



KÜRESEL SICAKLIK ARTIŞININ DOĞAL AFETLER ÜZERİNE ETKİLERİ VE AĞRI

The Effects of Global Temperature Rise on Natural Disasters and Ağrı

Sevda KARACA

Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Ana Bilim Dalı

skaraca@agri.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0001-9356-3440>

Zeki KODAY

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Ana Bilim Dalı

zkoday@atauni.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0002-2126-9573>

Saliha KODAY

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Ana Bilim Dalı

skoday@atauni.edu.tr


 <https://orcid.org/0000-0003-2515-4287>

Cite As/Atıf: Karaca, S., Koday, Z., & Koday, S. (2024). Küresel sıcaklık artışının doğal afetler üzerine etkileri ve Ağrı. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 95-131.

<https://doi.org/10.31463/aicusbed.1380159>

ISSN: 2149-3006

e-ISSN: 2149-4053

Makale Türü- <i>Article Type</i> :	Araştırma Makalesi- <i>Research Article</i>
Geliş Tarihi- <i>Received Date</i> :	23.10.2023
Kabul Tarihi- <i>Accepted Date</i> :	21.11.2023
Sorumlu Yazar- <i>Corresponding Author</i> :	Sevda KARACA
Sayfa Aralığı- <i>Page Range</i> :	95 -131
Doi Numarası- <i>Doi Number</i> :	 https://doi.org/10.31463/aicusbed.1380159



<http://dergipark.gov.tr/aicusbed>

This article was checked by

 iThenticate



KÜRESEL SICAKLIK ARTIŞININ DOĞAL AFETLER ÜZERİNE ETKİLERİ VE AĞRI

The Effects of Global Temperature Rise on Natural Disasters and Ağrı

Sevda KARACA
Zeki KODAY
Saliha KODAY

Öz

Bu çalışma küresel sıcaklık artışına bağlı olarak Dünya’da ve Türkiye’de her geçen yıl sayısı, şiddeti ve alanı artan hava, su ve iklim ile ilgili afetlere dikkat çekmek; bu afetlerin özellikle Ağrı ilinde tarihsel süreçteki seyrini ve etkilerini ortaya çıkarmak üzere hazırlanmıştır. Meteorolojik kayıtlar ile afet kaydı tutan kurum ve kuruluşlardan elde edilen tüm nitel ve nicel veriler değerlendirilmiş, sonuçlar çıkarılmıştır. Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Fevk rasatları, AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) ve AYDES (Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi) kayıtları taranmış; doküman analizi tekniği kullanılarak bu kurumların yayınlamış oldukları tüm raporlar değerlendirilmiştir. Elde edilen Türkiye ve Ağrı iline ait tüm veriler ayrılmış verilerden elde edilen tüm nitel ve nicel veriler değerlendirilmiştir. Ağrı ilinde 1975-2021 devresinde en fazla gerçekleşmiş doğal afetler sel/su baskını, fırtına ve yoğun kar yağışıdır. Son kırk altı yıllık dönemde Ağrı’da sel afetinin %65’i 2000 yılından sonra gerçekleşmiştir. Fırtına, dolu, yoğun kar yağışı, yıldırım düşmesi afetlerinin frekansları beklediği şekilde bir artış göstermemiştir. Sıcaklık indislerinde artışlar görülürken yağış indislerindeki yıldan yıla gerçekleşen değişkenlik iklim değişikliğinin işaretlerini bulmayı zorlaştırmaktadır. Yine de uzun bir ara veren hava, su ve iklim ile ilgili afetlerin tekrar görülmeye başlaması dikkat çekicidir.

Anahtar Kelimeler: Afet, Ağrı, atmosfer, iklim, sıcaklık.

Abstract

This study is conducted to draw attention to the increasing number, intensity, and extent of weather, water, and climate-related disasters worldwide and in Turkey due to global temperature rise. It aims to reveal the historical progression and effects of these disasters, particularly in the province of Ağrı. All qualitative and quantitative data obtained from meteorological records and institutions responsible for disaster records have been evaluated, and conclusions have been drawn based on this analysis. The Presidency of the State Archives, the General Directorate of Meteorology (MGM) Upper Air Observations, AFAD (Disaster and Emergency Management Authority), CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters), and AYDES (Disaster Management and Decision Support System) records have been scanned. All reports published by these institutions have been

evaluated using document analysis technique. All data obtained for Turkey and Ağrı province have been evaluated, incorporating both qualitative and quantitative data derived from segregated sources. In the period from 1975 to 2021, the most frequent natural disasters that occurred in Ağrı province were floods/flash floods, storms, and heavy snowfall. In the last forty-six years, 65% of flood disasters in Ağrı occurred after the year 2000. The occurrences of storm, hail, heavy snowfall, and lightning strike disasters have not exhibited the anticipated rise. While increases in temperature indices are observed, the year-to-year variability in precipitation indices makes it challenging to identify signs of climate change. Nevertheless, the reoccurrence of weather, water, and climate-related disasters after a prolonged hiatus is noteworthy.

KeyWords: Ağrı, atmosphere, climate, disaster, temperature.

Giriş

Dünya ikliminin değişiyor olması son yüzyılda insanların dikkatlerini çekmeyi başarmış olsa da sadece son yüzyılın gerçeği değildir. Elde edilen iklimik, hidrolojik, jeolojik ve biyolojik veriler Dünya'nın var olduğu zamandan günümüze atmosfer şartlarının aynı kalmadığını, ikliminin sürekli değiştiğini göstermektedir. Erinç (1996, s. 380) Pleistosen'de iklim elemanlarında meydana gelen değişikliklerin bugünkü iklim kuşaklarının, küresel cephelerin, hava kütlelerinin alanlarının büyük ölçüde kaymasına neden olduğunu; yıllık sıcaklık ortalamalarının karalar üzerinde 5-12 °C alçaldığını, hatta tropikal bölgelerde bile okyanusların yüzey sularının sıcaklığının 6-7 °C düştüğünü belirtmektedir.

Son birkaç yüzyılda doğal süreçlerin bir sonucu olan iklim değişikliğine insan kaynaklı sera gazları olan CO₂ (karbondioksit), CH₄ (metan), N₂O (diazot monoksit) ve CFC (kloroflorokarbon) emisyonlarının atmosferde neden olduğu ısınmanın etkisi de katılmıştır. Yapılan araştırmalara göre 19. yüzyılın ortalarından günümüze gelinceye kadar küresel ortalama sıcaklık 0,3-0,6 °C artmıştır. Gelecek 40 yıl içerisinde her on yılda hava sıcaklığının 0,1 °C'den daha fazla artacağı tahmin edilmektedir (Kadıoğlu, 2007, s. 48). Beklenenin üzerinde gerçekleşen sıcaklık artışına bağlı olarak iklim değişikliği normal seyrinden çıkarak hızlanmış, şiddeti artmış ve doğal olması özelliğini kaybetmiştir. İçinde bulunduğumuz yüzyılda özellikle yüzyılın sonuna doğru iklim değişikliğinin hızlanacağı; bugünkü sıcaklığın artacağı, yağış şartlarının da buna bağlı olarak değişeceği simülasyonlarla ortaya konulmaktadır.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli [The Inter governmental Panel on Climate Change (IPCC)] iklim değişikliğini şöyle tanımlar: "İklimin durumundaki, özelliklerinin ortalamasındaki ve/veya

değişkenliğindeki değişikliklerle tanımlanabilen (örneğin, istatistiksel testler kullanılarak) onlarca yıl veya daha uzun süre devam eden bir değişiktir. İklim değişikliği, doğal iç süreçlerden veya dış zorlamalardan veya atmosferin bileşimindeki veya arazi kullanımındaki kalıcı antropojenik değişikliklerden kaynaklanabilir” (URL 20). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi [United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)] ise iklim değişikliğini “Doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetlerine atfedilen ve karşılaştırılabilir bir süre içinde gözlemlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak iklim değişikliği” olarak tanımlamaktadır (URL 22). Tanımlarda iklim değişikliğinin doğal süreçlerden kaynaklanabileceği gibi dış zorlamalardan ve antropojenik etkilerden de kaynaklanabileceği vurgulanmaktadır. Bugün insanları derin bir endişeye sevk eden daha sık karşılaştıkları şiddetini artırmış doğal afetlerin, insanın neden olduğu bir iklim değişikliğinin sonucu olmasıdır.

Her ne sebeple olursa olsun sıcaklık değerlerindeki normalden sapmalar kuraklık, yağışlar, rüzgâr ve don olayı gibi hava ve iklimle ilgili olayların karakterini değiştirmektedir. Sıcaklık, nem ve yağış indislerindeki değişiklikler var olan doğal dengeyi bozmakta, yerine başka bir düzeni getirmektedir. Bütün bu değişiklikler insan hayatını, yaşam alanını ve ekonomik etkinliklerini tehdit etmektedir. Tehdit gerçekleştiğinde ve yayıldığında hava ve iklim ile ilgili bu doğal olaylar doğal afet adını almaktadır.

İnsan kaynaklı sera gazlarının atmosferde miktarı arttıkça meydana getirdiği ısınma sıcaklıkların yükselmesine neden olmaktadır. Sıcaklıkların yükselmesinin tek seferde şiddetli ve bol yağış, daha az ortalama yağış, daha güçlü fırtınalar, daha şiddetli dolu yağışı, daha fazla hortum, daha az nem, daha fazla orman yangını meydana getireceği beklenmektedir. Sayılan bu olaylar şiddeti arttığında ve yerleşim alanlarında etkili olduğunda insan hayatını ve faaliyetlerini etkilediğinden ya da yok ettiğinden afet olarak tanımlanmaktadır.

Dünyada ve Türkiye’de afetle ilgili kayıt tutan birimler [World Meteorological Organization (WMO), Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)], meydana gelen normalin dışına çıkmış olayları değerlendirirken farklı standartlar kullanmaktadırlar. Bu sebeple hangi olayların afet sınıflandırmasına dâhil edileceği kurumsal standartlara göre değişmektedir.

UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction (2009, s. 9) tarafından afet, “Etkilenen topluluk veya toplumun kendi kaynaklarını kullanarak başa çıkma kabiliyetini aşan, yaygın insani, maddi, ekonomik veya çevresel kayıplar ve etkiler içeren, bir topluluk veya toplumun işleyişinde ciddi aksamalara yol açan olaylar” olarak tanımlanmaktadır. Hidrometeorolojik tehlike ise “yaşam kaybına, yaralanmaya veya diğer sağlık etkilerine, mülk hasarına, geçim kaynakları ve hizmetlerin kaybına, sosyal ve ekonomik bozulmaya veya çevresel hasara neden olabilecek atmosferik, hidrolojik veya oşinografik nitelikteki süreç veya olgudur” (URL 21).

Uzun süredir afet kaydı tutan EM-DAT’ın (Emergency Events Database) da bünyesinde bulunduğu CRED afeti “Ulusal veya uluslararası düzeyde yerel kapasiteyi aşan, dış yardım talebi gerektiren bir olay ya da durum olarak tanımlanmaktadır. Bu durum ya da olay büyük bir hasara neden olan öngörülemez, genellikle ani olay yıkım ya da insan ıstırapıdır”. Aynı kurum Ekstrem Olayı “Büyüklik, yer, zamanlama veya kapsam açısından olağandışı özelliklere sahip, belirli bir zaman dilimi ve uzayda meydana gelen doğal bir olay; aşırı iklim olayını ise bir aşırı hava tipi bir süre devam ettiğinde aşırı olan bir ortalama veya toplam veriyorsa aşırı iklim olayı olarak sınıflandırılır” şeklinde tanımlanmaktadır (URL 5).

Ülkemizde afetlerle ilgili kayıt tutan önemli kurumlardan biri olan AFAD’a göre afet, “Toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaydır. Afet bir olayın kendisi değil, doğurduğu sonuçtur”. Doğa kaynaklı afet ise “Deprem, sel, heyelan, çığ, kuraklık, fırtına, dolu, hortum, kuraklık, göktaş düşmesi vb. gibi oluşumu engellenemeyen jeolojik, meteorolojik, hidrolojik, klimatolojik, biyolojik ve kaynağı dünya dışında olan tehlikelerden kaynaklanan doğa olaylarının sonuçlarına verilen genel addır” (URL 2).

Afetler kendi aralarında bir sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Bir olayın afet niteliği kazanması için esas alınan standartlar farklı olduğu gibi afet sınıflandırmaları da farklıdır. AFAD’a ait sınıflandırmada doğal afetler ve insan kaynaklı afetler ana başlıkları altında afet türleri sıralanmıştır. EM-DAT ise doğal afetler ve teknolojik afetler ana başlıklarını kullanmıştır. Sınıflandırmalarda doğal afet olarak verilen olayların insan faaliyetleri sebebiyle değişen iklim şartlarından kaynaklanıyor olması doğal afet olmaları özelliklerini tartışmaya açmaktadır.

Dünya meteoroloji teşkilatı ise (WMO) doğal afetleri jeolojik ve hidro-meteorolojik olarak sınıflandırmaktadır. Teşkilata göre hidro-meteorolojik afetler doğal afetlerin %90'ını, meydana gelen can kayıplarının %72,5'ini ve ekonomik kayıpların %75'ini oluşturmaktadır. (Büyükbaş ve Ormanoğlu, 2013, s. 22.).

Küresel sıcaklık artışının neden olduğu afetlerden kaynaklanan can kaybı, ekonomik zararlar ve diğer etkiler bütün dünyayı derinden etkilediğinden bilim dünyası durumun sebeplerine ve sonuçlarına odaklanmaktadır. Daha etkili çözüm önerileri geliştirebilmek için yapılan araştırmaların sayısı artmaktadır. Bu çalışma artık daha sık karşılaştığımız hava, iklim ve su kaynaklı doğal afetlerin iklim değişikliği ile olan ilgisine bir kere daha Ağrı ili özelinde dikkat çekmek, bütün dünya ile aynı anda etkilendiğimiz iklim değişikliği araştırmalarına katkı sağlaması düşüncesiyle hazırlanmıştır.

