

Kuraklık ve Sıcak Hava Dalgasının Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri

Gürkan Yılmaz^{1,*} 

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Germencik Yamantürk Meslek Yüksekokulu, Acil Durum ve Afet Yönetimi Programı, Aydın.

Özet

Antropojenik iklim değişikliğinin etkileri olarak, Dünya'nın birçok yerinde sıcak hava dalgalarının ve kuraklığın sıklığı ve şiddeti gün geçtikte artmaktadır. Kuraklık ve sıcak hava dalgaları genellikle birbiriyle bağlantılı afetlerdir. Uzun süreli sıcak hava dalgaları, genellikle kuraklığın oluşmasına ve/veya var olan kuraklığın şiddetinin artırmasına neden olur. Bu afet tipleri özellikle tarımsal üretimde büyük kayıp ve zararlara neden olmaktadır. Bu çalışmada; Dünya'nın farklı bölgelerinde yaşanmış kuraklık ve sıcak hava dalgası afetlerinden örnekler incelenerek, bu afet tiplerinin tarımsal üretime etkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında afet raporları, dergiler, kitaplar ve internet haberleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre; bitkisel üretim, hayvansal üretim, doğal kaynak, beşeri sermaye ve ekonominin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Ekili ürünlerde, özellikle verim ve ürün kaybının yaşandığı görülmüştür. Mera alanlarında taze ot veriminde azalma ve mera alanlarının yok olması gibi durumların yaşandığı belirlenmiştir. Yem bitkilerine yönelik ekili ürünlerde ve mera alanlarında taze otlarda yaşanan kayıplar, yem fiyatlarında artışa ve yem tedarikinde ciddi sorunlara neden olmaktadır. Yem fiyatlarındaki artış ve yem temininde yaşanan sorunlar ise hayvansal ürünlerde verim kaybı ve beslenen hayvan sayısının azalmasına neden olmaktadır. Ekonomik olarak ise, fiyat artışı, üretim maliyeti artışı, ihracatta azalma gibi etkilerin yaşandığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler

Kuraklık, Kuraklık ve Tarım, Sıcak Hava Dalgaları, Tarımsal Üretim

Effect of Drought and Heat Wave on Agricultural Production

Abstract

As the effects of anthropogenic climate change, the frequency and severity of heat waves and drought are increasing day by day in many parts of the world. Droughts and heat waves are often interrelated disasters. Prolonged heat waves often cause drought to occur and/or exacerbate existing drought. These types of disasters cause great losses and damages especially in agricultural production. In this study; By examining the examples of drought and heat wave disasters in different parts of the world, the effects of these disaster types on agricultural production have been tried to be explained. Within the scope of this study, disaster reports, magazines, books and internet news were examined. According to the data obtained; It was determined that crop production, animal production, natural resources, human capital and economy were negatively affected. It has been observed that especially yield and product loss are experienced in cultivated products. It has been determined that there are situations such as a decrease in the yield of fresh grass in the pasture areas and the disappearance of the pasture areas. Losses in cultivated crops for forage crops and fresh grass in pasture areas cause an increase in feed prices and serious problems in feed supply. The increase in feed prices and the problems experienced in the supply of feed cause yield loss in animal products and a decrease in the number of animals fed. Economically, it has been determined that there are effects such as price increase, production cost increase, and decrease in exports.

Keywords

Drought, Drought and Agriculture, Heat Waves, Agricultural Production

1. Giriş

Afet, öngörülemeyen ve genellikle ani gelişen ve büyük hasara, yıkıma ve insanların zarar görmesine neden olan ve yerel imkânları aşarak ulusal veya uluslararası düzeyde dış yardım gerektiren bir durum olarak tanımlanmaktadır (Guha-Sapir vd. 2016). Afetler, doğal ve teknolojik afet olarak iki ana gruba ayrılmaktadır (Vos vd. 2010). Doğal afetler, dünyada oluşan “doğa olaylarının” insan faaliyetlerini önemli ölçüde ve olumsuz bir şekilde etkilemesiyle oluşan afetlerdir. Buradaki doğal kelimesi olayın normal, sıradan bir durum olduğu anlamını taşımaz. Bu kelime yalnızca doğa olaylarıyla ilişkili olduğu anlamını taşımaktadır (Kadıoğlu 2011). Doğal afetler; deprem, tsunami, volkan patlaması, heyelan, çığ, kuraklık, sıcak ve soğuk hava dalgaları seller, orman ve çalı yangınları, tropikal siklonlar ve hortum gibi doğa olayları sonucunda gelişir (Hoyois vd. 2007; Vos vd. 2010).

İklimsel bir afet tipi olan kuraklık, kurak, yarı kurak ve nemli iklimler dâhil tüm iklim rejimlerinde karşılaşılabilecek normal bir durumdur. Kuraklık hem yüksek hem az yağış alan bölgelerde meydana gelebilir. Kuraklık bir bölgedeki yağış ve buharlaşma-terleme arasındaki dengenin uzun süreli ortalamasına bağlı olarak ortaya konur (Wilhite ve Glantz 1987). Kuraklık, diğer iklimsel ve meteorolojik afetlere göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklığın ve farklılığın nedeni ise, kuraklığın oluşumunun ve etkilerinin uzun bir süreçte yavaş yavaş gelişmesi ve sonrasında kuraklık bitse dahi yıllarca etkilerinin devam edebilmesidir. Bir diğer neden ise, kuraklığın kesin ve evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımının olmaması kuraklık olayının mevcudiyeti ve şiddeti konularında görüş ayrılıklarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Üçüncü farklılık ise, kuraklığın yavaş gelişmesinden dolayı etkilerinin daha az belirgin olması ve diğer afet tiplerine göre geniş coğrafi bölgeleri etkilemesidir (Wilhite 1993). Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi'nde (1994) kuraklık, yağış miktarının normal kaydedilen seviyelerin önemli ölçüde altına düşmesiyle ortaya çıkan, arazi kaynakları ve üretim sistemlerini olumsuz yönde etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere neden olan doğal olarak meydana gelen bir olay olarak tanımlanmaktadır (UN 1994). Kuraklık, çoğunlukla bir mevsim ya da daha uzun bir süre boyunca belirli bir dönemde yağış miktarında yaşanan azalmadan kaynaklanmakla birlikte aşırı sıcaklıklar, şiddetli rüzgârlar ve düşük bağıl nem gibi hava ve iklim faktörleriyle güçlü bir ilişki içindedir. Bunlar kuraklığın şiddetini artırabilir. Öte yandan kuraklık olayı yağış rejiminin değişmesi, yağışların gecikmesi ve bitkinin neme ihtiyaç duyduğu büyüme aşaması ile yağış zamanı arasındaki uyum gibi zamanla ilişkili faktörlere de bağlıdır (Wilhite 1993). Yaz mevsiminde sıcaklıkların artması ve buna bağlı artan buharlaşma olayı ile su kayıplarının yaşanması kuraklığın oluşumuna neden olan faktörlerden birisidir (Özey 2006).

Antropojenik iklim değişikliğinin etkileri ortalamadaki değişiklikleri aşmış ve aşırı olumsuz değişimlere neden olduğu bilimsel çalışmalar ile ortaya konmuştur. İklim modellerine göre iklim değişikliğine bağlı olarak şu an ki yüzyılda aşırı sıcaklıkların sıklığında, şiddetinde ve süresinde artışların yaşanacağı kesin olarak bilinmektedir (IPCC 2012; Perkins ve Alexander 2013). İklim modellerine göre sıcak hava dalgalarının 2021-2050'de daha da şiddetli olacağı ve 2071-2100'de çok daha şiddetli yaşanacağı öngörülmektedir (Fischer ve Schär 2010). Sıcak hava dalgalarının birçoğu antropojenik unsurların iklim üzerindeki etkileri nedeniyle oluşmaktadır. Örneğin, 2003 yılında Avrupa'da yaşanan sıcak hava dalgasının referans alınarak yapıldığı bir çalışmada, iklim sistemi üzerindeki insan etkinliklerinin rekor düzeyde sıcak yaz riskini iki kat artırdığı (güven seviyesi>%90) tahmin edilmektedir (Stott vd. 2004). Yapılan iklim modelleri, antropojenik iklim değişikliği nedeniyle önümüzdeki on yıllarda sıcak hava dalgalarının sıklığında artış olacağını göstermektedir (Muthers vd. 2017).

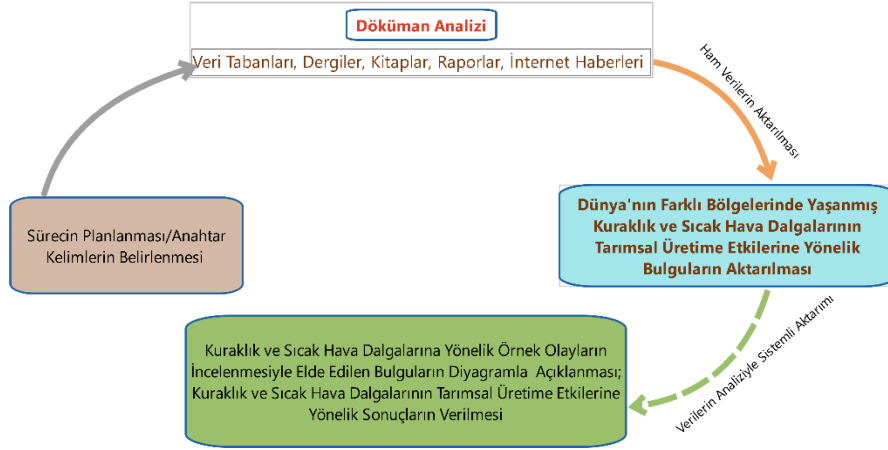
Sıcak hava dalgaları, genel bir tanım yapıldığında, hava şartlarının aşırı derecede sıcak olduğu ardışık günler dönemini ifade etmektedir (Perkins ve Alexander 2013). Sıcak hava dalgalarını tanımlamada çeşitli indeksler kullanılmaktadır. Bazı bölgelerde sabit indeksler kullanılmaktadır. Örneğin; ardışık 5 gün> 35 °C veya ardışık 3 gün> 40 °C gibi belirli bir sıcaklık eşik değerini art arda aşan sıcak günler meydana geldiğinde, sıcak hava dalgası olayı olarak açıklanmaktadır. Bazı yerlerde ise sıcaklık ve nem değerleri üzerinden tanımlama yapılmaktadır (Alexander 2015). Örneğin; Amerika Birleşik Devletleri'nde sıcak ve nemli günlerde "hissedilen sıcaklık" 40.6 °C ve daha yüksek olduğu hava şartları sıcak hava dalgası olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri'nde hava sıcaklığının normal değerinden 6 °C ve daha yüksek olduğu durumlar aşırı yüksek veya sıcaklığı veya şiddetli sıcak hava dalgası olarak adlandırılır (Kadioğlu 2017). Türkiye'de de sıcak hava dalgası; günlük maksimum sıcaklığın, uzun yıllar ortalama maksimum sıcaklığın 3 °C ila 5 °C üzerinde gerçekleşmesi olarak tanımlanmaktadır (Bölük vd. 2013). Aşırı sıcaklık ve kurak koşulların birleşimi tarımsal üretimi ciddi boyutlarda etkilemekte ve mahsul kıtlığı ve orman yangınları gibi sorunlara neden olmaktadır (Jahn 2015). Aşırı sıcak havalar, kurak koşullarla birleştiğinde topluluklar üzerinde ciddi etkilere yol açar. Aşırı sıcaklıklar ve kuraklıklar bitkisel ürünlere ve hayvanlara hasar vererek veya yok olmasına neden olarak gıda kıtlığına neden olabilir (Mcgregor vd. 2007). Aşırı sıcaklıklar suya olan talebi artırmakta ve kısıtlı su kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Nem açısından zayıf, kuru ve sıcak hava bitki veriminin azalması, ekili arazilerin azalması ve artan su temini maliyetleri gibi etkilerle tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir (Parker vd. 2020).

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, farklı tarihlerde farklı coğrafi alanlarda yaşanmış kuraklık ve sıcak hava dalgası afetlerinden örnekler incelenerek bu afet tiplerinin tarımsal üretime etkileri ve etkilerin birbiriyle olan ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylelikle, kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretim üzerine yol açabileceği etkilere yönelik olarak, geniş bir bakış açısı ortaya konulması planlanmıştır. Çalışmada kuraklık ve sıcak hava dalgası afetlerinin tarımsal üretim üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla, Şekil 1'de görüldüğü gibi raporlar, dergiler, kitaplar ve internet haberleri incelenmiştir. Özellikle internet haberlerine yer verilmesinin sebebi, afet raporlarına veya diğer basılı yayınlara geçmeyen güncel ve önemli bilgilere bu kaynaklardan ulaşılabilesidir. Bu kapsamda, incelenen kuraklık ve sıcak hava dalgaları olaylarının tarımsal üretime etkilerine yönelik veriler verilirken tüm etkiler verilmemiş her bir örnek olaydan çeşitli etkiler verilmiştir. Elde edilen bulguların düzenli aktarımı ve birbiriyle olan ilişkilerini açıklayabilmek amacıyla, kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretim üzerine etkileri; "bitkisel üretim üzerindeki etkisi", "hayvansal üretim üzerindeki etkisi", "doğal kaynağa etkileri" ve "ekonomik etkiler" olmak üzere 4 kategoride incelenmiştir. Kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretim üzerine etkilerinin birbiriyle ilişkili olmasından dolayı, bu ilişkilerin aynı metin içinde daha rahat aktarılabilmesi/anlaşılabilmesi amacıyla oluşturulan kategoriler artırılmamıştır.

Fakat çalışmanın sonuç kısmında kuraklık ve sıcak hava dalgası afetlerinin tarımsal üretim üzerine etkileri, oluşturulan bir diyagramla ve sonuca ait bulgularda detaylandırılmıştır. Ayrıca, bu çalışmanın ana amacının yanında, yaşanmış kuraklık ve sıcak hava dalgası afetlerinin tarım üreticileri üzerinde oluşturduğu sosyoekonomik risklerin incelenmesinden elde edilen bulgular makale formatını aşacağından dolayı makale içinde aktarılmamış ve yalnızca oluşturulan diyagramda sonuç olarak verilmiştir.

Çalışmada, bitkisel ürünlerde verim, ürün ve kalite kaybının yaşandığı; hayvansal üretimde gıda, su kıtlığı ve sıcak stresinden dolayı toplu hayvan ölümleri ve hastalanmaların yaşandığı; üretilen, satın alınan ve/veya meralardan temin edilen yem azlığı nedeniyle beslenen hayvan sayısının azaltıldığı; hayvansal ve bitkisel ürünlerde fiyat artışı, tarımsal ürünlerin ihracatında azalma ve ithalatında artış yaşanması tespit edilen bulgulardan bazılarıdır.



