



T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



2021 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi

Çalışmayı Yöneten

Dr. Hakan DOĞAN
Araştırma Dairesi Başkanı

Çalışmayı Hazırlayanlar

M. Ayhan ERKAN, Erdem ODABAŞI, Yeliz GÜSER, Gülten ÇAMALAN
A.Serap AKGÜNDÜZ, Gönül KILIÇ, Murat SOYDAM

Araştırma Dairesi Başkanlığı
Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü

2022

ANKARA

ÖNSÖZ

Dünyamız, son yıllarda yüksek tahribatlara ve can kayıplarına sebep olan iklim, hava ve su kaynaklı şiddetli afetlerle mücadele etmektedir. Bu afetlerin artan sıklığı, şiddeti ve çeşitliliği; ülkemizde ve uluslararası alanda devletleri, uluslararası kuruluşları her zamankinden daha fazla endişelendirmekte ve meşgul etmektedir.

Değişen iklim koşulları, artan nüfus baskısı, sanayileşme, doğanın tahrip edilmesi gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak meteorolojik afetlerin etkilerinin artmakta olduğu, daha önce sık karşılaşılmayan bazı afet türlerinin daha fazla meydana geldiği görülmektedir.

Ülkemizde, meteorolojik afetlerin oluşum sayıları yıllar içinde artış göstermekte, birçok sektörü ve günlük yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğümüz tarafından hazırlanan bu yol gösterici raporda, 2021 yılında meydana gelen meteorolojik afetler küresel, ulusal ve bölgesel ölçekte detaylarıyla değerlendirilmiştir.

Her geçen gün afet yönetiminin giderek önem kazandığı bu dönemde, Meteoroloji Genel Müdürlüğümüzün afet yönetim süreçlerinin her aşamasında önemli hizmetleri bulunmaktadır.

Meteorolojik afetlere yol açan şiddetli olaylara ilişkin yapılan tahmin ve uyarılarla, vatandaşlarımızın hazırlıklı olmasına yardımcı olmakta; başka bir yönüyle can ve mal kayıplarının azaltılmasına kritik bir katkıda bulunmaktadır.

Genel Müdürlüğümüz, şehirlerimizdeki afet risklerinin azaltılması ve direncin artırılması maksadıyla, her türlü planlama ve uygulamada meteorolojik verileri değerlendirmekte, fakat bununla sınırlı kalmamaktadır. Tüm bu hizmetlerinin yanı sıra yenilikçi teknolojileri ve uzman ekibiyle afet esnasında ve sonrasında yaptığı tahminlerle de müdahale, yardım ve iyileştirme faaliyetlerine destek olmaktadır.

Dünyada ve Türkiye’de 2021 yılında yaşanan meteorolojik afetlerin kapsamlı olarak değerlendirildiği bu raporun, afet yönetimi kapsamındaki çalışmalar için faydalı olmasını temenni ediyorum, emeği geçen tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.



Murat KURUM
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
BAKANI

SUNUŞ

Meteoroloji Genel Müdürlüğü olarak gözlem verilerinin elde edilmesi, arşivlenmesi, sunulması, saatlikten mevsimlik periyotlara kadar tahminlerin hazırlanması, kuvvetli meteorolojik hadiseler için erken uyarılar yapılarak can ve mal kayıplarının azaltılması, iklim değişikliğinin izlenmesi ile AR-GE çalışmaları yapmak asli görevlerimiz arasında yer almaktadır.

Bilindiği üzere son yıllarda yüksek tahribatlara ve kayıplara sebebiyet veren hava ve iklim ile ilişkili şiddetli olaylar ve bunlara bağlı afetler, kamuoyunun, hükümetlerin ve medyanın üzerinde önemle durduğu bir konudur. Dünya genelindeki doğa kaynaklı afetlerin büyük çoğunluğu, doğrudan veya dolaylı olarak meteorolojik olaylarla ilişkilidir. Bu kapsamda kamuoyunun bilgilendirilmesi amacıyla, ülkemiz ve dünya geneli değerlendirmelerini içeren meteorolojik afetler analizleri hazırlamaktayız.