Yöntem

Hava, su ve iklim ile ilgili afetlerin küresel sıcaklık artışına bağlı iklim değişikliği ile olan ilişkisini araştırmak üzere hazırlanan bu çalışmaya konuyla ilgili literatürün taranması ile başlanmış, yerli ve yabancı araştırmacıların konuya ilişkin yayınlamış oldukları bilimsel çalışmalar titizlikle incelenmiştir. Küresel sıcaklık ve yağış verisi kaydı tutan WMO, IPCC, CRED (EM-DAT), Munich RE, AFAD, MGM ve AYDES (Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi) veri tabanları taranmış, Türkiye ile ilgili kayıtlar ayrılmış, yayınlanmış raporlar incelenerek nitel ve nicel veriler elde edilmiştir. Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivinden Ağrı ilinde afet nedeniyle oluşturulmuş belgeler çıkarılmıştır.

Sıcaklık ve yağış şartlarında zaman içerisinde meydana gelen değişiklikler yeterince uzun bir dönemde gözlenebiliyor ise iklimin değiştiğine işaret eder. Bu değişimin olduğunun ispat edilmesi ise bazı istatistiksel testlerin uygulanmasını gerektirir. Değişimin olduğu, üstelik sıcaklık artışına bağlı gerçekleştiği sonucuna varılırsa bazı doğal afetlerin de buna bağlı olarak artmış olması beklenir. Ağrı iline ait 1975-2021 dönemine ait 46 yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış, yıllık ortalama maksimum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık, maksimum yağış, fırtınalı gün sayısı fırtına afeti ve sel afeti verilerinin zaman içerisindeki değişkenliğini ve bu değişikliğin anlamlı olup olmadığını bulabilmek için bazı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. SPSS programında Pearson ve Spearman Korelasyonları; XLSTAT yazılımında Mann-Kendall Testi uygulanmıştır.

Mann-Kendall Testi, bir zaman serisinin monoton bir yükseliş veya düşüş trendine sahip olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Verilerin normal dağılmış veya doğrusal olmasını gerektirmez. Bu test için sıfır hipotezi, trend olmadığıdır ve alternatif hipotez, iki taraflı testte bir trend olduğu veya tek taraflı testte bir artış (veya düşüş) trendi olduğu şeklindedir. x_1, \dots, x_n zaman serileri için $S > 0$ ise, zaman serisindeki daha sonraki gözlemlerin, zaman serisinde daha önce görünenlerden daha büyük olma eğiliminde olduğunu, $S < 0$ ise bunun tersinin doğru olduğunu gösterir (Mann, 1945; Kendall, 1975). 1975 -2021 devresinde Ağrı istasyonu yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verisi Mann-Kendall Testine tabi tutulmuştur.

Pearson Korelasyonunun uygulanabilmesi için veriler normal dağılım göstermeli ve aralarında doğrusal yani lineer bir ilişki olmalıdır (Hair vd., 2013). Mevsimlere göre 31 yıllık ortalama maksimum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık, maksimum yağış, toplam yağış ve fırtınalı gün sayısı değişkenlerine normallik testi uygulanmış ve pearson korelasyonuna tabi tutulmuştur. 1975-2021 döneminde Ağrı istasyonu yıllık ortalama sıcaklık değişkeni ve aynı dönemde yıllık toplam yağış değişkeninin arasında ilişki olup olmadığının belirlemek için Pearson Korelasyonu uygulanmıştır. Homojenlik testinde $p > 0,05$ olduğundan eşit varyansta dağıldıkları, değişkenler arasında lineer bir ilişki olduğu görülmüştür.

Ağrı iline ait 46 yıllık fırtına afeti ve sel afeti verileri normal dağılmadığından Spearman korelasyonu uygulanmıştır. Spearman korelasyon analizinde sig. değeri 0,05 den küçük ise anlamlı bir ilişki söz konusu olmaktadır.

Çalışmaya esas olan konuyla ilgili literatür, yetkili kurum ve kuruluşların raporları, nitel ve nicel verileri ve istatistiksel testlerin sonuçları ışığında hava, su ve iklim ile ilgili afetlerin küresel sıcaklık artışı ile ilgisi araştırılmış, verilerin grafiklerle görselleştirilmesi sağlanmış, değerlendirmeler yapılarak sonuçlar çıkarılmıştır.

Bulgular

Hava, su ve iklim kaynaklı doğal afetler ekstrem hava olaylarının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. İklimin bir parçası olan ekstrem hava olayları ise iklimin değiştiği oranda değişmekte daha sık ve daha şiddetli meydana gelmektedir. Bu olayların çoğu doğal afetleri de beraberinde getirmektedir.

Hava olaylarının ekstrem boyut kazanması ve iklim değişikliği temelde küresel sıcaklığın artışı ile ilgilidir. Atmosfer sıcaklığında meydana gelen artışlar mevcut sera gazlarının oranının artışına bağlanmaktadır. IPCC AR6 raporuna göre 1750-2019 arasındaki dönemde insan kaynaklı ısınım zorlamanın $2,72 \text{ Wm}^2$ arttığı belirlenmiştir. 21. yüzyılda yüzey sıcaklığının $1,5-2^\circ\text{C}$ 'yi aşacağı beklenmektedir. Kara yüzeylerinin sıcaklığının okyanus yüzeylerine göre 1,4-1,7 kat artması öngörülmektedir. Kuzey Kutbu'ndaki ısınmanın diğer alanların iki katından fazla olması söz konusudur (URL 9).

Küresel ortalama hava sıcaklığı 19. yüzyılın sonundan beri yaklaşık $0,6 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ artmıştır. Günlük sıcaklık genişliği sürekli azalmaktadır. 1950-1993 döneminde gece sıcaklıkları gündüz sıcaklıklarına göre iki kat fazla artmıştır. Gelişmiş iklim modelleri küresel ortalama hava sıcaklıklarında 1990-2100 dönemi için $1,4-5,8 \text{ }^\circ\text{C}$ arasında bir artış olacağını öngörmektedir (Folland vd., 2001; IPCC, 2001'den akt.: Türkeş vd., 2002, s. 1).

Küresel sıcaklığın referans dönemlerine göre artış miktarının $0-1^\circ\text{C}$ arasında değerler ile gösterilmesi artışın fazla olmadığı algısı uyandırabilir. Oysa IPCC AR6 her $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik ısınmada sıcak hava dalgası, şiddetli ve aşırı yağış, tropikal siklon, rüzgâr hızı, tarımsal ve ekolojik kuraklığın şiddetinin ve sıklığının artacağını belirtmektedir. Her 1°C 'lik sıcaklık artışının yağış yoğunluğunu %7 artıracığı tahmin edilmektedir. Ayrıca ısınmanın permafrost erimesi, mevsimsel kar örtüsü, kara buz ve Arktik deniz buz kaybına neden olacağı düşünülmektedir.

Dünyada her geçen yıl nüfus artışına paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Artan enerji talebini karşılamak üzere yakılan kömür, petrol ve doğal gazın atmosferdeki sera gazlarının büyük bir kısmından sorumlu olduğu bilinmektedir. Sera gazları yer radyasyonunu tuttuğundan küresel sıcaklık değerleri yükselmektedir. Atmosferde sıcaklığın artışı nem alma kapasitesini de artırır. Sıcak hava hızla yükseldiğinde ve yüksek miktarda nem yoğunlaştığında tek seferde bol miktarda yağış yeryüzüne inmektedir. Böylece seller, erozyon ve toprak kaymaları kaçınılmaz hâle gelmektedir. İnsanlar sürecin sonuçları ile bugün Dünyanın birçok bölgesinde daha sık karşı karşıya kalmaktadır.

IPCC AR6 raporuna göre 1980'lerden bu yana hızlanmakla beraber 1950'den beri karalar üzerinde küresel ortalama yağış miktarı artmaktadır. Yine 1980'lerden bu yana orta enlemlerde fırtınaların izlediği güzergâh hem kuzey hem de güney yarım kürede kutuplara doğru kaymıştır. İklim kuşakları her iki yarım kürede de kutuplara doğru kaymıştır. Kuzey yarım küre ekstrapoliklerinde 1950'lerden bu yana bitkilerin büyüme mevsimi her

on yılda bir ortalama iki gün kadar uzamıştır. Karasal alanlarda aşırı sıcaklar ve sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddeti artarken aşırı soğuklar ve soğuk hava dalgalarının şiddeti ve sıklığı azalmaktadır. Yoğun yağış olaylarının şiddeti ve sıklığı ise karalar üzerinde artmaktadır. Artan toprak buharlaşmasına bağlı olarak tarımsal ve ekonomik kuraklık da artmaktadır.

İklim değişikliği ile ilgili senaryolar (SSP 2-4,5/ SSP 3-7,0/ SSP 5-8,5) yağışların yüksek enlemlerde, Ekvatorial Pasifik ve Muson bölgesinin bazı kesimlerinde artacağını, subtropikal bölgeler ve bazı tropikal kesimlerde azalacağını göstermektedir. Sulak alanlar, permafrost kaybı ve orman yangınları CO₂ ve CH₄ emisyonlarını artırmaktadır. Her 1000 Gt kümülatif CO₂ emisyonunun yüzey sıcaklığını 0,27 °C- 0,63 °C artıracığı tahmin edilmektedir. 1850-2019 arasında 2390 ± 240 GtCO₂ antropojenik CO₂ 'in salındığı belirtilmektedir (URL, 18).

Dünya meteoroloji örgütünün 2021 de yayınladığı Atlasa göre 1970-2019 döneminde hava, iklim ve su kaynaklı olarak meydana gelen yaklaşık 11 bin doğal afet sonucunda 2 milyon insan hayatını kaybetmiş, 3,6 trilyon dolar ekonomik zarar meydana gelmiştir. EMDAT kayıtlarına göre bu dönemde meydana gelmiş afetlerin %50'si, can kayıplarının %45'i ve ekonomik kaybın %74'ü hava, iklim ve su kaynaklı afetlerle ilgilidir.

Dünyada Hava, Su ve İklim Kaynaklı Doğal Afetler

SREX (İklim Değişikliğine Uyumu Geliştirmek için Aşırı Olayların Riskini ve Afetleri Yönetmek) raporunda, dünyanın pek çok yerinde 1950 yılından bu yana toplanan kayıtlara göre, aşırı hava olaylarının istatistiksel anlamda önemli miktarda arttığına dair somut kanıtlar sunulmaktadır. Son 30 yılda küresel ölçekte şiddetli hava olaylarının neden olduğu sigorta ödemeleri de 20 kat artmıştır. İklim değişikliğinin etkisi ile meteorolojik doğal afetlerin sayısının 21. yüzyılda artacağı beklenmektedir. Dünyada son elli yılda görülen her on doğal afetten dokuzu şiddetli hava ve iklim olaylarından kaynaklanmaktadır (Kadioğlu, 2012, s. 2)

Dünyada 1960-2019 periyodunda kaydedilen hava, iklim ve su kaynaklı afet sayısı 11000'den fazladır ve bunların içerisinde sel birinci sırada yer almaktadır. Asya kıtası bu afetlerin en fazla gerçekleştiği birinci kıta (%44) durumundadır. Amerika, Afrika ve Avrupa bu kıtayı takip etmektedir (URL, 15). 1998-2017 döneminde dünyada sel (%43), fırtına (%28,2), kuraklık, sıcak hava dalgası ve diğer hava olaylarına bağlı afetler en fazla kayıtlara geçen (%91) doğal afetler olmuşlardır. Bu dönemde 2 milyar kişi sel afetinden (%45) ve 1,5 milyar kişi kuraklıktan etkilenmiştir.

Meydana gelen maddi kayıpların %46'sı fırtınalardan kaynaklanmıştır. Afetlerden en fazla etkilenen Asya (%86) can kayıplarının da en fazla gerçekleştiği kıta (%53) olmuştur (URL 13).

Doğa kaynaklı tehlikeler atlası (NHRA) doğal afetlerden en fazla etkilenen 100 şehrin %56'sının Asya kıtasında (Filipinler, Çin, Japonya, Bangladeş) olduğunu bildirmektedir. 2018 yılında da doğal afetlerden en fazla Asya kıtası etkilenmiştir ve yaşanan can kayıplarında (%78,6) birinci sıradadır.

CRED (EM-DAT) 1970-2019 arasında 22.326 afet kaydetmiştir. Afetler sebebiyle 4,6 milyon can kaybı ve 4,9 trilyon dolar maddi kayıp meydana gelmiştir. Kayıt altındaki afetlerin %62'si, can kayıplarının %80'i ve ekonomik kayıpların %99'u doğal afetlerden kaynaklanmıştır. 1970-2019 döneminde CRED (EM-DAT) tarafından kaydedilmiş afetlerin 11.072'si hava, iklim ve su kaynaklıdır. Buna göre son 50 yılda gerçekleşen afetlerin %50'si, can kayıplarının %45'i ve ekonomik kayıpların %74'ü hava, iklim ve su kaynaklı afetlerle ilgilidir. 1970-2019 döneminde ilk on afet içerisinde en fazla insan kaybına yol açan tehlikeler kuraklık (650 bin), fırtına (577 bin), seller (58,7 bin) ve aşırı sıcaklıklar (55,7 bin) şeklindedir. Aynı dönemde hava durumu, iklim ve suyla ilgili afetler arasında seller en yaygın afetlerdir. Fırtınalar ise en yüksek can ve mal kaybına neden olmuştur.

