





# İran'da iklim değişikliğinin, klimatolojik, meteorolojik ve hidrolojik afetlere etkisi

## The impact of climate change on climatological, meteorological, and hydrological disasters in Iran

Marjan Tourani <sup>a\*</sup>  Ayşe Çağlayan <sup>bc</sup>  Veysel Işık <sup>d</sup>  Reza Saber <sup>e</sup> 

<sup>a</sup> Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Ankara, Türkiye.

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Ankara, Türkiye.

<sup>c</sup> Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü, Yer Bilimsel Etüt Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

<sup>d</sup> Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Ankara, Türkiye.

<sup>e</sup> Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Grubu, Ankara, Türkiye.

ORCID: M.T. 0000-0003-3965-2244; A.Ç. 0000-0002-4549-3262; V.I. 0000-0003-0296-8237; R.S. 0000-0001-6173-0793

### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 10.03.2022

Kabul/Accepted: 28.04.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Küresel ısınma  
Sera gazları  
Doğal afetler  
İklim değişikliği  
İran

#### Keywords:

Global warming  
Greenhouse gases  
Natural disasters  
Climate change  
Iran

\*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Tourani) tourani@ankara.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1085714



#### Atf/Citation:

Tourani, M., Çağlayan, A., Işık, V., & Saber, R.(2022). İran'da iklim değişikliğinin, klimatolojik, meteorolojik ve hidrolojik afetlere etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (80), 97-114.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1085714>

### ÖZ / ABSTRACT

İklim değişikliği, çevreyi ve insan yaşamını pek çok bakımdan olumsuz etkilemektedir. Yerkürede iklim değişikliğinin kanıtları yeterince kuvvetli ve ikna edicidir. Deniz seviyelerinin yükselmesi, buzulların erimesi ve buzul alanlarının gerilemesi, yıllık yağış düzenlerinde ciddi değişimlerin görülmesi ve küresel ısınmadaki artışlar belli başlı belirtilerdir. Araştırma bulguları ve tespitler 20. yüzyılın ortalarından bu yana değişimlerin temel nedeninin insan etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Fosil yakıtların orantısız kullanımı atmosferdeki sera gazlarının hızlı artışına neden olmuştur. Sera gazı seviyelerinde düşüş olmaz ise 2100 yılına kadar Dünya'nın ortalama sıcaklık artışının 6.4 °C'ye ulaşabileceği ve ilişkili afet tehlikelerinin giderek artacağı yönünde sonuçlar belirtilmektedir. İran, iklim değişikliğinin çevre ve toplum üzerindeki etkilerini ciddi artışlarla yaşayan ülkeler arasındadır. 1900-1980 yılları arasında yılda gerçekleşen afet sayısı 100'ün altında rapor edilmişken, 2000-2019 yılları arasında afet olayı sayısı yılda 400'e ulaşmıştır. Araştırmalar, İran'da meydana gelen sel, fırtına, kuraklık, yer çökmesi ve orman yangınları gibi afet olaylarının temel nedeninin iklim değişikliği olduğunu göstermektedir. İran, yaklaşık 687 milyon ton CO2 üretimi ile Orta Doğu'da iklim değişikliğinden sorumlu birinci, Dünya'da ise altıncı ülke sıralamasında yer almaktadır. Gereken önlemlerin alınmaması durumunda önümüzdeki on yıl içerisinde iklim ile ilişkili afetlerdeki artışın çok daha yüksek olacağına dikkat çekilmektedir.

*Climate change adversely affects the environment and human life in many respects. The evidence for climate change on earth is quite solid and convincing. Observable rises in sea levels, melting of a glacier's ice, the regression of the glacial areas, critical changes in annual precipitation patterns, and global warming increases are specific evidence of climate change. Scientific studies and experimental findings indicate the role of human effects as a primary reason for the changes since the middle of the 20th century. The disproportionate use of fossil fuels resulted in the rapid increase of greenhouse gases in the atmosphere. Without a significant decrease in greenhouse gas levels, predictions demonstrate that the World's average temperature increase may reach 6.4 °C by 2100, and the associated disaster hazards will gradually increase. Iran is among the countries that experience significant increases in climate change effects on the environment and society. Between 1900-and 1980, the number of reported disasters per year was below 100, whereas the annual number of disasters reached 400 between 2000 and 2019. Studies show that climate change is the main reason for disasters such as floods, storms, droughts, land subsidence, and wildfires in Iran. With approximately 687 million tons of CO2 production, Iran ranks first country responsible for climate change in the Middle East and the sixth country in the World. It is noted that without necessary precautions, the increase in climate-related disasters will be much higher in the next ten years.*

## Extended Abstract

### Introduction

The climate is defined as the long-term average weather condition in the general context. In contrast, it is comprehensively characterized as the long-term statistical situation of weather conditions, atmospheric elements in any part of the World (more than 30 years), and average values. Climate change is variations in climate measurements over a long period, including precipitation, temperature, and wind patterns, which globally is one of the biggest problems in recent years that negatively affect the environment and human life in many respects with different processes and hazards (Figure 1). The increase in the average earth temperature due to natural or human effects in the lower parts of the atmosphere close to the earth's surface and the rise in global temperatures are defined as Global Warming. The temperature map prepared for 1961-2021 indicates a significant increase in worldwide temperature (Figure 2) (GISTEMP Team, 2022; Lenssen et al., 2019). The Intergovernmental Panel on Climate Change, published in 2013 and 2021, reports human effects as the dominant cause of observed warming since the mid-20th century (Figure 3) (IPCC, AR5; AR6). In addition to developments such as melting glaciers, rising sea levels, and shifting climate zones, the relative increase in global warming causes meteorological, hydraulic, and climatological hazards. Thus, due to climate change impacts on extreme weather events (e.g., heavy storms or rains) and related floods, long-term drought events, and desertification processes cause severe increases in the severity, frequency, and effective areas of natural disasters (Table 1) (e.g., Türkeş, 2008, Türkeş et al., 2000).

### Data and Purpose

The primary purpose of this study is; to understand the urgency of climate change situations, declare an idea of how it affects society and the natural environment, provide an overview of global climate change, indicate its effects in some areas of the World, and to reveal climate change and its impact on Iran with examples. For this purpose, a comprehensive literature review was conducted to describe the climate in general and climate change, explain the anthropogenic greenhouse gas emissions that cause global warming, state the relationship between global warming and disasters, and present climate change examples and their effects in Iran. The data used in this study was compiled from scientific books, articles, reports, and conference presentations, together with NASA databases and some official news websites.

### Discussion and Results

In recent years, significant increases were recorded in weather and climate change events and their impact on the natural environment and society worldwide (IPCC, AR5). Climate-related disasters have occurred in different parts of the World (Figure 4). For example, Turkey is among the countries that have faced climate-related flood events and wildfire disasters, particularly in recent years, such as the Kastamonu flood disaster of August 11, 2021 (Photo 1a) (Çağlayan et al., 2021). Severe drought in Kenya, Somalia, and southeastern Ethiopia in 2011 affected more than 13 million people, half of whom were children, and more than 250,000 have lost their lives only in Somalia (Photo 1b) (Ledwith, 2015; Checchi &

Robinson, 2013). Drought and extremely high temperatures in 2019-2020 caused a prolonged severe wildfire in Australia (Photo 1c). Typhoon Haiyan (local name Yolanda) on November 8, 2013, was one of the most terrible events in the Philippines, where 6245 have died, 28.626 have injured, and 1039 were lost (Photo 1d) (Takagi & Esteban, 2016).

Iran, with a total area of 1,648 million km<sup>2</sup>, located in the Middle East (between 45°-63° East and 25°-40° North), is the 16th largest country in the World (UNFCCC, 2017). Except for the western parts and northern coastal regions, Iran's climate is predominantly arid and semi-arid (Sodoudi et al., 2010; Fallah et al., 2017). Statistical data indicate that compared to the period of 1958-1987, the annual temperature rate in Iran increased by 1.2 °C, and the precipitation rate decreased by 15% in the following years (Babaeian, 2019), where rising temperatures, decreasing precipitation, and severe cold weather reveal the permanent changes of atmospheric and climatic conditions in Iran (Bakhtiyari, 2014). In recent years, Iran has been evaluated as one of the countries facing serious risks due to heavy rains and flash floods and severe drought, and high surface air temperature due to climate change (Eslamian et al., 2011; Vaghefi et al., 2019). Ground subsidence and sinkhole events that frequently occur all over the country (Tourani et al., 2018) are also indirect results of climate change. Climate-related disasters have occurred in different parts of Iran, especially in the last 25 years (Figure 5). Floods have been the most common climate-related disaster in Iran in the last 100 years (Seddighi & Seddighi, 2020), where the occurrence frequency of flood events has gradually increased in the last 50 years (PDNA, 2019). At least eight major flood events occurred in Iran between 2015 and 2020 (Vaghefi et al., 2019; Peyravi et al., 2019) (Figure 6a,b). As another crucial natural disaster, drought events have become a recurring phenomenon in different parts of Iran, especially in the last few decades (NRIRI, 2005). Studies show that drought in Iran increased gradually in the late 20th century (Dustan, 2015). Especially the drought between the years 1997-2001 had significant effects, which caused a loss of approximately 10 billion dollars only in the agricultural sector (Modarres et al., 2016) (Figure 6c,d). Western Asia, including the Arabian Peninsula, Syria, Iraq, and Iran, is among the regions where significant dust storms develop (Prospero et al., 2002; Bolorani et al., 2012). In recent years, sand and dust storms' frequency and adverse effects have increased significantly in Iran (Hui et al., 2015). Previously, dust storms were limited to some southern provinces, such as Sistan and Balochistan, Kerman, South Khorasan, and Yazd, but recently have become almost a national problem for Iran (Firuzian & Mohammadi Sadgh, 2016) (Figure 6e,f). Wildfires cause severe damage to the ecosystem in Iran as well as all over the World (Pausas et al., 2008; Banej Shafiei et al., 2010), where about 6000 hectares of forests in Iran destroy every year (FAO, 2005) (Figure 6g,h). In recent years, land subsidences have become one of the most severe disasters in Iran. Drought and uncontrolled use of groundwater resources, which resulted in the decrease in water level, are the significant causes of land subsidence and sinkhole events (Rahnama & Mirasi, 2014). More than half of 600 plains in Iran have been subjected to ground subsidence (Karimi et al., 2013) (Figure 6i).

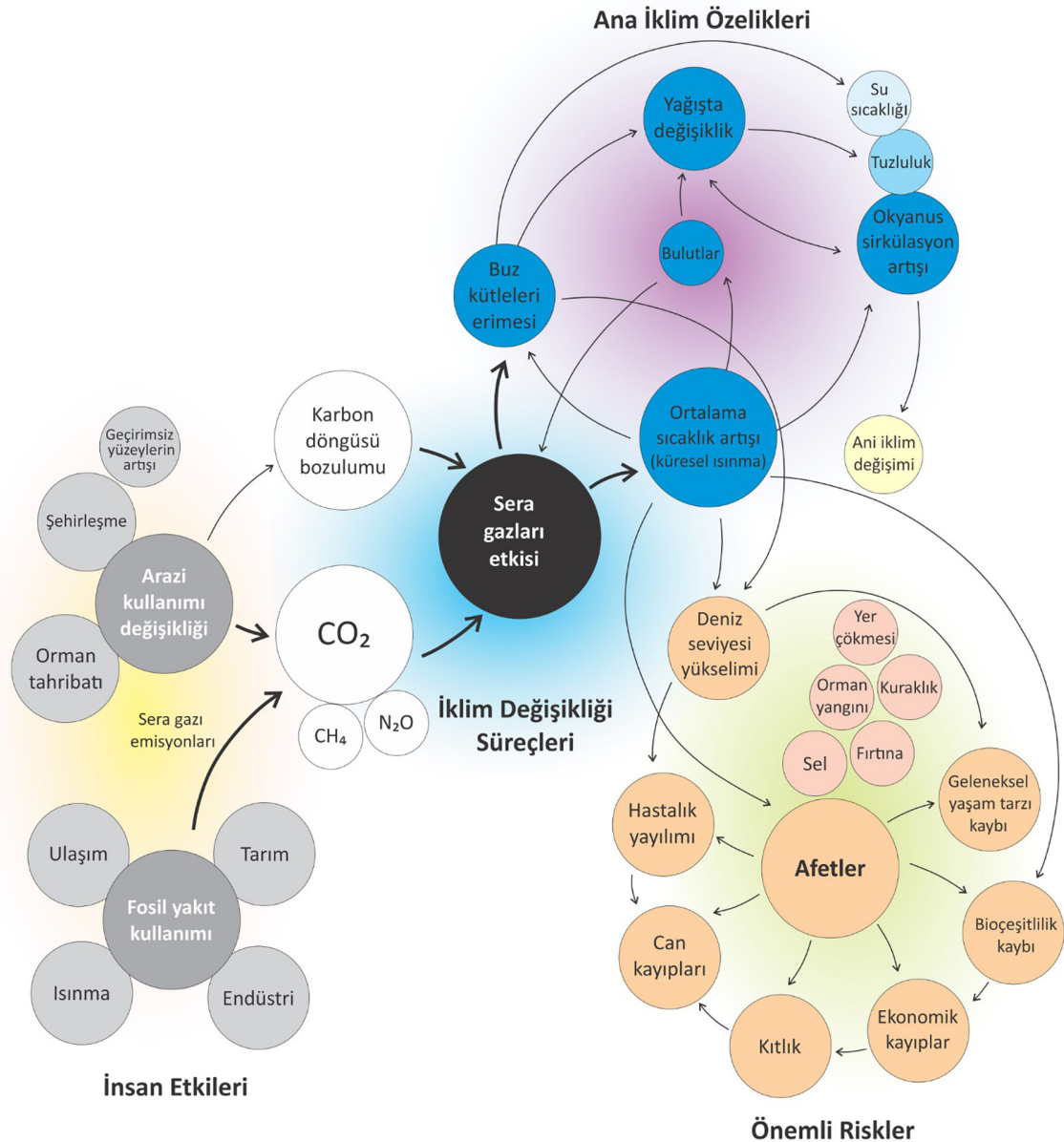
In conclusion, some of the preventions and measures that should be taken to minimize the impact of natural disasters

in Iran are: obtaining accurate, comprehensive, and long-term data and processing them with practical models and methods, giving priority to renewable energy applications, accelerating afforestation studies and increasing green areas, reducing the consumption of fossil fuels, applying new regulations according to reduce climate-related hazards in existing settlement areas, establishing necessary improvements in the river or stream beds, declaring fire bans in forests and recreation areas on hot and dry periods, and monitoring the drought periods and land subsidence developments at long-term intervals.