Akdeniz havzasında yer alan ülkemizde meteorolojik afetlerin sayısı her geçen yıl artmaktadır. Ülkemizde özellikle son yıllarda, değişen iklim koşullarının da etkisi ile meteorolojik afetlerin oluşum sayıları, etkili oldukları süre ve şiddetlerinin arttığı, daha önce sık görülmeyen bazı afet türlerinin daha fazla meydana gelmeye başladığı görülmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre; 2021 yılında ülkemizde en fazla fırtına, şiddetli yağış/sel ve dolu afetleri görülmüştür.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü olarak, afet risk yönetiminin öncelikli tedbirlerin başında geldiğinden hareketle, afet öncesinde olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik, afet sırası ve sonrasında da yapılan çalışmalara katkı sağlayacak önemli hizmetlerimiz vardır. Her türlü planlama ve uygulamada meteorolojik verilerin değerlendirilmesinin yanı sıra, şiddetli meteorolojik olaylar öncesinde yapılan tahmin ve erken uyarılar, afet risklerinin azaltılmasında büyük fayda sağlamaktadır. Afet sonrasında yapılan tahminlerle de yapılan yardım ve iyileştirme faaliyetlerine destek olunmaktadır.

Meteorolojik afetlerin küresel, Türkiye geneli ve bölgesel ölçekte yıllık, mevsimlik ve aylık olarak değerlendirildiği ve her yıl düzenli olarak yayımlanan bu raporun, meteorolojik karakterli afetlerle mücadeleye önemli bir katkı sağlayacağını değerlendiriyoruz.

Volkan Mutlu COŞKUN
Meteoroloji Genel Müdürü



ÖNSÖZ	i
SUNUŞ	iii
İÇİNDEKİLER	v
1. GİRİŞ	2
2. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ	3
3. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN 2021 YILI DEĞERLENDİRMESİ.....	29
3.1.DÜNYA GENELİ	29
3.2.TÜRKİYE GENELİ	78
3.2.1. Şiddetli Yağış, Sel ve Su Baskını.....	82
3.2.2. Kuraklık	87
3.2.2.1. Meteorolojik Kuraklık Değerlendirmesi	87
3.2.2.2. 2021 Yılı Yağış Değerlendirmesi.....	88
3.2.3. Fırtına	94
3.2.4. Dolu.....	103
3.2.5. Yıldırım.....	107
3.2.6. Orman Yangınları.....	111
3.2.7. Çığ.....	114
3.2.8. Kar.....	118
3.2.9. Don.....	122
3.2.10. Sıcak ve Soğuk Hava Dalgası	126
3.2.11. Sis.....	127
3.2.12. Heyelan	130
4. KAYNAKLAR	135



1. GİRİŞ

Dünyada süre gelen doğa olayları, insanların yaşamını önemli ölçüde etkilediğinde doğa kaynaklı afet olarak nitelendirilmektedir. Birleşmiş Milletler (BM) tarafından doğa kaynaklı afetler, toplumun sosyoekonomik ve sosyokültürel faaliyetlerini önemli ölçüde aksatan, can ve mal kayıplarına neden olan ve yerel imkânlar ile baş edilemeyen doğa olayları olarak tanımlanmıştır ^[1].

Doğa kaynaklı afetler sonucunda, can ve mal kayıplarının yanı sıra milyonlarca insan yer değiştirmek zorunda kalmaktadır. Bunun ülke ekonomilerine getirdiği zarar çok yüksek miktarlara ulaşmaktadır.

Doğa kaynaklı afetlerin büyük bölümünü meteorolojik afetler oluşturmaktadır. Orman yangınları, tarımsal zararlıların istilaları, kuraklık, çölleşme, göl ve deniz suyu seviyesi yükselmeleri, çığ ve seller, hava şartları ile çok yakından ilişkili olan doğa kaynaklı afetlerdir. Yağışlar, şiddetli yerel fırtınalar, tropikal fırtınalar, fırtına kabarması, şiddetli kış şartları, kırağı, don ise hava şartları tarafından doğrudan oluşturulan afetlerdir. Meteorolojik şartlar ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olan doğa kaynaklı afetlerin tümü, meteorolojik afetler veya meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afet olarak adlandırılır ^[1, 2, 3, 4].

Doğa kaynaklı afetlerin çeşitleri ve önem sıraları ülkeden ülkeye de değişmektedir. Akdeniz havzasında doğa kaynaklı afetler fırtına, kuraklık, sel, orman yangını, heyelan, dolu fırtınası, çığ ve don olayları şeklinde etkili olmaktadır ^[2].