Şekil 1: Çalışmanın yöntemi

3. Bulgular

Çalışmanın bu kısmında, tarımsal kuraklık kavramından ve genel olarak kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretime etkilerinden bahsedilmiş, ardından bitkisel üretim, hayvansal üretim, doğal kaynak ve ekonomi üzerine etkileri açıklanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, son kısımda “çalışmanın özü” başlığı altında bir diyagram (Şekil 6) ile açıklanmıştır.

3.1. Kuraklık ve Sıcak Hava Dalgalarının Tarımsal Üretime Etkileri

Kuraklığın genel tanımının göreceli olması gibi kuraklık türlerinden birisi olan tarımsal kuraklığın tanımı da değişkenlik göstermektedir. Tarımsal kuraklığı, belirli bir dönemde yalnızca “bitkinin” toprakta ihtiyacı olan su/nem miktarının yeteri düzeyde bulunmaması olarak açıklayan çalışmalarla birlikte (Sırdaş 2002; Kadioğlu 2008; Kapluhan 2013); mevcut su kaynaklarının belirli bir zamanda “bitkisel ürünlerin veya çiftlik hayvanlarının” ihtiyacını karşılayamaması olarak ifade edilen çalışmalarda vardır (Denchak 2018). Tarımsal kuraklık; yağış kıtlığı, yağış miktarının normalden sapmaları ve buharlaşma-terleme gibi meteorolojik kuraklığın çeşitli özelliklerinin tarımsal faaliyetler ile ilişkilendirilmesiyle ortaya konur. Bir bitkinin suya olan ihtiyacı bitkinin biyolojik özelliklerine, büyüme aşamasına, toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerine ve mevcut meteorolojik koşullara bağlıdır. Bitkilerin gelişme süreçlerinde suya olan hassasiyeti bitkinin gelişiminin farklı aşamalarında değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin; yetersiz toprak altı nem özelliğine sahip, fakat üst toprak nemin erken büyüme aşamasındaki bir bitki için yeterli olduğu koşullarda ürün kaybı çok az etkilenir. Bununla birlikte toprak altı nem azlığının devam etmesi verimde ciddi kayıplara yol açabilir (Wilhite ve Glantz 1987). Tarımsal kuraklık genelde uzun süren meteorolojik kuraklıktan sonra ortaya çıkar. Uzun süre devam eden meteorolojik kuraklıkla ortaya çıkan havanın nem oranının ve yağış miktarının azalması ve sıcaklıklardaki değişimler toprağın nem oranının azalmasına yol açtığından tarımsal kuraklık oluşur (Kurnaz 2014). Her meteorolojik kuraklık dönemlerinde tarımsal kuraklık gerçekleşmeyebilir. Çünkü bir bölgede yağış az gerçekleşse bile bitkinin kök bölgesindeki toprakta bitkinin gelişimi için yeteri kadar su var ise tarımsal kuraklık meydana gelmez (Mengü vd. 2011). Belirli bir bitkinin büyüme süresi boyunca suya ihtiyaç duyduğu kritik dönemde yeterli toprak nemi bulunmadığı zaman tarımsal kuraklık yaşanır. Yüksek sıcaklıklar, düşük bağıl nem koşulları ve fön rüzgârları da yağış miktarındaki azlığın etkilerini daha da artırmakta ve tarımsal kuraklığın yaşanmasına yol açmaktadır (Kadioğlu 2008).

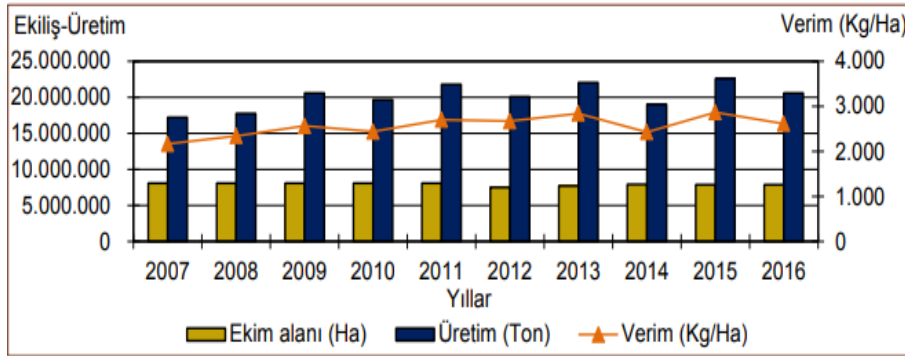
Genel olarak iklim değişikliğiyle ilişkili olarak sıklığı ve şiddetleri artan sıcak hava dalgaları-aşırı sıcaklıklar, kuraklık, sel ve diğer aşırı hava olayları, tarımsal üretimi özellikle bitkisel ve hayvansal üretim/ürün, arazi ve su kaynakları üzerinden etkilemektedir (Dellal 2012; Bayraç ve Doğan 2016). Kuraklığın etkileri mekânsal ve zamansal ölçeklerde farklılık göstermektedir. Kuraklıktan kaynaklanan etkiler yağış eksikliği ile toplumun sosyoekonomik yapısı arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak ortaya çıkar.

Kuraklığın ekonomik ve sosyal etkileri farklı hane türleri arasında farklılık gösterebilir. Tarımın birincil ekonomik faaliyet olduğu toplumlarda kuraklığa bağlı gözlemlenen ani etkiler; su arzının azalması, su kalitesinde bozulma, ürünün bozulması, ürün kaybı, yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarının azalması, üretim açığı, gıda krizleri, çiftlik hayvanlarında verimde azalma ve çiftlik hayvanları ve vahşi yaşam hayvanlarında artan ölümlerdir. Bu etkiler kırsal geçim kaynaklarını istikrarsızlaştırmakta ve tehlikeye sokmaktadır (Keshavarz vd. 2013). Çalışmanın bundan sonraki kısmında kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretim üzerine etkileri “Bitkisel Üretim Üzerindeki Etkisi”, “Hayvansal Üretim Üzerindeki Etkisi” “Doğal Kaynağa Etkisi” ve “Ekonomik Etkisi” olmak üzere 4 kısımda açıklanmıştır.

3.1.1. Bitkisel Üretim Üzerindeki Etkisi

Tarımsal üretim açısından değerlendirildiğinde kuraklık afetinin özellikle bitkisel ve hayvansal üretim üzerinde oluşturduğu kayıp ve hasar daha fazladır (FAO 2015). Bitkisel üretimde, ürünlerin nem ihtiyacının fazla olduğu bir dönem ile kurak koşulların aynı zamana denk gelmesi ürün kaybına ve verim düşmesine yol açabilir (Speranza vd. 2008). Çalışmalar, kuraklık stresinin özellikle önemli tahıl ürünlerinin verimini ciddi boyutlarda etkilediğini göstermektedir. Örneğin buğday bitkisi, gelişim dönemlerinin tüm sürecinde kuraklık stresinden etkilenmektedir. Ancak buğday, tane oluşum ve üreme dönemlerinde kuraklık stresine karşı daha hassastır. Yapılan çalışmalarda, çiçeklenme sonrası hafif kuraklık stresinde buğday verimi %1 ila %30 oranında düşerken, çiçeklenme ve tane oluşum sürecinde bu düşüşün %92'lere kadar yükseldiği görülmektedir. Başka bir tahıl ürününden maş fasulyesi üzerinde yapılan bir çalışmada, kuraklık stresinin çiçeklenme döneminde %31-%57 düzeyinde ve üreme döneminde %26'lık bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Raza vd. 2019). Genel olarak kuraklık ve sıcak hava dalgalarının bitkisel üretim üzerindeki etkileri Dünya'dan örneklerle incelendiğinde;

Türkiye'de 2007 yılında Doğu Anadolu Bölgesi dışındaki diğer bölgelerde yağış miktarı ortalamanın altında olmuştur. Bu dönemde sıcaklıklar ortalamaların 1.5 °C üzerinde olmuştur. Yaşanan bu kurak koşullar ve sıcaklıkların ortalamaların üzerinde olması bitkisel ürünlerde tahıl ve meyve ürünlerinde verim ve ürün kaybına neden olmuştur. 2007 yılı üretim döneminde, bir önceki döneme göre ayçiçeğinde %23.6, şekerpancarında %14.1, buğdayda %13.9, baklagillerde %11.6, mısırdada %7.2, çeltikte %6.9 ve patatesten %3.2 düzeylerinde verim azalmıştır. Yine bu dönem meyve ve sebze ürünlerinde de verim kayıpları yaşanmıştır (Dellal 2012). Hububat ürünlerinden buğdayda, mevsimin kurak geçtiği dönemlerde miktar, kalite ve besin değerlerinde azalma yaşanmaktadır. Türkiye'de 1996-2017 üretim dönemleri arasında buğday üretimi yıllık 17 milyon ton ile 22 milyon ton arasında değişiklik göstermiştir. Fakat Şekil 2'de görüldüğü gibi 2007 ve 2014 yıllarında yaşanan kuraklık dönemlerinde buğday verimi en düşük seviyede olmuştur. 2007 yılında kurak koşullar nedeniyle verimin azalmasıyla 17.2 ton buğday üretilmiştir. Yine 2014 yılında da olumsuz hava koşulları nedeniyle buğday üretimi ortalamaların altında olmuş ve 20 milyon tonun altında bir üretim gerçekleşmiştir. Kurak koşulların olmadığı 2015 yılında ise verimde ve üretimde artış yaşanarak 22,6 milyon ton buğday üretimi gerçekleşmiştir (TMO 2017a; Duru vd. 2019)



Şekil 2: Türkiye buğday üretimi, ekim alanı ve verimi (TMO 2017a)

Türkiye, dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'ini gerçekleştirmektedir ve fındık ürünü ülkenin en büyük tarımsal ihracat ürünleri arasında yer almaktadır. Türkiye'de 2013-2014 tarımsal üretim döneminde yaşanan kuraklık tahıl üretimini ve Karadeniz bölgesinde özellikle fındık üretimini olumsuz etkilemiştir. Ülkede tahıl ürünlerinden arpada üretim ve verim kayıpları bir önceki üretim dönemine göre %20, buğdayda ise %15 seviyelerinde olmuştur. Karadeniz bölgesinde yağış rejiminin değişmesi (yağış miktarının dağılımı, mevsimi ve yağışların şiddetinin değişmesi) fındık üretimini olumsuz etkilemektedir. Ancak Karadeniz bölgesinde fındık ağaçlarının yaz aylarında ihtiyaç duyduğu yağışların son on yıldır yeterli miktarda olmaması, fındık ürününde verim ve kalite sorunlarına neden olmaktadır. Bazı bitkisel ürünler üzerinde yapılan çalışmalara göre iklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıkların ürün üzerinde farklı hastalık ve zararlıları oluşturabileceği ve nihai olarak ürün kalitesinin ve rekoltesinin büyük oranda düşeceği ifade edilmektedir.

Örneğin, Türkiye’de 2013 yılında yaşanan aşırı sıcaklıklar nedeniyle ilk defa ortaya çıkan *Erysiphe corylacearum* isimli bir mantar türünün neden olduğu külleme hastalığı nedeniyle fındık mahsulünde büyük rekor ve kalite düşüşü yaşanmıştır (EKOLOGOS 2020).

Amerika Birleşik Devletleri, dünya mısır üretiminin %40’ını gerçekleştirmekte olup, 2005-2010 yılları arası dünya mısır ihracatının %50’sini sağlamıştır. Ancak ülkede 2012 yılında mayıs ve haziran aylarında başlayan sıcak hava dalgası ve sonrasında yaşanan kuraklık afeti mısır verimini olumsuz etkilemiştir. Sıcak hava dalgasını takiben gelişen kuraklık, toprak neminin daha da azalmasına ve dolayısıyla toplam üretimin ve ortalama verimin azalmasına neden olmuştur. Ülkede mısır üretimi hava koşullarının olumsuz olduğu 2012 yılında, bir önceki üretim dönemine göre %13 düzeyinde azalmıştır. Mısır verimi 2009 yılında 10.369 kg/ha, 2010 yılında 9.590 kg/ha, ve 2011 yılında 9.239 kg/ha olarak gerçekleşirken, 2012 yılında 7.745 kg/ha olarak gerçekleşmiştir (Chung vd. 2014). ABD’nin mısır ihracatı kuraklık ve sıcak hava dalgasının yaşandığı 2012-2013 üretim dönemi hariç olmak üzere 2008-2017 yılları arasında en düşük 42.702 ton iken, afetin yaşandığı dönemde 20.044 ton olmuştur. Benzer şekilde 2012 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde de etkili olan kuraklık ve sıcak hava dalgaları, tahıl verimlerinde düşüşe neden olmuştur. Avrupa Birliği ülkelerinde mısır verimi 2008-2016 yılları arasında 6-7 ton/ha iken, kuraklığın yaşandığı 2012-2013 üretim döneminde 5.98 ton/ha olmuştur (TMO 2017a).

Sırbistan’da 2007, 2012 ve 2017 yıllarında yaşanan aşırı sıcaklık ve kuraklıklar tarımsal üretimi olumsuz etkilemiş ve bitkisel ürünlerde özellikle verim kaybına neden olmuştur. 2007 yılında yaşanan uzun süreli sıcak hava dalgaları ve kuraklık nedeniyle soya üretiminde verim %30 oranında azalmıştır. 2012 yılındaki kuraklık nedeniyle ise, özellikle soya fasulyesi, mısır ve ayçiçeği başta olmak üzere birçok bitki türü olumsuz etkilenmiştir. Soyada %50-70, mısırdaki %55 ve ayçiçeğinde %30 oranında verim kaybı yaşanmıştır. Sıcak hava ve kurak koşullar, mısır ürününde ayrıca aflatoksin miktarının artmasına neden olmuş ve kaliteyi düşürmüştür. Çiftlik hayvanlarına aflatoksinli yem verilmesinden dolayı süt üretiminde halk sağlığı için risk oluşturacak düzeyde aflatoksin belirlenmiştir. 2017 yılında yaşanan kurak koşullar nedeniyle mısır, soya, ayçiçeği ve şeker pancarı ürünlerinin veriminde %30 ila %60 arasında düşüş yaşanacağı belirlenmiştir (Djurđjevic 2020).