## 1. Giriş

İklim dar anlamda bir bölgenin uzun vadeli ortalama hava durumunu olarak tanımlanırken (Yoosef Doost vd., 2018), daha geniş tanımlama ile yeryüzünün herhangi bir yerinde hava koşullarının, atmosfer öğelerinin uzun yıllar içerisinde değişkenlikleri ve ortalama değerlerinin istatistiksel durumu olarak tanımlanır (Türkeş vd., 2000). Hava durumu ise belirli bir yerde ve zaman diliminde atmosfer koşulunu tanımlar (Adedeji vd., 2014). Örneğin, bir bölgenin iklimi ılımandır tespiti bu bölge-

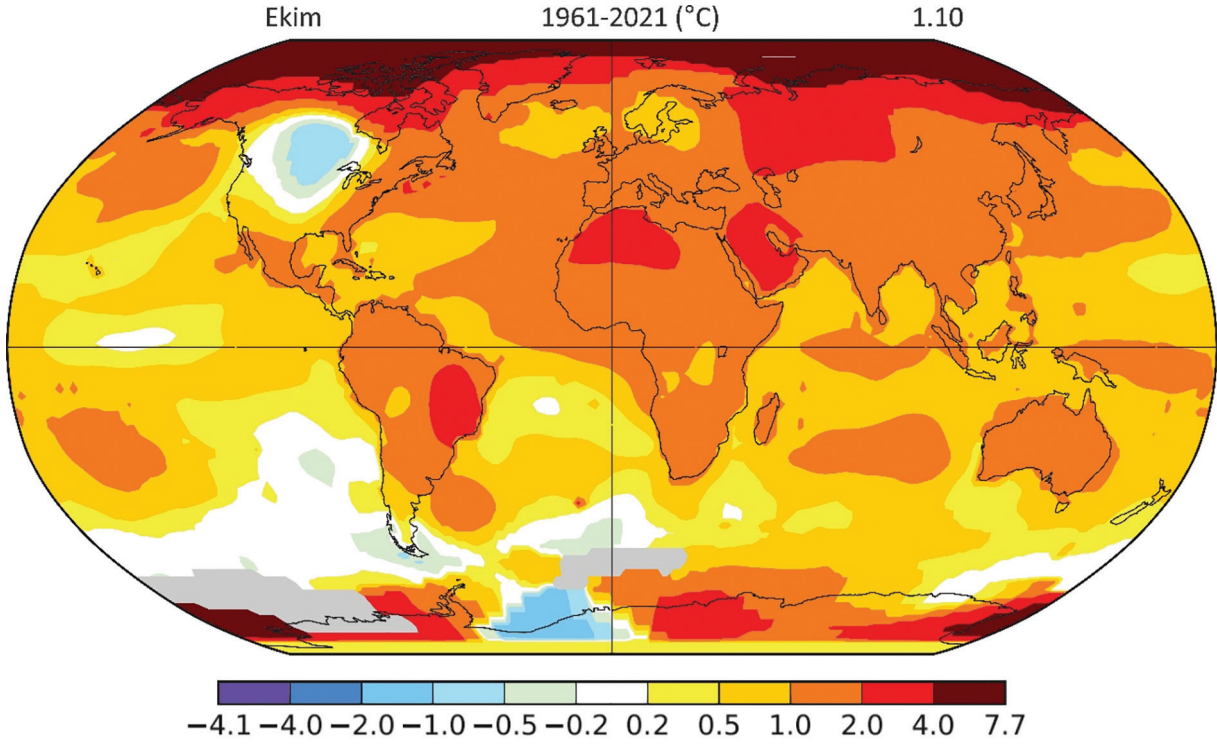
de yağmurun yıl boyunca eşit olarak dağıldığını, kışların soğuk ve yazların ise sıcak geçtiğini ifade eder. Sıcaklık, bulutluluk, nem, yağış ve rüzgâr gibi hava unsurları hava koşullarını belirler. Fırtınalar, hortumlar ve musonlar bazı bölgelerin mevsim döngüsünde hava durumunun bir parçasıdır. İklim değişikliği, istatistiksel yöntemler kullanılarak tanımlanan ve uzun vadeli hava koşullarındaki değişikliklerin ortalama iklim durumunda veya yağış, sıcaklık ve rüzgâr modelleri dahil uzun bir süre boyunca iklim ölçümlerinde görülen değişimlerdir (Türkeş, 2008; Türkeş vd., 2000; Başoğlu & Telatar, 2013; Adedeji vd., 2014). Dünya genelindeki iklim değişikliği, günümüzün en büyük sorunlarından biridir; çevreyi ve insan yaşamını pek çok bakımdan olumsuz etkilemektedir. İklim değişikliği sürecinde; fosil yakıtlar, arazi kullanımındaki değişiklikler, karbon döngüsündeki bozulma ve sera gazlarının etkisi buzulların erimesine, ortalama sıcaklığın artmasına ve yağışlarda değişikliklere neden olmaktadır (Şekil 1). Buzulların erimesi ile deniz seviyesindeki değişimler, yıllık yağış seviyelerindeki düzensizlikler ile küresel ısınmadaki artışlar sel/taşkın, kuraklık, fırtına, orman yangınları, biyoçeşitlilik kaybı gibi afetler iklim değişikliğinin kanıtları olarak hissedilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. İklim değişikliğinin süreçleri ve ilişkili afet riskleri (Kaynak: UNFCCC, 2007'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir).

Figure 1. Processes of climate change and related disaster risk (Source: Modified from UNFCCC, 2007).





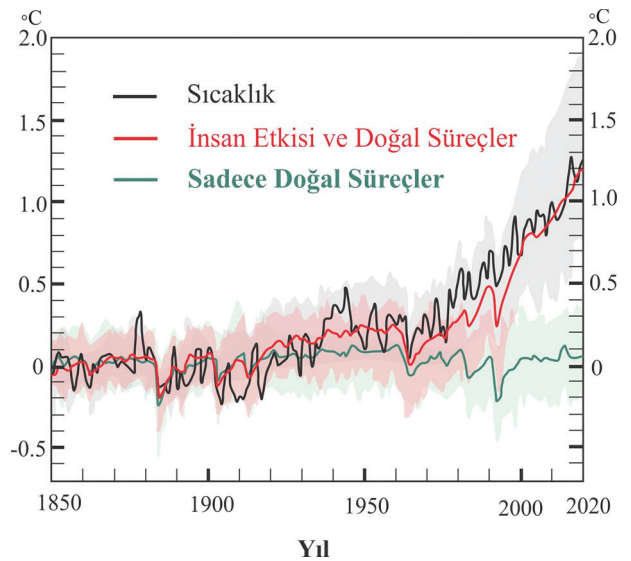
**Şekil 2.** 1961–2021 yılları arasında Dünya genelinde ortalama yüzey hava sıcaklıkları (Kaynak: NASA'nın GISS yüzey sıcaklığı analizi, GISTEMP Team, 2022; Lenssen vd., 2019).

**Figure 2.** Average surface air temperatures around the World between 1961 and 2021 (Source: NASS' GISS surface temperature analysis, GISTEMP Team, 2022; Lenssen et al., 2019).

Küresel ısınma kavramı, zaman zaman iklim değişikliği yerine kullanılsa da iklim değişikliğinin sadece bir yönünü temsil eder. Küresel ısınma, atmosferin yer yüzeyine yakın kesimlerinde ortalama yeryüzü sıcaklığının doğal ya da insan etkisiyle artmasını ve küresel sıcaklıklardaki artışı ifade eder. Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesinin (NASA) yüzey sıcaklığı analizi çalışmaları (GISS) Dünya genelinde son 150 yılda ısınmanın, özellikle de son 60 yılda giderek arttığını göstermektedir (GISTEMP Team, 2022; Lenssen vd., 2019) (Şekil 2). 1961-2021 yılları arası için hazırlanan sıcaklık haritası, yıllar içinde sıcaklık değerlerinin yükseldiğini, Dünya genelinde ise belirgin bir artışın yaşandığını göstermektedir (Şekil 2). Haritada dikkat çeken bir diğer durum, Asya ve Afrika'nın kuzey kesimleri ile İran'ın da içerisinde bulunduğu Orta Doğu bölgesi ve Güney Amerika'nın doğu kesimi sıcaklık artışından en fazla etkilenen bölgeler olmasıdır (Şekil 2).

NASA'nın 1880-2020 yılları arası için küresel kara-okyanus sıcaklık endeks değerlerine göre, kara ve okyanus yüzey sıcaklığı 1.02 °C arttığı anlaşılmaktadır. Son 138 yıllık kayıtlarda özellikle 2000 yılından itibaren sıcaklık artışının hızlı yükselimi gösterdiği, 2016 yılı ise küresel ölçekte en sıcak yıl olarak belirlenmiştir (NASA, 2022). 2013 ve 2021 yılında yayımlanan Hükümetler Arası İklim Değişikliği panel raporunda, 20. yüzyılın ortalarından bu yana gözlemlenen ısınmanın baskın nedeni olarak insan etkileri belirtilir (Şekil 3) (IPCC, AR5; AR6). Küresel ısınmanın temel nedeni olarak özellikle yoğun fosil yakıt kullanımının sonucu olarak atmosferdeki sera gazlarının (CO<sub>2</sub>-karbondioksit, CFC-kloroflorokarbonlar, CH<sub>4</sub>-metan, O<sub>3</sub>-Ozon, N<sub>2</sub>O-azot oksit) kısa sürede hızlı artışı olarak gösterilmektedir (Albergel vd., 2010). 1750 yılından beri sera gazı konsantrasyonlarında gözlemlenen artışlar, kesinlikle insan faaliyetlerinin bir sonucudur (IPCC, AR6). Sera gazlarından karbondioksitin artışı ol-

dukça dikkat çekicidir. Dünya atmosferindeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu Sanayi Devriminden önce yaklaşık 280 ppm iken zaman içerisinde kademeli ama devamlı bir şekilde artmıştır (Kawamura vd., 2007); 2015 yılında ise 400 ppm'yi aşmıştır (Schmidt, 2020). Sera gazlarının artmasının Dünya iklim sistemini anormal şekilde etkilediği raporlarda belirtilmektedir; eğer bu gazlar azaltılmazsa, 2100 yılına kadar Dünyanın ortalama sıcaklığı 1.1 °C ile 6.4 °C artabileceği ve iklim değişikliğinin daha da şiddetleneceği öngörülmektedir (IPCC, AR4).



**Şekil 3.** Sanayi öncesi dönemden beri gözlemlenen küresel ortalama sıcaklık değişimi. Sanayi çağında artan küresel sıcaklıkların ana itici gücü insan faaliyetleridir. Doğal etkenlerin sıcaklıklara etkisi nispeten küçüktür (Kaynak: IPCC, AR6)

**Figure 3.** Global average temperature variation has been observed since the pre-industrial period. Human activities are the primary driver of rising global temperatures in the industrial age. The influence of natural factors on temperatures is relatively tiny (Source: IPCC, AR6)

İklim değişikliğinin yalnızca insanlar üzerinde değil, aynı zamanda çevre ve ekosistemler üzerinde de büyük ölçüde hatta bazı durumlarda geri dönüşü olmayacak şekilde etkisi görülmektedir (Elizabeth vd., 2010). Ortalama yıllık sıcaklıktaki küçük bir artış bölgelerin ekolojisi ve biyolojik çeşitliliği üzerinde ciddi olumsuz etki yaratmaktadır (Pounds & Puschendorf, 2004; Demir, 2009; Doğan vd., 2010; Türkeş, 2022). İklim değişkenlerinin değişiminin Dünya iklimi ve çeşitli sistemler üzerindeki olumsuz etkileri, 21. yüzyılda insanı tehdit eden 10 sorun arasında en tehlikelisi olarak kabul edilmekte olup tarım, çevre, sağlık ve ekonomi gibi bir çok farklı sistemlere olan etkilerine dikkat çekilmektedir (Mearns vd., 2003). İklim değişikliğinin yağış (Kunkel, 2003) ve sıcaklık (Frich vd., 2002) gibi iklim değişkenleri üzerindeki küresel etkisi açıktır. Dünya'nın küresel ısınması son yüzyılda iki önemli olaya neden olmuştur. Bunlar, ortalama küresel sıcaklıktaki artış ve buna bağlı olarak deniz seviyesindeki yükselmedir (Karamooz & Araghy Nejad, 2005). Bu tür artışlar iklim ilişkili afetleri tetiklemiş ve bu afetlerin son 20 yılda %151 oranında artmasına sebep olmuştur (Wallemacq, 2018). Küresel ısınmanın etkileri, buzulların erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi etkileri dışında, küresel ısınmadaki göreceli artış meteoroloji, hidrolik ve klimatolojik tehlikelere neden olmaktadır; böylece aşırı hava olayları (örn., şiddetli fırtınalar, kuvvetli yağışlar) bu olaylara bağlı olarak oluşan taşkınlar ve seller ya da uzun süreli kuraklık olayları ve çölleşme süreçleri bu kapsamdaki doğal afetlerin şiddetinde, sıklığında ve etkinlik alanında ciddi artışları beraberinde getirmektedir (Türkeş, 2008; Türkeş vd., 2000). Tablo 1'de görüleceği üzere 2000-2019 yılları arasında meydana gelen afetlerin 1980-1999 yılları arasına kıyasla artışı belirgindir. Isı dalgaları, kuraklık, sel, kasırga ve orman yangınlarının kümülatif artışına, bazı ekosistemlerin ve insanların yaşam alanları için ciddi tehlikelere neden olmaktadır (IPCC, AR5).

Sel, fırtına, kuraklık ve sıcak hava dalgaları gibi iklimle ilgili afetler 1998-2017 yılları arasındaki afetlerin %91'ini oluşturmaktadır (WHO, 2020). Bu yıllar arasında küresel bazda afetlerin ekonomik maliyeti 2.908 milyar dolar olup iklim ilişkili afetlerin bu maliyetten payı 2.245 milyar dolar olarak hesaplanmıştır; bu miktarın toplam ekonomik maliyetlerinin %77'sini oluşturması oldukça dikkat çekicidir (Seddighi & Seddighi, 2020). Bu tür afetlerin devletlerin ekonomilerine oluşturdukları olumsuz etkiler dikkate alınarak gelecekte maliyetlerin küresel gelirin %5 - %20'si oranında yükseleceği öngörülmektedir (Stern vd., 2006).