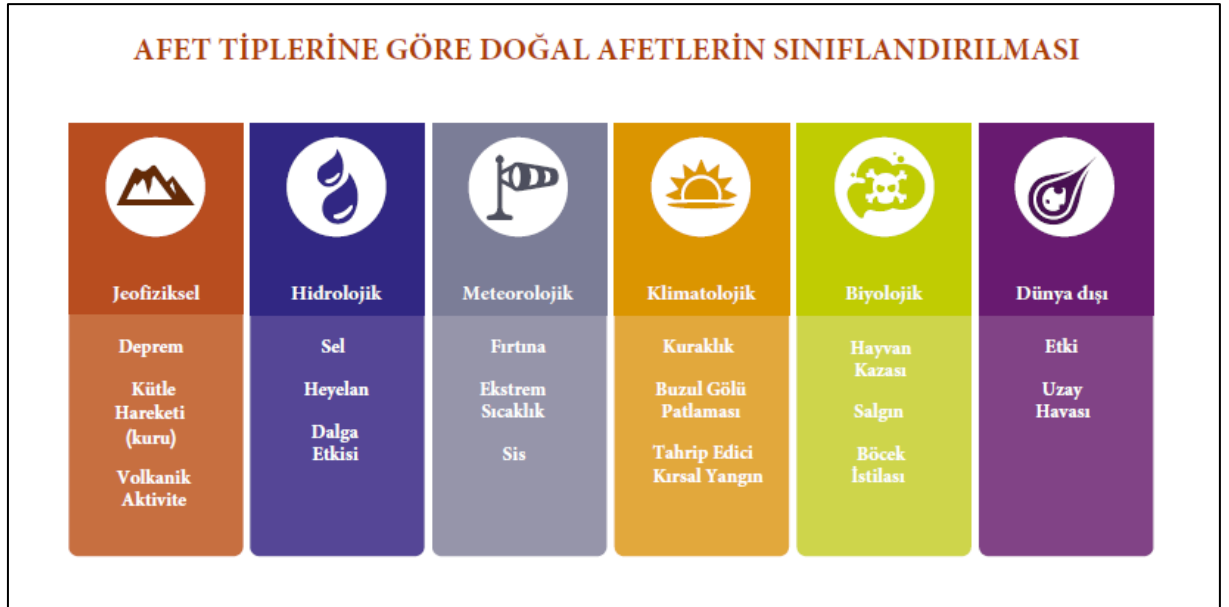
Büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde afetlere dönüşen çok sayıda ve türde şiddetli meteorolojik olaylar gözlenmektedir. Ülkemizde başta fırtına, sel, dolu, orman yangınları, don, kar ve kuraklık olmak üzere meteorolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve önemli ölçüde can ve mal kayıplarına neden olmaktadır.

Meteorolojik afetler, özellikle son yıllarda giderek artan bir şiddette, sıklıkta ve sürede farklı yerlerde meydana gelmektedir. Günümüzde sanayileşme, çarpık yapılaşma, doğanın tahrip edilmesi gibi insan etkileri bu tür afetlerin etkilerini artırmasına veya yenilerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir ^[1].

2. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Doğa kaynaklı afetler insanlık tarihi boyunca her zaman olmuştur ve olmaya devam edecektir. İnsanoğlu içinde bulunduğu çağın olanakları ve bilgisi ölçüsünde afetlerle durmadan mücadele etmiştir. Dünya nüfusunun hızla artması, nüfusun afetlere riskli alanlarda yoğun bir şekilde toplanması, doğal kaynakların aşırı tüketimi, sanayileşme, çarpık kentleşme, yetersiz altyapı doğa kaynaklı afetlerin olası risklerini artırmaktadır [5].