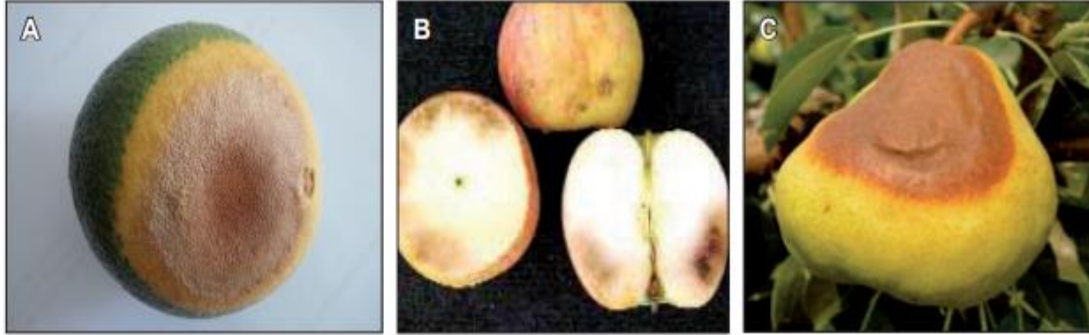
Arjantin’de 2007-2008 yıllarında yaşanan kuraklık, başta buğday ve mısır verimini ile kalitesini olumsuz etkilemiş ardından hasat edilen ürünlerde de zarara yol açmıştır. Ülkenin buğday üretiminin %60-65’ini karşılayan Buenos Aires eyaletinde 2006-2007 döneminde 18 milyon tonun üzerinde buğday üretimi gerçekleştirilirken, 2007-2008 döneminde etkili olan kuraklık nedeniyle bu miktar 11 milyon tona düşmüştür. Kuru hava koşulları nedeniyle buğdayın büyüme hızı yaklaşık %40 oranında düşmüş ve buğday kalitesinin düşmesinden dolayı tahıl olarak satılamamıştır. 2007-2008 dönemindeki kuraklık nedeniyle buğdayda 2008-2009 döneminde üretim ve ihracat kaybı yaşanmıştır. 2007-2008 yılında yaşanan bu kuraklık dünya mısır ihracatındaki en büyük ikinci paya sahip olan Arjantin’in mısır alanlarını da etkilemiştir. Mısır üretimindeki yaklaşık 15 milyon tonluk azalma, mısır ihracatında yaklaşık 11 milyon tonluk bir düşüşe neden olmuştur. Kuraklığın ilerleyen aylarda daha da şiddetlenmesi nedeniyle hasat edilen mısırın yaklaşık %40’ı zarar görmüş ve yok olmuştur. Bu nedenle hasat edilmiş mısırlar satılamamış ve silajlık olarak kullanılmak durumunda kalmıştır (Pol ve Binyamin 2014).

Sıcak hava dalgaları, bitkisel ürünlerde verim kaybına neden olarak, küresel ekonomide kademeli etkilere neden olabilir ve gıda arzına yönelik endişeleri artırabilir. 2003 yılında Avrupa’da, 2010 yılında Rusya’da ve 2012 yılında ABD’de yaşanan sıcak hava dalgaları tahıl ürünlerinde verim kaybına, bazı önemli mal fiyatlarında artışa ve gıda güvensizliğine neden olmuştur (Parker vd. 2020). Bu üç farklı uzun süreli sıcak hava dalgalarına, kuraklık afeti de eşlik etmiştir (COPA-COGECA 2003; Chung vd. 2014). Avrupa ülkelerinden Fransa’da 2003 yılında yaşanan şiddetli sıcak hava dalgası ve kuraklık nedeniyle tarım sektörü ciddi boyutlarda etkilenmiş ve sektörde 4 milyar euro değerinde kayba yol açmıştır. Ülkede, 2003 yılında şiddetli sıcak hava dalgası ve kuraklık nedeniyle buğday üretimi 2002 yılına göre %30 oranında azalmış ve toplamda 11.5 milyon ton buğday üretimi gerçekleşmiştir (van der Velde vd. 2012). İtalya’da kuraklık ve sıcak hava koşulları nedeniyle şeker pancarı üretimi %25 düzeyinde, İspanya’da ve İtalya’da ayçiçeği üretimi %30 düzeyinde azalmıştır. 2003 yılında Avrupa Birliği genelinde ise ekilebilir ürünlerde bir önceki yıla göre %10’dan fazla üretim kaybı yaşanmıştır. Buğday üretimi, 2002 yılında 93 milyon ton gerçekleşirken afetin yaşandığı 2003 yılında %11 oranında azalış ile 83 milyon ton gerçekleşmiştir. Mısır ürününde de 2002 yılında 41 milyon ton üretim sağlanırken 2003 yılında %21 düzeyinde azalış ile 32.5 milyon ton üretim gerçekleşmiştir (COPA-COGECA 2003).

2010 yılında Rusya, Orta Avrupa ve Kuzeydoğu ABD’de de şiddetli bir sıcak hava dalgası etkili olmuştur. Rusya’nın büyük bir bölümünde etkili olan bu hava olayıyla birlikte kuraklık da yaşanmıştır. Şiddetli sıcak hava dalgaları ve kuraklık ülkede tahıl üretiminin %25’inden fazlasını yok etmiştir. Bir ay süren aşırı sıcaklıklar bitkisel ürünlerin büyümesini engellemiş ve gıda fiyatlarında artışa neden olmuştur. Bu dönem sıcak hava dalgaları geniş çaplı orman yangınlarına da neden olmuştur (Cullen ve Tebaldi 2010). Sıcak hava dalgası, orman yangınları ve kuraklığın birleşik etkisiyle ülke genelinde 43 bölge olumsuz etkilenmiş ve 53 milyon dönümden fazla ekili ürün yok olmuştur. Rusya Hükümeti bu olumsuz hava koşulları sebebiyle 27 tarım bölgesinde olağanüstü hal ilan etmiştir. Ülkenin en büyük tahıl üretimini sağlayan Volga Bölgesi kuraklıktan en fazla etkilenen bölge olmuş ve hasatta %70’ten fazla düşüş yaşanmıştır. Merkez bölgede de hasat %54 azalmıştır. Yaşanan afetle birlikte temel ürün fiyatlarında yaklaşık %50 artış yaşanmıştır (Lioubimtseva vd. 2013). Dünya’nın en büyük buğday üreticilerinden birisi olan Rusya’da yaşanan buğday kaybı, dünya buğday piyasalarını da olumsuz etkilemiş ve buğday fiyatlarında %25 oranında bir artışa sebep olmuştur (Brooke 2010).

Rusya Hükümeti, tahıl üretiminde yaşanan bu yüksek seviyedeki kayıplar nedeniyle kendi üreticilerini ve yerel tüketicileri korumak amacıyla tahıl ürünlerinde ihracat yasağı getirmek durumunda kalmıştır. Üretimde yaşanan kayıplar ve ihracat yasağı dünya tahıl fiyatlarının ciddi ölçüde artmasına neden olmuştur. Hükümetin uyguladığı bu ihracat yasaklarının, uzun dönemde tahıl üretimine yapılan yatırımları azaltabileceği ve Rusya'nın ürettiği tahıla yönelik talebi olumsuz etkileyebileceği öngörülmektedir (Welton 2011; Lioubimtseva vd. 2013).

Güneydoğu Avustralya'da 2009 yılı ocak-şubat aylarında gelişen olağanüstü bir sıcak hava dalgası tarım sektörünü olumsuz etkilemiştir. Şekil 3'te görüldüğü gibi sıcaklıklara maruz kalan meyvelerin iç sıcaklıkları 60 °C'ye çıkmış ve meyveler kalitesinin düşmesi nedeniyle ticareti olumsuz etkilemiştir. Hasat edilebilen ürünlerin ise depolama ömürleri kısa olmuştur. Sıcak hava dalgası ve sulama suyu yetersizliği nedeniyle ülkede şaraplık üzüm üretimi 2008-2009 üretim döneminde bir önceki 2007-2008 üretim dönemine göre %7 oranında azalmıştır. Şekil 3, Avustralya'da yaşanan sıcak hava dalgası sırasında zarar gören (A) portakallar, (B) elmalar ve (C) armutlara doğrudan radyasyon hasarının etkilerini göstermektedir (Webb 2013).



Şekil 3: Sıcak hava dalgası sırasında bazı meyvelerde oluşan radyasyon hasarı (Webb 2013)

İran'da, 1998-1999 ve 1999-2000'li yıllarda şiddetli kuraklık yaşanmıştır. Ülkede 1999-2000 döneminde yaşanan kuraklık, 1998-1999 döneminde yaşanan kuraklığa göre daha şiddetli ve etkileri daha geniş olmuştur. Birleşmiş Milletler İnsani İşler Koordinasyon Ofisine göre, 1999-2000 kuraklığında, 1998-1999 dönemine göre buğday üretiminde 2.8 milyon ton ve arpa üretiminde 280.000 ton düşüş yaşanmıştır. Yonca üretiminde de %38 azalma yaşanmıştır. 1999-2000 döneminde ekili alanların oranı da azalmıştır. 1998-1999 yıllarında buğday ekili alan 6 milyon hektar ve arpa ekili alan 2 milyon hektar iken, 1999-2000 yıllarında buğday ekili alanlar 4.9 milyon arpa ekili alanlar ise 1.5 milyon hektar olmuştur (OCHA 2000). 1999-2000 kuraklığının diğer etkilerine bakıldığında yaklaşık 2.6 milyon ha sulanan arazi ve 4 milyon ha kuru tarım arazisi ile 1,1 milyon ha meyve bahçesi kuraklıktan etkilenmiştir (Salami vd. 2009). Benzer şekilde Ukrayna'da 2016-2017 üretim döneminde yaşanan şiddetli kuraklık ekili alanların oranının düşmesine neden olmuştur (TMO 2017b).

İran'ın en fazla yağış alan bölgelerinden birisi olan Guilan bölgesinde, 2009 yılında yaşanan kuraklığın çeltik üretimi üzerine etkilerinin de araştırıldığı bir çalışmada, bazı çeltik üreticilerinin su temininde yaşadığı sorunlar nedeniyle ekilebilir nitelikteki arazilerini boş bıraktıkları tespit edilmiştir. Bu kuraklık döneminde, verim bir önceki yıla göre ortalama 312 kg/ha azalmıştır. Bu durum üreticilerin gelirlerini azaltmıştır. Ayrıca nehir akışlarında, göletlerde ve yeraltı su seviyeleri ile su kalitesinde azalma; balık gibi su canlılarının ölümlerinde, bitki hastalıklarında, toprakta aşınması ile yangınların sayısı ve şiddetinde artma gibi etkiler ortaya çıkmıştır (Devisti ve Motamed 2012).

Kuzey Çin'de 1995-2007 yılları arasında yaşanan kuraklıklardan dolayı farklı tahıl ürünlerinde kayıplar yaşanmıştır. Bu dönemler arasında Kuzey Çin'deki kuraklıkların neden olduğu buğday üretim kayıpları, toplam ulusal buğday üretiminin %1.88-9.60'ı; mısır üretim kayıpları, toplam ulusal mısır üretiminin %1.41-7.74'ü; ve bakliyat üretim kayıpları, toplam ulusal bakliyat üretiminin %0.82-3.84'ü kadardır (Lin vd. 2013). Nepal'de meteorolojik tehlikeler arasında kuraklık, bitkisel ürünler üzerindeki etki açısından en üst sırada yer almaktadır. Ülkede kuraklık ve muson mevsiminin yavaş başlaması ekim dönemini geciktirmektedir. Bu durum bitkisel ürünlerin filizlenmesi, çiçeklenme/tane oluşumunu olumsuz etkilemekte ve meyve tutumunda düşüşe neden olmaktadır. Bu durum nihai olarak verim kaybına yol açmaktadır. 1972 ve 2016 yılları arasında ülkenin farklı bölgelerinde kaydedilen 16 büyük kuraklık afetinde, her yıl 56.000 (2013) ila 917.260 (1992) metrik ton (veya ton) arasında değişen ürün kaybı yaşanmıştır. Ülkede 2006 yılında yaşanan kuraklık pirinç veriminde %11 ve buğday veriminde %7 azalmaya neden olmuştur (GNMFE 2021).

3.1.2. Hayvansal Üretim Üzerindeki Etkisi

Kuraklık ve sıcak hava dalgalarının ekili dikili alanları ve/veya mera alanlarını etkileyerek özellikle verim ve ürün kaybına neden olması, nihai olarak hayvansal üretimi etkilemektedir. Kuraklık tarımsal üretim faaliyetlerinde özellikle mahsul ve hayvan kayıplarına yol açmaktadır. Bu afet tipi özellikle Afrika ülkelerinde geniş coğrafik alanlarda sezonluk mahsullerin, yem bitkilerinin ve doğal mera alanlarındaki otların büyük ölçüde yetersiz olmasına neden olmaktadır. Bu durum büyükbaş hayvan ölümlerine ve bölgedeki geniş bir nüfus üzerinde açlığa neden olabilmektedir.

Bitkisel ürünlerin, mera alanlarının ve çiftlik hayvanlarının kaybı, hane halkı için genellikle ciddi gıda kıtlığı, psikolojik stres ve güvensizlik duygusunun oluşmasıyla sonuçlanmaktadır (Mera 2018). Örneğin Etiyopya’da farklı yıllarda meydana gelen kuraklık afetinin tarım sektörü üzerine etkilerinden bazıları şunlardır; ülkede 2017 yılında yaşanan kuraklık doğal mera alanlarının ve su kaynaklarının yok olmasına neden olmuştur. Şekil 4’de görüldüğü gibi kuraklığın bu etkilerinden dolayı çok sayıda hayvan hastalanmış ve 2 milyon çiftlik hayvanı ölmüştür. Etiyopya’da hayvancılığın geçim kaynağı olduğu hane halkları için çiftlik hayvanları, yaşamak ile ölmek arasındaki fark olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca pastoralist bölgelerde (geniş hayvan besleme bölgeleri) süt veriminde düşme, hane halklarının yetersiz beslenmesi, gıdaya erişimde kısıtlılık ve sınırlı düzeyde olan doğal kaynaklardan gelir elde etme imkânlarında azalma yaşanmıştır. Ülkede her 12 kişiden 1’i yaşanan şiddetli kuraklıklar sebebiyle açlık çekmektedir (URL-1 2021). Ülkede, 2016 yılında yaşanan kuraklık 2015 yılı kuraklığının etkisiyle son 50 yılın en şiddetli kuraklığı olmuştur. Yaşanan kuraklığın, çiftlik hayvanı üretiminde yaklaşık 200 milyon ABD doları değerinde ekonomik zarara yol açtığı tahmin edilmektedir. Mevsimsel yağışların tamamen kesildiği ve mevcut su rezervuarlarının kuruduğu Somali ve Afar Bölgelerindeki bu kurak koşullar bölgeye farklı yerlerden acil olarak “su taşınmasına” yol açmıştır. Somali Bölgesindeki çiftlik hayvanlarının yaklaşık %50’si bu kuraklık döneminde telef olmuştur. Ülkede, 2011 yılında yağış rejimindeki düzensizlik nedeniyle kuraklık yaşanmış ve Borena Bölgesi bu kuraklıktan en çok etkilenen yer olmuştur. 4.5 milyon insanın olumsuz etkilendiği bu dönemde, doğal mera alanları bozulmuş, hayvanlar için yem ve su temini sorunları yaşanmış ve büyükbaş hayvanların %60’ı telef olmuştur. 2006 yılında da yetersiz yağışlar nedeniyle mera alanlarında yem sorunları ve toplu hayvan ölümleri yaşanmıştır. Ölü hayvanlar, çevre sağlığı açısından risk oluşturmaması için yakılarak yok edilmiştir. Etiyopya’da kuraklığın bitkisel üretimi etkilemesi, çok sayıda insanın ve hayvanın ölümüyle sonuçlanmıştır. Ülkede 2002 yılı ve 1983-1984 yılı kuraklıkları ülke tarihinin en yıkıcı kuraklıklarıdır. Bu afet dönemlerinde, gelir kaynakları yalnızca yağışlara bağlı olan kırsal hanelerin büyük bir bölümünde ciddi gıda kıtlıkları yaşanmıştır. 2002-2003 yılında yaşanan kuraklıkta 14 milyon kişinin gıda yardımına ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Yaşanan kuraklık özellikle pastoralist bölge olarak adlandırılan geniş hayvan otlatma ve besleme alanlarını etkilemiş ve hayvanların büyük bir bölümü ölmüştür. 1983-84 yılındaki kuraklık, şiddetli su ve gıda kıtlığına neden olmuştur. Yaygın gıda ve su kıtlığı ve hayvan hastalıkları, milyonlarca insanın geçim kaynağını yok etmiştir. 1983-1984 kuraklığında 8 milyon insan etkilenmiş ve 1 milyon insan ölmüştür. Uzun bir dönem boyunca yağışların azalması nedeniyle pastoralist bölgelerde meralar zarar görmüştür. Kuraklığın yol açtığı su, yem kıtlığı ve hastalıklar nedeniyle pastoralist bölgelerde hayvanlar ölümle karşılaşmışlardır (Mera 2018).



