşmesi halinde, uygulamaların toplam 15,12 GtCO₂-eq ila 23,21 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazı salınımını azaltması beklenmektedir (Eichler, Han, Metzler, Mehra, Toensmeier & Frischmann, 2023)

4.2.5. Tarım alanlarının iyileştirilmesi

Dünya çapında milyonlarca hektar tarım arazisi, toprak yapısının bozulması nedeniyle terk edilmiş durumdadır. Dünya genelinde 950 milyon ila 1,1 milyar dönüm arasında terkedilmiş şekilde bırakılan ve kullanılmayan tarım arazisi bulunduğu tahmin edilmektedir (Campbell, Lobell, Genova & Field, 2008). Daha önce hayvancılık ve diğer tarımsal faaliyetler sonucu ürün hasadının gerçekleştirilebildiği bu araziler, terk edildikten sonra ormanlık alanlara dönüştürülüp yenilenmemişlerdir. Yenileyici/iyileştirici tarım uygulamaları; yerel bitki örtüsünün geliştirilmesi (Gardiner, 2016) ve ormanlaştırma faaliyetleri ile terkedilmiş ve atıl konumda olan eski tarım arazilerinde yeniden tarımsal üretimin yapılmasını ve bu yerlerin etkin şekilde karbon yutak alanlarına dönüşmesini sağlayabilecektir.

2050 yılına kadar 189,51 ila 296,12 milyon hektar terkedilmiş tarım alanının iyileştirilebileceği öngörülmektedir. Uygulanacak olan iyileştirici yöntemlerle yeniden üretilecek olan verimli ve karbon yutak kapasitesi yüksek arazilerin 2050 yılına kadar karbondioksit eşdeğeri emisyonları 12,48 GtCO₂-eq ila 20,32 GtCO₂-eq arasında azaltılabileceği tahmin edilmektedir (Eichler vd., 2023).

4.2.6. Çayır ve otlakların iyi yönetilmesi

Otlak ve çayırlar; gruplar halinde hareket eden, yoğun şekilde otlanan, toynaklarıyla toprak üzerinde izler bırakan hayvan sürülerinin yoğun etkisine maruz kalmaktadır. Çayır ve otlakların iyi yönetilmesi, besi hayvanlarının belirli bir alanda ne kadar süre otlayacağına ve ardından o arazinin tekrar otlatılmadan önce ne kadar süre dinlendirileceğinin bir plan dahilinde kontrol edildiği uygulamaları içermektedir. Bu yöntem otlak ve meraların üzerindeki hayvan

yükünün ve otlama yoğunluk, süre ve sıklığının dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi ile başarılı olabilmektedir.

Otlak ve çayırların planlı ve sistematik şekilde yönetilmesi halinde bunların karbondioksit eşdeğeri sera gazı tutma kapasitesinin 2050 yılına kadar 13,72 GtCO₂-eq ile 20,92 GtCO₂-eq arasında gerçekleşmesi beklenmektedir (Kane, Daphne, Mehra, Toensmeier & Frischmann 2023). Günümüzde bu rakamlar 10 GtCO₂-eq seviyelerindedir. 2050 yılı hedefine ulaşabilmek için planlı ve sistematik şekilde yönetilen otlak ve çayır alanlarını 30 yıl içinde 71,6 milyon hektardan 502,1 ile 749,02 milyon hektara çıkarılması gerekmektedir (Kane vd., 2023).

4.2.7. Pirinç yoğunlaştırma sistemi

Çeltiğin kabuğundan ayrılması ile ortaya çıkan pirinç, suyun içerisinde yetiştiği için, sulak bölgelerde tarımı yapılabilmektedir. Pirinç, tropikal ve subtropikal iklim şartlarına uyum göstermiş bir bitkidir. Bol yağmur alan veya sulanabilir topraklarda yaygın şekilde üretilmektedir. Pirinç ekilen yerler bu özelliği nedeniyle aynı zamanda önemli bir metan üretim alanıdır da. Pirinç ekim alanları toplam tarımsal sera gazı emisyonlarının en az %10'una sebep olmaktadır (Searchinger, Adhya, Linquist, Wassmann & Yan, 2014). Pirinç tarımında sulama ve ekim modellerinin değiştirilmesi gibi bir dizi yenilikçi teknik yoluyla düşük metan salımlı pirinç üretimi mümkün olabilmektedir.