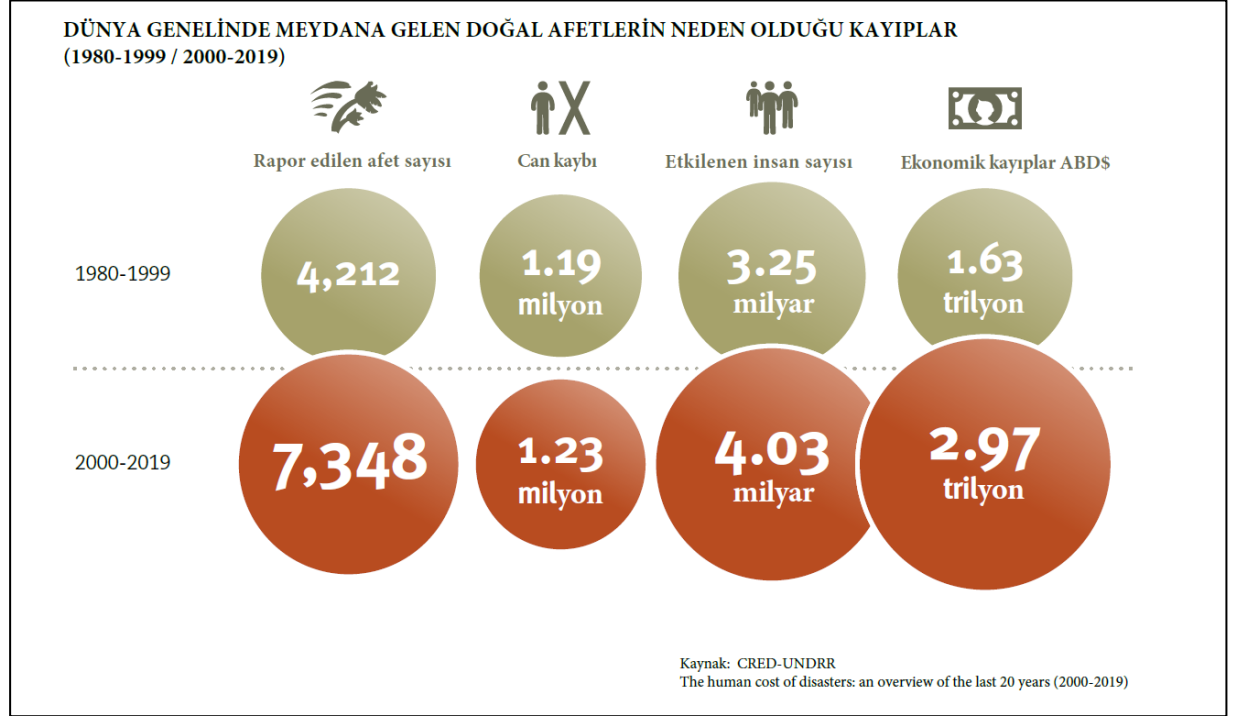
Uluslararası ölçekte afet veri tabanı bulunan Afet Araştırma ve Epidemiyoloji Merkezi (CRED) tarafından doğa kaynaklı afetler; jeofiziksel, hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, biyolojik ve uzay kaynaklı olmak üzere altı ana grupta sınıflandırılmaktadır (Şekil 1) [6,7].



Şekil 1. Afet Tipine Göre Doğa Kaynaklı Afetlerin Sınıflandırılması (Kaynak: UNISDR&CRED)

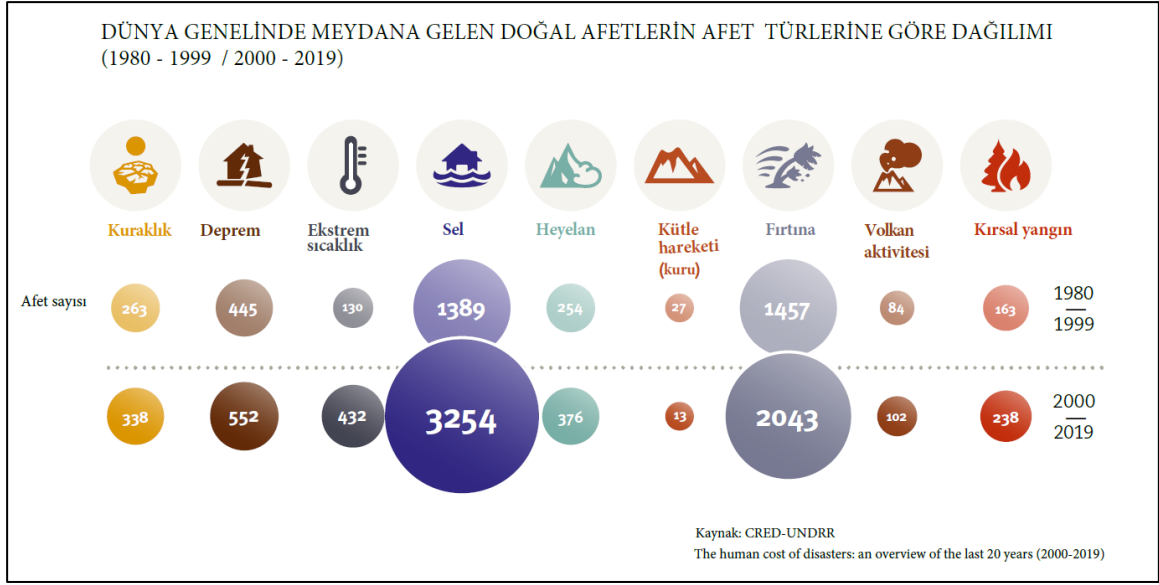
CRED' in acil durumlar veri tabanında (EM-DAT) son yirmi yılda (2000-2019) dünya çapında 7348 doğal afet olayının rapor edildiği belirtilmektedir. Şekil 2'de görüldüğü gibi, afetler yaklaşık 1,23 milyon (yıllık ortalama 60.000) can kaybına neden olurken toplamda 4 milyardan fazla insan bu afetlerden etkilenmiştir. 2000-2019 periyodunda afetlerin Dünya çapında oluşturduğu ekonomik kayıplar ise 2,97 trilyon ABD Dolarına ulaşmıştır. Bir önceki yirmi yıllık periyot (1980-1999) da ise kaydedilen 4.212 afet olayının 1,19 milyon can kaybı ve 1,63 trilyon ABD Dolarlık ekonomik kayıpla sonuçlandığı ve yaklaşık 3,25 milyar insanın etkilendiği belirtilmektedir. Bu iki periyottaki rakamlar karşılaştırıldığında keskin bir artışın olduğu görülmektedir. 2000-2019 periyodunda meydana gelen doğal afetlerin 6681 adedi iklim kaynaklı olup bu afetler sonucunda 510.837 can kaybı olmuştur. Bu periyotta iklim kaynaklı