Şekil 4: Etiyopya’da kuraklık nedeniyle yaşanan toplu hayvan ölümleri (URL-1 2021)

Afrika ülkelerinden Zimbabwe’de, 2015-2016 döneminde kuraklık mera alanlarını olumsuz etkilemiş, kötü mera koşulları nedeniyle Ekim 2015-Şubat 2016 dönemleri arasında 22 binden fazla sığırın telef olduğu bildirilmiştir. Ülkenin özellikle güney bölümlerinde kuraklık nedeniyle mera alanlarında otlar yeşermemiş ve nihai olarak çiftlik hayvanlarının vücut yapıları zayıf kalmış ve hayvan fiyatları olumsuz etkilenmiştir (Mutenga 2016).

İran’da 1999-2000’li yıllarda yaşanan kuraklık, mera alanlarındaki mevcut ot miktarını ve kalitesini azalttığı için, yetiştirilen çiftlik hayvanı sayısı ve hayvanların üretkenliği geniş bir alanda ciddi boyutlarda etkilenmiştir (Keshavarz vd. 2013). Bu dönem yonca ve arpa fiyatları iki katına çıkmış ve bazı bölgelerde yem bulunamaz duruma gelmiştir. Geçim kaynağı yalnızca hayvancılık olan 200 bin den fazla çobanın bu tek geçim kaynağını kaybettiği veya kaybetmeye devam ettiği rapor edilmiştir. Ülkede 800 bin küçükbaş hayvanın yetersiz gıda tüketimi ve hastalıktan öldüğü tahmin edilmektedir. Diğer yandan üreticilerin elinde kalan hayvanlarda da üreme kaynaklı sorunlardan dolayı üreticilerin gelirlerinin etkileneceği belirtilmektedir. Üreticilerin ve devletin stoklarında bulunan canlı dişi hayvanların sayısının kuraklık nedeniyle azalmasının, sonraki birkaç yılda da üretime etkisi olacaktır. Bu kuraklığın ekonomik etkisinin 1.7 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir (OCHA 2000).

Arjantin’de, 2017 yılının sonlarına doğru yaşanan ciddi kuraklık, ekili alanları soya fasulyesi ve mısır ekimiyle sınırlandırmış ve bu üretim döneminde (2017-2018) bitkisel üretimde verim azalmıştır. Arjantin, dünyanın en büyük üçüncü soya fasulyesi üretici ve ihracatçı ülkesidir.

Ancak Arjantin'in ihracatının %37'sini oluşturan soya fasulyesi ve mısırdaki kuraklık nedeniyle, üretim bir önceki yıla göre düşmüştür. Soya hasadı, bir önceki üretim yılına göre %31, mısır hasadı ise %20 oranında azalmıştır (Kingwell ve White 2018; Erkan vd. 2019). Ayrıca nisan ayındaki şiddetli yağışlar hasat edilen soya fasulyesinin kalitesini daha da düşürmüş ve tahıl filizlenmesinde sorunlara neden olmuştur. 2017-2018 dönemindeki bu olumsuz hava koşulları tahıl üretimini yaklaşık 30 milyon ton azaltmıştır. Ayrıca, Arjantin hükümetinin 2018 yılı için soya fasulyesi ihracatına yönelik uyguladığı vergi indirimlerinden, yaşanan şiddetli kuraklık nedeniyle çiftçiler bekledikleri düzeyde yararlanamamıştır (Kingwell ve White 2018). Ülkenin en önemli ihracat kalemlerinden olan soyada hem verim kaybı hem de ürünün satış fiyatını etkileyen kalite kaybı yaşanmıştır. Kuraklık sebebiyle bitkisel üretimin etkilenmesi, yem için mısır ve soya küspesine bağımlı olan hayvancılığı da olumsuz etkilemiştir. Et ve süt endüstrisi, 600 milyon dolardan fazla ekonomik kayıp yaşamıştır. Kuraklık, ülkede yüksek ekonomik açıkların ve enflasyonun oluşmasına neden olmuştur. Yaşanan bu kuraklık sebebiyle tarım ve tarıma bağlı sektörler dikkate alındığında yaklaşık 3.4 milyar ABD doları tutarında ekonomik kayıp yaşanmıştır (URL-2 2018; Erkan vd. 2019).

Avustralya'da kuraklık, 2018-2019 ve 2019-2020 yıllarında bitkisel ve hayvansal üretimi ciddi boyutlarda etkilemiştir. 2018 yılındaki kuraklıkta ürünlerde verim kaybı, bitki ölümleri ve hayvan ölümleri yaşanmıştır. Ülke genelinde kışlık ürünlerde 2018-2019 döneminde %23 ve Doğu Avustralya'da %53 oranında azalma yaşanmıştır. Bu dönem özellikle Avustralya'nın doğu kıyısında mera alanlarının yarısına yakını şiddetli kuraklıklardan etkilenmiş ve hayvanlar beslenemediği için sığır kesimi %17 oranında artmıştır. Şekil 5'te görüldüğü gibi yem kıtlığının yaşanması toplu hayvan ölümlerine neden olmuş ve üreticiler fiyatları yükselen yem yerine ağaçların dallarını keserek hayvanlarını beslemek durumunda kalmıştır. Şekil 5'te a) Avustralya'da 2018 yılındaki kuraklık nedeniyle ölen koyun cesetleri, b) ağaç dallarının kesilerek beslenilmeye çalışılan koyun sürüsü ve c) ölmüş ekili sorgum bitkileri gösterilmektedir (URL-3 2019; Hatfield-Dodds vd. 2021). Avustralya'da 2019-2020 yılında etkili olan şiddetli kuraklığa, sıcak hava dalgaları ve geniş orman yangınları da eşlik etmiş ve tarımsal üretimi olumsuz etkilemiştir. Ülke genelinde tahıl üretimi bir önceki yıla göre %8, Batı Avustralya'da ise %31 düzeyinde azalmıştır. Bu dönem olumsuz hava koşulları (kuraklık, sıcak hava dalgaları, orman yangınları) ulusal hayvan sürüsü boyutunun büyümesini sınırlamış ve ulusal sığır sürüsü %6 düşüşle 1990'dan bu yana en düşük seviyeye gerilemiştir. Büyükbaş hayvan sürüsü 30 Haziran 2020 itibarıyla, 2019 yılına göre %5-7 oranında azalmıştır. Koyun ve kuzu sayısı da %3 azalarak 64 milyona gerilemiştir (ABS 2021). 2019-2020 üretim döneminde süt, yumurta ve yün gibi hayvansal ürünlerin üretiminde %12 azalma yaşanmıştır (ABS 2021).



Şekil 5: Kuraklık nedeniyle ölen koyunlar, yem sıkıntısı çeken koyun sürüsü ve ölmüş sorgum bitkileri (URL- 3 2019; Steffen vd. 2019)

Sığırlar terlemeyen hayvan grubunda olup sıcak stresine, soğuk stresine göre daha fazla duyarlıdır. Bu nedenle yüksek çevre sıcaklığı sığırların iştahını dolayısıyla vücut için ihtiyaç olan yem kullanımının azalmasına neden olmaktadır (Uluata ve Yağanoğlu 2010). İklim değişikliği ve artan sıcaklıklar ve kuraklığın oluşturduğu stres nedeniyle bitkisel ve hayvansal ürünlerde (süt vb.) verim kayıpları yaşanacağı öngörülmektedir (EKOLOGOS 2020). Süt ineklerinde en uygun sıcaklık koşulları 5-15 °C arasındadır. Bu ısı aralığındaki değişimler süt veriminde önemli düzeyde bir değişikliğe neden olmaz. Ancak, çevre ısısının daha fazla artması hayvanın yem tüketiminin ve süt veriminin düşmesine neden olur. Çevrenin ısısı, 25°C'yi geçtiği zaman süt verimindeki azalma daha belirgin duruma gelir (URL-4 2013). Sığır ve süt üretimi özellikle sıcak hava dalgaları döneminde azalır. Çevre ısısının artması hayvanların strese girmesine neden olur. Sıcaklık stresi, hayvanın iştahının azalmasına, kilo almamasına ve süt veriminin azalmasına neden olur. Isı stresi ayrıca, büyükbaş hayvanların büyümesini, ergenliğini ve olgunluğunu etkileyebilir. Sıcak hava dalgaları, kümes hayvancılığını da etkilemekte ve toplu hayvan ölümlerine yol açabilmektedir (Penney 2012; Adams 2021). Örneğin, Hindistan'da 2003 Mayıs-Haziran döneminde etkili olan sıcak hava dalgasında milyonlarca hayvan ölümü yaşanmıştır (VUM Rao 2012). Sıcak hava dalgasına yönelik hayvan barınaklarında gerekli tedbir alınmadığında, bu tür afetler hayvancılık üretiminde büyük kayıplara sebep olmaktadır.

Örneğin, Orta ABD’de 1995 ve 1999 yılında yaşanan sıcak hava dalgaları, her bir eyalete yaklaşık 5 bin baş çiftlik hayvanın ölümüne neden olmuştur (Hatfield 2008). Avrupa’da 2003 yılında yaşanan sıcak hava dalgası, bölgede yaşanan son 50 yılın en önemli afetidir (Pezza vd. 2012). 2003 yılındaki kuraklık ve sıcak hava dalgası afetinden tarımsal üretim ve tarıma bağlı diğer sektörler olumsuz etkilenmiştir. Kuraklık ve sıcak hava dalgası bitkisel ürünlerde verimde azalmaya ve bağlantılı olarak diğer sektörlerde üretim maliyetlerinin artmasına sebep olmuştur. Bu afet en fazla ekili alanları, taze ot üretimini ve hayvancılığı olumsuz etkilemiştir. Afetten etkilenen Avrupa Birliği ülkelerinin her birinde taze yem açığı farklılık göstermekle birlikte, %30-%60 arasında bir açık oluşmuştur. Almanya, Avusturya ve İspanya’da %30, İtalya’da %40 ve Fransa’da %60 oranında yem açığı oluşmuştur. Geniş arazilerde mera alanlarının etkilendiği bu afette, et ve süt üretimi olumsuz etkilenmiştir. Taze ot arzında yaşanan sorunlar çiftlik hayvanlarının erkenden kesilmesine ve bu da et ve süt üretiminin azalmasına yol açmıştır. 2003 yılındaki bu afet tarımsal işletmelerin gelirlerinde azalma ve maliyetlerinde artışa neden olmuştur. Örneğin, Fransa’da sığır eti sektöründe hayvan başına 200 Euro kayba yol açtığı ve taze ot eksikliğinden dolayı ilave yem alımına bağlı olarak işletme başına ortalama 30 bin Euro ek maliyete neden olduğu ifade edilmektedir. Yine Fransa’da ülke genelinde 2003 yaz ayları döneminde süt üretiminde %2.65 oranında, yani yaklaşık 183 milyon ton üretim kaybı yaşanmıştır. Kuraklıktan bitkisel üretimin etkilenmesi, bu ürünlerle beslenen hayvanlardan elde edilen süt kalitesini de değiştirmiştir. Sütteki protein seviyesi düşmüş ve yağ içeriği artmıştır. Ayrıca, süt hayvanlarında yeni sağlık sorunları da ortaya çıkmıştır. Özellikle Fransa ve İspanya’da kümes hayvancılığı aşırı derecede etkilenmiştir. Fransa’da, Brittany ve Loire bölgelerinde 2.8 olmak üzere toplamda 4 milyon tavuk telef olmuştur. İspanya’da da kanatlı hayvan sayısı %15-%20 ve hayvansal ürün verimliliği %25-30 arasında azalmıştır (COPA-COGECA 2003).

Sıcak hava dalgaları, etlik piliç üretiminde önemli üretim kayıplarına yol açabilmektedir. Bu üretim kayıplarının çoğu, etlik piliçlerin ölümü veya verim performansının düşmesi sonucu gelişmektedir. Sıcaklığın neden olduğu stres, genel olarak 29 günden büyük piliçleri etkiler ve bu durum ölüm oranlarının önemli seviyeye gelmesine yol açar. Bu döneme denk gelmiş piliçlerin ölümü, hayvanın canlı ağırlığı ve kalitesi ideal pazar ağırlığına ulaştığı için sürece yatırılan hemen hemen tüm üretim kaynaklarının kaybına yol açar. Sıcak hava dalgaları yüksek ölüm oranlarına ilave olarak, etin soluk, yumuşak olmasına veya solgun kanatlı kas sendromu koşullarına neden olarak tavuk eti kalitesinin bozulmasına yol açar (Vale vd. 2010).