## 2. Amaç ve Yöntem

Son zamanlar farklı kapsamda yapılan araştırmalar, antropojenik iklim değişikliğinin küresel sorunların başında geldiğini belirtir. Asya kıtasında bulunan bazı ülkeler gibi İran özellikle son birkaç on yıldır iklim değişikliği etkilerini yoğun yaşayan ülkelerden biridir. İran'da klimatolojik, meteorolojik ve hidrolojik tehlikelerde belirgin yükselme, oluşan afetlerin sıklığı

ve büyüklükleri iklim değişikliğini bir göstergesi olarak belirtilmektedir. Çevresel faktörlerde ciddi değişim, sosyo-ekonomik kayıplar, toplum yaşamında olumsuz etkiler iklim değişikliğinin etkilerini İran özelinde araştırılmasını ve verilerin ortaya konulmasını gerektirmektedir.

Bu derleme çalışmanın amacı; (1) İklim değişikliği ile ilgili durumların aciliyetini anlamaya yardımcı olmak, (2) Toplum ve doğal çevreyi nasıl etkilediğine dair fikir vermek, (3) Küresel iklim değişikliğine genel bir bakış sunmak, (4) Dünya'da bazı alanlarda etkilerini belirtmek ve (5) İran'da iklim değişimi ve etkilerini bazı örnekler ile ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda; iklim ve iklim değişikliği tanımını, küresel ısınmaya neden olan anterepojenik sera gazı emisyonlarının açıklanması, küresel ısınmanın afetlerle olan ilişkisini belirtilmesi, İran'daki iklim değişikliği ve neden olduğu etkileri sunabilmek için geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bilgiler kitaplar, bilimsel makaleler, raporlar, konferans sunumları dışında NASA'nın veri tabanları ile bazı resmi haber sitelerinden derlenmiştir. Elde edilen bilgilerin revizyonu yapılarak ardından sistematik olarak çalışmada yer verilmiş ve yorumlarda bulunulmuştur. Çalışmada anlatımı kolaylaştırmak için harita, grafik ve resim gibi görsellere yer verilmiştir. Çalışmanın başlangıcını giriş ile amaç ve yöntem bölümleri oluşturmaktadır. İklim değişikliği etkilerine Dünya'dan bazı örnekler bir diğer bölüm olarak sunulurken, İran'daki iklim değişikliği etkileri ayrı bir bölümde genişçe anlatılmıştır. Bu bölüm altında sel, kuraklık, fırtına, orman yangını, yer çökmesi gibi afet tehlikeleri İran genelinde irdelenmiştir. Çalışmanın son bölümü tartışma ve sonuçlar bölümüdür.

## 3. İklim Değişikliği Etkilerine Dünya'dan Bazı Örnekler

İklim değişikliği dünyanın farklı bölgelerini farklı şekillerde etkilemektedir. Son yıllarda Dünya genelinde hava ve iklim değişikliği olaylarında ve bunların doğal çevre ve toplum üzerindeki etkilerinde ciddi artışlar söz konusudur (IPCC, AR5). Geçtiğimiz yıllarda iklim ilişkili afetler Dünyanın farklı kesimlerinde meydana gelmiştir (Şekil 4). İklim değişikliği küresel olmakla birlikte, olumsuz etkileri özellikle az gelişmiş ülkelerde ve yoksul insanlar üzerinde daha şiddetli hissedilmektedir (IPCC, AR5; Türkeş, 2022).

Türkiye, özellikle son yıllarda iklim ilişkili sel ve yangın afetleri ile karşı karşıya kalan ülkeler arasındadır. Kastamonu ilinde üç gün süren yoğun yağış sonucu 11 Ağustos 2021'de Bozkurt ilçesinde can kaybının fazla olduğu sel felaketi meydana gelmiştir. 71 kişinin hayatını kaybettiği sel felaketinde, birçok bina ağır hasar görmüş, iki bina çökmüş ve çok sayıda araba sel ile sürüklenmiştir (Fotoğraf 1a) (Caglayan vd., 2021).

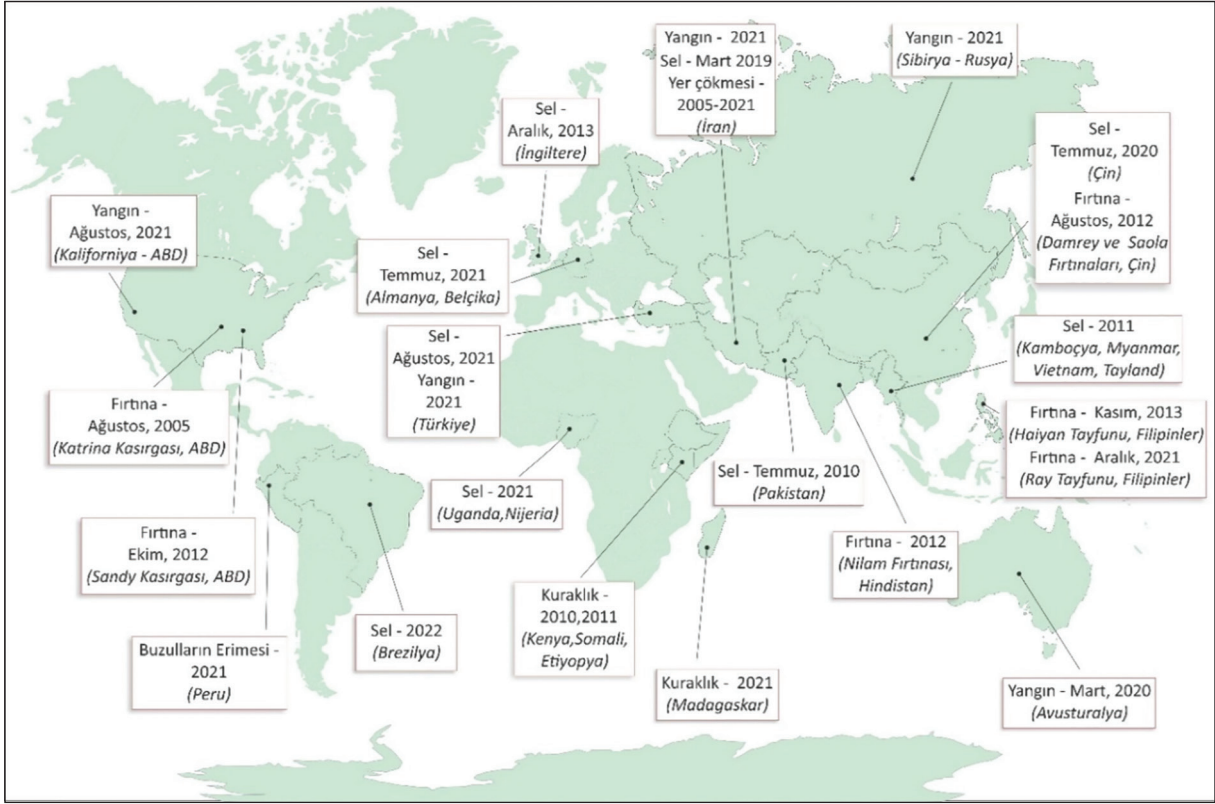
12-15 Temmuz 2021 arasındaki yoğun yağış, Fransa, Batı Almanya, Hollanda, Belçika ve Lüksemburg dahil batı Avrupa ülkelerinde sel felaketine neden olmuştur. Çoğu Almanya ve Bel-

**Tablo 1.** Dünya genelinde belirli dönemlerde iklim ilişkili bazı afetlerin oluşma sayıları.

**Table 1.** Worldwide number of occurrences of some climate-related disasters in specific periods.

Afet Dönemi	Sel	Yangın	Kuraklık	Fırtına	Aşırı Sıcaklıklar
1980-1999	1389	163	263	1457	130
2000-2019	3254	238	338	2043	432

**Kaynak:** (UNDRR, 2020).



Şekil 4. Dünya'da yakın dönemlerde iklim değişikliğine bağlı gelişen önemli bazı afetler.

Figure 4. Some significant disasters that have recently occurred in the world due to climate change.

çika'da olmak üzere 200'den fazla insan hayatını kaybetmiştir. Selin bu ülkelere toplam zararı yaklaşık 3 milyar avrodur. Aynı dönemde Çin ve ABD'de de benzer sel olaylarının meydana gelmesi iklim değişikliğinin bir sonucu olarak yorumlanmıştır (World Weather Attribution, 2021).

20 Temmuz 2020'de Çin'de yağın yağmur Yangtze Nehri'nin bazı kesimlerinde 5 m, bazı kesimlerinin 12 m yükselmesine neden olmuştur (Wei vd., 2020). 13 Ağustos itibarıyla selden etkilenenlerin sayısı 63 milyonun üzerindedir; sel felaketinde 219 kişi hayatını kaybetmiş, 400.000 ev tahrip olmuş, bölgeden 820.000 kişi tahliye edilmiş ve 5 milyon hektar tarım arazisi zarar görmüştür. Sel felaketinin ekonomik zararı 25 milyar dolardır (Guo vd., 2020).

Kenya ve bazı Afrika ülkeleri sık sık kuraklıklarla maruz kalan ülkelerdir (Fotoğraf 1b). 2010-2011 yıllarında Kenya, Somali ve Güneydoğu Etiyopya'daki şiddetli kuraklık, yarısı çocuk olmak üzere 13 milyondan fazla insanı etkilemiştir ve yalnızca Somali'de 250.000'den fazla can kaybına neden olmuştur (Ledwith, 2015; Checchi & Robinson, 2013).

2019-2020 yılında kuraklık ve yüksek sıcaklıklar, Avustralya'da uzun süre devam eden şiddetli orman yangınına neden olmuştur (Fotoğraf 1c). Avustralya'daki 2019-2020 yılı orman yangınları büyük ve geniş yayımlı olmuştur (Boer vd., 2020). Orman yangınlarında 33 kişi hayatını kaybetmiş, 3000'den fazla ev tümüyle tahrip olmuş ve yaklaşık 19 milyon hektar alan yanmıştır; nesli tükenmekte olan bazı türler de dahil olmak üzere yaklaşık 1 milyar hayvan telef olmuştur (Ehsani vd., 2020). Avustralya'daki 2019-2020 yılı orman yangınları, 2019 yılında meydana gelen Amazon yangınlarından (906.000 hektar) üç kat daha büyük olmuştur. NASA bu yangın sırasında

337 milyon ton CO2 atmosfere salındığını belirtmiştir (Haque vd., 2021). Bu yangınlar için farklı nedenler öne sürülse de ana neden iklim değişikliği olarak gösterilmiştir (Abatzoglou vd., 2019).

Haiyan (yerel adı Yolanda) Tayfunu, 8 Kasım 2013'de Filipinler'de yaşanan ender olaylardandır (Fotoğraf 1d). Haiyan Tayfunu, hızı saatte 375 km/s'te varan rüzgar esintisi oluşturmuş, merkezindeki hava basıncı 895 mbar'a ulaşmış ve Filipinler'in bazı bölgelerinde yoğun yağışa (615 mm) sebep olmuştur (Takagi vd., 2017; Primavera vd., 2016). Tayfun, Filipinler'de 6245 kişinin hayatını kaybetmesine, 28.626 kişinin yaralanmasına ve 1039 kişinin ise kaybolmasına neden olmuştur (Takagi & Esteban, 2016). 1 milyon evin yıkıldığı Haiyan Tayfununun Filipinler ekonomisine maliyeti yaklaşık 15 milyar dolar olarak hesaplanmıştır (Primavera vd., 2016).

29 Ağustos 2005'de ABD kıyılarına ulaşan Katrina Kasırgası Louisiana ve Mississippi eyaletlerinde benzeri görülmemiş zararlara neden olmuştur. Katrina Kasırgası ABD tarihindeki en maliyetli ve en ölümcül beş kasırgadan biri olarak kayıtlara geçmiştir (NOAA, 2006). Kasırgada 1.353 kişi hayatını kaybetmiş, 275.000 ev hasar görmüştür. Felaketin meydana getirdiği zarar 40.6 milyar dolardır (NOAA, 2006). ABD'yi etkileyen bir diğer kasırga Sandy Kasırgasıdır. 24-30 Ekim 2012 tarihleri arasında Karayip Denizi'nden Atlantik Okyanusu'na, buradan 30 Ekim'de de New Jersey'ye ulaşmıştır (Yin, 2013). Rüzgar hızı 128 km/saate ulaşan (Blake vd., 2012) Sandy Kasırgası New York ve New Jersey eyaletlerinde yaklaşık 20 milyon insanı etkilemiş, 200'den fazla insanın hayatına mal olmuştur (Kunz vd., 2013). Kasırganın ABD'ye maliyeti yaklaşık 100 milyar dolardır (Daniels vd., 2006).





**Fotoğraf 1.** a) Türkiye’de 2021 yılında yaşanan sel sonrası durum b) Doğu Afrika’daki 2010-2011 yılları arasında yaşanan kuraklıkta bölge sakinlerinin yaşam mücadelesi c) 2019-2020 yılları arasında Avustralya orman yangınından bir anın görünümü d) Filipinler’de 2021’de yaşanan fırtına sonrası durum (Kaynak: fotoğraf a, (Caglayan vd., 2021) ve diğer fotoğraflar haber sitelerinden)