EM-DAT kayıtlarına göre 1970-2019 döneminde hava, iklim ve su ile ilgili afetler sonucunda meydana gelen can kayıpları yaklaşık üç kat azaldığı hâlde ekonomik kayıplar yedi kat artmıştır. Bu dönemdeki hava, iklim ve su kaynaklı afetlerin %44'ü sel (%24 nehir taşkınları, %14 genel taşkınlar), %17'si tropikal kasırgalardır. Tropikal kasırgalar can kayıplarının %38'ine, kuraklık ise %34'üne neden olmuştur. Ekonomik kayıpların %38'i tropikal siklonlardan, %31'i farklı taşkınlardan kaynaklanmıştır.

İklim ve hava ile ilgili afetler dünya genelinde etkisini artırmaktadır. 2020 yılı Dünya Afet Raporu'na göre son on yılda 1,7 milyar insan iklim ve hava ile ilgili afetlerden etkilenmiştir. Sel, fırtına ve sıcak hava dalgası bu dönemde de en fazla etki eden afetler olmuşlardır. (URL 15). Munich RE standartlarında değerlendirildiğinde 1980-2012 arasında doğal afetlerin %87'si iklim kaynaklı doğal afetlerdir. Bunların % 44'ü fırtına, % 41'i sel, % 15'i sel afetidir (URL 17).

Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonunun 2020 de yayınladığı Dünya Afet Raporu standartlarına göre 2019 yılında Dünya genelinde 308 doğal afet meydana gelmiş; 97 milyon kişi etkilenmiş ve 24,3 bin kişi hayatını kaybetmiştir. Afetlerin %77'si iklim ya da hava

olaylarından kaynaklanmıştır. Bunlardan Hindistan'da Fani Siklonu, Filipinler'de Kammuri ve Phangone siklonları, Afganistan'daki kuraklık, Doğu Afrika'da İdai ve Kenneth siklonları etkilenen insan sayısı bakımından öne çıkmaktadır. 2019 yılı içerisinde Batı Avrupa'da meydana gelen üç sıcak hava dalgası nedeniyle 3453 kişi hayatını kaybetmiştir.

Dünya Afet Raporu (2020) verilerine göre hava ve iklim kaynaklı doğal afetlerin sayısı 1960'dan bu yana sürekli artmaktadır. Son on yılda gerçekleşen tüm afetlerin %83'ü sel, fırtına ve sıcak hava dalgaları gibi hava ve iklim olayları kaynaklıdır. Bu afetler sonucunda 410.000'den fazla insan hayatını kaybetmiş, 1,7 milyar insan olumsuz etkilenmiştir. Bu tür afetler 1990'lardan bu yana %35 oranında artmıştır.

1970-2019 döneminde afetlerden dolayı meydana gelen can kayıplarının BM ülke sınıflamasına göre %91'i gelişmekte olan, Dünya Bankası ülke sınıflandırmasına göre %82'si düşük-orta-alt gelirli ülkelerde gerçekleşmiştir (URL 11).

EM-DAT standartlarına göre dünyada 2021 yılında gerçekleşen 432 doğal afetin 223'ü sel afeti olup 2001-2020 ortalamasını (163) geçmiştir. Seller nedeniyle özellikle Hindistan, Çin ve Afganistan'da çok sayıda can kaybı ve büyük maddi zarar meydana gelmiştir. En fazla rapor edilen ikinci afet fırtınalar (121 olay) yine 2001-2020 ortalamasının (102 afet) üzerine çıkmıştır. Filipinler'de Rai Tayfunu, Endonezya'da Seroja Tropikal Siklonu, Kuzey Amerika'da kış fırtınası, ABD'de Ida Kasırgası çok sayıda insanın can kaybına ve maddi zarara yol açmıştır.

2021 yılında dünya çapında üç ekstrem sıcaklık kaydı bulunmaktadır. Orman yangınlarına da neden olan sıcak hava dalgası Kanada'da 815, ABD'de 229 kişinin hayatını kaybetmesine yol açmıştır. 2021 yılında 19 büyük orman yangını gerçekleşmiştir ve bu değer 2001-2020 değerinin (11 afet) üzerindedir. Özellikle yaz aylarında çıkan yangınlar Akdeniz ülkelerini (Cezayir, Bulgaristan, Kıbrıs, Yunanistan, İtalya, Makedonya, Tunus, Türkiye) etkilemiştir. ABD'de Marshall yangınında ise önemli ekonomik kayıp (3,3 milyar dolar) meydana gelmiştir. Afrika (GAC, Somali, Etiyopya, Kenya) ve Asya'da (Afganistan, İran, Irak, Suriye) 15 kuraklık afeti meydana gelmiştir. Aynı yıl Batı ABD'de kuraklık ekonomik kayıplara neden olmuştur (URL 7).

2022 yılının ilk yarısında EM-DAT veri tabanında 79 ülkede gerçekleşen 187 afet kaydedilmiştir. Elde edilen bilgilere göre bu afetler en az 6347 kişinin hayatını kaybetmesine, 50 milyon kişinin etkilenmesine ve 40 milyar dolar maddi kayba neden olmuştur. Bu dönemde mayıstan

ağustosa kadar Hindistan ve Pakistan'da muson mevsiminde seller meydana gelmiştir. Özellikle Pakistan sellerden çok fazla etkilenmiştir. Ülkenin üçte biri sular altında kalmıştır.

Pakistan dışında seller nisanda Güney Afrika'da, mayısta Brezilya'da ve haziranda Nijer'de afete neden olmuştur. Guatemala, Bolivya, Avustralya ve Çin de sellerden etkilenmiştir. Bu dönemde Çad milyonlarca insanı etkileyen kuraklığa maruz kalmıştır. Nisan ayında tropikal fırtına (Megi) Filipinler'i vurmuş, 289 kişi hayatını kaybetmiştir. Şubat ayında Batsirai kasırgası Madagaskar'da meydana gelmiştir. 2022'nin ilk altı aylık döneminde olay sayısı, can kaybı ve etkilenen insan sayısı bakımından Asya kıtası yine birinci sırada yer almıştır. Amerika kıtası kayıtlı afetler açısından Asya kıtasını takip ederken ekonomik zararda ilk sırada yer almaktadır. Bu dönemde de seller en fazla gerçekleşmiş afetler olup can kaybı ve etkileri açısından da ilk sıradadır (URL 7).

Türkiye'de Hava, Su ve İklim Kaynaklı Doğal Afetler

Sıcaklık değerlerindeki artışlar atmosferdeki sera gazlarının artışı ile ilişkili bulunmaktadır. Ülkemizde sanayileşme, kentleşme ve ticaret faaliyetleri geliştikçe enerjiye olan talep de giderek artmaktadır. Bu talebi karşılama yoluna gidildiğinde daha fazla fosil yakıtın yakılması ve daha fazla sera gazı salımı gerçeği gündeme gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları her geçen gün daha fazla devreye sokuluyor olsa da bugün hâlâ enerji üretimimizin yaklaşık %65'ini fosil yakıtları yakarak elde etmekteyiz.

Türkiye elektrik enerjisi tüketimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %8,74 artarak 332,9 milyar kWh, elektrik üretimi ise bir önceki yıla göre %9,14 oranında artarak 334,7 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. 2020-2040 dönemi için yapılan Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu çalışmasının sonuçlarına göre elektrik tüketiminin baz senaryoya göre, 2025 yılında 370 TWh, 2040 yılında ise 591 TWh seviyesine ulaşması beklenmektedir. 2021 yılında elektrik üretimimizin, %30,9'u kömürden, %33,2'si doğal gazdan, %16,7'si hidrolik enerjiden, %9,4'ü rüzgârdan, %4,2'si güneşten, %3,2'si jeotermal enerjiden ve %2,4'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir (URL 8).

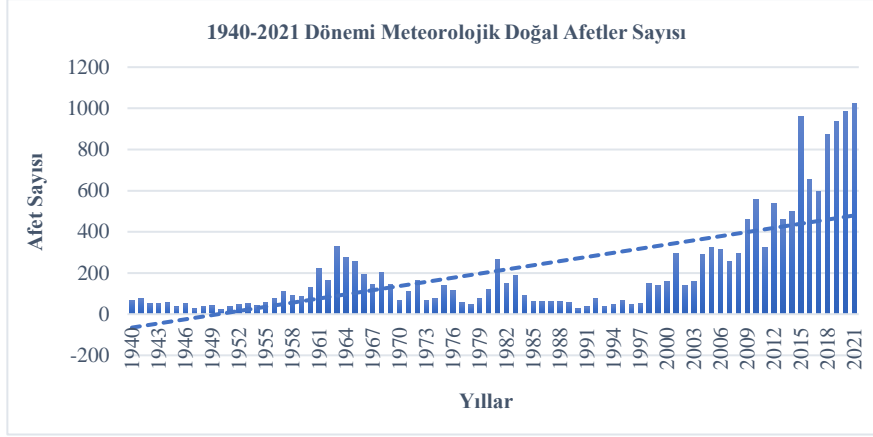
Türkiye sera gazı emisyonu sıralamasında G20 ülkeleri arasında 16. sıradadır ve emisyonlar artma eğilimindedir. Paris Anlaşması 2021 yılında imzalanmış, buna göre NDC (Ulusal Katkı Beyanları) ve GHG (sera gazı) emisyonlarının 2030 yılına kadar %21 oranında azaltılacağı taahhüt edilmiştir (URL 4).

TÜİK Türkiye sera gazı envanteri sonuçlarına göre, 2020 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 artarak 523,9 milyon ton (Mt) CO₂ eşdeğeri (eşd.) olarak hesaplanmıştır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eşdeğeri, 2019 yılında 6,2 ton CO₂ eşdeğeri ve 2020 yılında 6,3 ton CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Toplam sera gazı emisyonlarında 2020 yılında CO₂ eşd. olarak en büyük payı %70,2 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu sırasıyla %14 ile tarım, %12,7 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,1 ile atık sektörü takip etmekteydi. Toplam CO₂ emisyonlarının 2020 yılında %31,6'sı elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere %85,4'ü enerji sektöründen, %14,2'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0,4'ü ise tarım ve atık sektörlerinden kaynaklanmıştır. CH₄ emisyonlarının %61'i tarım, %22,1'i atık, %16,9'u enerji ve %0,02'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen; N₂O emisyonlarının ise %80,3'ü tarım, %9,1'i enerji, %5,6'sı atık ve %5'i de endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen kaynaklanmıştır.

IPCC-AR5 dünyadaki ortalama sıcaklıkların artışına bağlı olarak ekstrem hava olaylarının sayısında ve şiddetinde de bir artış olduğunu, sıcak ve soğuk hava dalgası ile kuraklık gibi iklim ve hava olaylarının bu ekstrem olayların başında geldiğini bildirmektedir. Türkiye'deki meteorolojik ekstrem olayların tarihî seyrine bakıldığında 2000'li yıllardan günümüze sürekli bir artış olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 1)

Asya Pasifik Afet Riski Görünümü 2019 raporuna göre 62 üyeli bir komisyonda Türkiye hem yavaş ilerleyen afetlerin hariç tutulduğu sıralamada hem de normal sıralamada onuncu sırada yer almaktadır. Aynı rapora göre Türkiye nüfusunun %51,7 gibi önemli bir kesimi afet tehlikesinin yüksek olduğu bölgelerde yaşamaktadır. Gruptaki ülkeler arasında bu yönüyle de 10. sırada yer almaktadır (URL 2).

Afetlere maruz kalma açısından Dünya Risk Endeksi verilerinden oluşan rapora göre (2022) Türkiye 193 ülkenin yer aldığı endekste en riskli 30. ülke durumundadır. Maruz kalma bakımından 8,90 puanla yine çok yüksek riskli ülkelerdendir. Zarar görülebilirlik bakımından ise 29,58 puanla yüksek riskli durumdadır. Aynı raporda Türkiye 16,23 endeks skoru ile çok yüksek risk sınıfındaki (12.89 – 100.00) ülkeler arasındadır.



Şekil 1. Türkiye Uzun Yıllar Meteorolojik Afet Sayıları (Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri esas alınmıştır.)

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklıklar ölçüm dönemi içerisinde günümüze doğru artış eğilimi göstermektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre 1971-2000 devresinde Türkiye’nin yıllık ortalama sıcaklığı 13,2°C’dir. 1980-2010 dönemi için bu değer 13,5 °C olarak belirlenmiştir. 2021 yılında ise Türkiye ortalama sıcaklığı 14,9 °C olarak gerçekleşmiş olup 1981-2010 normaline göre (13,5 °C) 1,4 °C pozitif, 1991-2000 normaline göre (13,9 °C) 1 °C pozitif anomali göstermiştir. Alansal yağışlarda ise (524,8 mm) 1991-2000 normaline göre (573,4 mm) %9 negatif anomali gerçekleşmiştir (URL 16)

G20 Climate Risk Atlas Turkey verilerine göre (2021) Türkiye’de ortalama sıcaklıkların 1985’e kadar -0,7°C, 2014’e kadar 0,6°C anomali gösterdiği anlaşılmaktadır. İyimser senaryoya göre bugünkü yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar 1,5 °C, kötümser senaryoya göre 2,7 °C; 2100 yılına kadar iyimser senaryoya göre 1,8 °C, kötümser senaryoya göre 6,3°C artması beklenmektedir. Yıllık toplam yağışlar 1985 yılına kadar %-2,2, 2014 yılına kadar %-5,4 anomali göstermiştir. 2050 yılına kadar kötümser senaryoya göre % -0,4, 2100 yılına kadar kötümser senaryoya göre %- 6,1 anomali göstermesi beklenmektedir. Aynı rapora göre yağışla ilgili göstergeler 2036-2065 arasında 30 yıllık bir dönemde yıllık toplam yağışın %-3,0 ile 1,7, en yağışlı ayın yağışının %1-2, en sıcak devrenin yağışının % -14 ile -27,6 arasında değişeceğini göstermektedir. Tarımsal kuraklık devresi %18-36 oranında, hidrolojik kuraklık %11-20, sıcak hava dalgası süresi %284-4242 uzayacaktır. Yüzeysel akışın %5-27 oranında düşeceği öngörülmektedir.