“Pirinç Yoğunlaştırma Sistemi”, sürdürülebilir pirinç yetiştiriciliğine yönelik bütünsel bir yaklaşımdır. Bu sistem, su kullanımını en aza indirerek ve nem koşullarını değiştirerek metan üretimini ve metan emisyonlarını en aza indirmeye yardımcı olmaktadır. Yine “Pirinç Yoğunlaştırma Sistemi”, geleneksel pirinç üretimine göre çok daha yüksek verim sağlamaktadır. “Pirinç Yoğunlaştırma Sistemi” nin uygulandığı çeltik tarlalarının 2050 yılına kadar 6,7 milyon hektardan 40,21 ile 52,00 milyon hektara çıkarılabilmesi halinde, 30 yıl içinde 2,90 GtCO₂-eq ile 4,44 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonunu önleyebileceği öngörülmektedir (Grecequet, Mehra, Toensmeier & Frischmann, 2023a).

4.2.8. Korumalı tarım uygulaması

Korumalı tarım (conservation agriculture), bozulan arazileri yenilerken ekilebilir arazi kayıplarını önleyebilen bir tarım sistemidir. Korumalı tarım uygulamaları, toprak örtüsüne zarar vermeden toprağın yeniden ekim için hazır hale gelmesini sağlar. Bunun için de toprak üstündeki bitki çeşitliliğini artırır. Böylece toprak yüzeyinin üstünde ve altındaki biyolojik çeşitlilik artarak doğal biyolojik süreçler gelişir. Tüm bu gelişmeler ise su ve besin kullanım verimliliğinin artmasına, mahsul üretiminin iyileştirilip sürdürülebilir hale gelmesine katkıda bulunur (FAO, 2024).

Korumalı tarım uygulamalarında, tarım makinelerinin toprağın biyolojik bütünlüğüne verdiği zararlar minimuma indirilir. Tarım ilaçları, harici mineraller veya organik kökenli bitki besinleri, biyolojik süreçlere müdahale etmeyecek veya bunları bozmayacak şekillerde ve miktarlarda optimum biçimde uygulanır (FAO, 2024). Korumacı tarım uygulamaları sayesinde, elde edilecek mahsul verimliliği artarken; toprak erozyonunu ve toprak bozulmalarının da önüne geçilebilmektedir. Ayrıca iyi hale getirilen tarım alanlarındaki toprağın karbon tutma kapasitesi de artabilmektedir.

Gerçekleştirilecek büyük tarım alanı reformları ile korumalı tarım uygulamalarının tatbik edildiği 148 milyon hektar alanın 2035 yılına kadar 400 ila 327 milyon hektara çıkarılması beklenmektedir. Bununla birlikte, koruyucu tarım uygulamalarının, bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte hektar başına yıllık ortalama 0,25 ila 0,78 metrik ton karbon tutma kapasitesi oluşturması beklenmektedir. 2050 yılına kadar ise korumalı tarım uygulamalarının, karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonlarını 8,08 GtCO₂-eq ila 12,81 GtCO₂-eq azaltması beklenmektedir (Eichler vd. 2023).

4.2.9. Gübre yönetimi

Azotlu gübrelerin tarımsal üretimde kullanılmaya başlanmasından bu yana tarımsal verimlikte önemli ölçüde artışlar görülmüştür. Ancak tarım alanlarında bu tip gübrelerin kullanılması güçlü bir sera gazı olan nitroz oksit (N₂O) emisyonlarının da atmosfere salınımını arttırmıştır (Myhre, Shindell, Bréon, Collins, Fuglestvedt, Huang, Koch, Lamarque, Lee, Mendoza & Nakajima, 2013). Pek çok ülkede tarım arazilerinde gereğinden fazla kullanılan azotlu gübreler, bitkiler tarafından yeterince emilemeyip, atmosfere N₂O olarak salınmaktadır. Ayrıca, gübrelerin içinde bulunan ve bitkilerin kullanmadığı nitrojen, topraktaki organik maddeyi yok etmekte ve su kaynaklarını kirletmektedir. Ayrıca gübre üretimi başlı başına aşırı karbondioksit emisyonuna neden olan, enerji yoğun bir süreçtir.