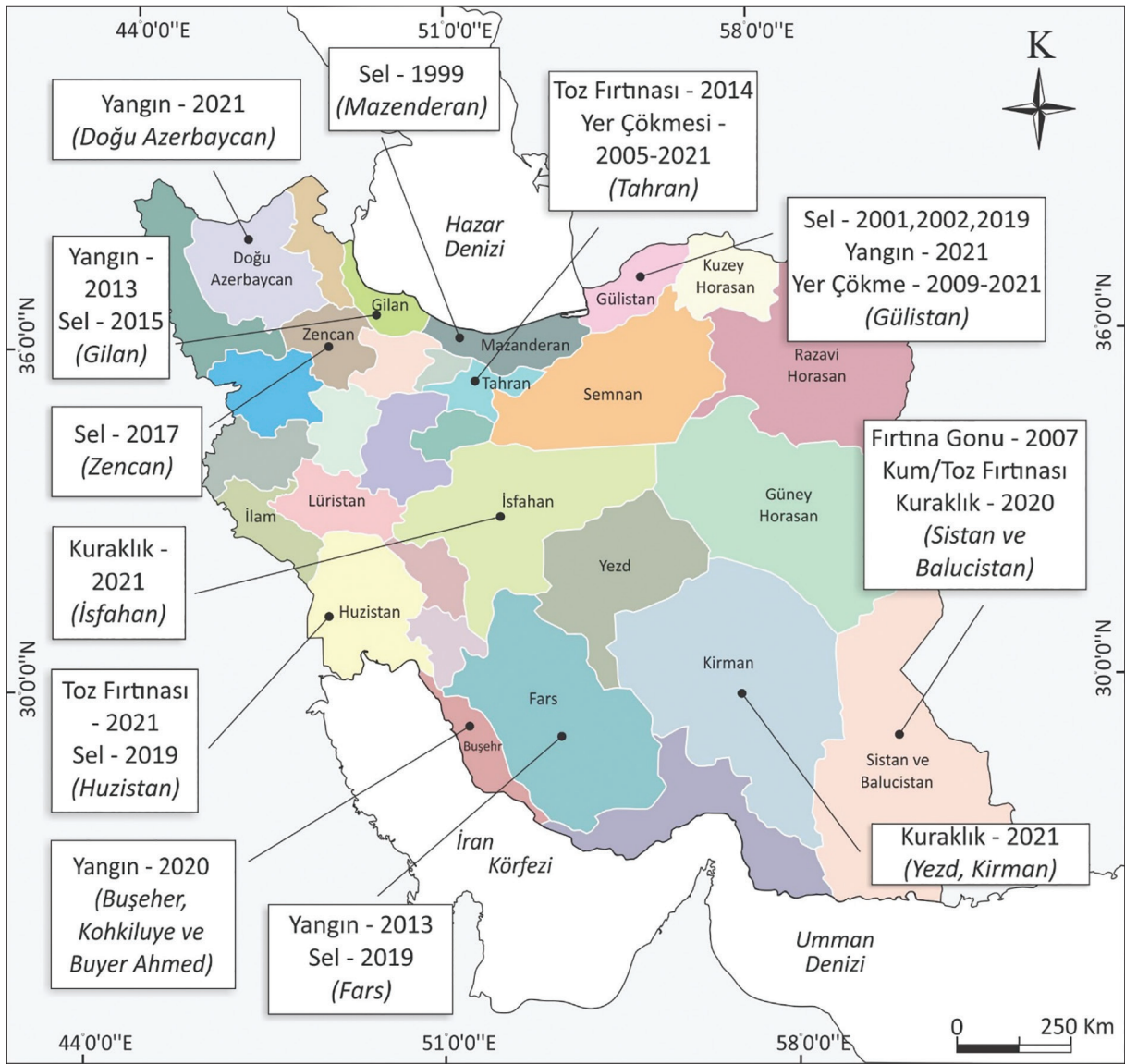
**Photo 1.** a) The post-flood situation in Turkey in 2021 b) The struggle for survival of the residents in the drought in East Africa in 2010-2011 c) A glimpse of the Australian forest fire in 2019-2020 d) The situation after the storm in the Philippines in 2021 (Source: photo a, (Caglayan et al., 2021) and other photos are from news sites)

#### 4. İran’da İklim Değişikliğinin Etkileri

Toplam yüz ölçümü 1.648 milyon km<sup>2</sup> olan İran, Ortadoğu’da 45°-63° Doğu ve 25°-40° Kuzey enlem-boylamları arasında yer almakta olup Dünyanın en büyük 16. ülkesidir (UNFCCC, 2017). İran kuzeyde Ermenistan, Azerbaycan, Türkmenistan ve Hazar Denizi, doğuda Afganistan ve Pakistan, güneyde Umman Denizi ve İran Körfezi, batıda Irak ve Türkiye ile çevrilidir. Ülke topraklarının yaklaşık %11.2’si tarım alanıdır. Ormanlar, meralar, çöller ve sanayi/konut alanları sırasıyla İran topraklarının %8.7, %52.1, %19.7 ve %7.3’ünü oluşturmaktadır (Mousavi vd., 2020). İran plato özelliği gösteren bir coğrafyada bulunmaktadır. Alborz ve Zagros Dağları Türk-İran Platosu’nun önemli yükseklikleridir. Yüksek ve alçak yüzey şekilleri, İran’ı ülke genelinde iklim koşullarının (yağış, nem, sıcaklık vb.) tekdüze olmadığını ortaya koymaktadır (UNFCCC, 2017). Batı kesimleri ile kuzey kıyı bölgeleri hariç İran’ın iklimi, ağırlıklı olarak kurak ve yarı kuraktır (Soudoudi vd., 2010; Fallah vd., 2017); yağış alan bölgelerindeki yağış oranları alanın coğrafik konumuna ve topoğrafik yüksekliğine bağlıdır (Razmi vd., 2017). Buna göre İran’ın yaklaşık %65’i kurak, %20’si yarı kurak, geri kalanı nemli veya yarı nemli iklim özelliklidir (Madani, 2014). İran’ın yıllık ortalama yağış miktarı 228 mm olmasına karşın çoğu bölgelerinde yıllık yağış 100 mm’den azdır; yağışın %75’i ülke alanının sadece %25’inde etkindir (Shaikh Biakloo Islam, 2018). İlginç olan durum, yağışın olduğu bölgelerde yağış mik-

tarında risk teşkil eden orantısızlıktır. Şiddetli yağışlar ülkenin bazı bölgelerinde sel ve fırtına oluşumlarına neden olmaktadır (Vaghefi vd., 2019). İstatistiki veriler 1958-1987 dönemine kıyasla sonraki yıllarda İran’da yıllık sıcaklık oranının 1.2 °C arttığı, yağış oranının ise %15 azaldığına işaret etmektedir (Babaeian, 2019). Sıcaklıktaki bu artışın özellikle İran’ın orta ve güney bölgelerinde daha yoğun hissedildiği kayıt altına alınmıştır (Darand vd., 2015).

Artan sıcaklıklar, azalan yağışlar, şiddetli soğuk havalar, İran’da değişen atmosferik ve iklimsel davranışları ortaya koymaktadır (Bakhtiyari, 2014). Yağışın az olduğu kesimlerde su kaynaklarında azalma, tarım ve bitki örtüsünde olumsuz gelişmeler, yeraltı su seviyelerinde düşmeler, kuruyan göller ve su teminindeki güçlükler İran’da iklim değişimine işaret etmektedir (Samadi vd., 2009; Gohari vd., 2013). İran, bulunduğu coğrafyadaki iklimsel özellikleri iklim değişikliğinin etkilerine karşı en savunmasız ülkeler arasında gösterilmektedir (Vaghefi vd., 2019). Son yıllarda, iklim değişikliğine bağlı olarak tüm ülke genelinde şiddetli yağışlarla birlikte ani seller ve bunun yanı sıra şiddetli kuraklık ve yüksek hava sıcaklığı nedeniyle ciddi riskler ile karşı karşıya kalan ülkelerden biri olarak değerlendirilmiştir (Eslamian vd., 2011; Vaghefi vd., 2019). Ülkenin her tarafında sıkça meydana gelen yer çökmeleri (Tourani vd., 2018) de iklim değişikliğinin dolaylı sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüzey ve yeraltı sularının kullanımında gösteril-



Şekil 5. İran'da son yıllarda iklim değişikliğine bağlı gelişmiş bazı afetler.

Figure 5. Some disasters that have developed due to climate change in Iran in recent years.

meven hassasiyet bazı sorunları da beraberinde getirmiştir (Parhizkari vd., 2015). Raporlar, son yıllarda ülkedeki 609 büyük ovasdan yaklaşık 220'sinin su kaynaklarının aşırı tüketildiğini ve su dengesinin ciddi bozulduğunu belirtmektedir (Falsafzade & Sabouhi, 2011). Ülkenin 609 ovasından 309 ovada yeraltı suyu çekimi yasaklanmış olup diğer 300 ovasında ise önemli tatlı yeraltı suyu kaynağı olmaması nedeni ile herhangi bir işlem yapılmamıştır (Montazeriun & Aslani, 2019). Yeraltı sularının aşırı çekimi ve kullanımı İran'ın bazı bölgelerinde değişen boyut ve geometrilerde yer çökmelerine veya obruk gelişimine neden olmakla birlikte benzer durum Türkiye'de Konya Ovası'nda da mevcuttur. İran'da son 100 yılda meydana gelen doğa kaynaklı afet durumuna bakıldığında dikkat çekici bir artış görülmektedir. 1900-1980 yılları arasında yılda 100'den az afet rapor edilirken, 2000-2019 arasında afet sayısı yılda yaklaşık 400'e ulaşmıştır (Kouzy vd., 2020). Afet olayı gelişim sayılarına bakıldığında İran Dünya'da doğa kaynaklı afet tehlikelerinin en çok geliştiği altıncı ülke konumundadır (Mousavi vd., 2020). Geçtiğimiz yıllarda iklim ilişkili afetler İran'ın farklı kesimlerinde meydana gelmiştir; bu afetlerin özellikle son 25 yılda yıkıcı olanlardan bazılarının afet türü, meydana geldiği yıl

ve afet yeri harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5). Bu kapsamda gelecek için yapılan tahminler ve bazı öngörüler iklim değişikliği ile ilişkili afetlerin İran'ın genelinde artışların meydana geleceği yönündedir (Rezayan vd., 2017).

#### 4.1. Sel

İran'da yoğun yağışlar sonrası sel olayları ve nehir taşkınları büyük bir tehlike oluşturabilmektedir (Vaghefi vd., 2019). Sellar, İran'da son 100 yılda en sık görülen iklim kaynaklı afetlerdir (Seddighi & Seddighi, 2020). Son 50 yılda sel olaylarının meydana gelme sıklığı giderek artmıştır (PDNA, 2019). Huzistan (1979, 2019), Sistan (1998), Kirman (1987), İsfahan (1987, 2019), Fars (1990, 2019), Gülistan (1999, 2001, 2002, 2005, 2019), Mazandaran ve Neka (1999), Neyşabur (1987), Kazvin (1999), Semnan (1987), Tabriz (1932), Tahran (1987) ve Zencan (1999) İran'da sel afetinden etkilenen, selin ölümcül ve yıkıcı etkilerini yaşamış yerleşim yerleridir. 2015-2020 arası İran'da 8 büyük sel afeti meydana gelmiştir (Vaghefi vd., 2019; Peyravi vd., 2019). 20 yıl içerisinde milyonlarca insan selden zarar görmüş, binlerce insan hayatını kaybetmiştir (Madani, 2014).



2019 Mart ayının ortalarından itibaren İran'ın farklı kesimlerinde (Gülistan, Kuzey Horasan, Hamedan, Lüristan, İlam, Huzistan ve Fars) iki hafta süre içerisinde şiddetli yağmur ve sel afeti yaşanmıştır (Şekil 5). 100 yılda bir meydana gelen bir durum olarak tanımlanan bu afet, yıllık yağışın %70'nin bir günde gerçekleşmesinin sonucudur (PDNA, 2019). 25 il, 200 ilçe ve 4.304 köy sel ve nehir taşkınlarından etkilenmiştir (SCNFR, 2019). Sel afetinde en az 78 kişi hayatını kaybetmiş, yaklaşık 1.140 kişi yaralanmış ve yaklaşık 365 bin kişi de yerinden olmuştur (PDNA, 2019).

Sel afetinin, en olumsuz etkisini yaşayan şehirlerden biri Fars ilinde Şiraz'dır. 25 Nisan 2019'da yaklaşık 15 dakika içerisinde yağın yağmur miktarı (76 mm/s) normal ortalama yağışlara göre yüksektir. Meydana gelen sel afeti sonucu 21 insan yaşamını kaybetmiştir (Şekil 6a). Aynı dönemde, 20 Mart 2019 tarihinde Gülistan'da meydana gelen sel afetinde 8 kişi hayatını kaybederken, 116 kişi de yaralanmıştır (Tourani vd., 2020). Sel sonucu bölgedeki barajlar taşmış, yerleşim alanları ve yaklaşık 240.000 hektar tarım alanı su altında kalmıştır (Şekil 6b); ayrıca 287 km karayolu, 84 köprü ve 200 metre demiryolu tahrip olmuş, 31 köyde kütle hareketleri meydana gelmiştir (Tourani vd., 2020).

Gülistan ilinde yılın sıcak mevsimlerinde kısa süreli sağanak yağışların meydana gelmesi ile ilin doğu kesimlerinde büyük hasarlar meydana getirmiştir. (Kordjezi vd., 2014, Tourani vd., 2020). Gülistan ilinde benzer sel afeti ani ve şiddetli yağışlar nedeni ile 10 Ağustos 2001'de meydana gelmiştir. Bu sel afetinde 243'ten fazla kişi yaşamını yitirmiş, 190 kişi kaybolmuştur. Gürkan Nehir Havzası'nda 500.000 hektarlık orman ve tarım arazileri sular altında kalırken iki baraj ile Gülistan ve Horasan illerini birbirine bağlayan karayolu tahrip olmuştur (Tourani vd., 2020). Yaz dönemi olması sebebiyle bazı bölgelerde salgın hastalıklar baş göstermiştir. Sel afetinin bilançosu yaklaşık 77 milyon dolar olmuştur (Modarres vd., 2016). Birleşmiş Milletler Gülistan'daki bu sel olayını Dünyanın en ölümcül sel olaylarından biri olarak ilan etmiştir. Bir yıl sonra 2002'de aynı bölgede yine Ağustos ayında sel afeti yaşanmış ve bu olayda 30 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu selin ekonomik maliyeti yaklaşık 70 milyon dolar olarak belirtilir (NRIRI, 2005). Gülistan'da sıklıkla meydana gelen bu sel olaylarının ana nedeni iklim değişikliği olarak görülür; bölgede orman tahribatı oranının %50'lere ulaşması, kötü arazi kullanımı ve insan faaliyetleri etkili faktörler olarak belirtilir (Modarres vd., 2016; Tourani vd., 2020).

#### 4.2. Kuraklık

Kuraklık, tüm iklimlerde ve coğrafi bölgelerde meydana gelen doğal bir olgudur; ancak etkileri kurak ve yarı kurak bölgelerde daha belirgindir. Kuraklık, özellikle son birkaç on yıldır İran'ın farklı bölgelerinde tekrar eden bir durum haline gelmiştir (NRIRI, 2005). Araştırmalar İran'da kuraklığın 20. yüzyılın sonlarında giderek arttığını göstermektedir (Dustan, 2015). Özellikle 1997-2001 yılları arasındaki kuraklığın belirgin etkileri olmuş tarım sektöründe yaklaşık 10 milyar dolar zarar gerçekleşmiştir (Modarres vd., 2016). Kuraklığa ek olarak tarımda yoğun su kullanımı ve sulak alanların yanlış yönetimi ülkenin büyük nehirlerinin ve göllerinin önemli bir kısmını yok etmiştir (Foltz,

2002). Daha büyük ölçekte bir kuraklık 2007-2009 yılları arasında meydana gelmiştir. Tarımda kayıp yaklaşık 19 milyar dolar olarak belirlenmiştir. 2009 yılında ülkenin kuzeybatı ve güneybatı bölgelerinde oluşan kuraklık İran'ın diğer bölgelerine göre daha yüksektir (Modarres vd., 2016). İklim değişikliğine bağlı gelişen kuraklığın ve buna ek olarak yanlış su yönetiminin ciddi olumsuz etkileri olmuştur. İran'ın doğusunda Hamun Gölü, güneyinde Parişan ve Şadegan Gölleri (Kaffashi vd., 2013; Etemadi vd., 2014) ve İran'ın orta kesimindeki Zayandeh-Rud Nehri (Molle vd., 2008; Gohari vd., 2013) neredeyse yok olma riski altındadır (Şekil 5). Orta Doğu'nun en büyük gölü ve Dünya'nın en büyük tuzlu göllerinden olan Urumiye Gölü önemli ölçüde küçülmüştür (Madani, 2014). Son 20 yılda, iklim değişikliği ve şiddetli su tüketiminin bir kombinasyonu sonucu kapalı havza olan Urumiye Gölü'ne taze su girişini azaltmış ve göl yüzeyi seviyesi 1995 yılında 5500 km<sup>2</sup>'den 2018 Kasım ayına kadar yaklaşık 1661 km<sup>2</sup>'ye düşmüştür (Mohebbi vd., 2020).