Türkiye’de 1971-2000 devresinde 13,2 °C olan ortalama sıcaklık 1981-2010 devresinde 13,5 °C’ye yükselmiştir. Bu süreç içerisinde sıcak hava dalgasından kaynaklanan can kayıpları da artmıştır. 2015, 2016 ve 2017 yıllarında meydana gelen sıcak hava dalgalarında ölüm oranları sırasıyla %11, %6 ve %21 oranında artmıştır. 2000-2004 dönemine göre aşırı sıcaklığa bağlı can kayıpları %87 oranında artmıştır. Sıtma riskinin Türkiye’de de 2050 yılına kadar %10,9-12,6 oranında artması beklenmektedir (URL 4).

2020 yılında Türkiye’de şehirleşme oranı %76 olmuştur ve 2050 yılında %86’ya ulaşması beklenmektedir. Türkiye’de şehirleşme artmaktadır ve bu durum tarım alanlarının aleyhine gelişmektedir. Kentsel alanlarda hem toprak geçirgenliği hem de bitki ile kaplı alanlar azalmaktadır. Isı dalgası altındaki kentsel alanlar ile çevrelerindeki kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkı 6°C’ ye kadar çıkmaktadır. Isınma yağış düzenini değiştirmektedir. Zeminin sızdırmazlığı sağanak yağışlar sonrasında sel ve su baskınlarına da neden olmaktadır (URL 4).

Türkiye’de 2000 yılından bu yana hidro-meteorolojik ekstrem olayların sayısı artmaktadır. 2015 yılında 959, 2016 yılında 654, 2017 yılında 598, 2018 yılında 871, 2019 yılında 936, 2020 yılında 984, 2021 yılında 1024 meteorolojik doğal afet kayıt altına alınmıştır. Bu meteorolojik karakterli doğa olayları içerisinde özellikle şiddetli yağış ve sel, fırtına ve dolu öne çıkmaktadır. (Tablo 1).

Uzun yıllar meteorolojik ekstremler incelendiğinde Türkiye’de en fazla meydana gelen meteorolojik afetlerin aşırı yağışa bağlı sel, fırtına ve dolu olduğu anlaşılmaktadır. DMİGM fevk rasatlarına göre 1940-2010 yılları arasında gerçekleşen meteorolojik karakterli doğal afetlerin %30’u sel, %27’si fırtına, %23’ü dolu afettir (URL 15). 2010-2021 devresinde ise meydana gelen 8274 meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetin %32’si fırtına, %30’u şiddetli yağış/sel, %17’si dolu şeklindedir. Yıldırım, çığ ve don olayı bu afetleri takip etmektedir. Dönem içerisinde en fazla meteorolojik afet haziran ayında kaydedilmiştir. Aynı dönem içerisinde meydana gelen orman yangınlarının %46’sı faili meçhul, %36’sı ihmal-kaza ve sadece %12’si doğal nedenlere bağlı olarak gerçekleşmiştir (URL 12). 2010 yılında gerçekleşen doğal afetlerin %46’sı fırtınalardır. 2018 de meydana gelen seller özellikle yaz (%32) ve ilkbahar (%30) aylarında görülmüştür (URL 13).

Tablo 1. 2015-2021 Döneminde Türkiye’de En Fazla Kaydedilmiş Meteorolojik Afetler.

Yıllar	Şiddetli Yağış/Sel (%)	Fırtına (%)	Dolu (%)	Yoğun Kar Yağışı (%)	Toplam
2015	26	25	12	8	959
2016	21	41	15	6	654
2017	31	36	16	7	598
2018	38	28	16,8	6,3	871
2019	36	27	18	5	936
2020	30	27	23	5	984
2021	28	40	13	7	1024

Kaynak: MGM Verileri kullanılmıştır.

Ülkemizde 2020 yılında rapor edilen 984 ekstrem olayın %30’u şiddetli yağış/sel, %27’si fırtına ve %23’ü dolu olayıdır. 2021 yılında 1024 ekstrem doğal olay gerçekleşmiştir. Bunların %28’i şiddetli yağış/sel, %40’ı fırtına-hortum, %13’ü dolu, %7’si şiddetli kar yağışı, %5’i yıldırım, %2’si don, %2’si heyelan ve %3’ü orman yangınıdır (URL 12)

Hortum ve dolu afeti kayıt dönemi içerisinde günümüze doğru bir artış eğilimi içerisindedir. 2020 yılı ülkemizde dolu (%58 yaz) ve çığ afetinin en fazla görüldüğü yıl olmuştur. Yıldırım afeti de 2019 ve 2020 de en yüksek olay sayısına ulaşmıştır (%60 yaz mevsimi). 2020 yılında 3399 orman yangını çıkmıştır ve 20971 hektar alan zarar görmüştür (URL 16). Uzun yıllar afet kayıtlarına göre ülkemizde en yüksek sayıda sıcak hava dalgası kayıtları 2010 yılına, en yüksek sayıda soğuk hava dalgası kayıtları 1992’ye (Pinatubu yanardağ faaliyeti etkisi) aittir (URL 24).

G20 Climate Risk Atlas Turkey verilerine göre Türkiye’de kuraklık riski özellikle merkezi kesimler ve Güneydoğu’da ciddi risk oluşturmaktadır. 2007-2008 ve 2013-2014 yıllarında büyük kuraklıklar gerçekleşmiştir. Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde gelecekte büyük kuraklık beklenmektedir. Diğer bölgeler de sık sık uzun süreli ve şiddetli kuraklıkla karşı karşıya kalacaktır. Aynı rapora göre Türkiye’nin sahip olduğu su kaynaklarının %18’i yeraltı kaynakları durumundadır. 2015-2025 dönemi referans alındığında 2045-2050 periyodunda yıllık yeraltı suyu kazanımının düşük emisyon senaryosuna göre % -15,9, orta emisyon senaryosuna göre % -17,6 ve yüksek emisyon senaryosuna göre % -20,3 oranında düşeceği bildirilmektedir.

Orman yangınları; kuraklık, yüksek sıcaklık, düşük nem ve rüzgâr ile yakından bağlantılıdır. Türkiye’de ormanla kaplı alanların payı %30

civarındadır. Türkiye ormanları atmosferden 90,19 milyon ton CO₂ eşdeğerini çekmektedir. Son 30 yılda meydana gelen 65,5 bin yangında 300 bin hektar alan yanmıştır. Orta ve düşük emisyon senaryolarına göre Akdeniz’de ve ılıman orman alanlarında yangınlarda artış beklenmektedir. Türkiye’de yangın afeti en fazla 2013’de kayıtlara geçmiştir. 1990’dan bu yana 1994, 2000, 2008 ve 2021 yıllarında en fazla yangın gerçekleşmiştir. (URL 4).

EM-DAT veri tabanında 1900’lerden bu yana Türkiye ile ilgili 202 afet kaydı bulunmaktadır. Bunların 90’ı hava, iklim ve su (meteorolojik, klimatolojik ve hidrolojik) ile ilgili afetlerdir. Atmosferik koşullardan kaynaklanmış bu afetler nedeniyle 2,4 milyon insan etkilenmiş, 2207 kişi hayatını kaybetmiştir. EM-DAT kriterlerine göre veri tabanında Türkiye ile ilgili en fazla hidrolojik afetler kaydedilmiştir (66 olay). Bunlar seller (%56) ve toprak kaymasıdır. Kayıtlı altı klimatolojik afetin tamamı orman yangınıdır. Meteorolojik afetler fırtınalar ve ekstrem sıcaklıklar (18 olay) şeklindedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü fevk rasatları kayıtları 1975-2021 devresinde 14.074 hava, iklim ve su ile ilgili afeti içermektedir. Bunların %65’i meteorolojik, %31’ hidrolojik, %4’ü klimatolojik afetlerdir. Doğrudan ya da dolaylı olarak hava olayları ile ilgili olan bu afetlerden en çok yağış ve sel (%27), Fırtına (%17), Fırtına ve hortum (%16) ile dolu (%15) kaydına rastlanmaktadır.

Ağrı İlinde Hava, Su ve İklim ile İlgili Doğal Afetler

Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı kayıtları tarihsel süreçte Ağrı ili sınırları içerisinde gerçekleşmiş birçok hava, su ve iklimle ilgili (hidro-meteorolojik) afet bilgisi içermektedir. Sel (taşkın/su baskını), heyelan, kaya düşmesi ve çığ afeti Ağrı ilinde özellikle köy yerleşmelerini etkilemiş, yerlerinin değiştirilmesine neden olmuştur. 21.10.1953 tarihli arşiv belgesinde Aşağı Sürbehan köyünde selden zarar görmüş halkın uygun bir mahalleye yerleştirilmesi bilgisi yer almaktadır. Aynı köy ile ilgili 13.06.1966 tarihli belge selde su baskınından zarar görenlerin Aktaş mevkiine yerleştirileceklerini ifade etmektedir. 1966’da bir başka su baskını olayı Ağrı Merkez’de gerçekleşmiştir. Arşiv belgesine göre Merkez’de 10 mahalle su baskınından etkilenmiş 154 aile zarar görmüştür.

Bozmez (Uludal) köyünde meydana gelen su baskınından zarar görenlere yapılacak yardım (Arşiv belgesi tarihi: 23.01.1968), Çatkösedag köyünde konutları heyelan ve su baskınına maruz kalan ailelerin

Mollasüleyman ve Yığıntaş köylerine yerleştirilmesi (02.07.1973), Gözaydın köyünde konutları su baskını ve heyelan afetinden etkilenmiş ailelerin ilçe belediye sınırları içerisinde yerleştirilmesine ilişkin arşiv belgeleri (16.07.1973) Eleşkirt ilçesinde sel afetinin sıklıkla yaşandığını göstermektedir.

Sel (su baskını) afeti Doğubeyazıt ilçesinde de görülmüştür. Sazoba köyünde konutları su baskınına uğrayanların Sağlıksuyu sınırları içerisinde yerleştirilmesi (27.02.1979), taşkına maruz kalarak zarar gören Yağmurdüşen köyünün başka bir mevkiye taşınması (05.08.1992) arşiv belgelerinde yer almaktadır.

Hamur ilçesi Çağlayan köyünde Galetayın deresinin 1979'da yaptığı taşkın 21.12.1981 tarihli arşiv belgesinde krokilendirildiği görülmektedir.

Heyelan ya da toprak kayması EM-DAT afet sınıflandırmasında jeolojik / jeofizik afetlerin alt türü, hidrolojik afetlerin ana türü olarak gösterilmektedir. Toprak kayması; deprem, volkanizma gibi jeolojik olaylar sonucunda oluşabileceği gibi zeminin ıslanıp kayganlaşmasına neden olan aşırı yağışlar, kar erimeleri, yeraltı suyu seviyesinin yükselmesi gibi hidrolojik olaylara da bağlı olabilir. Bu sebeple bu çalışmada heyelana su ile ilgili (hidrolojik) afetler sınıfında kabul edilerek hidro-meteorolojik afetler arasında yer verilmiştir.

Ağrı ilinde gerçekleşen yer kayması ya da heyelan olayları arşiv belgelerinde sellerden sonra en fazla kaydına rastlanılan afettir. 15.01.1974 tarihli arşiv belgesinde Merkez'e bağlı Sarıtaş köyünde meydana gelen yer kaymasından zarar gören ailelerin Aşağı Yoldüzü köyüne yerleştirilmeleri belirtilmektedir. 27.02.1979 tarihli belgede ise Eleşkirt ilçesine bağlı Yığıntaş köyünde yer kayması nedeniyle yapıları zarar görmüş ailelerin yeni taşınma yerine ilişkin bilgi verilmektedir. Yine Eleşkirt ilçesi Övündük köyü sınırları dâhilindeki bazı yerlerin heyelan sebebiyle afete uğrayabilecek bölge olarak kabulünü içeren 28.05.1979 tarihli belge mevcuttur.

Bazı Devlet Arşivi belgelerinde Ağrı ilinde çeşitli afetler nedeniyle afete maruz bölge ilan içeren bilgiler yer almaktadır. Söz konusu afetler Tablo 2'de düzenlenmiştir.

Tablo 2. Ağrı İlinde Doğal Afetler Nedeniyle Afete Maruz Bölge Olarak İlan Edilen Yerleşmeler.