Çiftçiler, gübre seçimlerini bitkinin ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirip, gerektiğinde ve gereken yerde toprağa uygulayıp, aşırı kullanımdan kaçınarak bu zararların ortaya çıkaracağı riskleri azaltabilirler. Gübre üretimi çok fazla enerji gerektirdiğinden ve çok fazla karbondioksit ortaya çıkardığından, gübre uygulamasının azaltılması aynı zamanda gübre üretimiyle ilişkili emisyonları da azaltacaktır. Tarım arazilerinde 2050 yılına kadar 373,98 ila 750,52 milyon hektar alanda (şu anki tahmini 139 milyon hektar) aşırı gübre kullanımının azaltılması, 2,77 GtCO₂-eq ila 11,48 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonlarını önlemesi beklenmektedir (Grecequet vd., 2023b).

4.2.10. Tarım arazilerinin sulanması

Tarımsal üretim faaliyetleri dünyadaki tatlı su kaynaklarının %70'ini tüketmektedir (WWAP, 2012). Dünya Su Değerlendirme Programı'na (WWAP) göre sulama, dünya gıda üretiminin yüzde 40'ı için hayati önem taşımaktadır. Sulama sistemleri, suyu pompalamak ve dağıtmak için yüksek enerji girdisi gerektirdiğinden, sulama faaliyetleri önemli bir karbon emisyon kaynağı haline gelmektedir. Damlama ve yağmurlama yöntemleri gibi gelişmiş sulama teknolojileri, çiftçilerin suyu daha hassas ve verimli kullanmalarına yardımcı olabilmektedir.

Arazinin yapısı ve suyun basıncı, suyun toprakla buluşmasında önemli bir etkiye sahiptir. Suyun ölçülmeden ve kontrolsüz bir şekilde toprağa verilmesi şeklinde geleneksel olarak yapılan vahşi sulama hem toprağa hem ürüne hem de su kaynaklarına zarar vermektedir. Damla ve yağmurlama şeklinde yapılan sulama ile suyun tarımsal üretimde daha az enerji/yakıt yoğun olarak kullanılması sağlanır. Bu yöntemler tatlı suların kullanımı bakımından oldukça tasarrufludur.

Yağmurlama ve damla sulama kullanımı dünya çapında büyük farklılıklar göstermektedir. Yapılan araştırmalar, iyileştirilmiş sulama tekniklerinin uygulandığı toplam alanın 2050 yılında 187,71 ila 286,47 milyon hektara çıkması beklenmektedir. İyileştirilmiş sulama tekniklerine geçişte en yüksek artışın, toplam sulanan alanın %62'sinin bulunduğu ve şu anda bu arazinin yalnızca %7' sinin mikro sulama teknikleri ile yapıldığı Asya ülkelerinde meydana gelmesi beklenmektedir. Böyle bir gelişmenin 1,13 GtCO₂-eq ila 2,07 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonunu önlemesi ve 37 ila 68 milyar galon su tasarrufu sağlaması beklenmektedir (Grecequet vd., 2023c).