İran'ın çoğu bölgelerinde kuraklık yaşanmaktadır; ancak güneydoğu bölgesindeki durum çok daha karmaşık ve ciddidir (Babae & Alijani, 2013) (Şekil 6c). Bölgede ülke ortalamasına göre daha az yağış olması bir yana, Dünyanın en büyük çöl alanına yakın olması, kuvvetli rüzgarların bölgede egemen olması kuraklık sorunlarını artırmaktadır (Parvazi, 2017). İsfahan, son yıllarda kuraklık, su kirliliği ile karşı karşıya kalan ve su kıtlığı olan illerden biridir. Yağışların azalması, yeraltı su kaynaklarının ciddi şekilde azalması, Zayandeh-Rud Nehrinin kirlenmesi, kuruması ve Gavkhuni sulak alanlarının kuruması bu ildeki kuraklık ve su kıtlığının en önemli sonuçlarıdır (Ghaderi & Mahmud Zadeh, 2014). Bölgede yapılan araştırmalar İsfahan ilinin birçok bölgesinde hafif ile çok şiddetli derecelerde uzun süreli kuraklık olduğunu, ilin %69.1'inin kuraklıktan etkilendiğini ve sadece %30.8'inin normal durumda olduğunu gösterir (Esfahan Meteorological Department, 2020). Zayandeh-Rud Nehri, bir zamanlar tarihi İsfahan kentinden geçen ve bölge için çok önemli bir nehirdir (Halbian & Shabankari, 2010). Ancak son dönemde nehir tamamen kurumuş, sonuçları itibarıyla ciddi etkiler ve büyük krizler yaratmıştır (Rahimi & Mohammadi, 2017) (Şekil 6d). Zayandeh-Rud Nehir havzasında su kaynaklarındaki istikrarsızlığın oluşmasında, doğa (iklim değişikliği ve kuraklık) ve insan faktörlerinin (nüfus artışı, endüstri gelişimi, su transferi ve buna bağlı olarak artan su çekimi) birleşiminin etkili olduğunu belirtmiştir (Nikouei vd., 2012).

#### 4.3. Fırtına

Gonu super siklonu, Arap Denizi'nde oluşan en güçlü tropikal siklondur. Gonu, 4 Haziran 2007 tarihinde hızı 315 km/s'te ulaşan ve bir çok ülkeyi etkileyen siklondur (Fritz & Naderi Beni, 2015). İran'ı da etkileyen siklon, Sistan ve Balucistan ilinde şiddetli yağışlara neden olmuştur (Şekil 5). Hızı 111 km/s'te ulaşan rüzgarlar elektrik kesintilerine neden olmuş, bazı evlerde hasar meydana getirmiş ve bazı yangınlara yol açmıştır (Tyagi vd., 2011). Yağışlar pek çok evi su basmasına, bazı ana yolların geçici olarak kapanmasına ve Nikşahr'da bir barajın yıkılmasına neden olmuştur. Bu olay 23 can kaybına ve 216 milyon dolara ulaşan hasarlara neden olmuştur (Tyagi vd., 2011).

Dünya'da Arap Yarımadası, Suriye, Irak ve İran'ın da içerisinde yer aldığı Batı Asya önemli toz fırtınalarının geliştiği bölgeler arasındadır (Prospero vd., 2002; Bolorani vd., 2012). Son yıllarda İran'da kum ve toz fırtınalarının sıklığı ve olumsuz etkileri önemli ölçüde artmıştır (Hui vd., 2015). Toz fırtınaları Sistan ve Balucistan, Kirman, Güney Horasan ve Yazd gibi bazı illerle sınırlıyken artık neredeyse İran için ulusal sorun olmaya başlamıştır (Firuzian & Mohammadi sadegh, 2016). Yakın zaman verileri İran'ın 22 ilinin değişen yoğunluk ve şiddetlerde toz ve kum fırtınalarından etkilendiğini ortaya koymaktadır (Ghaffari

& Mostafa zadeh, 2015). Bu fırtınalardan 5 milyon insan doğrudan etkilenmiştir (Morabbi, 2011). Sistan ve Balucistan bölgesinde, yılda ortalama 70 günden fazla toz fırtınasının yaşanması nedeni ile, bu bölgeler toz fırtına oluşum merkezlerinden biri olarak tanımlanmıştır (Washington vd., 2000) (Şekil 5 ve 6e). İran'ın güneybatısındaki toz fırtınalarının artışının ana sebebi olarak İran ve komşularındaki kuraklık ve doğal kaynakların olumsuz kullanımı gösterilmektedir (Velayatzadeh, 2020). Huzistan'da toz fırtınasının sık, yoğun ve etkili gelişmesinin nedeni olarak Irak ve Suudi çöllerine yakın olması, bitki örtü-



Şekil 6. İran'da son yıllarda iklim değişikliğine bağlı gelişmiş bazı afetlerin görünümü.

Figure 6. The photos of Some disasters that have developed due to climate change in Iran in recent years.



sünün yok edilmesi, bu bölgelerde sulak alanların kuruması ve kuraklıkların nedeni ile nehir havzalarından aşırı su çekilmesi gösterilmektedir (Velayatzadeh, 2020) (Şekil 5 ve 6f).

#### 4.4. Orman Yangını

Orman yangınları, tüm Dünya'da olduğu gibi İran'da da ekosistemin ciddi zarar görmesine neden olmaktadır (Pausas vd., 2008; Banej Shafiei vd., 2010). Son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliği, Dünya ormanlarında ve İran'da yangınları artıran en önemli faktörler arasında yer alır (Eskandari, 2015). Bu faktörler, ortalama sıcaklığı artırarak, yağışları ve bağıl nemi azaltarak, kuraklığı ve sıcak rüzgarları artırarak doğal ve ormanlık alanlarda yangınların boyutu, yoğunluğu ve sıklığında önemli rol oynamaktadır (Eskandari, 2015). Sıcak mevsimlerde yüksek sıcaklıklar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık, ormanlık alanlarda yüksek kuraklık katsayılarına sahip yanıcı kuru madelerle birlikte orman yangınlarının ana nedenlerinden biridir (Yousefi & Celilvand, 2010). Ayrıca son dönemlerde yaşanan kuraklıkların artması, orman yangınlarının da İran'da yaygınlaştığını göstermektedir. İran, yangın nedeniyle orman tahribatı açısından Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkeleri arasında dördüncü sırada yer alır (Ghazanfar pour vd., 2017). Her yıl yaklaşık 6.000 hektar orman İran'da yanmaktadır (FAO, 2005). Orman ve Havzalar Teşkilatı'nın raporuna göre 2001-2011 yılları arasında ülkenin orman ve meralarında toplam 157.121 hektarlık alanda 14.960 yangın meydana geldiği belirtilmiştir (Janbazghobadi, 2019). Alborz Dağları'nın kuzey yamaçları ile Zagros Dağları'nın batı yamaçları yoğun orman örtüsüne sahip olması nedeniyle bu kesimlerde her yıl çok sayıda orman yangınları meydana gelmektedir (Mohammadi & Yolmeh, 2014). İran'ın kuzeyindeki yangınlar %7 oranındadır (Banej Shafiei vd., 2010). 2013 yılında bu kesimlerde çıkan 249 yangınla 345.5 hektar alan yanmıştır (Ghazanfar pour vd., 2017) (Şekil 5). Gilan'da 1998-2000 yılları arasındaki orman yangınlarının sebepleri üzerine yapılan çalışmada yangınların %81'inin Ağustos, Aralık ve Ocak aylarında meydana geldiği ve bu yangınların meydana gelmesinde sıcak ve kuru rüzgarların etkili olduğu belirlenmiştir (Amlishi, 2007) (Şekil 6g). Yine İran'ın kuzeyinde yer alan Gülistan ili de orman yangınlarından sıklıkla etkilenmektedir (Şekil 6h). Son 10 yılda Gülistan'da 9.068 hektarlık alan yanmıştır (Janbazghobadi, 2019). Buradaki yangın sayılarının artışının sebebi, iklim değişikliğine bağlı olarak, sonbahar sıcak rüzgarlarının bölgede etkili olması gösterilmektedir.

#### 4.5. Yer Çökmesi

İran'da son yıllarda yaşanan en önemli afet ve sorunlardan biri de yer çökmeleridir; yer çökmelerinin ana nedeni olarak kuraklık ve yeraltı suyu seviyesinin kontrolsüz düşüşü gösterilmektedir (Rahnama & Mirasi, 2014; Tourani vd., 2018; Ekrami, 2019). İranın yaklaşık 600 ovasının yarısından fazlası yer çökmelerine maruz kalmıştır (Karimi vd., 2013). İlk yer çökmesi olayı 1967 yılında Rafsanjan Ovası'nda rapor edilmiştir (Hoseini Milani, 1994). Golpayegan, Haştgard, Tahran, Damkan, Gürgan, Sircan, Erdakan Yezd, Faminin Kabudar Ahang Hamedan, Moein Abad Varamin Ovaları son yıllarda yer çökmesi olayları ile gündeme gelmektedir (Tourani vd., 2018) (Şekil 5).

Ülkenin başkenti ve en büyük şehri olan Tahran'da kayıt altına alınan yer çökme olayları dikkat çekmektedir (Rahnama & Mirasi, 2014) (Şekil 6i). Tahran'ın farklı bölgelerinde gelişen çökme miktarı yılda yaklaşık 16 - 17 cm'e ulaşmış durumdadır (Shemshaki & Soltani, 2006; Rahnama & Mirasi, 2014). Gürgan Ovası'nın bazı kesimlerinde de benzer durum söz konusudur. 26.01.2007-11.12.2009 tarihleri arasındaki gözlem ve hesaplamalar ile Gürgan yerleşim yerinde 4.8 cm'lik bir çökmenin meydana geldiği belirlenmiştir (Tourani vd., 2020).

#### 5. Tartışma ve Sonuçlar

Antropojenik iklim değişikliği, Dünya genelindeki tüm ülkeleri etkileyen küresel bir sorundur. Son yıllarda elde edilen bulgular iklim değişikliğinin büyük ölçüde insan faaliyetlerinden kaynaklandığına işaret etmektedir. Atmosferde sera gazlarındaki orantısız artışlar iklim değişikliğinin başlıca sebebidir. Artan küresel ısınma oranı insan faaliyetlerinden kaynaklanan karbondioksit ve diğer sera gazı emisyonlarının yakın çevremizde ve Dünya'nın diğer kesimlerinde yaşanan afetlerin ve olumsuzluklarının başlıca sebebi olduğu pek çok çevrede kabul edilmektedir. İstatistik veriler İran'ın yaklaşık 687 milyon ton CO2 üretimi ile Orta Doğu'da iklim değişikliğinden sorumlu birinci, Dünyada ise altıncı ülke sıralamasında olduğuna işaret eder (Mansouri Daneshvar vd., 2019; Blazy vd., 2021). İran'ın sera gazı emisyonlarına böylesi yüksek seviyede katkısının başlıca sebepleri arasında petrol ve gaz tüketimi ile hızlı kentleşme gösterilmiştir (Mansouri Daneshvar vd., 2019). İran'ın iklimine ilişkin çalışmalarda, iklim değişikliğinin son yıllarda meydana geldiği ve bu eğilimin gelecekte de devam edeceği yorumları öne çıkmaktadır (Alizadeh-Choobari vd., 2016; Panahi & Esmaeel Darjani, 2020). Dünya Meteoroloji Örgütü, son 100 yıl içerisinde İran'da meydana gelen afetlerin sıklığının katlanarak arttığını belirtmiştir (WMO, 2019). İklim ilişkili afetlerde son 20 yıldaki artış özellikle dikkat çekicidir. Bu kapsamda kuraklık, toz fırtınaları, hava kirliliği, sel, aşırı sıcaklık, aşırı soğukluk yaşam alanlarında etkin olmaktadır (Rezayan vd., 2017). Bu durum ülkenin çevresel, ekonomik, sosyal ve güvenlik boyutlarda olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Dünya risk raporuna göre, afetlerin İran üzerindeki böylesi etkilerinden dolayı İran yüksek kırılganlığa sahip ülkeler arasındadır (Heintze vd., 2018; Seddighi & Seddighi, 2020). İran hükümeti son 100 yılda afetlere yaklaşık 29 milyar dolar harcamıştır (Seddighi & Seddighi, 2020); afetlere ayrılan bütçeden deprem hasarlarını çıkardığımızda kuraklık, sel, kasırga, kum ve toz fırtınası, aşırı sıcaklık/soğukluk, yoğun kar ve orman yangını harcama yapılan afetleri göstermektedir. Kuraklık belirtilen bütçe içerisinde en yüksek kalemi oluşturmaktadır; bu bütçenin %47'sini kapsamakta olup harcanan para yaklaşık 14 milyar dolardır. Sel ve fırtınalar için yaklaşık 6 milyar dolar, kum ve toz fırtınaları için yaklaşık 10 milyon dolar, yangınlar için yaklaşık 6 milyon dolar, aşırı havalar için yaklaşık 45 milyon dolar ve yoğun kar için yaklaşık 180 milyon dolar harcanmıştır (Seddighi & Seddighi, 2020). Bu durum ülkenin yaklaşık %85'inin kurak ve yarı kurak iklimlerde olması ve son zamanlarda iklim değişikliğinin etkileri ile birlikte İran'da kuraklık ve sel afetlerinin yoğunluk kazanmasını açıklamaktadır.