YILLAR	İL	İLÇE	KÖY	AFET TÜRÜ
09.08.1988	Ağrı	Merkez	Gümüşyazı	Heyelan

11.08.1988	Ağrı	Merkez	Başçavuş	Heyelan, kaya düşmesi
12.08.1988	Ağrı	Eleşkirt	Hasanpınar	Heyelan
09.10.1989	Ağrı	Diyadin	Kocaçoban	Kaya düşmesi
09.10.1989	Ağrı	Diyadin	Delihasan	Kaya düşmesi
10.08.1989	Ağrı	Eleşkirt	Kayayolu	Heyelan, kaya düşmesi
18.01.1990	Ağrı	Eleşkirt	Tahir	Su baskını
05.08.1991	Ağrı	Taşlıçay	Yukarı Esen	Heyelan
05.08.1991	Ağrı	Doğubeyazıt	Gönler	Heyelan
07.08.1991	Ağrı	Doğubeyazıt	Seslitaş	Su basması
08.08.1991	Ağrı	Hamur	Danakıran	Su basması
28.08.1991	Ağrı	Merkez	Aşağı Dürmeli	Su basması
29.08.1991	Ağrı	Patnos	Bağbaşı	Su basması
	Ağrı	Eleşkirt	Kayayolu	Heyelan, kaya düşmesi
1989-1992	Ağrı	Eleşkirt	Hasanpınar	Heyelan
	Ağrı	Eleşkirt	Sarıköy (Sarıcan)	Çığ düşmesi
	Ağrı	Eleşkirt	Güneykaya	Çığ düşmesi
-	Ağrı	Patnos	Merkez	Heyelan, su baskını

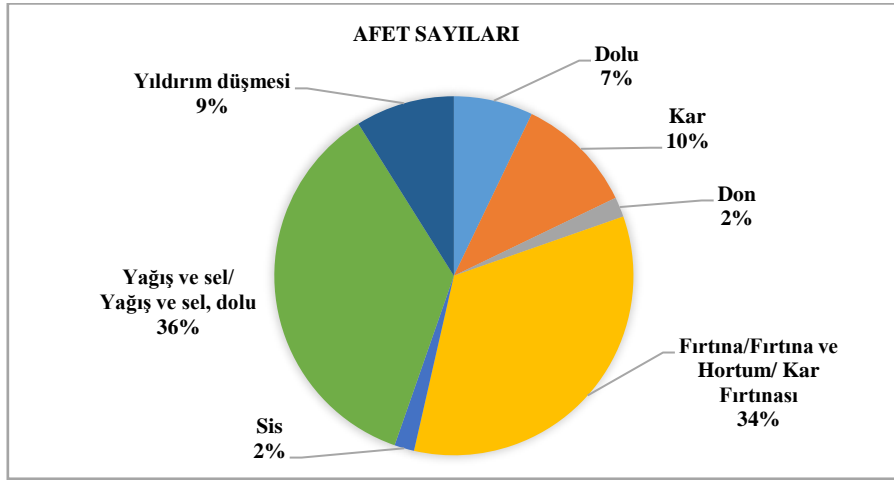
Kaynak: Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı.

MGM fevk rasatlarında heyelan afeti kaydı tutulduğu hâlde Ağrı iline ait bu afete ilişkin veri bulunmamaktadır. Olayın afet riski taşınması ve afete dönüşmüş olması ayırımına gidilmiş olması muhtemeldir. AYDES veri tabanında %31 oranıyla su baskınından sonra an fazla meydana gelen olay heyelandır. 2005 ve 2006 yıllarının her birinde 15, 1988 yılında 9 heyelan kaydı bulunmaktadır. 2008 yılından sonra heyelan kaydına rastlanmamıştır.

1975-2021 devresinde MGM'nin afet kayıtları Ağrı ili sınırları içerisinde en fazla meteorolojik kökenli afetin Ağrı Merkez'de gerçekleştiğini göstermektedir (%32). Doğubeyazıt, Eleşkirt ve Patnos ilçeleri afet sayıları açısından il merkezini takip etmektedir (Şekil 2). Nüfusun ve yerleşmenin yoğunlaştığı bu alanlarda meydana gelen doğal olaylar insanı etkilediği oranda doğal afete dönüşmüştür. Diyadin ve Hamur ilçeleri ise en az afet kaydına rastlanan ilçelerdir. Son elli yıllık ölçüm

devresinde sıcaklıklarda artış, yıllık toplam yağışlarda ise azalma eğilimi devam etmektedir.

Fırtınalar dünyada ve Türkiye’de en fazla kayda geçen meteorolojik kökenli doğal afetlerden biridir. Her yıl çok sayıda can ve mal kaybına neden olmaktadır. Görülme sıklığı sellerden sonra gelse de en ölümcül hava ile ilgili afet türüdür. Meteoroloji Genel Müdürlüğü fevk rasatları kayıtları 1975-2021 devresinde 14.074 hava, iklim ve su ile ilgili afeti içermektedir. Bunlardan fırtına, eşlik eden hava olayı ile birlikte %34’lük orana sahiptir (Şekil 5).



Şekil 5. Ağrı İlinde 1975-2021 Devresinde Hava, İklim ve Su Kaynaklı Doğal Afetler (Kaynak: MGM verileri kullanılmıştır.)

Fırtınalar tek başına etkili olabileceği gibi çoğu zaman yağmur, şimşek, gök gürültüsü, yıldırım, hortum gibi hava olaylarını da beraberinde getirir ya da birlikte etkili olur. Ayrıca kış aylarında oluşan fırtınalar yağın kar tanelerini taşıyabilir ve kar fırtınalarına dönüşebilir. Fırtınalar ile diğer hava olayları çoğu zaman iç içe olduğundan Ağrı’da meydana gelmiş fırtınalar eşlik eden hava olayları ile birlikte verilmiştir.

Ağrı İlinde 1970-2020 devresinde yıllık ortalama sıcaklık değeri genel bir artış eğilimi gösterse de dönem içerisinde artışlar ve azalışlar istikrarlı bir gidiş göstermemiştir. Ancak yine de son yirmi yıl içerisinde kaydedilen 9,1°C ve 9,5°C değerleri daha önce kaydedilmemiştir (Karaca, 2022). En fazla fırtına afetinin gerçekleştiği yıllarda yıllık ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 6.5, 3.4, 5.6 ve 7,2’dir. Sıcaklıkların en düşük ortalama sahip olduğu 1982 yılı fırtına afetinin de en fazla görüldüğü yıldır.

1975-2021 devresinde Ağrı ili sınırları içerisinde 19 fırtına, fırtına ve hortum, kar fırtınası kaydı yapılmıştır. Tek başına fırtına (7 olay) hemen

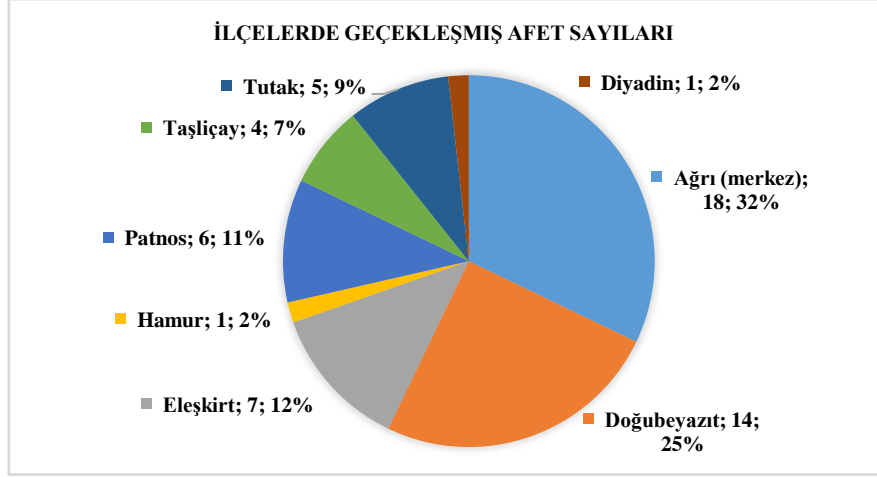
hemen her ay görülebilirken kar fırtınası (7 olay) ocak ve şubat, fırtına ve hortum (5 olay) mart ve nisan aylarında etkili olmaktadır. Ağrı Merkez ve Tahir beldesinde fırtınalar özellikle etkili olmaktadır. Ağrı’da insan hayatını olumsuz yönde etkilemiş fırtınaların tarihsel seyri önemli bilgiler vermektedir. Yetmişli ve seksenli yıllarda hemen hemen her yıl özellikle kar fırtınaları gerçekleşmişken 1985-2004 arasında kalan yıllarda zarar veren fırtına kaydı bulunmamaktadır. 2005-2014 arasında da aynı durum söz konusudur. 2000’li yıllarda gerçekleşmiş fırtınaların ise hortumla birlikte etkili olmuş olması ayrıca önemlidir (Türkiye’de hortum kaydı 2001’den itibaren tutulmaktadır).

MGM’nin fevk rasatlarına göre Ağrı ilinde zaman zaman meydana gelen şiddetli fırtınalar maddi zarara yol açmış hatta ölüm ve yaralanmalara neden olmuştur. Patnos ilçesinde 29 Mart 2014 tarihinde etkili olan fırtına sebebiyle meydana gelen duvar çökmesi ve çatılardan kiremit uçması sebebiyle bir kişi ölmüş, bir kişi yaralanmıştır. Ağrı Merkez ve ilçelerde 24 Mart 2018 tarihinde ise 11 Beaufort (bofor) şiddetine kadar ulaşan fırtına sonucu çatılar uçmuş ve insanlar yaralanmıştır.

Yağış ve Sel/Yağış ve Sel Dolu

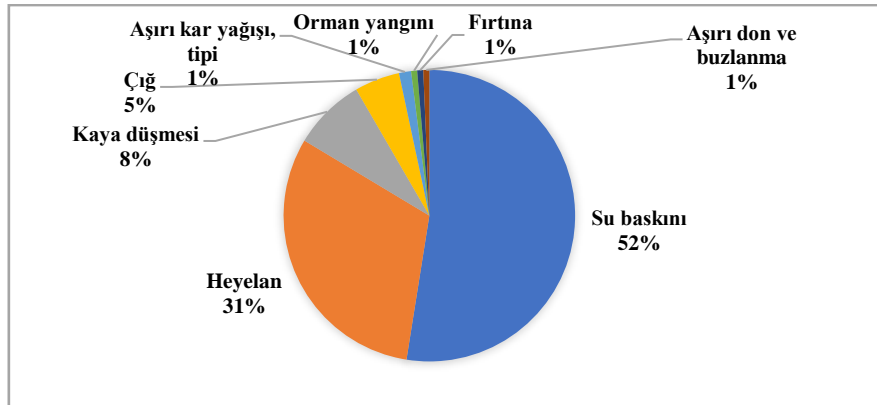
Yere dokunan alt hava katmanlarının üst hava katmanlarına göre daha fazla ısınması kararsız hava kütleleri oluşturur. Bu hava kütlelerinde yeterli miktarda nem de varsa güçlü dikey hava yükselmeleri olur, kümülonimbus bulutları oluşur ve şiddetli sağanaklar meydana gelir (Erol, 2014, s. 236).

Küresel sıcaklık artışı nemlilik ve yağış şartlarını da değiştirmektedir. Atmosfer sıcaklığı arttıkça nem alabilme kapasitesi de artmaktadır. Yağışların şiddetli olması ve tek seferde bol miktarda suyun yere inmesi ayrıca ani kar erimeleri de küresel sıcaklık artışı ile ilgilidir. Şiddetli ve yoğun yağış ile karın hızlı bir şekilde erimesi sel felaketine neden olmaktadır.



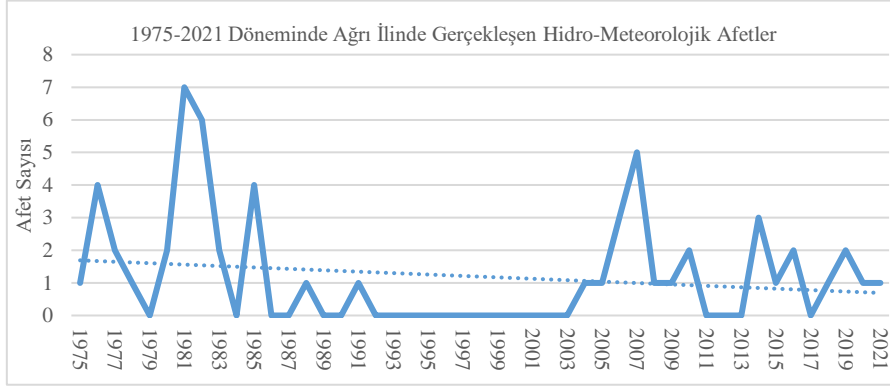
Şekil 2. Ağrı İli İlçelerinde 1975-2021 Devresinde Gerçekleşmiş Afet Sayıları (Kaynak: MGM verileri kullanılmıştır.)

Afet ve acil durumların yönetimine ilişkin süreçlerde kullanılan AYDES bilişim sisteminde 1975 – 2022 devresinde Ağrı ilinde gerçekleşmiş 297 hava, iklim ve su ile ilgili afet ve olay kaydı bulunmaktadır (Şekil 3). Kayıtların yarısından fazlası (%52) su baskınıdır. Su baskınından başka heyelan, kaya düşmesi ve çığ en fazla gerçekleşmiş olaylardır. Son kırk yedi yıllık kayıt süreci boyunca sırasıyla 2006 (39 olay), 2007 (36 olay), 1983 (31 olay) ve 2005 yılları en fazla afet ve acil durum kaydına rastlanan yıllar olurken bazı yıllarda olay kaydı bulunmamaktadır (2009, 2010, 2011, 2012, 2013...). 2010 yılından sonraki yıllarda olay kaydı için üzerine çıkmamıştır.



Şekil 3. Ağrı İli Sınırları İçerisinde 1975-2022 Dönemi Hava, İklim ve Su İle İlgili Afet Ve Olay Kaydı Sayısı (Kaynak: AYDES Bilişim Sistemi)

Ağrı ili sınırları içerisinde 1975-2021 döneminde MGM fevk rasatlarına göre 56 hidro-meteorolojik afet kaydı bulunmaktadır. Bu kayıtların %30'u yağış ve sel, %34'ü fırtına (kar fırtınası ve hortumun eşlik ettiği fırtına dâhil) şeklindedir. 47 yıllık bu dönemde en çok 1981 (7 olay) ve 1982 (6 olay) yıllarında afet kaydı bulunmaktadır. Dönem içerisinde afet sayısı yükselme eğilimi göstermemektedir. 1991'den 2004 yılına kadar herhangi bir afet kaydının bulunmadığı sakin bir devre yaşanmıştır. Özellikle 2007 yılından sonra affet sayısında düşme eğilimi devam etmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. 1975-2021 Döneminde Ağrı İlinde Gerçekleşmiş Afet Sayıları (Kaynak: MGM verileri kullanılmıştır.)