Tablo 2: Tarım ve Arazi Yönetimine İlişkin Davranış Değişiklikleri

TARIM VE ARAZİ YÖNETİMİ (2020-2050)			
ÇÖZÜM ÖNERİSİ	AÇIKLAMA	MAKUL SENARYO (GtCO₂-eq)	İYİMSER SENARYO (GtCO₂- eq)
Silvootlak uygulaması	Ağaçların, yemlerin ve çiftlik hayvanların otlatılmasının karşılıklı yarar sağlayacak şekilde entegre edilmesi	26,48	42,31
Uzun ömürlü tropikal bitkilerin yetiştirilmesi	Protein, yağ ve nişasta bakımından zengin ve uzun ömürlü bitkilerin tarımının yapılması	16,34	32,87
Ara ekim sisteminin geliştirilmesi	Birim tarımsal alandan daha fazla ürün elde edilebilmesi için birden fazla tarım ürününün aynı tarımsal alana ekilmesi	15,03	24,4
Yenileyici/ İyileştirici tarım uygulamaları	Kompost uygulaması, toprağı ve diğer tarım ürünlerini koruyan örtü bitkilerinin ekimi, ürün rotasyonu, yeşil gübre kullanımı, topraksız tarım, organik üretim ve azaltılmış toprak işleme gibi tekniklerle toprağın ve ekosistemin korunması	15,12	23,21
Tarım alanlarının iyileştirilmesi	Bozulmuş, tahrip edilmiş ya da terk edilmiş tarım arazilerinin mahsul veya doğal bitki örtüsü yetiştirmek için restore edilmesi	12,48	20,32
Çayır ve otlakların yönetimi	Çayır ve meraların aşırı kullanımının önlenmesi	13,7	20,92
Yoğun ve etkin pirinç tarımı	Büyük ya da küçük ekim alanlarında düşük metanlı pirinç tarımının yapılması	2,9	4,4
Korumalı tarım uygulaması	Ürün rotasyonu, örtü bitkileri ve azaltılmış toprak işleme uygulamaları ile tarım arazilerinin korunması	17,4	10,3
Gübre yönetimi	Tarım arazilerinde gübre kullanımının azaltılması	2,77	11,48
Tarım arazilerinin sulanması	Damla sulama gibi su ve enerji tasarruflu sağlayan sulama sistemlerinin kullanılması	1,1	2,07
TOPLAM		123,32	192,28

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, hayatın her alanında mücadele edilmesi gerektiren bir sorun haline gelmiştir. Uluslararası toplantılardaki sonuç bildirgelerinde yer alan kararları gerçekleştirebilmek ve koyulan hedeflere ulaşabilmek için yukarıda bireysel ve hanehalkı düzeyindeki davranış değişikliklerinden gıda, tarım ve arazi kullanımına ilişkin olanlar açıklanmaya çalışılmıştır. Yalnızca yukarıda belirtilen davranış değişikliklerinin, projeksiyonlarda kullanılan senaryoların ılımlı ya da iyimser olmalarına bağlı olarak, 2050 yılına kadar 278,29 GtCO₂-eq ile 433,28 GtCO₂-eq karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonunu azaltılması beklenmektedir. Özellikle yüzey sıcaklıkları 1,5°C veya 2°C'nin altında sınırlanmak isteniyorsa, bu hedeflere ulaşmak için davranışsal çözümler son derece önem arz etmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele etmek adına sera gazı emisyonlarını azaltmak için geliştirilen davranış değişiklikleri, bu amacı gerçekleştirmeye çalışmanın yanı sıra başka birçok fayda da sağlamaktadır. Bunlardan en önemlileri, insan sağlığı ve doğanın iyileştirilmesine yönelik olanlardır. Yine israfın önüne geçen davranışlar, verimli kaynak kullanımına ilişkin çözümler ve yenilikçi tarım uygulamaları ülke ekonomilerine büyük faydalar sağlamaktadır.

Yukarıda kurulan senaryolar üzerinden tahmin edilen azaltım miktarları, davranış değişikliği çabalarını destekleyen pek çok kolaylaştırıcı teknolojinin gelecek yıllarda daha da gelişmesi halinde etkinliğini artırarak devam ettirecektir. Böylesi bir durumda, sunulan davranışsal çözümlerin birçoğunun, emisyon azaltım potansiyelini bugün tahmin edilenden çok daha öteye taşınması kaçınılmaz olacaktır.