Küçülen nehirler, sulak alanlarda ve göllerde ciddi kurumalar ve yeraltı su seviyelerinde giderek düşmeler, ülkedeki 292 ovanın su seviyelerinin kritik boyuta ulaşması, toprak tuzlanması, yer çökmelerinde artışlar ve toz fırtına oluşumlarında sıklıklar dikkat çekici boyutlardadır (Vaghefi vd., 2019). Bir kısım çalışmalarda toz fırtınaları ile kuraklığın yoğun olduğu yıllar arasında doğrudan bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Alizadeh-Choozari vd., 2016, Dastorani & Jafari, 2019). Eskandari, (2015)'e göre İran'da son zamanlarda yangınları artıran en önemli faktör, iklim değişikliğidir. İran'ın ormanlar açısından Dünyanın en fakir 56. ülkesi olması bir yana her yıl birkaç bin hektarlık ormanın yanmasına ev sahipliği yapmaktadır (Hoshyarkhah & Jamshidi Alashti, 2007). Yangınların artması ülke genelinde ormanlık alanların daha da azalmasına neden olmaktadır; bunlar arasında Gülistan ilinde neredeyse her yıl büyük çaplı orman yangınları kayıtlara geçmektedir (Janbazghobadi, 2019). Yağışların giderek azalmasının görüldüğü alanların aksine son yıllarda bazı kesimlerde şiddetli yağışların gelişimi, küresel ısınmanın bir diğer sonucu olarak değerlendirilmektedir (Pfahl vd., 2017). Ülkenin çoğu bölgesinde yaşanmakta olan uzun süreli şiddetli kuraklıklar nedeni ile, azalan bitki örtüsü ve artan çölleşme oranı toprak geçirgenliğine sebebiyet vererek, yoğun ve ani yağışlarla birlikte nehirlerin ve kanalların taşmasına ve şiddetli sellerin meydana gelmesine neden olmuştur (Shaikh Biakloo Islam, 2021). Gülistan ilinde 2001 ve 2002 yılları selleri ile diğer bir çok sel olayının aynı faktörler altında meydana geldiğini örnek verebiliriz (Tourani vd., 2020). Ülke genelinde iklim değişikliğinin bariz etkisi olan yıllık yağışların olumsuz eğilimi ve yağış modellerinin değişmesi yanı sıra ülke genelinde arazi kullanımındaki değişiklikler, yalnız su kaynakları yönetimi politikaları, sel ve kuraklıkların büyümesinin ana nedenleri olarak belirtilmiştir (Modarres vd., 2016). Ayrıca belirlenen bu faktörler ülkenin bir çok ovasında Gürkan ve Tehran Ovalarında olduğu gibi yer çökmelerinin meydana gelmesinende neden olmaktadır (Tourani vd., 2020; Rahnama & Mirasi, 2014). Bu nedenle iklim değişikliği ile ilgili dolaylı olarak oluşan yer çökmeleri İran'da önemli ve yaygın bir diğer tehlike haline gelmiştir. İstatistiki verilere göre yer çökmeleri, yüksek ekonomik maliyetlere neden olan bir diğer husus olup, ülke genelinde farklı ovalarda hızla yayılmaktadır (Montazeriun & Aslani, 2019). Bütün bu meteorolojik, hidrolik ve klimatolojik afetler ülkeyi pek çok bakımdan olumsuz etkilerken, iklim değişikliği ile ilgili son zamanlarda yapılan araştırmalar sonucunda oluşturulan senaryolar İran'ın gelecekte daha yüksek sıcaklıklara geçiş yapacağı bir iklimi öngörmektedir (Fallah-Ghalhari vd., 2019; Rezayan vd., 2017). İran'da artacak bu sıcaklıklar önümüzdeki 10 yıl için ortalama 2.6 °C'lik bir artış ve yağışlarda %35'lik bir düşüş şeklinde gerçekleşeceği belirtilmiştir (NCCOI, 2014). 2100 yılında İran'ın çoğu bölgesinde sıcaklığın yaklaşık 4.5 °C kadar artacağı tahmin edilmektedir (Borna vd., 2011). Yapılan senaryolar doğrultusunda yağışların azalması yanı sıra gelecekte ülkede yağışların artması muhtemel olan tek bölge güneydoğu olduğu tespit edilmiştir, ancak artacak olan bu yağışlarında davranışının değişeceği ve ani sellerin oluşmasına neden olacağı belirtilmiştir (Rezayan vd., 2017). Değişecek iklim altında ülke genelinde 2050'li yıllardan itibaren yağışların azalmasını, kuraklıkların yoğunlaşmasını ve sel sıklığının artmasının bariz bir şekilde yaşanacağı öngörülmüştür (Rezayan vd., 2017; Vaghefi vd., 2019). Bu değişiklikler nedeni ile önümüzdeki yıllar-

da ülkenin su krizi ile karşı karşıya kalacağına altı çizilmiştir (Alvankar vd., 2015). Su krizi ile birlikte tarım sektörünün üretimde önümüzdeki 31 yıl içinde %31 oranında düşüş yaşayacağı öngörülmektedir (Panahi & Esmaeel Darjani, 2020). Ayrıca tarım sektöründeki olumsuz etkilerin ticaret, kalkınma ve gıda güvenliği üzerinde de dolaylı etkileri olacaktır. İran'da iklim değişikliği gelecekte meteoroloji, hidrolik ve klimatolojik tehlikelerin artmasına, bunlarla birlikte ve dolaylı olarak ekonomik maliyetlerin artmasına, tarım üretiminde düşüş ve tüm ülkede iklim riski taşıyan bölgelerden göçlerin artması gibi başlıca sorunlara neden olacaktır. Yapılan değerlendirmeler İran'da iklim değişikliğinin kaçınılmaz olarak gerçekleşeceğini göstermektedir. Bilimsel veriler, iklim sisteminde olası kırılma noktalarının olması durumunda ülke genelinde telafisi mümkün olmayan kalıcı olumsuz değişimlere işaret etmektedir.

İran'da iklim değişikliğinin inkar edilmez bu önemine göre, bu durumun etkilerini uygun hız ve doğrulukla değerlendirebilecek mekanizmalara ihtiyaç vardır. İran önümüzdeki 10 yıl içerisinde iklim ile ilişkili tehlike ve afetlerden doğrudan veya dolaylı olarak etkileneceği için doğa kaynaklı nedenlere bağlı tehlikelerin (sel, fırtına, kuraklık, sıcak hava dalgası, yer çökmeleri, orman yangınları) sistematik olarak kontrol altında tutulması gerekmektedir. İnsan faaliyetlerine bağlı küresel ısınma ve iklim değişikliğinin oluşturduğu bu tehlikeleri ülkede önlemek ve afetleri ile başa çıkmak için geç kalınmadan bazı tedbirlerin alınması ve sistematik uygulamaların yapılması küresel ısınmanın ülkede 2 °C'nin altında tutulmasını sağlayacaktır.

Bu kapsamda;

1. Daha fazla bulgulara ulaşmak, sağlıklı verilerin elde edilmesi ve verilerin modeller eşliğinde işlenmesi için İran özelinde bilimsel araştırmaların artırılması gerekmektedir.
2. Yenilenebilir enerji uygulamalarına öncelik vermek, sera gazı emisyonlarını en aza düşürmek hatta sıfırlamak için politikalar üretmek ve uygulamalarda bulunmak gerekmektedir. Politikaların uluslararası yükümlülüklerine katılmak, bu konuda örnek ve gerektiğinde zorlayıcı olmak önemlidir.
3. Ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmesi ve yeşil alanların artırılması sera gazları emisyonlarının azaltılmasında etkili ve düşük maliyetli yöntemdir. Böylece gelecekte olası yüksek maliyetli uygulamaların ve ciddi sosyo-ekonomik kayıpların önüne geçilmesi söz konusudur.
4. Fosil yakıtların tüketilmesi insan yaşamı için önemli konfor sağlasada atmosfere olan olumsuz etkileri ile gelinen durum ortadadır; ülke politikalarında fosil yakıtlar, kullanım alanları ve tüketilme koşulları için yeni düzenlemeler ele alınması önem arz etmektedir.
5. Mevcut yerleşim yerlerinde iklim ile ilişkili tehlikelere göre yeni düzenlemeler getirilmesi, tekrarlanan afetlere göre her türlü alt ve üst yapılarda tedbirler alınması, yeni yapılaşmalarda ve çevre düzenlemesinde risk te-

melli uygulamaların göz önünde bulundurulması önem teşkil etmektedir.

6. İran'da tekrarlanması muhtemel olan afetlerin başında sel afeti gelmektedir ve buna yönelik olarak bölgelerdeki yerleşim yerleri ile alanlardaki alt ve üst yapılar için planlı tedbirlerin alınması önceliklidir. Nehir veya dere yataklarında gerekli iyileştirmelerin yapılması öncelikli tedbirler arasında gelmelidir. Bölgelerdeki orman alanlarının korunması sel felaketlerinin ve toz fırtınaları gibi olayların minimize edilmesinde ayrıca önem taşımaktadır.
7. Küresel ısınma altında kuraklıkların arttığı İran gibi kurak bölgelerde su kullanımlarında özellikle nehir sularının kullanımında örneğin Zayandeh - Rud gibi önemli nehirlerin üzerinde kurulan barajlarla ilgili, tarım ve endüstri için su kullanım şekli ve miktarı dikkate alınmalıdır.
8. Ülke genelinde yangın açısından yüksek riskli alanlar, önleyici tedbirler için daha yüksek önceliğe sahiptir, bu nedenle yangınla mücadele için ihtiyaç duyulan tesisler yangın mevsimi başlamadan önce yüksek riskli alanlarda yoğunlaştırılmalıdır.
9. İran'da meydana gelen orman yangınları çoğunlukla iklimsel faktörler ve insan etkileri ile oluşmaktadır. Bu afet tehlike ve riskini azaltabilmek veya ortadan kaldırmak için bir kültür oluşturularak, sıcak ve kurak günlerde ormanlarda ve mesire alanlarında yangın yasakları ilan edilerek ormanlarda yangın çıkma riski azaltılabilir.
10. Kuraklık ve yer çökmeleri, sel gibi diğer afetlerle karşılaştırıldığında, meydana gelme sıklığı ve görünür tahribatı yavaştır. Zamanında ve geç olmadan gereken önemlerin alınması, oluşabilecek maddi kayıpların önüne geçilmesini sağlayacaktır.

### Teşekkür

Yazarlar, titiz ve düzenli editörlüğü için dergi editörü Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR ile makaleye yapıcı önerileri ve değerli katkıları nedeniyle isimlerini belirtmeyen tüm hakemlere teşekkürü borç bilirler.

### Çıkar Çatışması – Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bildirilmemiştir. *No potential conflict of interest was reported by the authors.*

### Kaynakça

- Abatzoglou, J. T., Williams, A. P., & Barbero, R. (2019). Global emergence of anthropogenic climate change in fire weather indices. *Geophysical Research Letters*, 46(1), 326-336. <https://doi.org/10.1029/2018GL080959>
- Adedeji, O., Okocha, R., & Olatoye, O. (2014). Global climate change. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2, 114-122. [https://www.scirp.org/pdf/GEP\\_2014042109284451.pdf](https://www.scirp.org/pdf/GEP_2014042109284451.pdf)
- Albergel, C., Calvet, J. C., Gibelin, A. L., Lafont, S., Roujean, J. L., & Berne, C. (2010). Observed and modelled ecosystem respiration and gross primary production of a grassland in southwestern France. *Biogeosciences*, 7(5), 1657-1668. <https://doi.org/10.5194/bg-7-1657-2010>
- Alizadeh-Choobari, O., Ghafarian, P., & Owlad, E. (2016). Temporal variations in the frequency and concentration of 47 dust events over Iran based on surface observations. *International Journal of Climatology*, 36(4), 2050-2062. <https://doi.10.1002/joc.4479>
- Alvankar, S. R., Nazari, F., & Fattahi, E. (2015). The intensity and return period of drought under future climate change scenarios in Iran. *Journals of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 3(2), 99. <https://www.magiran.com/paper/1622841?lang=en>
- Amlishi, A. (2007). A study of the type and causes of fire in the forests of Gilan province. [Conference presentation]. The Second National Conference on Plant Protection of Forests and Rangelands of the Country, In the Field of Forests and Forestry, 129-128.
- Babaei, O., & Aljani, B. (2013). Spatial analysis of long duration droughts in Iran. *Physical Geography Research Quarterly*, 45(3), 1-12. <https://doi.10.22059/JPHGR.2013.35831>
- Babaeian, E. (2019, November 18-19). Climate change in Iran: from effects and threats to opportunities. [Conference presentation]. Sixth Regional Conference of Climate Change, Tehran. <https://civilica.com/doc/1002757>
- Bakhtiari, A. (2014). Country report: the islamic republic of Iran on disaster risk management. Iranian National Disaster Management Organization (NDMO) And Visiting Researcher at ADRC [https://www.adrc.asia/countryreport/IRN/2013/IRN\\_CR2013B.pdf](https://www.adrc.asia/countryreport/IRN/2013/IRN_CR2013B.pdf)
- Banej Shafiei, A., Akbarinia, M., Azizi, P., & Eshaghi Rad, J. (2010). Impacts of fire on some chemical properties of forest soil in north of Iran (case study: Kheyroudkenar forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(41), 365-379. [https://ijfpr.areeo.ac.ir/article\\_107690.html?lang=en](https://ijfpr.areeo.ac.ir/article_107690.html?lang=en)
- Başoğlu, A., & Telatar, O. M. (2013). İklim değişikliğinin etkileri: tarım sektörü üzerine ekonometrik bir uygulama. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (6), 8-25. [https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/sbedergisi\\_e88c5.pdf](https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/sbedergisi_e88c5.pdf)
- Blake, E. S., Kimberlain, T. B., Berg, R. J., Cangialosi, J. P., & Beven, J. L. (2012). Tropical cyclone report: Hurricane Sandy 2012. U.S. National Hurricane Center. [https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL182012\\_Sandy.pdf](https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL182012_Sandy.pdf)
- Blazy, R., Błachut, J., Ciepela, A., Labuz, R. Ç., & Papież, R. (2021). Renewable energy sources vs. an air quality improvement in urbanized areas - the metropolitan area of Kraków case. *Frontiers in Energy Research* 9, 767418. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.767418>
- Boer, M. M., Resco de Dios, V., & Bradstock, R. A. (2020). Unprecedented burn area of Australian mega forest fires. *Nature Climate Change*, 10,171-172. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0716-1>