Fırtına/Fırtına ve Hortum/Kar Fırtınası

Hava sıcaklığı havanın taşıyabileceği su buharı miktarını belirlemektedir. Doyma noktasına ulaşmış havada su buharı miktarı ne kadar fazla olursa açığa çıkacak latent enerji o oranda fazla olacaktır. Latent enerji oraj oluşumuna neden olduğunda şiddetli yağışlara eşlik eden fırtınaları da oluşturmuş olur (Erinç,1957, s. 34).

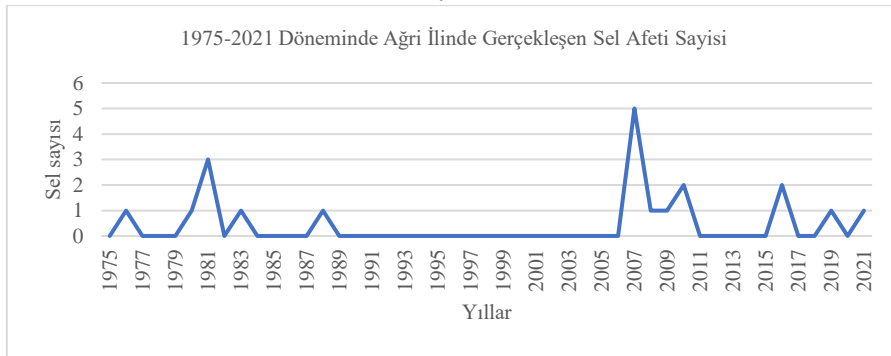
Sıcaklık ve nem açısından farklı özellikler gösteren hava kütleleri komşu olduklarında ya da rüzgarlarla taşınıp karşılaştıklarında basınç farkını gidermek üzere aralarında bir hava akımı başlamaktadır. Barometrik gradyan ölçüsünde güçlenen bu hava akımları fırtınalara dönüşmektedir. İnsan kaynaklı ısınma atmosferde hava kütlelerinin karakterini değiştirdiğinden günümüzde fırtınaların sayısı ve şiddeti artarken, alanı kaymaktadır. Dünyada ve Türkiye'de yıllık ortalamalar ve diğer sıcaklık indislerindeki artışları Ağrı'da da görmek mümkündür.

İklim değişikliği sürecinde artması beklenen şiddetli yağışlı günler sayısı ölçüm periyodu boyunca Ağrı istasyonunda 5-25 gün arasında sürekli iniş çıkışlar göstermektedir. 2000'li yıllardan itibaren azalma eğilimi

gösteren indis tüm dönemlerde en yüksek değere 1977 yılında ulaşmıştır ve 25 günün üzerinde gerçekleşmiştir. Yağışın 20 mm ve daha fazla olduğu çok şiddetli yağışlı günlerin sayısı Ağrı istasyonunda 1990-2000 devresindeki azalma eğiliminden sonra 2000 yılından itibaren artmaya başlamıştır. Ölçüm devresi içerisinde özellikle 1-3 gün arasında yığıldığı görülmektedir. Bununla beraber bazı yıllar (1992, 1995, 1996, 2003, 2006) 5 günün üzerinde değerlere ulaşmıştır (Karaca, 2022, s. 3261).

Şiddetli yağış ve sel, gerçekleşme sayısı ve ekonomik zararları bakımından fırtına ve hortum afeti ile yarışmaktadır. Dünyada ve Türkiye’de en fazla kayda geçen doğal afetlerin başında gelmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü fevk rasatları kayıtları 1975-2021 devresinde 2099 yağış ve sel afeti kaydetmiştir. Eşlik eden diğer hava olayları eklendiğinde 2461 sel afeti gerçekleşmiştir.

MGM fevk rasatlarına (1975-2021) göre Ağrı ili sınırları içerisinde gerçekleşmiş 56 afet kaydından yağış ve sel %36 pay almıştır (Şekil 6). Toplam 20 yağış ve sel afetinin altısı Ağrı Merkez’de, sekizi Doğubeyazıt’ta, altısı ise diğer ilçelerde gerçekleşmiştir. İlde günlük maksimum sıcaklık incelendiğinde aşırı yağış ve sel afetinin gerçekleştiği günlere ait maksimum sıcaklıkların önce ve sonra gelen günler içerisinde en yüksek değerleri göstermediği anlaşılmaktadır. Bu durumda yağışın başladığı günden önce sıcaklığın yükselmesi ve havanın nem toplamış olması muhtemeldir. Ayrıca yağışın birkaç gün devam etmesi yüzeysel akış miktarını yükseltmiş olabilir. Merkez ilçeye ait 2010 yılı ve sonrasındaki maksimum günlük yağış kayıtlarında en yüksek değerler ölçüldüğü günlerde sel afetinin gerçekleştiği anlaşılmıştır. Sel afetinin sıklıkla görüldüğü ilçelerde etrafı dağlarla kuşatılmış düzlükler sel oluşumunu ayrıca tetiklemektedir.



Şekil 6. 1975-2021 Döneminde Ağrı İlinde Gerçekleşmiş Sel Afeti Sayıları (Kaynak: MGM verileri kullanılmıştır.)

Ağrı'da 1988-2007 arasındaki 18 yıl boyunca sel kaydı bulunmamaktadır. Bu devrenin hemen ardından 2007 yılında beş sel afetinin gerçekleşmesi dikkate değerdir. Sel afetinin özellikle görüldüğü aylar Mayıs ve Haziran olmakla beraber Temmuz ve Ağustos'ta da azımsanmayacak sayıda sel afeti görülmüştür. Yaz aylarında 13 sel afeti kaydı bulunmaktadır. Sadece Haziran ayında 7 yağış ve sel afeti gerçekleşmiştir. Mayıs ayı 5 olay ile takip etmektedir. Kayda giren yağış ve sel afeti raporlarına göre afet sonucunda insanlar hayatını kaybederken ekonomik yönden de zarara uğramışlardır. Sahip oldukları hayvanlar telef olurken, ekinler sular altında kalmıştır. Yerleşmeleri su basmış, ulaşım yolları kullanılamaz hâle gelmiştir.

MGM fevk rasatları kayıtlarına göre Doğubayazıt Suluçem köyünde 22 Temmuz 2008'de meydana gelen sağanak yağış ve sel afetinde 700 küçük ve büyükbaş hayvan telef olmuş, yerleşim yerlerini su basmıştır. Ağrı ve köylerinde 11-12 Mayıs 2010 tarihinde meydana gelen sel afetinde 586 ev ve 426 ahır zarar görmüştür. Ekili 80 bin hektar arazinin %35'i sular altında kalmıştır. Diyadin'de 17 Haziran 2019 tarihinde yağış şiddetli dolu, gök gürültüsü ve yıldırım düşmesi ile birlikte gerçekleşmiştir. Dere yataklarının taşmasına neden olan bu olaylar sonucu 2'si çocuk 3 kişi sele kapılmış, bir kişiye açık arazide yıldırım isabet etmiştir.

1980 yılında Haziran ayında Hamur'da gerçekleşen, 1981'de Haziran'da Eleşkirt'te gerçekleşen ve yine 1981'de Tahir'de gerçekleşen yağış ve sel afetine dolu eşlik etmiştir.

Dolu

Dolu ülkemizde en fazla gerçekleşen afet türlerinden biridir. Hortum afeti gibi dolu afeti de kayıt dönemi içerisinde günümüze doğru artış göstermektedir. Dolu, sıcaklığı yükselen kararsız hava kütlelerinin hızla yükselmesi ve buna bağlı olarak gelişen kalın kümülönimbus bulutları içerisinde oluşmaktadır. İlkbahar şartları dolu oluşumu için uygunken çok sıcak ve çok soğuk hava koşulları dolu oluşumu için uygun değildir. Tutulan kayıtlara göre Türkiye'de 1963, 2011, 2015, 2016 ve 2018 en fazla dolu afeti gerçekleşen yıllardır.

Dolu yağışı günlük ortalamalardan çok gün içerisinde gerçekleşen maksimum sıcaklıklar ile ilgilidir. Ağrı'da dolu yağışının afete dönüştüğü yıllarda (1981, 1982, 1983, 2015) maksimum sıcaklıkların maksimumu değerleri sırasıyla 33,9, 33,3, 36,3 ve 36,5 olarak ölçülmüştür. Ölçüm dönemi boyunca daha yüksek maksimumlar kaydedilmiş olmakla birlikte

dolu oluşumunda ısınıp yükselen havanın nem değerlerinin de yeterli olması gerekmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü fevk rasatları kayıtları 1975-2021 devresinde gerçekleşen afetlerin %15'inin dolu yağışından kaynaklandığını göstermektedir. Aynı dönemde Ağrı ilinde 4 dolu afeti gerçekleşmiştir.1981'de Eleşkirt'te Temmuz ayında, 1982'de Patnos'ta Mayıs ayında ve 1983'te Ağrı Merkez'de Mayıs ayında dolu sebebiyle özellikle zirai ürünler zarar görmüştür. 2015 yılında Ekim ayında ise dolu Ağrı Merkez'de yerleşim yerlerine zarar vermiştir.

Kar

Hava olaylarından biri olan kar yağışı, insanlara ve insanların yaşam alanlarına zarar verdiğinde kar afetine dönüşmektedir. Karın yapıları, araçları ve yolları kapatacak kadar yoğun yağması havanın nem alma kapasitesinin çok yükseldiğini göstermektedir. Nem alma kapasitesinin artması ise sıcaklık ile doğru orantılıdır. Kuvvetli kar yağışları Türkiye dışında Türkiye'ye yakın bölgelerden gelen hava kütleleri ile de ilgilidir. Kar yağışının fırtına ile beraber etkili olması da ulaşım ve yaşam alanlarında zarara neden olmaktadır.

Türkiye'de 1975-2021 döneminde MGM fevk rasatlarında kar yağışının sebep olduğu 579 can kaybı ya da hasara neden olmuş kar afeti kaydı bulunmaktadır. Bu kayıtlar eşlik eden hava olayları ile birlikte 627 olaya ulaşmaktadır. Aynı dönemde Ağrı ili genelinde yoğun kar yağışından kaynaklanan 6 olağanüstü durum gerçekleşmiştir. Fırtına ile beraber karın etkili olması sonucu ise 7 afet meydana gelmiştir. 1982 yılında Ocak ayında bir, 1985 yılında Şubat ayında üç, 1991 yılında Ocak ayında bir ve 2019 yılında Ocak ayında bir yoğun kar afeti kaydı bulunmaktadır. Özellikle 1985 yılının Şubat ayında Taşlıçay ve Tutak'ta kuvvetli kar yağışı, Patnos'ta ise kar fırtınası etkili olmuş, bu dört ekstrem olay yaşamı olumsuz etkilemiştir.

Yoğun kar yağışından kaynaklanan kar afetinin en fazla görüldüğü 1985 yılı en yüksek günlük maksimum yağış miktarı (80mm'ye yaklaşmıştır) ve 5 günlük ardışık maksimum yağış miktarının da (100 mm'nin üzerine sıklmıştır) görüldüğü yıldır (Karaca, 2022, s. 3264). Ancak en fazla kar afetinin yaşandığı yılların ilgili ayında kar yağışlı gün sayısı ve karla örtülü günler sayısı incelendiğinde diğer yıllardaki ölçümlerle önemli bir fark göstermediği hatta bazı yıllardan daha düşük değerlere sahip oldukları anlaşılmaktadır. Kayıt döneminde Tahir, Tutak, Taşlıçay, Patnos

Doğubeyazıt ve Ağrı Merkez kar afetinden etkilenmiş olup özellikle kara yolu trafiğinde aksamalar meydana gelmiştir.

Don

Don olayı orta kuşakta kış aylarında sıklıkla görülen doğal bir hava olayıdır. Ancak bitkilerin yetişme devresi içerisinde gerçekleşen erken ya da geç donlar afet niteliği kazanmaktadır. Atmosferde insan kaynaklı karbondioksit (CO₂) oranlarının artışı sıcaklığın artışına neden olmaktadır. Sıcaklığın uygun seviyelere çıkmasıyla erken çiçek açan bitkilerde don tehlikesi de artmaktadır. Ülkemizde sıkça görülen afetlerden biri olan don olayı 2021 yılında gerçekleşmiş afetlerin %2'sini oluşturmaktadır.

1975-2021 arasındaki fevk rasatları Türkiye'de 459 don afeti olduğunu göstermektedir. Eşlik eden ve eşlik ettiği diğer hava olaylarıyla birlikte bu sayı 508'e yükselmektedir. Aynı dönemde Ağrı ilinde sadece bir don olayı kayda geçmiştir. 22.01.1982 tarihinde Doğubeyazıt'ta meydana gelen don olayında tarım ürünlerinin zarar gördüğü ifade edilmiştir. Ocak ayı bu yörede bitkiler için yetişme döneminin dışında olduğundan bir zarara neden olmaması beklenirdi. Ancak 1982 yılının Ağrı'da en soğuk yıl olması nedeniyle karla kaplı olmayan tarlalarda kışlık buğdaya zarar vermiş olması muhtemeldir.

Sis

Ağrı ilinde haziran temmuz, ağustos ve eylül ayı dışında tüm aylarda sık sık sis olayı görülmektedir. En fazla kış aylarında karşılaşılan bu hava olayında son 31 yıllık dönemde bir artış eğilimi söz konusudur. Özellikle 2010 yılından sonra tırmanışa geçen sisli gün sayısı 2016 yılında 46 gün ile zirveye ulaşmıştır. Sisli gün sayısındaki bu artış sisten kaynaklı afet sayılarına yansımamıştır. Ülkemizde 1975-2021 yılları arasında sisin neden olduğu 61 afetin yalnızca biri Ağrı'da kayda geçmiştir. 27 Aralık 1981'de Doğubeyazıt'ta oluşan sis nedeniyle kara ulaşımında aksamalar meydana gelmiştir.