Gıda, tarım ve arazi kullanımına ilişkin bireysel ve hanehalkı düzeyindeki davranış değişikliklerinin gerçek azaltım potansiyeline ulaşmak için insanların tüketim kalıplarına yönelik yeni yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu da davranış kalıplarının günün koşullarına göre belli aralıklarla güncellenmesini zorunlu kılmaktadır. Sosyoloji, psikoloji, davranışsal ekonomi, sosyal psikoloji, evrimsel biyoloji ve siyaset bilimi gibi bilim dalları aşırı tüketimi azaltmak ve doğal kaynakları koruyabilmek için davranış değişikliklerine ilişkin yeni stratejiler ve yol haritaları sunmaktadır. Karar verici mekanizmaların, bilim çevreleri tarafından üretilen bu strateji ve planları dikkate almaları gerekmektedir.

Gıda, tarım ve arazi kullanımına ilişkin bireysel davranış değişikliği temelli azaltım stratejilerinin başarısı büyük ölçüde, ulusüstü kuruluşlar ve devletler tarafından üretilen politik ve uygulamalara bağlıdır. Uluslararası örgütlerin toplantılarında küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede

ülkelere düşen görevlere ilişkin imzalanan kararların yaptırım gücüne sahip olması son derece önemlidir. Aksi takdirde ekonomisi güçlü, refah seviyesi ve kişi başına düşen milli geliri yüksek olan ülkelerin vatandaşları, sebep oldukları ekolojik ayak izi ve sera gazı bakiyeleri ile diğer ülke vatandaşları üzerinde adaletsiz bir şekilde baskı kurmuş olacaklardır. Ayrıca hükümetlerin, sera gazı salınımını azaltacak stratejilerin hayata geçirilmesini kolaylaştıracak kanun, teşvik ve altyapı çalışmalarını bir an önce hayata geçirmesi gerekmektedir.

Son olarak, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz ve yıkıcı etkileri uzun vadede ve fazla hissedilmeksizin ortaya çıktığından halk arasında bireysel ölçekte alınabilecek aksiyonlar ve değiştirilecek alışkanlıklar yeterince önemsenmemektedir. Genel algı, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi büyük ölçekli bir sorun karşısında bireysel girişim ve çabaların etkisinin önemsiz olduğudur. Bu algının ortadan kaldırılması, verilen mücadelenin başarıya ulaşabilmesi için önemlidir. Bireysel davranış değişikliklerinin milyarlarca insan tarafından benimsenmesi halinde küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı verilen mücadelede başarıya ulaşılabilecektir.

6. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Çalışmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.

7. MADDİ DESTEK

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

8. YAZAR KATKILARI

MA: Fikir;

MA: Tasarım;

MA: Denetleme;

MA: Kaynakların toplanması ve/veya işlenmesi;

MA: Analiz ve/veya yorum;

MA: Literatür taraması;

MA: Yazıyı yazan;

MA: Eleştirel inceleme

9. ETİK KURUL BEYANI VE FİKRİ MÜLKİYET TELİF HAKLARI

Çalışmada etik kurul ilkelerine uyulmuştur ve fikri mülkiyet ve telif hakları ilkesine uygun olarak gerekli izinler alınmıştır.