- Boloorani, A. D., Nabavi, S. O., Azizi, R., & Bahrami, H. A. (Eds.). (2012). Characterization of Dust Storm Sources in Western Iran Using a Synthetic Approach. *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, Springer Atmospheric Sciences. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29172-2\\_59](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29172-2_59)
- Borna, R., Roshan, G., & Shahkoochi, A. K. (2011). Global warming effect on comfort climate conditions in Iran. *Advanced Environmental Biology*, 5(11), 3511-8.
- Caglayan, A., Saber, R., & Isik, V. (2021, October 10-14). Assessment of August 11, 2021 Bozkurt flood disaster with Sentinel-2 satellite images, Turkey. [Conference presentation]. 11th Congress of the Balkan Geophysical Society, Bucharest. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202149BGS88>
- Checchi, F., & Robinson, W. C. (2013). Mortality among populations of southern and central Somalia affected by severe food insecurity and famine during 2010–2012. FAO and FEWS NET, 87 pp. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/be225a03-c4e6-4b65-90aa-d6386c27997a/>
- Darand, M., Masoodian, A., Nazaripour, H., & Mansouri Daneshvar, M. R. (2015). Spatial and temporal trend analysis of temperature extremes based on Iranian climatic database. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(10), 8469-8480. <https://doi.org/10.1007/s12517-015-1840-5>
- Dastorani, M., & Jafari, M. (2019). Analysis of the trend of dust changes in Ardestan region, Iran. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 2(1), 45-54. <https://doi.org/10.22052/jdee.2019.173755.1049>
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54. [https://doi.org/10.1501/Csatum\\_0000000013](https://doi.org/10.1501/Csatum_0000000013)
- Doğan, S., Özçelik, S., Dolu, Ö., & Erman, O. (2010). Küresel ısınma ve biyolojik çeşitlilik. *İklim Değişikliği ve Çevre*, (3), 63-87. <https://www.researchgate.net/publication/262914443>
- Dustan, R. (2015). An analysis of droughts in Iran in the last half-century. *Journal of Climatological Research*, 6 (23-24), 2-19. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=290550>
- Ehsani, M. R., Arevalo, J., Risanto, C. B., Javadian, M., Devine, C. J., Arabzadeh, A., Venegas-Quiñones, H. L., Dell'Oro, A. P., & Behrang, A. (2020). 2019–2020 Australia fire and its relationship to hydro climatological and vegetation variabilities. *Water*, 12(11), 3067. <https://doi.org/10.3390/w12113067>
- Ekrami, M. (2019, July 16-17). Severe drop in groundwater is the most important cause of subsidence in the plains of the country. [Conference presentation]. 14th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Orumieh. <https://civilica.com/doc/1012204/>
- Elizabeth, B., Ramankutty, N., Hyman G., & Coomes, O. T. (2010). The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 5, 9 pp. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/2/024002>
- Esfahan Meteorological Department, (2020). Analytical report of drought in Isfahan province. Applied Meteorological Research Office. <http://esfahanmet.ir/dorsapax/userfiles/file/Drought-Bulltein.pdf>
- Eskandari, S. (2015). Investigation on the relationship between climate change and fire in the forests of Golestan province. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 13(1), 1-10. <https://www.magiran.com/paper/1445004?lang=en>
- Eslamian, S., Gilroy, K. L., & McCuen, R. H. (2011). Climate change detection and modeling in hydrology. In: J. Blanco & H. Kheradmand (Eds.). *Climate change research and technology for adaptation and mitigation*. InTech, 87-100. <https://doi.org/10.5772/24550>
- Etemadi, H., Samadi, S., & Sharifikia, M. (2014). Uncertainty analysis of statistical downscaling models using general circulation model over an international wetland. *Climate Dynamics*, 42, 2899-2920. <https://doi.org/10.1007/s00382-013-1855-0>
- Fallah, B., Sodoudi, S., Russo, E., Kirchner, I., & Cubasch, U. (2017). Towards modeling the regional rainfall changes over Iran due to the climate forcing of the past 6000 years. *Quaternary International*, (429), 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.061>
- Fallah Ghalhari, G., Shakeri, F., & Dadashi Roudbari, A. (2019). Impacts of climate changes on the maximum and minimum temperature in Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 138(3), 1539-62. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02906-9>
- Falsafizade, N., & Sabouhi, M. (2011). Assessment effect of climate change on products of agriculture sector. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 26, 272-286.
- Firuzian, S., & Mohammadi sadegh, S. (2016, September 6). Investigation of the effects and social harms of fine dust (case study of Sistan city). [Conference presentation]. Fourth International Conference on Research in Engineering, Science and Technology, Athene, Greece. <https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?ID=61390>
- Foltz, R. C. (2002). Iran's water crisis: cultural, political, and ethical dimensions. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 15, 357–380. <https://doi.org/10.1023/A:1021268621490>
- Food and Agriculture Organization, (2005). Global forest resources assessment, progress towards sustainable forest management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 350 pp. <http://www.env-edu.gr/Documents/Global%20Forest%20Resources%20Assessment%202005.pdf>
- Frich, P., Alexander, L.V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A. M. G., & Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19, 193-212. <http://dx.doi.org/10.3354/cr019193>
- Fritz, H. M., & Naderi Beni, A. (2015, November 2-4). Comparison between the 2007 cyclone Gonu storm surge and the 2004 Indian ocean tsunami in Oman and Hormozgan, Iran. [Conference presentation]. Fifth International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC2015), Muscat, Oman. [https://www.researchgate.net/publication/301363009\\_Comparison\\_between\\_the\\_2007\\_Cyclone\\_Gonu\\_Storm\\_Surge\\_and\\_the\\_2004\\_Indian\\_Ocean\\_Tsunami\\_in\\_Oman\\_and\\_Hormozgan\\_Iran](https://www.researchgate.net/publication/301363009_Comparison_between_the_2007_Cyclone_Gonu_Storm_Surge_and_the_2004_Indian_Ocean_Tsunami_in_Oman_and_Hormozgan_Iran)
- Ghaderi, S., & Mahmud zadeh, A. (2014, May 15-16). Investigation of water shortage crisis and water pollution in Zayandehrud river. [Conference presentation]. First National Conference on Water Crisis, Islamic Azad University, Khorasan Branch Esfahan. <https://civilica.com/doc/215177/>
- Ghaffari, D., & Mosatafa zadeh, R. (2015). An investigation on source, consequence and solution of dust storm phenomenon in Iran. *Journal of Conservation and Utilization of Natural Resources*, 4(2), 107-125. <https://doi.org/10.22069/ejang.2016.2799>
- Ghazanfar pour, H., Hasan Zadeh, S., & Hamed, M. (2017). Fire control management at the Northern forests of Iran (case study: Golestan forest). *Journal of Natural Environment Hazards*, 5(10), 61-78. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=522837>



- GISTEMP Team, (2022). GISS surface temperature analysis (GIS-TEMP), version 4. NASA Goddard Institute for Space Studies. Dataset accessed at [data.giss.nasa.gov/gistemp/](http://data.giss.nasa.gov/gistemp/).
- Gohari, A., Eslamian, S., Abedi-Koupaei, J., Massah Bavani, A., Wang D., & Madani, K. (2013). Climate change impacts on crop production in Iran's Zayandeh-Rud river basin. *Science of the Total Environment*, (442), 405-419. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.029>
- Guo, Y., Wu, Y., Wen, B., & Li, S. (2020). Floods in China, COVID-19, and climate change. *Lancet Planetary Health*. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30203-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30203-5)
- Halbian, A. H., & Shabankari, M. (2010, April 14-16). Water resources management in Iran (case study: challenges of water transfer from Beheshtabad to Zayandehrud). [Conference presentation]. Fourth International Congress of Geographers of the Islamic World, Zahedan. <https://civilica.com/doc/82847/>
- Haque, Md. K., Azad, Md. A. K., Hossain, Md. Y., Ahmed, T., Uddin, M., & Hossain, Md. M. (2021). Wildfire in Australia during 2019-2020, Its impact on health, biodiversity and environment with some proposals for risk management: a review. *Journal of Environmental Protection*, 12, 391-414. <https://doi.org/10.4236/jep.2021.126024>
- Heintze, H., Kirch, L., Hilft, B. E., Küppers, B., Mann, H., Mishcho, F., Mucke, P., Pazdziery, T., Prütz, R., Radtke, K., Strube, F., & Weller, D. (2018). World risk report. Berlin: Bündnis Entwicklung Hilft. <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/World-RiskReport-2018.pdf>
- Hoseini Milani, M. (1994). Additions extraction of groundwater resources and its effects. [Conference presentation]. Proceedings of the National Conference on Groundwater Resources, Sirjan, 91-98.
- Hoshyarkhah, B., & Jamshidi Alashti, R. (2007). Forest fire regimes and coping strategies. [Conference presentation]. The Second Conference on Dealing with Natural Disasters, Tehran.
- Hui, C., Jian, L., Guizhou, W., Guang, Y., & Lei, L. (2015). Identification of sand and dust storm source areas in Iran. *Journal of Arid Land*, 7(5), 567-578. <https://www.researchgate.net/publication/279865093>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007). Summary for Policymakers, in: Climate Change 2007. Solomon, S. D., Qin, M., Manning, Z., Chen, M., Marquis, K. B., Averyt, M., Tignor & H. L., Miller (Eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-18. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-spm-1.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of working group I to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, 1535 pp. <http://www.climatechange2013.org/report/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2014). Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., ... & White, L. L. (Eds). Climate change 2014: contribution of working group II to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2021). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Masson-Delmotte, V. P., Zhai, A., Pirani, S. L., Connors, C., Péan, S., Berger, N., Caud, Y., Chen, L., Goldfarb, M. I., Gomis, M., Huang, K., Leitzell, E., Lonnoy, J. B. R., Matthews, T. K., Maycock, T., Waterfield, O., Yelekçi, R., Yu, & Zhou, B. (Eds.). Contribution of working group I to the Sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, In Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf)
- Janbazghobadi, Gh. (2019). Investigation of forest fire hazard areas in Golestan province based on fire risk system index (Frsi) using the technique (Gis). *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 6(3), 89-102. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=755557>
- Kaffashi, S., Shamsudin, M. N., Radam, A., Rahim, K. A., & Yacob, M. R. (2013). We are willing to pay to support wetland conservation: local users' perspective. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 20, 325-335. <https://doi.org/10.1080/13504509.2013.800612>
- Karamooz, M., & Araghy nejad, S. (2005). Advanced hydrology. Amir-kabir Technology University Press, Tehran.
- Karimi, M., Ghanbari, A., & Amiri, S. H. (2013). Assessing the risk of urban settlements from the phenomenon of land subsidence case study: district 18 of Tehran. *Scientific-research journal of spatial planning (geography)*, 3(1), 37-56. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=212575>
- Kawamura, K., Parrenin, K., Liseiecki, L., Uemura, R., Vimeux, F., Severinghaus, J. P., Hutterli, M. A., Nakazawa, T., Aoki, S., Jouzel, J., Raymo, M. E., Matsumoto, K., Nakata, H., Motoyama, H., Fujita, S., Goto-Azuma, K., Fujii, Y., & Watanabe, O. (2007). Northern hemisphere forcing of climatic cycles in Antarctica over the past 360,000 years. *Nature*, 448, 912-916. <https://doi.org/10.1038/nature06015>
- Kordjezi, M., Bagherian, S., Babaeian, E., & Kamali, A. M. (2014, February 23-24). Investigation of the effects of climate change on torrential rains in Gulistan province. [Conference presentation]. Fifth International Conference on Integrated Natural Disaster Management, Tehran. <https://civilica.com/doc/252310>
- Kouzy, R., Jaoude, J. A., Kraitem, A., El Alam, M. B., Karam, B., Adib, E., Zarka, J., Traboulsi, C., Aki, E. W., & Baddour, K. (2020). Coronavirus goes viral: quantifying the COVID-19 misinformation epidemic on Twitter. *Cureus*, 12(3), e7255. <https://doi.org/10.7759/cureus.7255>
- Kunkel, K. E. (2003). North American trends in extreme precipitation. *Natural Hazards*, 29, 291-305. <https://doi.org/10.1023/A:1023694115864>
- Kunz, M., Mühr, B., Kunz-Plapp, T., Daniell, J. E., Khazai, B., Wenzel, F., Vannieuwenhuyse, M., Comes, T., Elmer, T., Schröter, K., Fohringer, J., Münzberg, T., Lucas, C., & Zschau, J. (2013). Investigation of superstorm Sandy 2012 in a multi-disciplinary approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, 2579-2598. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2579-2013>
- Ledwith, T. (2015). Crisis in the horn of Africa: rethinking the humanitarian response. At UNICEF-FAO seminar in Nairobi, experts and practitioners seek long-term solutions. [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Full\\_Report\\_2581.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Full_Report_2581.pdf)
- Lenssen, N. J. L., Schmidt, G. A., Hansen, J. E., Menne, M. J., Persin, A., Ruedy, R., & Zyss, D. (2019). Improvements in the GISTEMP uncertainty model. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 124(12), 6307-6326. <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>

- Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis?. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(4), 315–328. <https://doi.org/10.1007/s13412-014-0182-z>
- Mansouri Daneshvar, M. R., Ebrahimi, M., & Nejadsoleymani, H. (2019). An overview of climate change in Iran: facts and statistics. *Environmental Systems Research*, 8(7), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40068-019-0135-3>
- Mearns, K., Whitaker, S. M., & Flin, R. (2003). Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments. *Safety Science*, 41, 641-680. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(02\)00011-5](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(02)00011-5)
- Modarres, R., Sarhadi, A., & Burn, D. H. (2016). Changes of extreme drought and flood events in Iran. *Global and Planetary Change Journal*, 144, 67-81. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.07.008>
- Mohammadi, H., & Yolmeh, I. (2014). Statistical and synoptic analysis of forest fires in Golestan province (case study: 16 December 2005 and 9 Mart 2006). *Journal of Climate Research*, 8(31-32), 63-80. [https://clima.irimo.ir/article\\_14955.html?lang=en](https://clima.irimo.ir/article_14955.html?lang=en)
- Mohebbi, F., Dadash pour, B., & Mohebbi Rad, H. (2020). Exploring the causes and consequence of Lake Urmia environmental disaster. *Ecology of Water Resources Journal*, 4(1), 49-61. [https://ewrj.areeo.ac.ir/article\\_122379.html?lang=en](https://ewrj.areeo.ac.ir/article_122379.html?lang=en)
- Molle, F., Hoogesteger, J., & Mamanpoush, A. (2008). Macro- and micro-level impacts of droughts: the case of the Zayandeh Rud river basin, Iran. *Irrigation and Drainage*, 57(2), 219-227. <https://doi.org/10.1002/ird.357>
- Morabbi, M. (2011, 22-25 November). Risk warning and crisis management for dust storm effects on western border of Iran. [Conference presentation]. United Nations International Conference on Space-Based Technologies for Disaster Risk Management. Beijing, China. [https://www.un-spider.org/sites/default/files/Session3\\_Risk\\_Warning\\_and\\_Crisis\\_Management\\_for\\_Dust\\_Storm\\_Effects\\_on\\_Western\\_border\\_of\\_Iran.pdf](https://www.un-spider.org/sites/default/files/Session3_Risk_Warning_and_Crisis_Management_for_Dust_Storm_Effects_on_Western_border_of_Iran.pdf)
- Motazeriun, M., & Aslani, F. (2019). Evaluation of land subsidence using GIS technique (case study: Tehran and Alborz provinces). *Disaster Prevention and Management Knowledge (DPMK) Quarterly*, 9(1), 35-47. <http://dpmk.ir/article-1-238-fa.html>
- Mousavi, A., Ardalan, A., Takian, A., Ostadtaghizadeh, A., Naddafi, K., & Massah Bavani, A. (2020). Climate change and health in Iran: a narrative review. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18, 367-378. <https://doi.org/10.1007/s40201-020-00462-3>
- National Aeronautics and Space Administration, (2022). NASA's goddard institute for space studies (GISS). <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- National Climate Change Office of Iran, (2014). Third national communication to UNFCCC. <http://clima.te-chang.e.ir> [https://unfccc.int/sites/default/files/resouce/Third National Communication to UNFCCC.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resouce/Third%20National%20Communication%20to%20UNFCCC.pdf)
- National Oceanic and Atmospheric Administration, (2006). Service assessment hurricane Katrina August 23-31, 2005. Johnson, D. L., Brigadier General, USAF, Department of Commerce, United States of America. <https://www.weather.gov/media/publications/assessments/Katrina.pdf>
- National Report of the Islamic Republic of Iran, (2005). National report of the Islamic Republic of Iran on disaster reduction. World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan. <https://www.unisdr.org/2005/mdgs-drr/national-reports/iran-report.pdf>
- Nikouei, A., Zibaei, M., & Ward, F. A. (2012). Incentives to adopt irrigation water saving measures for wetlands preservation: An integrated basin scale analysis. *Journal of Hydrology*, (464-465), 216- 232. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.07.013>
- Panahi, H., & Esmaeel Darjani, N. (2020). Effects of global warming and climate changes on economic growth (case study: Iran provinces during 2002-2012). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(1), 79-88. <https://doi.org/10.22034/JEST.2020.22073.3114>
- Parhizkari, A., Mozaffari, M. M., Hoseini Khodadadi, M., & Parhizkari, R. (2016). Study of effective factors on farmers' participation of Shahroud river basin (Qazvin province) in use of soil and water conservation practices using of multinomial logit model. *Journal of Watershed Management Research*, 7, 241-253. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jwmr.7.13.253>
- Parvazi, M. (2017). Studying the draughts in Kerman using four indices, namely TOPSIS, SPI, PNPI and Z. *Journal of Geographical Sciences (Applied Geography)*, 14(29), 117-131. doi:1069. [http://geographic.sinaweb.net/article\\_669666.html](http://geographic.sinaweb.net/article_669666.html)
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R. (2008). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? – A review. *International Journal of Wildland Fire*, 17, 713–723. <https://doi.org/10.1071/WF07151>
- Peyravi, M., Peyvandi, A. A., & Marzaleh, M. A. (2019). Donations in the great flood of Iran, 2019: strengths and challenges. *Iranian Red Crescent Medical Journal* 21(5), e92904. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=686607>
- Pfahl, S., O'Gorman, P. A., & Fischer, E. M. (2017). Understanding the regional pattern of projected future changes in extreme precipitation. *Nature Climate Change*, 7(6), 423–7. <https://doi.org/10.1038/nclimate3287>
- Post Disaster Needs Assessment, (2019). Iran 2019 floods in Lorestan, Khuzestan and Golestan provinces. <https://reliefweb.int/report/iran-islamic-republic/post-disaster-needs-assessment-pd-na-iran-2019-floods-lorestan-khuzestan>
- Pounds, J. A., & Puschendorf, R. (2004). Ecology-clouded futures. *Nature*, 427. <https://doi.org/10.1038/427107a>
- Primavera, J. H., de la Cruz, M., Montilijao, C., Consunji, H., de la Paz, M., Rollon, R. N., Maranan, K., Samson, M. S., & Blanco, A. (2016). Preliminary assessment of post-Haiyan mangrove damage and short-term recovery in Eastern Samar, Central Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 109(2), 744-750. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.050>
- Prospero, J. M., Ginoux, P., & Torres, O. (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the NIMBUS 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Reviews of Geophysics*, 40(1), 2-1,2-31. <https://doi.org/10.1029/2000RG000095>
- Rahimi, D., & Mohammadi, Z. (2017). Assessing the hydrological drought of Zayandeh river basin. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 7(25), 221-234. [http://gps.gu.ac.ir/article\\_54251.html](http://gps.gu.ac.ir/article_54251.html)
- Rahnama, H., & Mirasi, S. (2014, February 23-24). Groundwater level crisis management and the risk of land subsidence in the plains of Iran. [Conference presentation]. Fifth International Conference on Comprehensive Natural Disaster Management, (INDM2014), Tehran. <https://civilica.com/doc/252296/>
- Razmi, R., Balyani, S., & Daneshvar, M. R. (2017). Geo-statistical modeling of mean annual rainfall over the Iran using ECMWF database. *Spatial Information Research*, 25, 219–227. <https://doi.org/10.1007/s41324-017-0097-3>

- Rezayan, A., Pourezzat, A., & Hafeznia, M. R. (2017). Future studies of military- security threats caused by climate change in Iran, using the future wheel method. *Quarterly Journal Defensive Future Study*, 2(4), 141-166. [http://www.dfsr.ir/article\\_30717.html](http://www.dfsr.ir/article_30717.html)
- Samadi, S. Z., Mahdavi, M., & Sharifi, F. (2009). Methodology for selecting the best predictor for climate change impact assessment in Karkheh basin, *Iranian Journal of Environmental Engineering Science*, 51, 249–256. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21117416/>
- Schmidt, S. (2020). CO2 is trending: see the latest atmospheric concentrations data on Twitter. CSIROscope 28 February. <https://blog.csiro.au/co2-data-twitter/>
- Seddighi, H., & Seddighi, S. (2020). How much the Iranian government spent on disasters in the last 100 years? A critical policy analysis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 18(46). <https://doi.org/10.1186/s12962-020-00242-8>
- Shaikh Baikloo Islam, B. (2021). Evidence and consequence of the flood in Iran from prehistory to the present. *Water and Soil Management and Modelling*, 1(1), 24-40. <https://doi.10.22098/MMWS.2021.1173>
- Sheikh Biakloo Islam, B. (2018, June 3). The impact of climate change and drought on the human societies of Iran from the Neolithic to the present. [Conference presentation]. 13th Geographical Congress of Iran. [https://www.researchgate.net/publication/325905179\\_tathyrat\\_tghyvr\\_aqlym\\_w\\_khshksaly\\_br\\_jwam\\_ansany\\_ayran\\_az\\_nwsngy\\_ta\\_knwn](https://www.researchgate.net/publication/325905179_tathyrat_tghyvr_aqlym_w_khshksaly_br_jwam_ansany_ayran_az_nwsngy_ta_knwn)
- Shemshaki, A., & Entezam Soltani, E. (2006, February 23-25). Mechanism of causes of landslides in Moin Abad-Varamin region, [Conference presentation]. Fourth Iranian Conference on Engineering Geology and Environment, Tehran. <https://civilica.com/doc/4460>
- Sodoudi, S., Noorian, A., Geb, M., & Reimer, E. (2010). Daily precipitation forecast of ECMWF verified over Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 99, 39–51. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0118-9>
- Special Committee on National Flood Report, (2019). Narration of the 2019 floods of Iran. <https://nfr.ut.ac.ir/file/download/page/1580717800-the-2019-iran-floods-narrative.pdf>
- Stern, N., Peters, S., Bakhshi, V., Bowen, A., Cameron, C., Catovsky, S., Crane, D., Cruickshank, S., Dietz, S., Edmonson, N., Garbett, S. L., Hamid, L., Hoffman, G., Ingram, D., Jones, B., Patmore, N., Radcliffe, H., Sathiyarajah, R., Stock, M., Taylor, C., Vernon, T., Wanjie, H., & Zenghelis, D. (2006). Stern review: the economics of climate change. HM Treasury, London.
- Takagi, H., & Esteban, M. (2016). Statistics of tropical cyclone landfalls in the Philippines: unusual characteristics of 2013 Typhoon Haiyan. *Natural Hazards*, 80(1), 211–222. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1965-6>
- Takagi, H., Esteban, M., Shibayama, T., Mikami, T., Matsumaru, R., De Leon, M., Thao, N. D., Oyama, T., & Nakamura, R. (2017). Track analysis, simulation, and field survey of the 2013 Typhoon Haiyan storm surge. *Journal of Flood Risk Management*, 10(1), 42-52. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12136>
- Tourani, M., Atabay, M., & Roustaei, M. A. (2018). Study of subsidence in the west of Golestan province using radar interferometry method. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal, Golestan University*, 8(27), 117-128. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=691693>
- Tourani, M., Caglayan, A., Saber, R., & Isik, V. (2020, November 20-22). Determination of land subsidence in Gorgan plain with InSAR method (Golestan, NE Iran). [Conference presentation]. Geoscience for Society, Education and Environment, Chapter: 3.11, Publisher: Romanian Society of Applied Geophysics (SGAR). [https://appliedgeophysics.ro/wp-content/uploads/2021/01/3.11.GEOSCIENCE\\_FOR\\_ENVIRONMENT\\_Tourani-et-al.pdf](https://appliedgeophysics.ro/wp-content/uploads/2021/01/3.11.GEOSCIENCE_FOR_ENVIRONMENT_Tourani-et-al.pdf)
- Tourani, M., Caglayan, A., Saber, R., & Isik, V. (2020, November 20-22). Example of the biggest flood disaster in Iranian history: Golestan province (NE Iran). [Conference presentation]. Geoscience for Society, Education and Environment, Chapter: 1.2, Publisher: Romanian Society of Applied Geophysics (SGAR). [https://www.researchgate.net/publication/344546807\\_Example\\_of\\_the\\_Biggest\\_Flood\\_Disaster\\_in\\_Iranian\\_History\\_Golestan\\_Province\\_NE\\_Iran](https://www.researchgate.net/publication/344546807_Example_of_the_Biggest_Flood_Disaster_in_Iranian_History_Golestan_Province_NE_Iran)
- Türkeş, M. (2008). İklim değişikliğiyle savaşım, Kyoto protokolü ve Türkiye (Mitigation of climate change, the Kyoto Protocol and Turkey). *Mulkiye*, 259, 101-131. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mulkiye/issue/259/746>
- Türkeş, M. (2022). İklim diplomasisi ve iklim değişikliğinin ekonomi politikası. *Bilim ve Ütopya*, 332, 31-45. [https://www.researchgate.net/publication/358351409\\_Iklim\\_Diplomasisi\\_ve\\_Iklim\\_Degisikliginin\\_Ekonomi\\_Politigi](https://www.researchgate.net/publication/358351409_Iklim_Diplomasisi_ve_Iklim_Degisikliginin_Ekonomi_Politigi)
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000, 13 Nisan). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. [Conference presentation]. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminar Notları, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara. [https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/1\\_iklimetkileri.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/1_iklimetkileri.pdf)
- Tyagi, A., Bandyopadhyay, B. K., Mohapatra, M., Goel, S., Kumar, N., Khole, M., & Mazumdar, A. B. (2011). A report on the super cyclonic storm “GONU” during 1-7 June, 2007. Cyclone Warning Division No. 08/2011, Office of the Director General of Meteorology India Meteorological Department New Dehli. <https://rsmcnwdelhi.imd.gov.in/images/pdf/gonu.pdf>
- United Nations Framework Convention on Climate Change, (2017). Islamic Republic of Iran third national communication to UNFCCC. Department of Environment, National Climate Change Office, No. 152, Environmental Research Center. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Third%20National%20communication%20IRAN.pdf>
- United Nations Framework Convention on Climate Change, (2007). Climate change: impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries. 68 p., <https://www.preventionweb.net/publication/climate-change-impacts-vulnerability-and-adaptation-developing-countries>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction, (2020). Human cost of disaster: an overview of the last 20 years 2000-2019. Report. Center for Research on the Epidemiology of disasters (CRED). UN Office for Disaster Risk Reduction. <https://reliefweb.int/report/world/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
- Vaghefi, S. A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour K. C. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific Reports*, 9, 1464. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38071-8>
- Velayatzadeh, M. (2020). Introducing the causes, origins and effects of dust in Iran. *Journal of Air Pollution and Health*, 5(1), 63-70. <https://doi.org/10.18502/japh.v5i1.2860>



- Wallemacq, P. (2018). Economic losses, poverty & disasters: 1998–2017. CRED: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. <https://doi.10.13140/RG.2.2.35610.08643>
- Washington, R. M., Tood, N. J., Middleton & Goudie, A. S. (2000). Global dust storm source areas determined by total ozone monitoring spectrometer and ground observations. School of Geography and the Environment, *University of Oxford*, 297-313.
- Wei, K., Ouyang, C., Duan, H., Li, Y., Chen, M., Ma, J., An, H., & Zhou, S. (2020). Reflections on the catastrophic 2020 Yangtze river basin flooding in Southern China. *Innovation*, 1(2), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100038>
- World Health Organization, (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19). situation report, 51. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331475>
- World Meteorological Organization, (2019). WMO statement on the state of the global climate in 2018. Geneva. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=5789](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789)
- World Weather Attribution, (2021). Heavy rainfall which led to severe flooding in Western Europe made more likely by climate change. <https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rain-fall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/>
- Yin, J. (2013, December 10-14). Hurricane Sandy 2012 and impact of changing climate on tropical cyclones. [Conference presentation]. The Eighth Asia-Pacific Conference on Wind Engineering. Chennai, India. [https://doi:10.3850/978-981-07-8012-8\\_212](https://doi:10.3850/978-981-07-8012-8_212)
- Yoosef Doost, A., Yoosef Doost, I., Asghari, H., & Sadeghian, M. S. (2018). Comparison of HadCM3, CSIRO Mk3 and GFDL CM2.1 in Prediction the Climate Change in Taleghan River Basin. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 6(3), 93-100. <https://doi.10.12691/ajcea-6-3-1>
- Yousefi, A., & Jalilvand, H. (2010, May 5). Investigation of fire situation in forest and rangeland areas of Mazandaran province (general department of resources natural Sari) from 1994 to 2007. [Conference presentation]. Second International Conference on Climate Change and Tree Chronology in Caspian Ecosystems, Sari.