afetlerden etkilenen insan sayısı yaklaşık 3,9 milyardır. 1980-1999 periyodunda ise iklimle alakalı meydana gelen 3656 afet sonucunda 995.330 kişi (%47'si kuraklık/açlık) hayatını kaybetmiş, afetlerden etkilenen insan sayısı yaklaşık 3,25 milyar olarak açıklanmıştır [8].



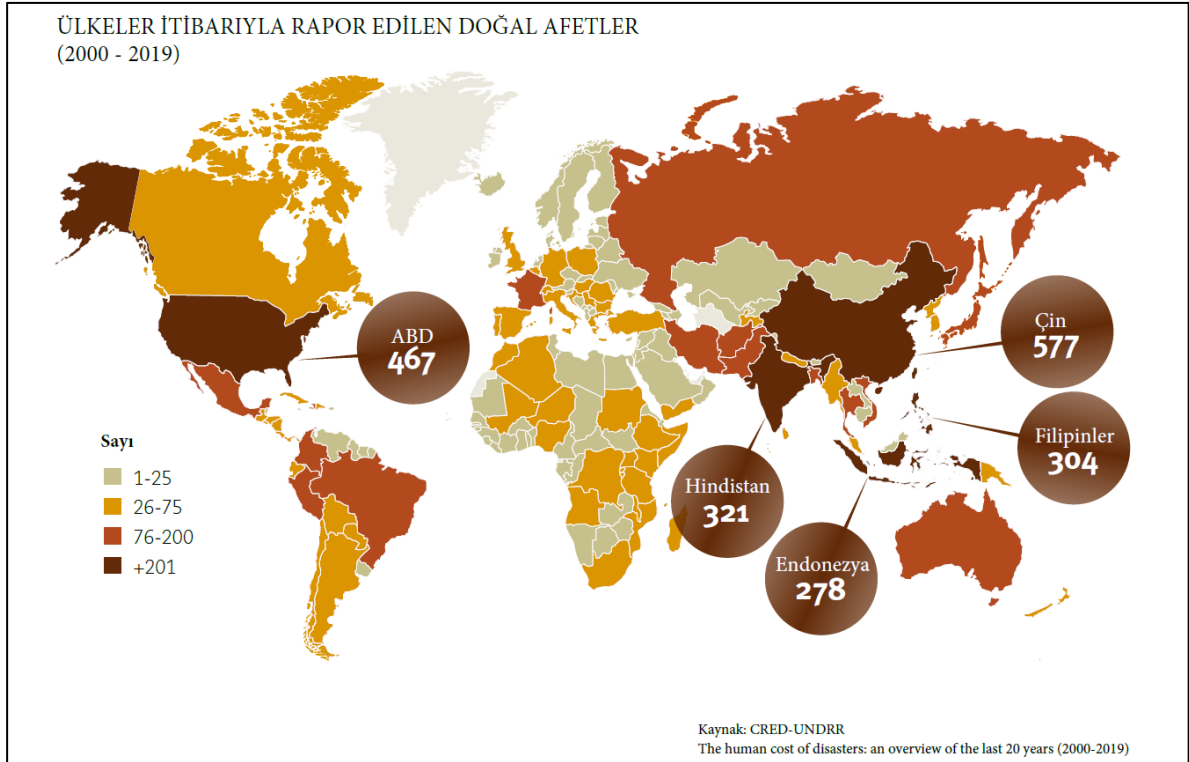
Şekil 2. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Olduğu Kayıplar (1980-1999 / 2000-2019)

Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin afet türlerine göre dağılımına bakıldığında ise 2000-2019 periyodunda meydana gelen sel, fırtına, ekstrem sıcaklık, kuraklık, kırsal yangın ve heyelan sayılarında 1980-1999 periyodunda meydana gelen afetlere göre önemli artışlar olduğu görülmektedir (Şekil 3) [8]. 2000-2019 periyodunda Asya kıtası 3.068 afet olayı ile afetlerden en fazla etkilenen kıta olmuştur. Bunu 1756 afet ile Amerika ve 1192 afet ile Afrika kıtaları izlemiştir. Asya kıtasındaki afetlerin etkinliğinin yüksek olması kıtanın boyutu, nehir havzaları, sel gibi yüksek doğal tehlike riski olan ovalar, sismik fay hatları ve afete eğilimli birçok bölgedeki nüfus yoğunluklarının büyüklüğü ile ilişkilendirilmektedir.