2021 yılı başlarında kuzey Kenya’da yağışların ortalamasının altında olması bitkisel ve hayvansal üretimi etkilemiş ve üretim ortalamasının altında gerçekleşmiştir. Hasat süreci devam eden alanlarda da, üretimin ortalamasının altında olacağı öngörülmüştür. Tarımsal üretimin marjinal olduğu, yani modern tarımsal üretim faaliyetlerinin yapılmadığı Kenya’da, bu kurak dönemde geniş mera alanlarında hayvanlar yem ve su kaynaklarına erişim amacıyla göç etmeye başlamış bu durum çiftlik hayvanlarının vücut yapılarının kötüleşmesine yol açmıştır. Elde edilen bitkisel ve hayvansal ürünlerin ortalamasının altında kalması, hane halkının satın alma gücünün ve gıdaya erişim olanaklarının azalmasına yol açacağı tahmin edilmektedir. Doğal mera alanları ve su kaynakları koşullarının kötü olması özellikle Turkana ve Wajir’e bölgelerinde çiftlik hayvanlarının vücut koşullarının kötüleşmesine ve canlı hayvan fiyatlarının ortalamasının %7-%20 altında olmasına sebep olmuştur. Bu durum, marjinal tarım yapılan bu bölgede hane halkının süt üretiminin ve gelirinin azalmasına neden olmuştur (OCHA 2021).

3.1.3. Doğal Kaynağa Etkileri

Kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretim üzerine etkileri yalnızca bitkisel ve hayvansal üretim üzerinde değildir. Özellikle kuraklık, toprak erozyonu ve arazi bozulumu, arazilerin tarımsal niteliğinin kaybolması, mera alanlarının yok olması ve bu mera alanlarında verim kaybı, sulak alanların ve göllerin kaybı, su kirliliği ve orman ve toprak örtününün yok olmasına neden olmaktadır. Bu doğal kaynaklar üzerinde oluşan baskı ise balıkçılık, ormancılık, bitkisel üretim ve hayvansal üretimde büyük sorunlara neden olabilmektedir.

Kuraklık, göl seviyelerinde düşüş, nehir ve akarsu akışlarında azalma ve yeraltı suyu seviyelerinde azalmaya neden olur. Ayrıca, aşırı kuraklık ekolojik dengenin bozulması, bitki örtüsünde azalma ve genel olarak arazi yapısının bozulmasına neden olur. Geniş hayvan besleme alanlarında ise meraların zarar görmesine ve mera alanlarının kaybına neden olmaktadır. Kuraklık dönemlerinde geniş hayvan besleme alanlarında (pastoral bölge) rüzgâr erozyonu ile toprak kaybı yaygın olarak görülmektedir (Mera 2018).

Kuraklık, bitkisel ve hayvansal üretimi olumsuz etkilemekle birlikte toprağın erozyona uğrama sürecini artırabilir. Yağışlar, özellikle uzun süreli kuru toprak koşullarıyla buluştuğu zaman erozyona bağlı olarak uzun vadede kayıplar yaşanabilir (Jahn 2015). Uzun yıllar devam eden kuraklıklar arazi bozulmasına ve çölleşmeye neden olur. Bozulan arazi yapısı ise, tarımsal üretimin olumsuz etkilenmesine ve yoksulluğun artmasına neden olabilir. Kuraklık, toz fırtınalarının oluşmasını sağlayan temel faktördür (UN ESCAP 2018). Uzun süreli devam eden toz ve kum fırtınaları ise toprak verimliliğinin tamamen yok olmasına ve kırsal kesimde yaşayan hanelerin bu verimsiz alanlardan göç etmesine neden olabilir. Örneğin, 1930’lu yıllarda Dustbowl olarak bilinen olayda, kuraklık ve beraberinde oluşan şiddetli toz fırtınaları ABD’nin birçok eyaletinde toplamda 100 milyon dönümlük bir alanı tahrip etmiştir. Bu olayda milyonlarca hektar tarım arazisi kullanılamaz duruma gelmiş ve kırsalda yaşayan yüzbinlerce insan şehirlere göç etmiştir (Taylor ve Charlton 2019; Sivakumar 2005). 1930’lu yıllarda 1930-31, 1934, 1936 ve 1939-40 dönemlerinde art arda yaşanan bu kuraklık ve beraberindeki toz fırtınaları dönemine Dustbowl kuraklığı denilmektedir.

Bu uzun süreli olay, o kadar hızlı bir şekilde oluşmuş ki, etkilenen kırsal bölgeler bir kuraklık dönemini atlatmadan diğer bir kuraklık ve arkasından şiddetli bir toz fırtınası dönemine girmiştir (NDMC 2021). Bu afet ABD tarihinin en büyük göçüne yol açmış ve 1940 yılına gelindiğinde 2,5 milyon insan Plains eyaletlerinden göç etmiştir (Sivakumar 2005). Benzer şekilde 1999 yılında İran'ın Zabol bölgesinde başlayan kuraklık, toz fırtınaları oluşturmak için uygun koşulları oluşturmuştur. Ortalama toz fırtınası 1990-1998 yılları arasında yıllık ortalama 10 gün iken, şiddetli kuraklığın yaşandığı 1999-2004 yılları arasında yıllık ortalama 54 güne yükselmiştir (Pahlavanravi vd. 2012). Zabol (Sistan) bölgesi kurak ve yarı kurak bir iklime sahiptir. Bölge, dönem dönem saatte 120 kilometreye ulaşan hızlarla şiddetli rüzgârlara maruz kalmaktadır. 1999 kuraklığı bu bölgede bulunan Hamoun Gölü'nün kurumasına ve arazi kullanımının tarım arazisinden işlevsiz araziye dönüşmesine neden olmuştur. Bu da toprağın erozyona hassas hale gelmesine ve bu bölgede toz fırtınalarında artış yaşanmasına yol açmıştır (UN ESCAP 2018). İran'ın Zabol bölgesinde 1999-2004 yılları arasında yaşanan kuraklık 120 bin hektar büyüklüğündeki tarımsal nitelikli arazinin çoraklaşarak yaklaşık bin hektara kadar düşmesine neden olmuştur (Pahlavanravi vd. 2012).

Sıcak hava dalgası ve kuraklık geniş mera alanlarını etkilemektedir. Etiyopya'da 2007 yılında kurak dönemlerde mera alanları yok olmuş ve su kaynakları kurumuştur. Bu durum yeteri kadar yiyecek ve su bulamayan 2 milyon hayvanın ölümü ve hastalanmasıyla sonuçlanmıştır. Ülkede farklı tarihlerde yaşanan kuraklık afetlerinde de benzer olaylar yaşanmıştır (Mera 2018). Çalışmanın "hayvansal üretime etkileri" kısmında farklı örneklerle detaylı bir şekilde verildiği gibi, Avrupa'nın büyük bir bölümünü etkileyen 2003 yılı kuraklık ve sıcak hava dalgası döneminde de doğal mera alanları ciddi boyutlarda etkilenmiş ve taze ot ihtiyacı açığı oluşmuştur. Almanya, Avusturya ve İspanya'da %30, İtalya'da %40 ve Fransa'da %60 oranında yem açığı oluşmuştur. Taze ot temininde yaşanan sorunlar Avrupa ülkelerinde hayvan sürüsünün bir kısmının erken kesilmesine yol açmıştır. Bu hava olayları geniş ormanlık alanların, orman yangınları nedeniyle yok olmasına da neden olmuştur. Bu dönemde orman yangınlarından en çok Portekiz, İspanya, Fransa ve İtalya etkilenmiş ve toplam 25.300'den fazla yangın kaydedilmiştir. Tahminlere göre, 390.146'sı Portekiz ve 127.525'i İspanya'da olmak üzere 647.069 hektarlık ormanlık alan yok olmuştur (COPA-COGECA 2003).

Kuraklığın tarımsal üretim açısından en önemli etkilerinden birisi de su kaynakları üzerinde oluşturduğu baskıdır. Azalan yağışlar ve tarımsal faaliyetlere yönelik yanlış su kullanımı su kaynaklarının kurumasına veya azalmasına neden olmaktadır. Örneğin, Türkiye'nin İç Anadolu ve Ege Bölgesinde kuraklık ve aşırı su kullanımından dolayı su kaynakları kuruma noktasına gelmiştir. Konya bölgesinde kuraklık ve tarımsal faaliyetlere yönelik aşırı su kullanımından dolayı bazı göller ve sulak alanlar kurumuştur. Türkiye'nin en büyük ikinci büyüklükte gölü olan ve bazı kuş türlerinin uğrak noktası olan Tuz Gölü'nün yaklaşık yarısı kuraklık ve yanlış su kullanımları nedeniyle kurumuştur. Yine Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nün derinliği, yaklaşık 25 yıl önce 24 metre iken 2017 tarihi itibarıyla 9 metrenin altına inmiştir. Konya kapalı havzası kuraklık riski altında olup, kurak koşullar nedeniyle yeraltı su seviyesi 33 yılda 14.3 metre azalmıştır. Bu azalışın %80'i son 10 yılda gerçekleşmiştir. 2008 yılı itibarıyla bölgede 66 bini kaçak olmak üzere 92 bin su kuyusu tespit edilmiştir (FAO 2017).

Kuraklık nedeniyle su kaynaklarının azalması, bitkisel üretimi etkilediği gibi hayvanların ihtiyaç duyduğu suyun tedarikinde de sorunlar oluşturmaktadır. Çin'de kuraklık ve sıcak hava dalgaları en ciddi meteorolojik afet tipi olup, yılda ortalama 21 milyon hektardan fazla alanı etkilemektedir. Kuraklık nedeniyle ülkede yıllık tahıl kaybı 10 milyar kilograma kadar çıkmaktadır (Wu vd. 2011). Su kaynaklarının azalması, bitkisel üretimi etkilediği gibi hayvanların ihtiyaç duyduğu suyun tedarikinde de sorunlar oluşturmaktadır. Çin'de 1999-2001 yılları arasında üç yıl etkili olan kuraklık, 40 milyon hektardan fazla ekili alanı etkilemiş ve 24 milyon çiftlik hayvanı su sıkıntısı çekmiştir. Yine 2009-2010 yıllarında Çin'in güneybatı eyaletlerinde yaşanan büyük kuraklıkta 30 milyon çiftlik hayvanı ciddi su sıkıntısı çekmiştir (Zou ve Yuan 2010).

Isı dalgaları sırasında su sıcaklığındaki artış, su kalitesinin bozulmasına ve balık popülasyonlarının olumsuz etkilenmesine yol açar. Ayrıca su ekosistemindeki diğer birçok organizmanın ölümüne yol açabilir. Yüksek sıcaklıklar nehirlerde ve göllerde balık ölümlerine neden olan yaygın alg büyümesine etki eder (Adams 2021). Sıcak hava dalgalarında sığ sularda balık ölüm oranları artar ve balıkların daha derin katmanlara hareketi nedeniyle balık avında azalma yaşanır (VUM Rao 2012).

3.1.4. Ekonomik Etkiler

Kuraklık, tarımsal üretimi ve tarımsal ürünlere yönelik arz ve talep arasındaki dengeyi bozar. Çin'de kuraklığın dolaylı ekonomik etkilerini ortaya koymak için yapılan bir modelleme çalışmasına göre; kuraklık afetinin tarım ürünlerinin fiyatını genel olarak artıracığı belirlenmiştir. Çalışmada hafif, orta ve şiddetli olmak üzere 3 farklı senaryo üzerinden pirinç, mısır, buğday, bakliyat ve et ve süt ürünlerinin fiyatlarına yönelik değerlendirme yapılmıştır. Hafif şiddetli kuraklık senaryosunda, farklı tarım ürünlerinin fiyatlarının kuraklığın olmadığı döneme göre %0.56- %0.67 oranında artış olacağını göstermiştir. Orta şiddetli kuraklık senaryosunda ise fiyatlarda ki artış oranı %1.72-%1.91 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Şiddetli kuraklık senaryosunda pirinç, buğday, mısır ve bakliyat fiyatları kuraklığın olmadığı döneme göre %3.56-3.57 oranında artış göstermektedir. Şiddetli kuraklık döneminde sığır eti fiyatı, %3.59 oranında artış ile en fazla etkilenen üründür. Ancak, tarım ürünlerinin fiyatlarındaki dalgalanmalar kuraklığın yanı sıra diğer sektörlerin talebi, üretim maliyetleri ve ticaret koşulları gibi birçok faktörden etkilendiği için çalışmanın sonuçlarının doğruluğunu değerlendirme kısıtlılığı vardır.

Fakat sonuçları doğrulamak imkânsız olsa da afetlerin dolaylı etkilerinin ortaya konulması gereklidir (Lin vd. 2013). Benzer şekilde kuraklığın tarım ürünlerinde yol açtığı fiyat artışıyla ilgili olarak; mısır ürününde en yüksek ihracatçı ülkeler arasında yer alan Güney Amerika ülkelerinde 2020-2021 üretim döneminde yaşanan kuraklık ve bu dönem Çin'in mısır ithalatındaki artışın etkisiyle mısırın ihracat fiyatı yükseliş göstermiştir. Bu dönem mısırın dünya ihracat fiyatı düşük seviyeli yıllık dalgalanmalarla birlikte %44 oranında artışla tonu 242 ABD dolarına çıkmıştır (TEPGE 2021).

Avustralya'da 2018-2019 yılında kuraklık yaşanmıştır. Bu kuraklıktan Doğu Avustralya'nın büyük bir bölümü daha şiddetli etkilenmiştir. Kuraklığın etkilerinin fazla olduğu yerlerde üreticilerin gelirlerinde büyük azalma olmuştur. Ancak bu dönem kuraklıktan daha az etkilenen diğer bölgelerde üretici gelirlerinde artış yaşanmıştır. Bu artışın nedeni, ürün arzına bağlı yaşanan sorunlardan dolayı artan tahıl ve hayvan fiyatlarının, kuraklıktan daha az etkilenen ve ellerinde görece daha fazla ürün bulunan bu bölgelerdeki üreticileri olumlu yönde etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Ülke geneli olarak değerlendirildiğinde ise ortalama çiftlik gelirleri bu afet döneminde azalmıştır (Hughes vd. 2019). 2018-2019 kuraklık döneminin başlarında, Güneydoğu Avustralya'da yem ve saman stokları nispeten yüksek iken, saman ve yemlik tahıl fiyatları ise nispeten daha düşük olmuştur. Ancak kuraklığın devam etmesiyle saman ve yemlik tahıl fiyatları hızlıca artış göstererek yaklaşık iki katına çıkmıştır. Yem ve saman fiyatlarındaki artışa bağlı olarak Doğu Avustralya'da kesime gönderilen hayvan sayısı %17 oranında artarken et fiyatlarında da %14 oranında artış olmuştur. Bunun yanında üreticilerin bir kısmı, azalan mera alanlarına rağmen hayvanlarını satmayı tercih etmemiş ve ilave yem almak durumunda kalmışlardır. Bu üreticilerin hayvanlarını elden çıkarmak istememesinin nedeni ise, hayvan fiyatlarının kuraklık öncesi koşullara göre artış göstermesinden dolayı üreticilerin hayvan beslemesinin daha karlı olacağı ve hayvanlarını sattıklarında kuraklık sonrası tekrardan üretime devam etmek istemelerinde yüksek fiyatlı hayvan almamanın getirdiği maliyet ve riske maruz kalmak istememeleridir (Hatfield-Dodds vd. 2021).