Yıldırım Düşmesi

Isınmanın arttığı, havanın hızlı yükseldiği kararsız atmosfer şartlarında oluşan ve afete dönüşen hava olaylarından biri de yıldırımlardır. Dikey yönde gelişme fırsatı bulmuş kümülonimbus bulutları ve fırtına bulutları ile yer arasında bir enerji boşalımı olan yıldırımlar çoğu zaman güçlü fırtınalar ve şiddetli yağışlara eşlik etmektedir.

Ülkemizde en çok yaz aylarında (mayıs-eylül ayları arasında) görülen bu hava olayı zaman zaman can kaybı ve ekonomik zarara neden olmaktadır. 1975-2021 devresi MGM fevk rasatlarına göre ülkemizde 219 yıldırım düşmesi sonucu zarar kaydedilmiştir. Toplam 24 olayda ise fırtına, aşırı yağış-sel, dolu afetleri ile birlikte yıldırım da etkili olmuştur. Rasat devresi boyunca afetin meydana gelişinde süreklilik söz konusudur.

Ağrı'da meydana gelen hava, iklim ve su ile ilgili afetlerin %9'u yıldırım düşmesi olayıdır. 1976 da Patnos'ta bir, 1981'de Doğubeyazıt'ta bir ve 2006 yılında Ağrı Merkez'de üç olmak üzere meydana gelen yıldırım düşmelerinde insanlar, hayvanlar, yerleşim yerleri ve ulaşım yolları zarar görmüştür. 1976 ve 1981 yıllarında ilgili ilçelerde yağış ve sele bağlı afetler de olmuştur. Ancak yıldırım düşmesi ile aynı güne denk gelen kayda rastlanmamıştır. Ancak 2019 yılında Diyadin'de şiddetli yağış ile birlikte meydana gelen yıldırım düşmesinde bir kişi hayatını kaybetmiştir. Veriler Ağrı ilinde yıldırım düşmesi olayının süreklilik arz etmediğini göstermektedir. 1981'den sonra 25 yıl yıldırım afeti kaydı bulunmamaktadır. 2006 yılında olayın yoğunlaştığı, bu yıldan sonra ise günümüze kadar yine bir yıldırım düşmesine bağlı kayıp yaşanmadığı anlaşılmaktadır.

Ağrı ilinde birçok farklı afet türünün yaşandığı bir gerçek olsa da bunlardan fırtına ile aşırı yağış ve selin öne çıktığı görülmüştür. Gerçekleşme frekanslarının diğer afet türlerinden yüksek olması nedeniyle bu iki afet ve bu afetlerin oluşumunda rol oynayan sıcaklık ve yağış değerleri bazı testlere tabi tutulmuştur. Yapılan sınamalar sonucunda zaman serilerine göre eğilimi test eden Mann Kendall's tau testi, pearson parametrik testi ve spearman nonparametrik testleri verilere uygulanmış, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1975-2021 döneminde Ağrı istasyonu yıllık ortalama sıcaklık değişkenine (ort: 6,4; max: 9,5; min: 3,4, SS: 1,25) uygulana Mann Kendall's tau testi sonucunda p değeri (0,001) < alpha (0,05) olduğundan H0 hipotezi reddedilmiş, tarih serisi içerisinde sıcaklık ortalamalarının pozitif bir trend gösterdiği bulunmuştur. Aynı dönemde yine Mann Kendall's tau testinin uygulandığı yağış değişkeninde (ort: 524,2; max: 779,6; min: 329,6 SS: 108,7) p değeri (0,06) > alpha (0,05) olduğundan H0 hipotezi kabul edilmiş ve tarih serisi içerisinde yıllık yağış toplamalarının trend göstermediği bulunmuştur.

1975-2021 döneminde Ağrı istasyonu yıllık ortalama sıcaklık değişkeni (Ort.: 6,4; SS: 1,25) ve aynı dönemde yıllık toplam yağış değişkeni (Ort.: 524,2; SS: 107,9) arasındaki ilişki Pearson Korelasyonu ile

ölçülmüştür. Bu değişkenler arasında negatif yönde, anlamsız ve zayıf bir ilişki bulunmuştur ($r(44) = -.187, p > .01$).

Mevsimlere göre 31 yıllık ortalama maksimum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık, maksimum yağış, toplam yağış ve fırtınalı gün sayısı değişkenlerine uygulanan testler sonucunda verilerin normal dağıldığı ve aralarında lineer bir ilişki olduğu görüldüğünden Pearson korelasyonu uygulanmıştır. Ulaşılan bulgular aşağıdaki gibidir:

Mevsimlere ait maksimum yağışlar ile toplam yağışlar arasında pozitif yönlü anlamlı yüksek korelasyon bulunmuştur.

Kış maksimum yağışı (Ort.: 12,4; SS: 5,0) ile kış toplam yağışı arasında pozitif, anlamlı ve yüksek korelasyon ($r(29) = .829, p < .01$),

Yaz maksimum yağışı (Ort.: 10,1; SS: 3,8) ile yaz toplam yağışı arasında pozitif, anlamlı ve yüksek korelasyon ($r(29) = .850, p < .01$),

İlkbahar maksimum yağışı (Ort.: 16,1; SS: 4,4) ile ilkbahar toplam yağışı arasında pozitif, anlamlı ve yüksek korelasyon ($r(29) = .758, p < .01$),

Sonbahar maksimum yağışı (Ort.: 14,2; SS: 6,2) ile sonbahar toplam yağışı arasında pozitif, anlamlı, yüksek korelasyon ($r(44) = .852, p < .01$) bulunmuştur.

Yaz ortalama maksimum sıcaklığı ile diğer dört değişken arasındaki ilişki test edilmiştir. Buna göre yaz maksimum sıcaklığı (Ort.: 28,4; SS: 1,2) ile yaz maksimum yağışı ($r(29) = -.578, p < .05$) ve yaz toplam yağışı ($r(29) = -.676, p < .01$) arasında negatif yönde, anlamlı, yüksek bir korelasyon söz konusudur.

İlkbahar ortalama minimum sıcaklığı (Ort.: 0,1; SS: 1,6) ile sonbahar fırtınalı gün sayısı arasında negatif, anlamlı bir korelasyon bulunmaktadır ($r(29) = -.436, p < .05$).

İlkbahar ortalama minimum sıcaklığı (Ort.: 0,1; SS: 1,6) ile ilkbahar toplam yağışı arasında ($r(29) = .363, p < .05$) pozitif yönlü anlamlı korelasyon bulunmuştur.

Sonbahar ortalama minimum sıcaklığı (Ort.: 2,3; SS: 1,2) ile sonbahar fırtınalı gün sayısı ($r(29) = -.428, p < .05$) arasında negatif yönlü, anlamlı orta düzeyde bir korelasyon bulunmuştur.

Kış maksimum yağışı (Ort.: 12,4; SS: 5,0) ile kış fırtınalı gün sayısı arasında negatif, anlamlı, orta seviyede korelasyon bulunmuştur ($r(29) = -.452, p < .05$).

İlkbahar maksimum yağışı (Ort.: 16,1; SS: 4,7) ile sonbahar fırtınalı gün sayısı arasında negatif orta derecede korelasyon bulunmuştur ($r(44) = -.368, p < .05$).

1975-2021 arasında 46 yıllık dönemde kaydedilmiş sıcaklık, yağış, fırtına ve sel afeti verileri normal dağılmadığından aralarındaki ilişkiyi görebilmek için Spearman korelasyonu uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre sıcaklık ve yağış arasında negatif yönlü zayıf ve anlamsız, sıcaklık-fırtına frekansı arasında negatif yönlü zayıf ve anlamsız, sıcaklık ortalamaları ve sel frekansı arasında negatif yönlü zayıf ve anlamsız bir korelasyon olduğu bulunmuştur.

1975-2021 arasında 46 yıllık dönemde kaydedilmiş yağış toplamları ile fırtına frekansı arasında negatif yönlü zayıf fakat anlamsız, sel frekansı arasında negatif yönlü zayıf ve anlamsız ilişki bulunmuştur.

Sonuç

Küresel sıcaklık artışına bağlı olarak hava olayları geçmiş dönemlerde göstermiş oldukları normalin dışına çıkarak daha şiddetli, daha sık ve daha yaygın bir hâl almıştır. Hava olaylarının ortalaması olan iklimler de eski karakterlerini kaybetmeye başlamış, ekstremler yeni normaller hâline gelmiştir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın ikinci yarısından itibaren şiddetleneceği ön görülen iklim değişikliği nedeniyle ülkemizde doğal afetlerin artacağı, şiddetleneceği ve alanının genişleyeceği artık kaçınılmaz bir gerçek gibi görünmektedir. Özellikle fırtına ve hortumlar, şiddetli yağış ve sel, dolu, sıcak hava dalgası, orman yangınları, heyelan gibi afetler dünyada ve Türkiye’de şiddetlenerek artmaya devam etmektedir.

İnsan iklim değişikliğine katkı yaparak hem aşırı hava olaylarının güçlenmesine neden olmakta hem de düzensiz yapılaşma, kontrolsüz sanayi faaliyetleri ve bitki örtüsünü tahrip ederek aşırı hava olaylarının afete dönüşmesine katkıda bulunmaktadır. Bugün Ağrı ilinin nüfusunun az, kentleşmenin kısıtlı, sanayi ve ticarete gelişmenin yetersiz olması, ulaşımın yoğun olmaması atmosfere salınan sera gazı miktarının yükselmesini önlese de küresel iklim değişikliğinin etkilerinden kurtaramamaktadır. Küresel hava dolaşımı atmosfer havasını dengelemek üzere hava kütlelerini taşıırken sera gazlarının da yerlerini değiştirmeye devam etmektedir.

Ağrı ilinde kayda geçmiş hava, su ve iklim ile ilgili afetler şiddetli yağış ve sel, fırtına, aşırı kar yağışı, yıldırım düşmesi, dolu, don olayı ve sis şeklinde sıralanabilir. İlde son kırk altı yılda en fazla kayda geçmiş afetlerin başında gelen şiddetli yağış ve sel afetinin %65’i 2000 yılından sonra gerçekleşmiştir. 2010 yılından sonra gerçekleşen tüm fırtına afetlerine hortum da eşlik etmiştir. Fırtına ve kar fırtınası birlikte alındığında gerçekleşmiş afetlerin %38’i 2000 yılından sonra gerçekleşmiştir.

Ağrı ilinde gerçekleşen hava, su ve iklim kaynaklı doğal afetlerin 1975-2021 döneminde gidişine bakıldığında 1975-1986 arasında en yüksek sayılara ulaştığı, 1991-2004 arasında bir durgun devre yaşandığı ve meteorolojik afet kaydı bulunmadığı anlaşılmaktadır. 2004 ve sonrasında inişli çıkışlı bir seyir gözlense de afet sayılarında yeniden bir canlanma dikkat çekmektedir. İlde en fazla Merkez ilçe, Doğubeyazıt, Eleşkirt ve Patnos'ta afet gerçekleşmiştir. En fazla gerçekleşen afetler ise şiddetli yağış ve sel, fırtına ve yoğun kar yağışıdır.

Son kırk altı yılda Ağrı ilinde yıllık ortalama sıcaklıklar ve maksimum sıcaklıklar artış gösterdiği hâlde fırtına frekansı aynı yönde bir eğilim göstermemiştir. Dönem içerisinde süreklilik arz etmeyen, bazı yıllar gerçekleşen fırtına afeti en yüksek değerlere 1982 ve 2014 yıllarında ulaşmıştır. Seksenli yılların ortalarından 2004 yılına kadar hiç fırtına afeti kaydı bulunmamaktadır.

Sel afeti Ağrı'da 1988'den sonra 17 yıllık bir aradan sonra 2007'den itibaren tekrar görülmeye başlamıştır. İlde yıllık toplam yağış miktarının 1990'ların ikinci yarısından bu yana bir azalma eğilimi içerisinde olduğu, negatif anomalilerin daha fazla gerçekleştiği açıkça görülmektedir. Ancak sel afeti için yıllık toplam yağışların fazla olması her zaman bir sebep değildir. Sel afetinin daha çok ilişkili olduğu şiddetli yağışlı günler sayısı 2000'li yıllarda azalırken, çok şiddetli yağışlı günler sayısı artmaya başlamıştır. Islak günler değeri ile günlük maksimum yağış miktarı da azalma eğilimi göstermektedir. Her iki değer yüksek olduğu 1981 yılında üç sel afeti gerçekleşmiştir. Bu değerlerin artmasına bağlı olarak sel afetinin de artacağı beklenmektedir.

Dolu afeti frekansları Ağrı ilinde son on ya da yirmi yılda beklendiği gibi artış göstermemektedir. Mevcut dört kayıttan üçü 1981, 1982 ve 1983 yıllarında art arda gerçekleşmiştir. Ağrı ilinde yoğun kar yağışından kaynaklanan kar afeti de dolu afetinde olduğu gibi özellikle seksenli yıllarda yoğunlaşmıştır. Son on yılda sıcaklık ortalamalarının artıyor olması yoğun kar yağışını artırmamıştır. Tek seferde yoğun ve şiddetli yağışlar atmosfer sıcaklığı ile ilgili olduğu kadar buharlaşma kaynağının mevcut olup olmaması ile de ilgilidir.

Ağrı ilinde kış sıcaklık ortalamalarının artmasına bağlı olarak beklendiği gibi özellikle 2000'li yıllardan bu yana donlu günler sayısı azalmaktadır. Ancak don afeti kış aylarında yaşanan don olayı değil, bitkiler için yetiştirme devresi içerisinde gerçekleşen don olayıdır. Beklenenden önce gerçekleşen sıcaklık artışı bitkilerin erken çimlenme ve çiçek açmasını

sağladığında özellikle gece saatlerinde don riskinin artması beklenmektedir. Bu noktada Ağrı ilinde don afeti nadir görülen bir olaydır ve risk henüz gerçekleşmemiştir.