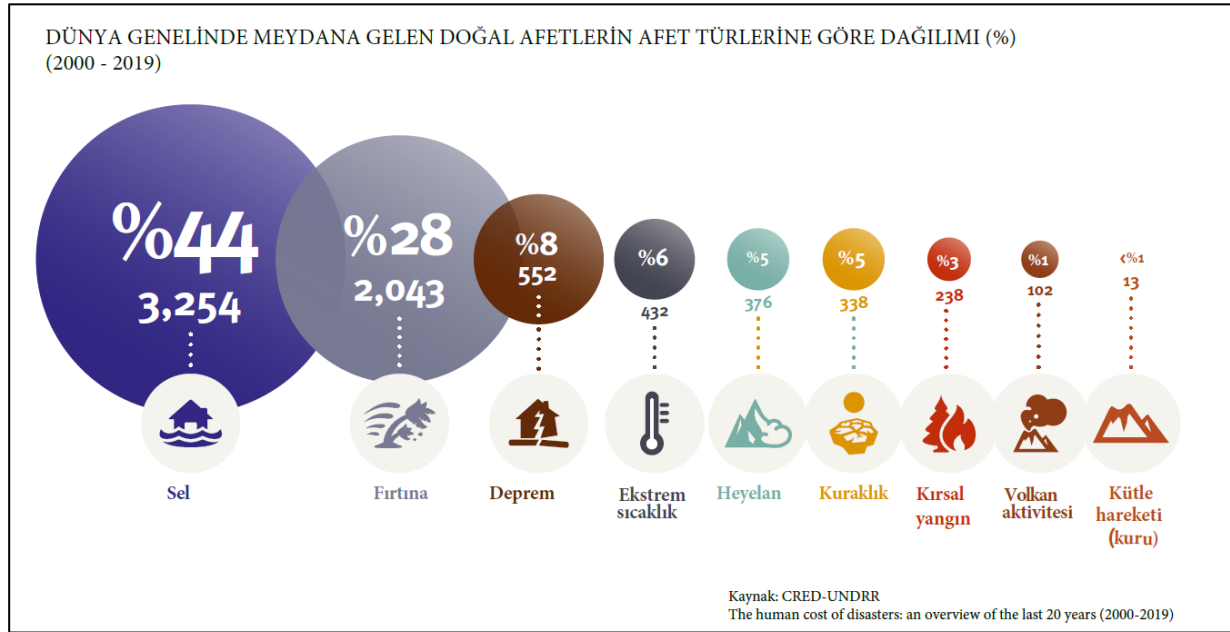
Şekil 3. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Dağılımı (1980-1999 / 2000-2019)

2000-2019 periyodunda ülkeler itibarıyla rapor edilen afet sayıları Çin (577), ABD (467), Hindistan (321), Filipinler (304), Endonezya'da (278) olmuştur (Şekil 4). Bu ülkeler büyük ve heterojen kara kütlelerine sahip olmakla birlikte yüksek risk altındaki bölgelerdeki nüfus yoğunluklarının fazla olduğu ülkelerdir [8].



Şekil 4. Ülkeler İtibarıyla Rapor Edilen Doğal Afetler (2000-2019)