Hindistan'da 2015 yılı Mayıs-Haziran ayında etkili olan sıcak hava dalgası, 17 milyondan fazla tavuğun telef olmasına neden olmuştur. Telef olan milyonlarca tavuk, hem kümes hayvancılığı sektörü hem de yem tedariki sağlayan mısır üreticilerinin gelirlerinin azalmasına yol açmıştır. Ölmüş milyonlarca tavuk nedeniyle, 2-3 hafta içerisinde kanatlı hayvanlara yönelik yem talebinde %30 azalma olmuştur. Tavuk ölümleri, yem talebini azalttığı için Mayıs ayında mısır ve soya küspesi fiyatı yaklaşık %4 azalmıştır. Milyonlarca tavuğun ölümü, tavuk fiyatlarının bir ayda %35 artmasına neden olmuştur (Jadhav 2015).

Sırbistan'da 2012 yılında yaşanan uzun süreli sıcak hava dalgası ve kuraklık mısır, soya fasulyesi ve ayçiçeği ürünlerinde %30 ila %70 arasında verim kaybına neden olmuştur (Djurđjevic 2020). Bitkisel ürünlerde verimdeki bu düşüşle ekonomik kaybın 2 milyar ABD dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu kuraklık ve sıcak hava dalgası tahıl fiyatlarında ciddi artışlara neden olmuştur. Örneğin, mısır fiyatı temmuz ayı başlarında 22 dinar/kg iken bir ayda %18 artış göstererek 26 dinar/kg ulaşmıştır (Maslac 2012). Buğdayın kilogram fiyatı ise Eylül 2011 göre Eylül 2012 tarihinde %50 artış göstermiştir. Sırbistan Hükümeti, buğday fiyatlarını istikrara kavuşturmak ve Devlet Rezervlerinde yeteri kadar buğday stoklamak amacıyla kilogramını brüt 23 dinardan ihale açmış fakat yükselen piyasa fiyatları nedeniyle üretici ürettiği buğdayı devlete satmamıştır. Sırbistan Hükümeti, kuraklık nedeniyle oluşan ürün kayıplarını ve iç piyasayı istikrara kavuşturmak amacıyla 30 Haziran 2013'e kadar buğday ithalatındaki gümrük vergilerini askıya almıştır. Sırbistan Hububat Fonu'na göre Sırbistan, Temmuz 2011-Haziran 2012 arasında 263.000 ton buğday ve 145.000 ton un ihracatı yapmıştır. Haziran 2012- Ekim 2012 arasındaki ihracat miktarı ise buğdayda 187.000 ton un da 48.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Benzer şekilde mısırdaki üretiminde de verimin %45 oranlarında azalması, fiyat artışına ve istikrarsızlığa neden olmuş. Ayrıca mısır ihracatçısı bir ülke olan Sırbistan'da kuraklık ve sıcak hava dalgası nedeniyle verim azalması ve mısırdaki aflatoksin miktarının yüksek olması ihracatı azaltmıştır (URL-5 2012). Tarıma dayalı ihracat, Sırbistan ihracatının %20'sinden fazlasını oluşturmaktadır ancak bu afet nedeniyle ihracattan elde edilecek gelirden azalma yaşanacağı öngörülmektedir (Maslac 2012).

Rusya'da 2010 yılında yaşanan kuraklık ve sıcak hava dalgası buğday, arpa gibi tahıl ürünlerinde verimin ve nihai olarak toplam üretimin önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur. Rus Hükümeti, kuraklık nedeniyle yaşanan kayba bağlı olarak Ağustos 2010 ve Aralık 2010 tarihleri arasında tüm hububat ürünlerinde ihracat yasağı getirmek durumunda kalmıştır. Sonraki süreçte ihracat yasağı Temmuz 2011 tarihine kadar uzatılmıştır. Ülkede buğday ihracatı, 2007-2017 yılları arasında 11.2-28.5 milyon ton arasında değişiklik gösterirken, afetin yaşandığı 2010-2011 üretim döneminde bu rakam 4 milyon ton ile sınırlı kalmıştır. Yine 2010-2011 üretim döneminde arpa ihracatında da önemli ölçüde azalma yaşanmıştır (TMO 2017b; Lioubimtseva vd. 2013).

Amerika Birleşik Devletleri, 2005-2010 yılları arasında dünya mısır ihracatının %50'sini gerçekleştirmiştir. Ancak 2012 yılının Mayıs-Haziran ayında başlayan sıcak hava dalgası ve ardından Ekim ayındaki kuraklık toplam mısır üretiminin ve mısır veriminin azalmasına neden olmuştur. Mısır üretimi 2011 yılına göre 2012 yılında %13 azalmıştır. ABD'de yaşanan bu olumsuz hava koşulları, dünya mısır fiyatının iki göstergesi olan ABD no.2 sarı mısır ve Arjantin sarı mısır fiyatlarının %25 artmasına neden olmuştur. Ağustos 2012'de, ABD no.2 sarı mısır fiyatının tonu 331 ABD doları ile tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Mısırdaki fiyat artışından 11 ay sonra ABD no.2 sarı mısırdaki kuraklık ve sıcak hava dalgasının yaşandığı Ağustos 2012'ye göre yalnızca %11 ve Arjantin sarı mısır fiyatı da %9 daha düşük olmuştur. Dünya piyasalarındaki artan mısır fiyatları ise, mısırın tüketimi konusunda ithalata bağımlı olan Karayipler, Kuzey Afrika ve Batı Asya'daki bazı yoksul ülkelerin, 2012-2013 döneminde yüksek mısır fiyatlarıyla karşılaşmasına neden olmuştur. Ayrıca, ABD'deki bu kötü hava koşulları ve politik nedenlere bağlı olarak mısır ihracatı %53 düzeyinde azalmıştır.

ABD'nin mısır ihracatındaki bu önemli azalış, küresel piyasada mısır arzında önemli azalmaya yol açmıştır. Diğer yandan dünya mısır stokları, dünya mısır üretiminin azalması nedeniyle 2012-2013 sezonunun başlangıcı ile bitişi arasında %7 azalmıştır (Chung vd. 2014).

İran'da 1999-2000 yıllarında yaşanan kuraklık, ekili ürünleri, mera alanlarını ve hayvancılığı olumsuz etkilemiştir (Keshavarz vd. 2013). Özellikle mera alanlarının olumsuz etkilenmesi, yem bitkilerinin fiyatlarının iki katına çıkmasına ve bazı bölgelerde yem temin edilememesine neden olmuştur. Ayrıca yetersiz beslenme ve hastalıklardan dolayı yarım milyondan fazla küçükbaş hayvanın ölümünün, sonraki yıllarda hayvan sayısı üzerinde önemli etkisi olacağı ön görülmektedir. Ayrıca hayvanlarda yaşanan üreme sorunları nedeniyle sürü sayısının ve dolayısıyla üretici gelirinin etkileneceği öngörülmektedir (OCHA 2000). Yaşanan bu kuraklık afeti nedeniyle İran Hükümeti, etkilenen afet bölgelerine acil gıda tedariki, hayvanlar için yem tedariki ve canlı hayvan tedarik programları sağladığından devlet bütçesi olumsuz etkilenmiş. Ayrıca bu kuraklık afetinin ithalat ve ihracat üzerinde önemli etkileri olmuştur. Ülkede arpa, mısır ve diğer yem malzemeleri ithal edilmekte olup, kuraklık nedeniyle yerli üretimdeki azalmalardan dolayı ithalat oranı daha da artmıştır. Yaşanan bu kuraklığın tarım sektörüne olan olumsuz etkilerinden dolayı toplam ithalatta %11.2'lik artış yaşanmıştır. Ülkede petrol dışındaki ihracat ürünlerinin çoğu meyve ve kabuklu yemişler olmak üzere tarımsal ürünlerden oluşmaktadır. Ancak kuraklık İran'ın toplam ihracatına önemli ölçüde zarar vermektedir. 1999-2000 yılındaki bu kuraklığın, bitkisel üretimde %30 ve tarımsal üretimin geri kalan kısmında (hayvancılık, balıkçılık, ormancılık) %13 oranında katma değeri azalttığı tahmin edilmektedir. Ayrıca kuraklığın doğrudan ekonomik etkileri nedeniyle tarım sektörüne yapılan yatırımlar %35, imalat sektörüne yapılan yatırımlar %12 ve hizmet sektörüne yapılan yatırımlar %4 oranında azalmıştır (Salami vd. 2009).

Bangladeş'in Kuzey Bengal bölgesinde yağış miktarında yaşanan azalma nedeniyle 1994-1995 yıllarında şiddetli kuraklık yaşanmıştır. Kuzey Bengal bölgesi Bangladeş'in tahıl ambarı olarak kabul edilmektedir. Ancak bu dönemdeki kuraklık nedeniyle pirinç ve buğday üretiminde 3.500.000 ton azalma yaşanmıştır. Kuraklık nedeniyle 1995 yılının başlarında ulusal gıda stokları azalmış ve ilk etapta 140 bin ton ve ardından ulusal stoklardaki ürün kıtlığını dengelemek ve acil durumda ulusal talebi karşılamak amacıyla 200 bin ton pirinç ithalatı yapılmıştır (Paul 1998).

Avustralya'da 1950'den 2019 yılına kadar olan dönemde ortalama koşullar ile kurak dönemlerin çiftlik gelirleri üzerindeki etkisine yönelik bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada mal fiyatları, çiftlik büyüklüğü ve yönetim uygulamaları dâhil diğer tüm faktörler sabit tutulmuş ve bitkisel üretim ve hayvansal üretime yönelik çiftlik gelirleri ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmaya göre, ortalama hava koşullarında bir bitkisel üretim çiftliği yıllık yaklaşık 230 bin ABD doları kazanç sağlarken, kurak yılda bu gelir 125 bin ABD dolarına düşmüştür. Kurak dönemdeki gelir kaybının nedeni ise verim kaybı ve ekili alanların azalmasından kaynaklanmaktadır. Hayvan çiftliklerinde ise ortalama koşullarda yıllık 60 bin dolar kazanç elde edilirken, kurak dönemlerde bu kazanç yıllık 5 bin dolara düşmektedir. Hayvan çiftliklerinde kuraklık dönemlerinde çiftçiler hayvan satışını artırdığı için kuraklığın kısa vadede gelir üzerinde etkisi daha küçüktür. Ancak, kuraklığın olduğu dönemlerde artan hayvan satışları, hayvan ölümleri ve döllenme sorunları nedeniyle sürü boyutları azalır. Sürü boyutunun azalmasının ekonomik değeri hesaba katıldığında ise uzun vadede daha büyük bir gelir kaybına olmaktadır (Hughes vd. 2019).

Kuraklık, tarımın gayri safi yurtiçi hasılanın ortalama yüzde 25'ine ve tarım ticareti sektörü dâhil edildiğinde yüzde 50'sine katkı sağladığı Sahra Altı Afrika ülkelerinde bitkisel üretim ve hayvancılıkta üretim kaybına yol açarak milyarlarca dolar gelirin yok olmasına neden olmaktadır. Sahra Altı Afrika ülkelerinde tarımsal üretim, gıda güvencesi, yoksulluğun azaltılması ve ekonomik büyüme için büyük bir öneme sahiptir. Sahra Altı Afrika ülkelerinde nüfusun %60'ından fazlası kırsal alanlarda yaşamakta ve %60'ı tarım sektöründe istihdam edilmektedir. Sahra Altı Afrika'da 1980-2014 yılları arasında 363 milyondan fazla insan kuraklıktan etkilenmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Örgütü'nün (FAO) yapmış olduğu çalışmaya göre, Sahra Altı Afrika ülkelerinde 1991-2013 yılları arasında meydana gelen kuraklıklardan dolayı bitkisel ve hayvancılık üretiminde 31 milyar ABD doları kayıp yaşanmıştır. En büyük zarar 19 milyar ABD doları ile Doğu Afrika'da yaşanmıştır (FAO 2015). Kenya'da 1998'de yaşanan kuraklık sürecinin uzaması 1999 yılında bitkisel ürünlerin yok olması, verimin azalması ve dolayısıyla ürün satışlarından elde edilen gelirin azalmasına neden olmuştur (Speranza vd. 2008).

2021 yılında ABD'de Kuzeybatı Pasifik bölgesinde olağanüstü bir sıcak hava dalgası ve kuraklık yaşanmıştır. Bu olumsuz hava koşulları, ihraç edilen ABD cinsi beyaz buğdayda büyük verim kayıplarına neden olmuştur. ABD Tarım Bakanlığı, kötü hava koşulları nedeniyle Washington'da ilkbahar buğdayının %68'inin ve kışlık buğdayının %36'sının kötü/verimsiz veya çok kötü/verimsiz durumda olduğunu bildirmiştir. ABD'nin beyaz buğday ihracatı bir önceki sezon Çin'den gelen benzeri görülmemiş talebin etkisiyle 40 yılın en yüksek seviyesine (265 milyon kile) ulaşmıştır. Ancak 2021 yılında yüksek tahıl fiyatlarından yararlanmayı düşünen ABD'li çiftçilerin sıcak hava dalgası ve kuraklığın etkisiyle satacağı çok fazla ürünün olmadığı belirtilmektedir (URL-6 2021). Ülkede 2021 yılındaki kötü hava koşulları nedeniyle beyaz buğday üretimi rekor seviyedeki en düşük seviyede olmuş ve ihraç edilen beyaz buğdayın önceki pazarlama yılına göre %41 düştüğü tahmin edilmektedir. Ayrıca sert kırmızı bahar buğdayı ile durum buğdayında da verim kayıpları yaşanmıştır. Ülkenin batı ve kuzey bölgelerinde sert kırmızı bahar buğdayı üretiminde de bir önceki yıla göre %42 azalacağı ve yaklaşık son 30 yıllık üretim sürecinin en düşük seviyesine düşeceği tahmin edilmektedir. Sert kırmızı bahar buğdayı ihracatının ise on yıldan fazla bir sürenin en düşük seviyesinde olacağı tahmin edilmektedir. 2021/22 döneminde ABD durum buğdayı üretimi, bir önceki yıla göre neredeyse yarı yarıya düşüşle 60 yılın en düşük seviyesine gerilemiştir.