Sis Ağrı'da özellikle kış aylarında zeminin aşırı derecede soğuduğu günlerde görülmektedir. Ancak sisin yoğunluğu ve kalış süresi olayı afete dönüştürecek boyutlara pek ulaşmamaktadır. Bu hava olayı ile ilgili tek afet 1981 yılında Doğubeyazıt'ta kayıtlara geçmiştir.

Yıldırımlar hızlı konveksiyon hareketlerinin oluşturduğu yüksek enerjili hava olayları ile yer arasında oluşan güçlü akımlardan kaynaklandığından ısınmanın yıldırımları da artırması beklenmektedir. Bu hava olayının afet kapsamına alınabilmesi ise canlılara ve yaşam alanlarına zarar vermiş olmasına bağlıdır. Bu sebeple yıldırım sayısı ve yıldırım afeti sayısı farklı olmaktadır. Ağrı ilinde yıldırım afetinin son yıllarda arttığını gösteren bir kayıt yoktur. Aksine 2006 yılında görülen üç yıldırım afetinden sonra 15 yıldır yıldırım afeti kayıtlara geçmemiştir.

Ağrı ilinde sıcaklık ve yağış parametrelerinin zaman serilerine göre eğilimini bulmak için uygulanan Mann Kendall's tau testi sonucunda tarih serisi içerisinde sıcaklık ortalamalarının pozitif bir trend gösterdiği; yıllık yağış toplamlarının trend göstermediği bulunmuştur. Teste göre ölçüm dönemi boyunca günümüze yaklaştıkça sıcaklık ortalamaları artmaktadır ancak yağış toplamlarının arttığını ya da azaldığını gösteren belirgin bir ilişki bulunamamıştır.

Sıcaklık ve yağış değişkenleri arasındaki ilişki Pearson Korelasyonu ile ölçülmüştür. Bu değişkenler arasında negatif yönde, anlamsız ve zayıf bir ilişki bulunmuştur. Buna göre sıcaklık arttıkça yağışın azaldığına ilişkin anlamlı olmayan zayıf bir bağlantı bulunmaktadır.

Mevsimlere göre 31 yıllık ortalama maksimum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık, maksimum yağış, toplam yağış ve fırtınalı gün sayısı değişkenleri Pearson Korelasyonuna tabi tutulmuştur. Buna göre tüm mevsimlerin her birinde ortalama maksimum yağış miktarı arttıkça toplam yağış miktarı da artmıştır. Yaz maksimum sıcaklığı arttıkça yaz maksimum yağışı ve yaz toplam yağışının azaldığına ilişkin anlamlı ve yüksek bir korelasyon olduğu görülmüştür. Burada atmosfer sıcaklığının artışı doyma noktasını yükseltmiş, nem alma kapasitesini artırmış ancak buharlaşan su miktarı havayı doyma noktasına ulaştıramamıştır.

1975-2021 arasında 46 yıllık dönemde kaydedilmiş sıcaklık, yağış, fırtına ve sel afeti verilerine Spearman Korelasyonu uygulanmıştır. Bu

değişkenler arasında negatif yönlü zayıf ve anlamsız bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Ortalama minimum sıcaklıklar ile diğer değişkenler arasında bazı ilişkiler dikkat çekmektedir. İlkbahar ortalama minimumu arttıkça ilkbahar toplam yağışı artmıştır. Sonbahar ortalama minimum sıcaklıkları arttıkça sonbahar fırtınalı gün sayısı azalmıştır. Sonbahar fırtınalı gün sayısı ilkbahar ortalama minimumu ile de aynı ilişkiyi göstermektedir.

Maksimum yağışlar ve fırtınalı gün sayıları kış ve ilkbahar mevsimlerinde negatif, orta seviyede bir ilişki göstermektedir. Bu mevsimlerde maksimum yağış miktarı artarken fırtınalı gün sayısının azaldığı anlaşılmaktadır.

Eldeki veriler Ağrı ilinde sıcaklıkların arttığını gösterse de yağış değerlerinde yıldan yıla görülen inişli çıkışlı seyir kesin bir azalma olduğu sonucuna varmayı engellemektedir. Fırtına ve yağış verileri son zamanlarda canlanmaya başlasa da henüz iklimin değiştiğine ve artan sıcaklıkların afetlerin frekans ve şiddetini artırdığına ilişkin yeterli veri bulunmamaktadır.

Araştırmanın Etik Yönü

Yapılan çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Bu çalışma etik kurul izni gerektiren anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen araştırmalar, insan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanıldığı çalışmalar, insanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar, hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar ve kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar kapsamında olmadığından etik kurul izni gerektirmediğini beyan ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarların makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğunu beyan ederiz.

Kaynakça

- Büyükbaş, E., & Ormanoğlu, B. (2013). Afetler ve afet yönetiminde meteorolojinin yeri. *Türk idare dergisi*, 476, 13-46.
- Ceylan A., & Kömüşçü, A. Ü. (2008). Meteorolojik karakterli doğal afetlerin uzun yıllar ve mevsimsel dağılımları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 1-10.
- Erinç, S. (1957). *Tatbiki klimatoloji ve Türkiye'nin iklim şartları*. İstanbul Teknik Üniversite matbaası.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metotları (4. baskı)*. Alfa yayınları.
- Erol, O. (2014). *Genel klimatoloji (10. baskı)*. Çantay.
- Hair, J. F. vd. (2013). *Multivariate data analysis*. Pearson Education Limited.
- İçel, G., & Ataoğlu, M. (2014). Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklıklar ile yağışlarda eğilimler ve NAO arasındaki ilişkileri (1975-2009). *Coğrafya Dergisi*, 28, 55-68.
- Kadioğlu, M. (2007). “İklim değişiklikleri ve etkileri: meteorolojik afetler”. *TMMOB Afet Sempozyumu*, 47-55.
- Kadioğlu, M. (2012). Türkiye iklim değişikliği risk yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını.
- Karaca, S. (2022). İklim indislerinde anomaliler, ekstremeler ve küresel iklim değişikliği ilişkisi; Ağrı şehri örneği. *Journal of History School*, 60, 3237-3272. <http://dx.doi.org/10.29228/Joh.62568>
- Kendall, M. G. (1975). *Rank correlation methods* (4th edition). Charles Griffin.
- Mann, H. B. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica*, 13, 163-171.
- Türkeş, M. (1995). Türkiye’de yıllık ortalama hava sıcaklıklarındaki değişimlerin ve eğilimlerin iklim değişikliği açısından analizi. *Çevre ve Mühendis*, 9, 9-15.
- Türkeş, M. vd. (2002). “Türkiye’nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler”. *Prof. Dr. Sırrı Erinç anısına klimatoloji çalıştayı*

2002, *bildiriler kitabı*, 11-13 Nisan 2002. Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, İzmir. 89-106.

İnternet Kaynakları

- URL1: <https://www.afad.gov.tr/afet-istatistikleri> (Erişim Tarihi: 02.07.2022).
- URL2: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf (Erişim Tarihi: 02.07.2022).
- URL3: <https://www.aydes.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 08.07.2022).
- URL4: <https://www.cmcc.it/> (Erişim Tarihi: 18.10.2022).
- URL5: <https://www.cred.be/> (Erişim Tarihi: 01.12.2022).
- URL6: <https://www.devletarsivleri.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 08.02.2023).
- URL7: <https://www.emdat.be/> (Erişim Tarihi: 21.09.2022).
- URL8: <https://www.enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik> (Erişim Tarihi: 04.03.2022).
- URL9: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6> (Erişim Tarihi: 05.12.2022).
- URL10: <https://www.kizilay.org.tr/Upload/Dokuman/Dosya/wdr2020-26-11-2020-64501291.pdf> (Erişim Tarihi: 23.11.2022).
- URL11: https://www.library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21930#.ZC2ywYTP02w (Erişim Tarihi: 17.03.2023).
- URL12: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/meteorolojikafetler2010-2021.pdf>. (Erişim Tarihi: 20.05.2022).
- URL13: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/2018MeteorolojikAfetlerDegerlendirmesi.pdf> (Erişim Tarihi: 18.01.2022).
- URL14: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2019MeteorolojikAfetlerDegerlendirmesi.pdf> (Erişim Tarihi: 17.13.2023).
- URL15: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/2020MeteorolojikAfetlerDegerlendirmesi.pdf>. (Erişim Tarihi: 02.07.2022).
- URL16: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2021-iklim-raporu.pdf>. (Erişim Tarihi: 23.11.2022).
- URL17: <https://www.munichre.comrelations> . (Erişim Tarihi: 30.11.2022).
- URL18: <https://www.tarimorman.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 03.07.2022).

URL19: <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 04.03.2022).

URL20:

https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ge/G_E_isdr_terminology_2009_eng.pdf. (Erişim Tarihi: 30.11.2022).

URL21: <https://www.undrr.org/> (Erişim Tarihi: 30.11.2022).

URL22: <https://www.unfccc.int/>(Erişim Tarihi: 30.11.2022).

URL23:

https://www.weltrisikobericht.de/wpcontent/uploads/2022/09/WorldRiskReport2022_Online.pdf. (Erişim Tarihi: 20.05.2022).

URL24: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/yed-nc--ulusal-b-ld-rm20190909092640.pdf>. (Erişim Tarihi: 20.05.2022).

CDAB (Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı) Fon kodu: 30-18-1-2, Yer No:133-83-17

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:196-41-15

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:197-45-10

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:214-4-2

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:301-55-20

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:303-63-12

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:310-4-7

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:378-215-9

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:378-215-20

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:379-230-6

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:442-411-3

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:458-517-10

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:645-22-1

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:675-154-5

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:718-328-2

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:303-63-12

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:726-360-5

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:729-376-8

CDAB Fon kodu:30-18-1-2, Yer No:878-967-6

The Effects of Global Temperature Rise on Natural Disasters and Ağrı

Extended Abstract

Purpose

As is the case worldwide, the effects of global temperature rise have begun to be observed in our country. The increase in frequency and intensity of weather,

climate, and water-related natural disasters, which deeply affect human life, is one of the most significant effects. The purpose of this study is to examine the historical evolution of natural disasters in Ağrı province, starting from a global and national perspective, and to investigate the connection of this change with climate elements such as temperature and precipitation. The aim is to determine the effects of global temperature rise on the nature of natural disasters occurring in Ağrı province, based on the findings obtained.

Method

The findings in the study were obtained through document analysis and processing of numerical data. The analysis involved long-term meteorological data and reports published by authorized institutions responsible for disaster records worldwide and in Turkey, both qualitative and quantitative. Some statistical tests were applied to the numerical data. Statistical methods were used to examine the variability over time of the 46-year averages of temperature, annual total precipitation, annual average maximum temperature, average minimum temperature, maximum precipitation, number of stormy days, and occurrences of storm and flood disasters in Ağrı province between 1975 and 2021, and to determine whether this variability is significant.

Findings

The disaster records maintained worldwide and in Turkey indicate that the number and intensity of weather, climate, and water-related disasters such as floods, storms, hail, lightning strikes, extreme temperatures, droughts, and forest fires have been increasing each year, with the affected areas expanding.

The archival records related to Ağrı province indicate that flood (inundation/flash flood), landslide, rockfall, and avalanche disasters particularly affect rural settlements, leading to the need for relocation. In the AYDES information system, there are records of 297 weather, climate, and water-related disasters and incidents that occurred in Ağrı province between 1975 and 2022. More than half of the records (52%) are related to flooding. Other than flooding, landslides, rockfalls, and avalanches are the most frequently occurring events. According to the Upper Air Observations by the General Directorate of Meteorology (MGM), there are 56 hydro-meteorological disaster records within the boundaries of Ağrı province during the period 1975-2021. 30% of these records are related to rainfall and flooding, while 34% are associated with storms (including snowstorms and storms accompanied by tornadoes). According to the disaster records kept between 1975 and 2021, it is understood that there was a period of stagnation between 1991 and 2004, during which no meteorological disaster records were found. During the same period, while temperature averages increased, rainfall totals did not show any consistent trend in either direction.

Conclusion and Discussion

The data from meteorological recording organizations worldwide and in Turkey indicate that temperatures are increasing each year, especially in certain terrestrial areas, and rainfall and precipitation intensity are also on the rise. These changes in climate are increasing both the frequency and intensity of natural disasters. The increases in temperature indices are particularly notable in Ağrı province as well. According to the Mann-Kendall's tau test, in Ağrı, temperature averages have been increasing as we approach the present day; however, no significant relationship indicating an increase or decrease in total rainfall has been found. According to the Pearson correlation, as the average maximum rainfall increases in each season, the total rainfall amount also increases. It has been observed that there is a significant and high correlation indicating a decrease in summer maximum rainfall and total summer rainfall as summer maximum temperature increases. The increase in atmospheric temperature has raised the saturation point and increased the moisture absorption capacity, but the amount of evaporation has not been able to saturate the air. After a 17-year following 1988, flood disasters have reoccurred in Ağrı since 2007. It is understood that there has been a significant increase in the frequency of heavy rainfall and flood disasters in the province, especially in the last decade, while there has not been a notable increase in the frequency of other disasters. Over the past forty-six years, while the annual average temperatures and maximum temperatures have shown an increase in Ağrı province, the frequency of storms has not exhibited a similar trend.

Although the available data indicate an increase in temperatures in Ağrı province, the fluctuating trend observed in precipitation values from year to year prevents reaching a definite conclusion of a decrease. Although storm and rainfall data have begun to show signs of revival in recent times, there is not yet sufficient data to conclude that the climate has changed and that increased temperatures have increased the frequency and intensity of disasters.