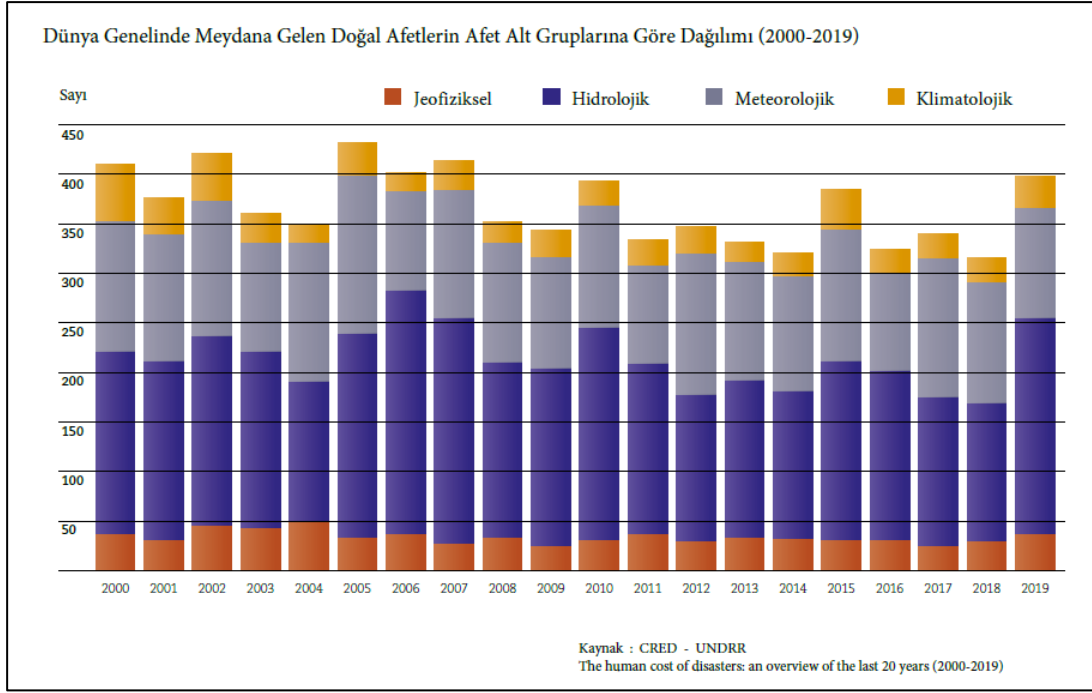
Şekil 5'te dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin afet türlerine göre dağılımları görülmektedir. Dünya çapında seller en yaygın görülen afet türü olup bunu fırtınalar izlemektedir. 2000-2019 periyodu içinde Dünya genelinde 3.254 (%44) sel, 2.043 (%28) fırtına, 552 (%8) deprem, 432 (%6) ekstrem sıcaklık, 376 (%5) heyelan ve 338 (%5) kuraklık olayı meydana gelmiştir. Meteorolojik afetlerin bir alt grubu olan fırtınalar en çok kıyı bölgelerinde etkili olmaktadır. Okyanus kıyılarına yakın alanlarda yaşayan yerleşik topluluklar büyük ölçüde fırtınaların etkisinde kalmaktadır [8].



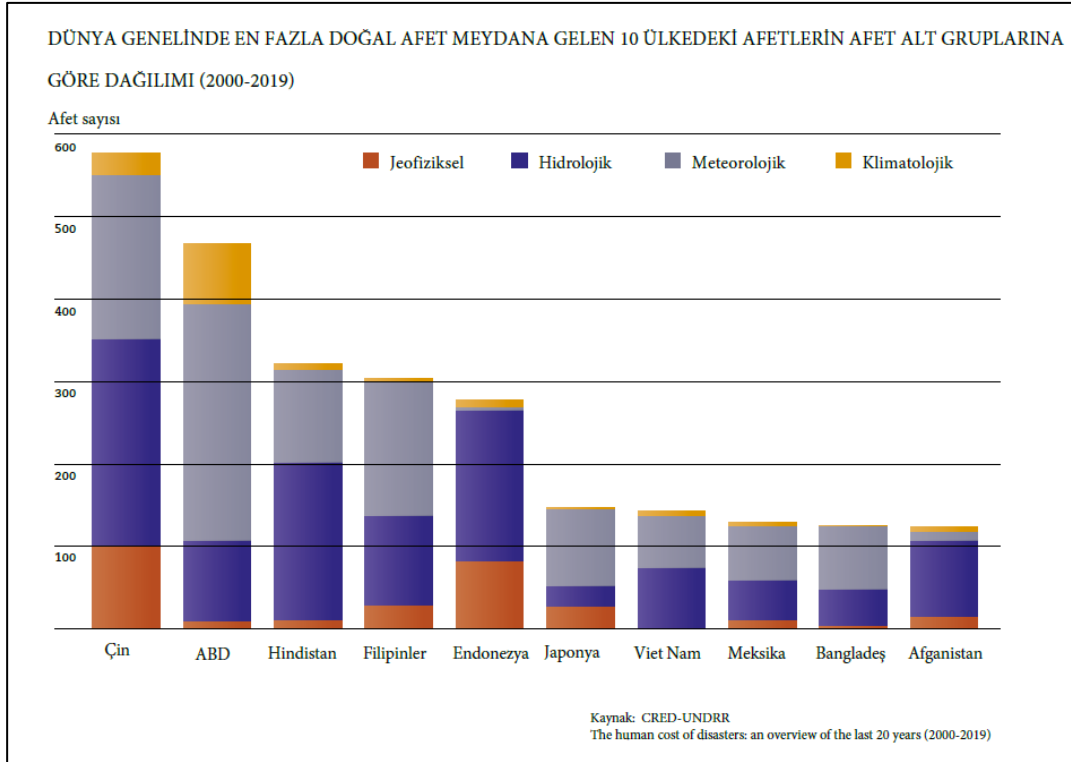
Şekil 5. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Dağılımları (%) (2000-2019)