Bu nedenlerden dolayı ABD'nin genel olarak net durum buğdayı ithalatçısı olması ve üretimdeki bu düşüş nedeniyle Kanada'dan daha büyük ithalat yapılması beklenmektedir. Kanada genellikle açık arayla dünyanın önde gelen durum buğdayı ihracatçısıdır, ancak bu kuraklık Kanada'nın da buğday üretimini benzer şekilde etkilemektedir. Bu durumun, durum buğdayının küresel arzının da daralmasına neden olacağı öngörülmektedir (Sowell ve Swearingen 2021).

3.2. Çalışmanın Özü

Dünya'nın farklı bölgelerinde farklı tarihlerde yaşanmış kuraklık ve sıcak hava dalgası afetlerinin incelenmesinden elde edilen veriler doğrultusunda bu afet tiplerinin tarımsal üretime etkilerinin sistematik olarak aktarılması amacıyla Şekil 6 oluşturulmuştur. Diyagram (Şekil 6), ayrıca hava olayının, kuraklık ve sıcak hava dalgası afeti boyutuna gelme sürecini ve yaşanan afetlere yönelik yapılmış çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda tarım üreticilerinin kuraklık ve sıcak hava dalgası dönemlerinde karşılaştıkları sosyoekonomik riskleri ve bu risklere neden olan faktörleri ortaya koymaktadır. Şekil 6'da da görüldüğü gibi kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretim üzerindeki en önemli etkilerine yönelik çalışma sonuçlarını şu şekilde ifade edebiliriz;

Bitkisel üretimde: başta verim kaybı olmak üzere ürün ve kalite kaybına neden olmaktadır. Kurak koşulların, ekilebilir nitelikteki arazilerin boş bırakılmasına ve ürün tercihinde kısıtlılık yaşanmasına neden olduğu görülmektedir. Özellikle bitkisel ürünlerin ve mera alanlarındaki ot verimliliğinin etkilenmesi sistematik bir şekilde tarımsal üretimin diğer unsurlarını doğrudan ve/veya dolaylı bir biçim de etkilemektedir. Kuraklığın geniş coğrafi bölgeleri etkilemesi durumunda, özellikle buğday ve mısır gibi temel tahıl ürünlerinde dünya piyasalarında arz sorununa neden olduğu görülmektedir.

Hayvansal üretimde: özellikle bitkisel üretimi ve doğal kaynakları etkilemesi (mera ve su alanlarının azalması/yok olması, toprak veriminin azalması, arazinin tarımsal niteliğinin kaybolması vd.) çiftlik hayvanlarının ihtiyacı olan gıda teminin ve su ihtiyacının sağlanamamasına neden olmaktadır. Gıda ve su ihtiyacının sağlanamaması ise çiftlik hayvanlarının toplu ölümü ve hastalanmasına, hayvan vücut koşullarının kötüleşmesine (canlı ağırlığının azalması), et ve süt vb. ürünlerde özellikle verim kaybı yaşanmasına neden olmaktadır.

Bitkisel üretimde yaşanan kayıplar ve doğal mera alanlarının yok olması ve/veya verim kaybı yaşanması yem arzının azalmasına ve yem fiyatlarında artışa neden olmaktadır. Bu durum ise, çiftlik hayvanlarının toplu kesimi veya satışına yol açmakta ve nihai olarak sürü boyutunun küçülmesine neden olmaktadır. Ayrıca Afrika ülkelerinde olduğu gibi tarımsal faaliyetleri özellikle yalnızca yağışlara bağlı olan (sulama kanalı, yeraltı suyuna erişme imkânı olmama vb.) bölgelerde, kuraklık ve sıcak hava dalgaları mera alanlarını ve su kaynaklarını yok ederek toplu hayvan ölümlerine neden olmaktadır. Yine bu durum gerek üreticilerin gerek devlet stoklarındaki çiftlik hayvanı sürü boyutunun azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca doğrudan sıcak hava dalgası ile ilişkili olarak da aşırı sıcaklık stresi çiftlik hayvanları ve kümes hayvanlarında toplu ölümlere yol açmaktadır.

Kuraklık ve sıcak hava dalgaları nedeniyle yem bitkilerinin kalitesinin düşmesi, hayvansal ürünlerin kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Ayrıca doğrudan sıcak hava dalgalarıyla ilgili olarak sıcaklık stresi nedeniyle özellikle kümes hayvancılığında et kalitesinin ve sığırlarda da süt üretiminde verimin düşmesine neden olmaktadır. Kuraklık ve sıcak hava dalgaları, hayvanların vücut koşullarının kötüleşmesine ve üreme sorunlarına neden olabilmektedir.

Doğal kaynak üzerinde: mera alanlarının verimsizleşmesi veya tamamen kaybedilmesine neden olmaktadır. Kuraklık ve sıcak hava dalgası, göl ve sulak alanların kuruması veya su seviyesinin azalmasına, akarsu akışlarının azalması veya kurumasına ve su kirliliğine yol açmaktadır. Diğer yandan toprağın veriminin azalmasına, arazi bozulmasına ve çölleşmeye neden olmaktadır. Ayrıca uzun süreli kuraklıklar toz fırtınalarına da zemin oluşturarak geniş coğrafi alanlarda arazilerin tarımsal niteliğinin kaybedilmesine neden olmaktadır.

Beseri sermaye üzerinde: kuraklık ve sıcak hava dalgaları özellikle Afrika ülkelerinde olduğu gibi geçimi çoğunlukla yağışlara bağlı tarımsal faaliyetlerin yapıldığı yerlerde su ve gıda kıtlığına, yaygın açlık ve hastalıklara ve kırsalda yaşayan milyonlarca insanın ölümüne neden olabilmektedir. Ayrıca yalnızca sıcak hava dalgalarıyla ilişkili olarak, aşırı sıcaklar tarım üreticilerini ve tarımda çalışan işçilerin sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. Yine aşırı sıcaklar tarımsal üretimde çalışan kişilerin çalışma verimliliğini azaltmakta bu durum iş kaybına neden olmaktadır.

Ekonomi üzerinde:

Gelir Kaybı, Maliyet Artışı ve Tarım Ürünleri Fiyat Artışı: Bitkisel ve hayvansal üretimden kaynaklı yaşanan kayıplar (verim, ürün ve kalite) üretici gelirinin azalmasına neden olmaktadır. Özellikle bitkisel üretimde yaşanan kayıplar hem bitkisel hem hayvansal ürünlerin fiyatlarında istikrarsızlığa neden olmakla birlikte çoğunlukla ciddi fiyat artışıyla sonuçlanmaktadır. Bir ülkenin dünya ortalamasına göre yüksek düzeyde ihraç ettiği özellikle tahıl ürünlerinde, verim kayıplarının yaşanması hem iç piyasada hem küresel piyasada fiyat artışına ve fiyat istikrarsızlığına neden olmaktadır. Yem üretimine odaklı bitkisel ürünlerde yaşanan kayıplar ve mera alanlarının olumsuz etkilenmesi, yem arzında azalmaya ve nihai olarak yem fiyatlarında artışa neden olmaktadır. Fiyatlardaki bu artış, hayvansal üretim maliyetlerinin artmasına ve dolayısıyla hayvansal ürünlerin fiyatının artmasına neden olmaktadır. Diğer yandan, kısıtlı üretimden dolayı artan üretim maliyetleri ve yem temininde yaşanan sorunlar beslenen hayvan sayısının azalmasına ve azalan bu sürü boyutu ise nihai olarak sonraki yıllarda tarım üreticilerinin gelirlerinin azalmasına neden olabilmektedir. Toplu olarak kesilen veya ölen çiftlik hayvanları, yalnızca o yıl için bir ekonomik zarar değil, bu hayvanların üremelerinden elde edilecek hayvanlarında kaybedildiği ve bunlardan temin edilen süt vb. ürünlerinde elde edilemeyeceği düşünüldüğünde uzun

İhracatta Azalma ve İthalatta Artış: özellikle bitkisel ürünlerde yaşanan verim kayıpları, ürünün uluslararası piyasaya ihracatını kısıtlamaktadır. Yaşanan afetlerde birçok ülke kuraklık ve sıcak hava dalgası döneminde en büyük tarımsal ürün/ürünlerinin ihracatını azaltmak veya durdurmak/yasaklamak durumunda kalmıştır. Ülkeler, kendi ürettikleri özellikle tahıl ürünlerinde iç piyasadaki ihtiyacı karşılayacak düzeyde verim elde edemediklerinde ithalata yönelmekte veya ürünün mevcut olan ithalat oranını artırmaktadır. Ayrıca verim ve ürün kaybı nedeniyle iç piyasada oluşan fiyat istikrarsızlığını azaltmak amacıyla, Sırbistan örneğinde olduğu gibi ithalatın artırılmasını kolaylaştıracak yasal girişimlerin yapıldığı görülmektedir. Hatta buğday ve pirinç gibi tahıl ürünlerinin ihracatının yüksek olduğu bölgelerde, kuraklık ve sıcak hava dalgaları dönemlerinde verim ve ürün kaybının ciddi boyutlara gelmesi yerel halkın gıda güvenliğinin sağlanabilmesi açısından bu ürünlerden ithal edilmek durumunda kalındığı görülmektedir.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmada, dünyanın farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerinde yaşanmış kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretime etkileri incelenerek, bu etkilere yönelik geniş bir bakış açısı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylelikle kurak, yarı kurak, hatta nemli iklim bölgelerinde dahi görülme durumu olan ve iklim değişikliğiyle artması öngörülen bu afetlerin; nihai olarak çalışmada ortaya konulan tarımsal üretim üzerindeki etkilerinin bir kısmının görülmediği veya geniş ölçekte etkili olmadığı toplumlarda üzerinde oluşturabileceği olası risklere dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak; devlet idarelerinin, geniş coğrafik alanları etkileme durumu olan bu afetlerin olası etkilerini (su ve toprak kaynakları, gıda güvenesi, ekonomi ve sosyal) değerlendirerek ve mevcut etkiler/sorunlar kronik hale gelmeden önce, idari ve toplumsal olarak alınabilecek tedbirlere yönelik düzenlemelere önem vermesi gerekir. Öte yandan, iklim değişikliğinin mevcut etkileri ve öngörülen etkileri değerlendirildiğinde, “*idari, toplumsal ve tarım üreticileri açısından iklim değişikliğine yönelik uyum stratejilerinin*” ortaya konulması ve bu stratejilerin uygulamaya geçirilmesi gerekir.

Kuraklık ve sıcak hava dalgalarının tarımsal üretimi etkileme mekanizması değerlendirildiğinde özellikle doğal kaynaklar (yeraltı ve yerüstü su kaynakları, mera alanları vd.) üzerinde oluşturduğu baskı neticesinde bitkisel ve hayvansal üretimi etkilediği görülmektedir. Bu kapsamda doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi ve etkin ve verimli kullanılması tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve gıda güvenesinin sağlanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Kuraklık risklerinin azaltılması amacıyla özellikle su kaynaklarının yönetiminin sağlanması gerektiği düşünülmektedir. Bu kapsamda, mevcut yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve izlenmesi; toprağın su tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik orman ve otlak alanlarının korunması ve geliştirilmesi; yağışlara bağlı yüzey akış sularının toplanması ve depolanmasına yönelik altyapının geliştirilmesi; yerleşim yerlerinde özellikle yeni yapılacak binalarda yağmur suyu hasadına imkân verecek su toplama ve depolama sistemlerinin teşvik edilmesi önem taşımaktadır. Diğer yandan Türkiye gibi, tarımda geleneksel sulamanın yaygın olduğu, mevcut suyun büyük bir kısmının tarımsal üretimde kullanıldığı ve bu suyun da büyük bir kısmının su dağıtım sırasında ve arazide kaybedildiği ülkelerde; devlet idarelerinin, su depolama ve dağıtım sistemlerini buharlaşmadan ve sızmalardan kaynaklı kayıpları asgari düzeye indirecek şekilde geliştirmesi/tasarlaması ve üreticinin basınçlı sulama sistemlerine geçmesine yönelik idari, teknik ve ekonomik tedbir ve destekleri geliştirmesi ve uygulaması önerilmektedir. Ayrıca, özellikle evsel atık suların artırılmasına yönelik tesislerin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve nihai olarak tarımsal üretimde kullanılmasına yönelik girişimlerin su kaynakları ve dolayısıyla tarımsal üretim üzerindeki baskıyı azaltabileceği düşünülmektedir. Özellikle su arzı sorunun fazla olduğu bölgelerde, küçük göletlerde, aşırı sıcaklardan dolayı buharlaşmayı azaltmaya yönelik gölge topları ve gölgelik ağlar kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Gürkan YILMAZ'ın “Meteorolojik-Klimatolojik ve Hidrolojik Afetlerin Tarımsal Üretim Üzerindeki Etkileri ve Sosyal Riskler Üzerine Bir Değerlendirme” başlıklı doktora tez çalışması esas alınarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Adams C.R., (2021), *Impacts of temperature extremes*, <https://sciencepolicy.colorado.edu/socasp/weather1/adams.html>, [Erişim 11 Eylül 2021].
- Alexander L., (2015), *Introduction to heatwave indices*, https://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace4/meetings/documents/fiji2015/D3-5-Alexander_heatwaves.pdf, [Erişim 9 Ocak 2021].
- ABS, (2021), *Agricultural commodities, Australia*, Australian Bureau of Statistics (ABS), <https://www.abs.gov.au/statistics/industry/agriculture/agricultural-commodities-australia/latest-release>, [Erişim 25 Eylül 2021].
- Bayraç H.N., Doğan E., (2016), *Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 11(1), 23-48.
- Bölük E., Akçakaya A., Arabacı H., (2013), 2012 Temmuz ayında yaşanan sıcak hava dalgası, 6th Atmospheric Science Symposium – ATMOS 2013, 3-5 Haziran, İstanbul, ss.1-8.
- Brooke J., (2010), *Russia's heat wave wilts crops, nation*, <https://www.voanews.com/a/russias-heat-wave-wilts-crops-nation-99125084/170115.html>, [Erişim 19 Ağustos 2021].