10. KAYNAKÇA

- Anand C., Rajvanshi N., Raihan A. Allard, R. F., & C. Frischmann (2023). Climate solutions: clean cooking, drawdown Solutions, project drawdown, 06.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/clean-cooking> adresinden erişildi.
- American Chemical Society (ACS) (2013). Greenhouse gas sources and sinks. 14.01.2024 tarihinde <https://www.acs.org/content/acs/en/climatescience/greenhousegases/sourcesandsinks> adresinden erişildi.
- Bajzelj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E., & Gilligan, C.A. (2014). Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change*, 4, 924-929.
- Campbell, J.E., Lobell, D.B., Genova, R.C., & Field, C.B. (2008). The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environmental Science & Technology*, 42(15), 5791-5794.
- Eichler S., Han, Z., Metzler R. Mehra M., Toensmeier E., & Frischmann, C. (2023). Climate solutions, project drawdown, drawdown solutions library, conservation agriculture. 12.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions> adresinden erişildi.
- Eichler, S. Mehra M., Toensmeier E., & Frischmann, C. (2023). *Climate Solutions*, Drawdown Solutions Library, Farmland Restoration, 12.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/abandoned-farmland-restoration> adresinden erişildi.
- Eichler, S. Mehra, M., Toensmeier E., & Frischmann, C. (2023), Climate Solutions, Drawdown Solutions Library/Regenerative Annual Cropping, 03.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/regenerative-annual-cropping> adresinden erişildi.
- Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) (2020). *The state of access to modern energy cooking services*, 152. Washington, D.C. World Bank.
- Erol, O. (1979). *Dördüncü çağ (kuvaterner) jeoloji ve jeomorfolojisinin ana çizgileri*, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları No. 289, Coğrafya Araştırmaları Enstitüsü Yayınları No. 22.
- Dietz, T., Gardner, G.T., Gilligan, J., Stern, P.C., & Vandenberg, M.P. (2009). Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce us carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 18452–18456.
- Fahey, D.W., Doherty, S.J., Hibbard, K.A. Romanou, A., & Taylor, P.C. (2017). Physical drivers of climate change. In: *climate science special report: fourth national climate assessment*, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart & T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.
- FAO (2024), Conservation agriculture, what is conservation agriculture, 12.12.2023 tarihinde <https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/> adresinden erişildi.

- FAO (2015). *Food wastage footprint & climate change*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2014). *Food wastage footprint full-cost accounting: final report*. Food Wastage Footprint, Rome.
- Gardiner, B. (2016). *A boon for soil, and for the environment. special report: food for tomorrow*, New York Times. 17 May.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Mottet, B., Opio, C., Dijkman, C., Falcucci, A., & Tempio, G.(2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Grecequet, M. Mehra M., Toensmeier E., & Frischmann C. (2023a), Climate solutions, project drawdown, drawdown solutions library system of rice intensification (SRI). 14.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/system-of-rice-intensification> adresinden erişildi.
- Grecequet, M.; Kane D. Mehra M. Toensmeier E., & Frischmann, C. (2023b), Climate solutions, project drawdown, drawdown solutions library, nutrient management. 20.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/nutrient> management adresinden erişildi.
- Grecequet, M., Kane D., Mehra M., Toensmeier, E., & Frischmann, C. (2023c), Climate solutions, project drawdown, drawdown solutions library, farm irrigation efficiency, 24.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/Farm-irrigation-efficiency> adresinden erişildi.
- Hawken, P. (2017). *Drawdown: the most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming*. New York, Penguin Books.
- Hoorneweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: a global review of solid waste management*. Urban Development Series, Knowledge Papers No. 15. World Bank, Washington, D.C.
- IPCC (2023). *Climate change 2023: synthesis report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, H. Lee and J. Romero IPCC, Geneva, Switzerland, 35-115.
- IPCC (2021). Climate change 2021: the physical science basis. *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou . Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014). Summary for policymakers, in: climate change 2014: mitigation of climate change. *Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx, Cambridge University Press, Cambridge, United