- Chung U., Gbegbelegbe S., Shiferaw B., Robertson R., Yun J.I., Tesfaye K., Hoogenboom G. Sonder, K., (2014), *Modeling the effect of a heat wave on maize production in the USA and its implications on food security in the developing world*, Weather and Climate Extremes, 5, 67-77.
- COPA-COGECA, (2003), *Assessment of the impact of the heat wave and drought of the summer 2003 on agriculture and forestry*, Fact sheets of the Committee of Agricultural Organisations in the European Union and the General Committee for Agricultural Cooperation in the European Union, Reports, 14ss.
- Cullen H., Tebaldi C., (2010), *Historical perspective on the Russian heat wave of 2010*, <https://www.climatecentral.org/blogs/historical-perspective-on-the-russian-heat-wave-of-2010>, [Erişim 19 Ağustos 2021].
- Dellal İ., (2012), *Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım ve gıda güvenmesine etkileri*, Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, Ankara, 34ss.
- Denchak M., (2018), *Drought: everything you need to know*, <https://www.nrdc.org/stories/drought-everything-you-need-know>, [Erişim 6 Şubat 2021].
- Devisti H., Motamed M.K., (2012), *Environmental and socio-economic impacts of drought from the viewpoint of Guilan paddy farmers, north of Iran*, Caspian Journal of Environmental Sciences, 10(2), 227-235.
- Djordjevic V., (2020), *Drought initiative-republic of Serbia*, https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/NDP_SERBIA_2020.pdf, [Erişim 15 Aralık 2022].
- Duru S., Gül A., Hayran S., (2019), *Türkiye’de buğday ve buğday mamulleri dış ticaret yapısı*, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(2), 552-564.
- EKOLOGOS, (2020), *Fındık, iklim değişikliği ve çevresel etkiler*, Türkiye Raporu, Kadıköy, İstanbul, 47ss.
- Erkan M.A., Kılıç G., Çamalan G., Güser Y., Çetin S., Odabaşı E., Soydam M., Akgündüz A.S., Eren O., Arabacı H., Eroğlu H., (2019), *Meteorolojik afetler 2018 yılı değerlendirmesi*, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 161ss.
- FAO, (2015), *The impact of natural hazards and disasters on agriculture, food security and nutrition*, Rome, Italy, 16ss.
- FAO, (2017), *Drought characteristics and management in Central Asia and Turkey*, FAO Water Report-44, Rome, Italy, 92ss.
- Fischer E.M., Schär C., (2010), *Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves*, Nature Geoscience, 3(6), 398-403.
- GNMFE, (2021), *Vulnerability and risk assessment and identifying adaptation options summary for policy makers*, Report- Summary for Policy Makers, Government of Nepal Ministry of Forests and Environment (GNMFE), Nepal, 158ss.
- Guha-Sapir D., Hoyois P., Wallemacq P., Below R., (2016), *Annual disaster statistical review 2016: the numbers and trends*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Brussels, Belgium, 80ss.
- Hatfield J.L., (2008), *The effects of climate change on livestock production*, <https://www.thepigsite.com/articles/the-effects-of-climate-change-on-livestock-production>, [Erişim 13 Eylül 2021].
- Hatfield-Dodds S., Hughes N., Cameron A., Miller M., Jackson T., (2021), *Analysis of 2018 drought*, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences, <https://www.agriculture.gov.au/abares/products/insights/2018-drought-analysis>, [Erişim 28 Temmuz 2021].
- Hoyois P., Below R., Scheuren J.M., Guha-Sapir D., (2007), *Annual disaster statistical review: numbers and trends*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Brussels, Belgium, 55ss.
- Hughes N., Galeano D., Hatfield-Dodds S., (2019), *The effects of drought and climate variability on Australian farms*, ABARES Insights, doi: 10.25814/5de84714f6e08.
- IPCC, (2012), *Intergovernmental Panel on Climate Change, Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582ss.
- Jadhav R., (2015), *Indian chicken prices surge to record as heat wave kills millions of birds*, <https://www.reuters.com/article/india-heatwave-chicken-idUSL3N0YM0B920150601>, [Erişim 13 Eylül 2021].
- Jahn M., (2015), *Economics of extreme weather events: terminology and regional impact models*, Weather and Climate Extremes, 10, 29-39.
- Kadioğlu M., (2008), *Kuraklık kırıntı risk yönetimi*, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri’nin İçinde (Kadioğlu M., Özdamar, E., Ed.), JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, ss.277-300.
- Kadioğlu M., (2011), *Afet yönetimi beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek*, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, Yayın No: 65, 219ss.
- Kadioğlu M., (2017), *Hidro-Meteorolojik Afetler*, Temel Afet Bilgisi’nin İçinde (Tün M., Ed.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, ss.65-97.
- Kapluhan E., (2013), *Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi*, Marmara Coğrafya Dergisi, 27, 487-510.
- Keshavarz M., Karami E., Vanclay F., (2013), *The social experience of drought in rural Iran*, Land Use Policy, 30(1), 120-129.
- Kingwell R., White P., (2018), *Argentina’s grains industry: implications for Australia*, AEGIC-Argentina-Report_18_LR., South Perth, Western Australia, 78ss.
- Kurnaz L., (2014), *Kuraklık ve Türkiye*, https://www.researchgate.net/publication/316190379_Kuraklik_ve_Turkiye, [Erişim 26 Ocak 2021].
- Lin Y., Deng X., Jin, O., (2013), *Economic effects of drought on agriculture in north China*, International Journal of Disaster Risk Science, 4(2), 59-67.
- Lioubimtseva E., Beurs K.M.D, Henebry G.M., (2013), *Grain production trends in Russia, Ukraine, and Kazakhstan in the context of the global climate variability and change*, Climate Change And Water Resources’in İçinde (Younos T., Grady C.A., Ed.), Springer, Berlin, Heidelberg, ss.121-141.
- Maslac T., (2012), *Drought driven declines in Serbian crops increased food prices*, GAİN Report Number: RB1209, Serbia, 3ss.
- McGregor G.R., Pelling M., Wolf T., Gosling S., (2007), *The social impacts of heat waves*, Science Report – SC20061/SR6, Aztec West Almondsbury, Bristol, 40ss.
- Mengü G.P., Anaç S., Özçakal E., (2011), *Kuraklık yönetim stratejileri*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48(2), 175-181.
- Mera G.A., (2018), *Drought and its impacts in Ethiopia*, Weather and Climate Extremes, 22, 24-35.

- Mutenga T., (2016), *Zimbabwe: drought kills 22000 cattle*, <https://allafrica.com/stories/201603170373.html>, [Erişim 27 Eylül 2021].
- Muthers S., Laschewski G., Matzarakis A., (2017), *The summers 2003 and 2015 in south-west Germany: heat waves and heat-related mortality in the context of climate change*, *Atmosphere*, 8(11), 224, doi:10.3390/atmos8110224.
- NDMC, (2021), *The dust bowl*, National Drought Mitigation Center, <https://drought.unl.edu/dustbowl/Home.aspx>, [Erişim 4 Kasım 2021].
- OCHA, (2000), *United Nations technical mission on the drought situation in the Islamic Republic of Iran*, UN Mission Report, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/F_R_138.pdf, [Erişim 17 Ekim 2021].
- OCHA, (2021), *Kenya key message update: below-average crop harvests and livestock production heightens household food insecurity*, <https://reliefweb.int/report/kenya/kenya-key-message-update-below-average-crop-harvests-and-livestock-production-heightens>, [Erişim 13 Ağustos 2021].
- Özey R., (2006), *Afetler coğrafyası*, Aktif Yayıncılık, İstanbul, 302ss.
- Pahlavanravi A., Miri A., Ahmadi H., Ekhtesasi M.R., (2012), *The impacts of different kinds of dust storms in hot and dry climate, a case study in Sistan Region, Desert*, 17(1), 15-25.
- Parker L.E., McElrone A.J., Ostojia S.M., Forrester E.J., (2020), *Extreme heat effects on perennial crops and strategies for sustaining future production*, *Plant Science*, 295, 110397, doi: 10.1016/j.plantsci.2019.110397.
- Paul B.K., (1998), *Coping mechanisms practised by drought victims (1994/5) in North Bengal, Bangladesh*, *Applied Geography*, 18(4), 355-373.
- Penney J., (2012), *Adapting to climate change: challenges for Niagara*, *Climatechangerport*, Niagara, 91ss.
- Perkins S.E., Alexander L.V., (2013), *On the measurement of heat waves*, *Journal of Climate*, 26(13), 4500-4517.
- Pezza A.B., Van Rensch P., Cai W., (2012), *Severe heat waves in Southern Australia: synoptic climatology and large scale connections*, *Climate Dynamics*, 38(1), 209-224.
- Pol M., Binyamin J., (2014), *Impact of climate change and variability on wheat and corn production in Buenos Aires, Argentina*, *American Journal of Climate Change*, 3, 145-152.
- Raza A., Razaq A., Mehmood S.S., Zou X., Zhang X., Lv Y., Xu J., (2019), *Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review*, *Plants*, 8(2), 34, doi:10.3390/plants8020034.
- Salami H., Shahnooshi N., Thomson K.J., (2009), *The economic impacts of drought on the economy of Iran: an integration of linear programming and macroeconomic modelling approaches*, *Ecological Economics*, 68(4), 1032-1039.
- Sırdaş S., (2002), *Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Sivakumar M.V., (2005), *Impacts of sand storms/dust storms on agriculture*, *Natural Disasters and Extreme Events in Agriculture*'in İçinde, (Sivakumar M.V.K., Motha R.P., Das H.P., Ed.), Springer, Berlin, Heidelberg, ss. 59-177.
- Sobel A.H., Tippett, M.K., (2018), *Extreme events: trends and risk assessment methodologies*, *Resilience: The Science of Adaptation to Climate Change*'in İçinde (Zommers Z., Alverson K., Ed.), Elsevier, Amsterdam, Netherlands ss.3-12.
- Sowell, A., Swearingen B., (2021), *Wheat production slashed for Russia and Canada*, United States Department of Agriculture, Report Wheat Outlook, WHS-21h August 16, 2021, 14ss.
- Speranza C.I., Kiteme B., Wiesmann U., (2008), *Droughts and famines: the underlying factors and the causal links among agro-pastoral households in semi-arid Makueni district, Kenya*, *Global Environmental Change*, 18(1), 220-233.
- Steffen W., Dean A., Rice M., (2019), *Weather gone wild: climate change fuelled extreme weather in 2018*, Report, ISBN: 978-1-925573-85-5, 41ss.
- Stott P.A., Stone D.A., Allen M.R., (2004), *Human contribution to the European heatwave of 2003*, *Nature*, 432(7017), 610-614.
- TEPGE, (2021), *Tarım Ürünleri Piyasaları, Fındık, Ocak 2021*, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, [https://arastirma.tarimormann.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF_Tarım_Ürünleri_Piyasaları/2021-Ocak_Tarım_Ürünleri_Raporu/Fındık_Ocak_2021_Tarım_Ürünleri_Piyasa_Raporu.pdf](https://arastirma.tarimormann.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF_Tarim_Urunleri_Piyasaları/2021-Ocak_Tarim_Urunleri_Raporu/Fındık_Ocak_2021_Tarım_Ürünleri_Piyasa_Raporu.pdf), [Erişim 25 Temmuz 2022].
- Taylor J.E., Charlton D., (2019), *Farm labor and immigration policy*, *The Farm Labor Problem: A Global Perspective*'in İçinde, (Taylor J.E., Charlton D., Ed.), Academic Press, London, United Kingdom, ss.121-154.
- TMO, (2017a), *Toprak Mahsulleri Ofisi 2016 yılı hububat sektör raporu*, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara, 60ss.
- TMO, (2017b), *Toprak Mahsulleri Ofisi 2016 yılı hububat raporu*, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara, 206ss.
- Uluata A.R., Yağanoğlu V., (2010), *Süt sığırcı barınaklarında çevre koşulları*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14, 217-225.
- UN ESCAP, (2018), *United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Sand and dust storms in asia and the pacific: opportunities for regional cooperation and action*, Report- ST/ESCAP/2837, Bangkok, 83ss.
- UN, (1994), *United Nations convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*, https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-10&chapter=27&clang=en, [Erişim 26 Ocak 2021].
- URL-1, (2021), *Two million animals lost to drought in Ethiopia-FAO*, <https://www.ezega.com/News/NewsDetails/4537/Two-Million-Animals-Lost-to-Drought-in-Ethiopia-FAO>, [Erişim 10 Ağustos 2021].
- URL-2, (2018), *Argentine farmers slammed by worst drought in years*, <https://nypost.com/2018/04/03/argentine-farmers-slammed-by-worst-drought-in-years/>, [Erişim 29 Temmuz 2021].
- URL-3, (2019), *A harbinger of things to come: farmers in Australia struggle with its hottest drought ever*, *Time Person of the Year*, <https://time.com/longform/australia-drought-photos>, [Erişim 28 Temmuz 2021].
- URL-4, (2013), *Süt verimini etkileyen faktörler*, Isparta Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, https://isparta.tarimormann.gov.tr/Belgeler/Basılı_Yayınlarımız/Lifletler/Süt_Verimini_Etkileyen_Faktörler.pdf, [Erişim 25 Kasım 2021].
- URL-5, (2012), *USDA gain: Serbia wheat and corn update December 2012*, <https://www.thecropsite.com/reports/?id=1358>, [Erişim 13 Eylül 2021].
- URL-6, (2021), *Wither away and die; US Pacific Northwest heat wave bakes wheat, fruit crops*, <https://www.thepigsite.com/news/2021/07/wither-away-and-die-us-pacific-northwest-heat-wave-bakes-wheat-fruit-crops>, [Erişim 25 Ekim 2021].

- Vale M.M., Moura D.J., Nääs I.A., Pereira D.F., (2010), *Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age*, Brazilian Journal of Poultry Science, 12(4), 279-285.
- van der Velde M., Tubiello F.N., Vrieling A., Bouraoui F., (2012), *Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data*, Climatic Change, 113(3), 751-765.
- Vos, F., Rodriguez, J., Below, R., Guha-Sapir D., (2010), *Annual disaster statistical review 2009: the numbers and trends*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Brussels, Belgium, 38ss.
- VUM Rao, (2012), *Impacts of climate change on Indian agriculture*, <https://cdn.cseindia.org/userfiles/VUM-CSE-Delhi-16-11-12.pdf>, [Erişim 11 Eylül 2021].
- Webb L., (2013), *Impacts on agriculture*, Proceedings of the Royal Society of Victoria, 125(1/2), 24–30.
- Welton G., (2011), *The impact of Russia's 2010 grain export ban*, Oxfam Research Reports, Russia, 32ss.
- Wilhite D.A., (1993), *The enigma of drought*, Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies'in İçinde, (Wilhite D.A., Ed.), Kluwer Academic Publishers, Boston, ss.1-11
- Wilhite D.A., Glantz M.H., (1987), *Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions*, Planning for Drought: Toward a Reduction of Social Vulnerability'in İçinde, (Wilhite D.A., Easterling W.E., Wood D.A., Ed.), Westview Press, Boulder, CO, ss.11-27.
- Wu J., He B., Lü A., Zhou L., Liu M., Zhao L., (2011), *Quantitative assessment and spatial characteristics analysis of agricultural drought vulnerability in China*, Natural Hazards, 56(3), 785-801.
- Zou M., Yuan Y., (2010), *China's comprehensive disaster reduction*, International Journal of Disaster Risk Science, 1(1), 24-32.