- Kingdom and New York, NY, USA.
- Kane, D., Daphne, Y., Mehra, M., Toensmeier, E., & Frischmann, C. (2023). Project drawdown, climate solutions, drawdown solutions library, managed grazing, 24.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/managed-grazing> adresinden erişilmiştir.
- Kriegler, E., Riahi, K., Bauer, N., Schwanitz, V.J., Petermann, N., Bosetti, V., Marcucci, A., Otto, S., Paroussos, L., Rao, S., Arroyo Currás, T., Ashina, S., Bollen, J., Eom, J., Hamdi-Cherif, M., Longden, T., Kitous, A., Méjean, A., Sano, F., Schaeffer, M., Wada, K., Capros, P., P. van Vuuren, D., & Edenhofer, O. (2015). Making or breaking climate targets: The AMPERE study on staged accession scenarios for climate policy. *Technol. Forecast. Soc. Change*, 90, 24–44.
- Kumar A., Singh, P., Raizada, P. & Hussain, C.M. (2022). Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: a critical review. *Sci Total Environ.* 806(1), 150349.
- Liu, Z., Ciais, P., Deng, Z., Lei, R., Davis, S. J., Feng, S., & Schellnhuber, H. J. (2020). Nearreal-time monitoring of global co2 emissions reveals the effects of the covid-19 pandemic. *Nature Communications*, 11(5172), 1-12.
- Lou, X.F., & Nair, J. (2009). The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions-a review. *Bioresourge Technology*, 100, 3792–3798.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.F., Lee, D., Mendoza, B., & Nakajima, T. (2013). Anthropogenic and natural radiative forcing. In: *Climate change 2013: the physical science basis*. Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- National Academy of Sciences (PNAS) (2020). *Climate change: evidence and causes*. The National Academies Press, Washington, DC.
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci*, 365, 3065–3081.
- Person, B., Loo, J.D., Owuor, M., Ogange, L., Jefferds, M.E.D., & Cohen, A.L. (2012). It is good for my family’s health and cooks food in a way that my heart loves: qualitative findings and implications for scaling up an improved cookstove project in rural Kenya. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9, 1566–1580.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992.
- Putti, V.R., Tsan, M., Mehta, S. & Kammila, S. (2015). *The state of the global clean and improved cooking sector*. Global alliance for clean cookstoves, The International Bank of Reconstruction, Washington, D.C.
- Ranganathan, J., Vennard, D., Waite, R., Dumas, P., Lipinski, B., & Searchinger, T. (2016). *Shifting diets for a sustainable food future*. World Resour. Inst., Wash. DC USA.

- Searchinger T., Adhya T.K., Linquist B., Wassmann R., & Yan, X. (2014). *Wetting and drying: reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production*. Working paper. Washington DC, USA: World Resources Institute.
- Searchinger T., Waite R., Hanson C., Ranganathan J. & Matthews E. (2019). *Creating a sustainable food future-a menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050*. World Resources Institute.
- Smith L.V., Tarui N., & Yamagata T. (2021). Assessing the impact of COVID-19 on global fossil fuel consumption and co2 emissions. *Energy Econ.* 97.
- Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G.J., Eickhout, B. & Kabat, P. (2009). Climate benefits of changing diet. *Climate Change*, 95, 83–102.
- Socolow, R.H. & Pacala, S.W. (2006). A plan to keep carbon in check. *Scientific American*, 295(3), 50-57.
- Toensmeier, E. (2016). *The carbon farming solution: a global toolkit of perennial crops and regenerative agriculture practices for climate change mitigation and food security*. Chelsea Green Publishing.
- UNEP, (2017). *The emissions gap report 2017*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N. ... Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., van Vuuren, D.P., Dickie, A., Campbell, B. M. (2016). Reducing emissions from agriculture to meet the 2 °C target. *Glob. Change Biol.*, 22, 3859-3864.
- Wartenberg, A., Mehra, M., Toensmeier, E., & Frischmann, C. (2023), Project drawdown, climate solutions, drawdown solutions library, perennial staple crops. 27.01.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions-overview> adresinden ulaşılmıştır.
- Williamson, K., Satre-Meloy, A., Velasco, K., & Green, K. (2018). Climate change needs behavior change: making the case for behavioral solutions to reduce global warming. Arlington, VA: Rare project drawdown, climate solutions, drawdown solutions library, silvopasture. 03.02.2024 tarihinde <https://drawdown.org/solutions/silvopasture> adresinden ulaşılmıştır.
- WHO (2016). *Burning opportunity: clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children*. World Health Organization, Geneva.
- World Bank (2010). Household cookstoves, environment, health, and climate change: a new look at an old problem. World Bank. 30.01.2024 tarihinde <http://documents.worldbank.org/curated/en/2010/03/14600224/household-cook-stovesenvironment-health-climate-change-new-look-old-problem> adresinden ulaşılmıştır.
- WWAP (2012). *The united nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk*. World Water Assessment Programme.