Şekil 6'da 2000-2019 periyodunda dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin afet alt gruplarına göre dağılımları görülmektedir. Yıllar bazında jeofiziksel afetlerin sayılarında önemli bir değişiklik görülmezken hidrolojik ve meteorolojik afetlerin sayısında bir artış yaşanmıştır. Periyot içinde 2005 yılında meydana gelen doğal afetler sayı bakımından en yüksek değerdir. Bunu 2002 ve 2007 yılları takip etmektedir [8].

2000-2019 periyodunda Dünya genelinde en fazla doğal afetin meydana geldiği ilk 10 ülke sırasıyla Çin, ABD, Hindistan, Filipinler, Endonezya, Japonya, Vietnam, Meksika, Bangladeş ve Afganistan olmuştur (Şekil 7). Bu ülkelerin sekizi Asya kıtasındadır. Çin bu sıralamada bütün afet gruplarını da kapsayan afetlerle en üst sırada yer almaktadır. ABD 467 afet ile en fazla etkilenen ikinci ülkedir.



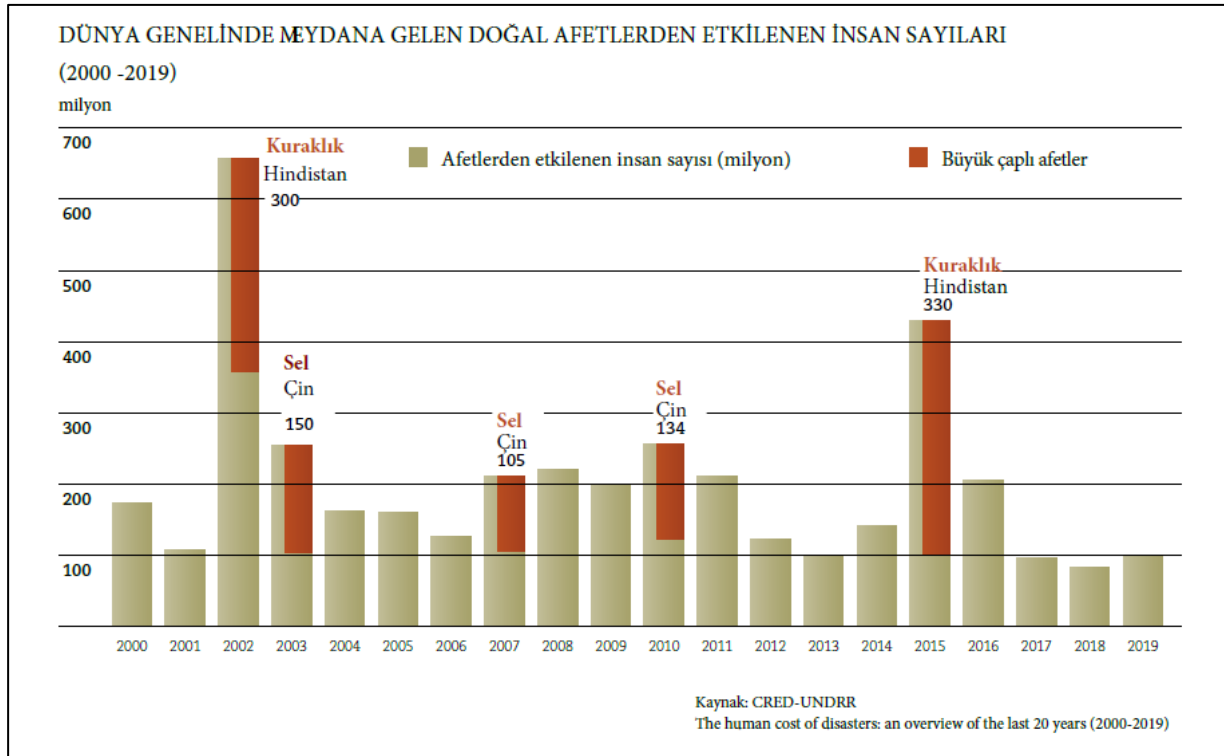
Şekil 6. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Alt Gruplarına Göre Dağılımı (2000-2019)



Şekil 7. Dünya Genelinde En Fazla Doğal Afet Meydana Gelen 10 Ülkedeki Afetlerin Afet Alt Gruplarına Göre Dağılımı (2000-2019)

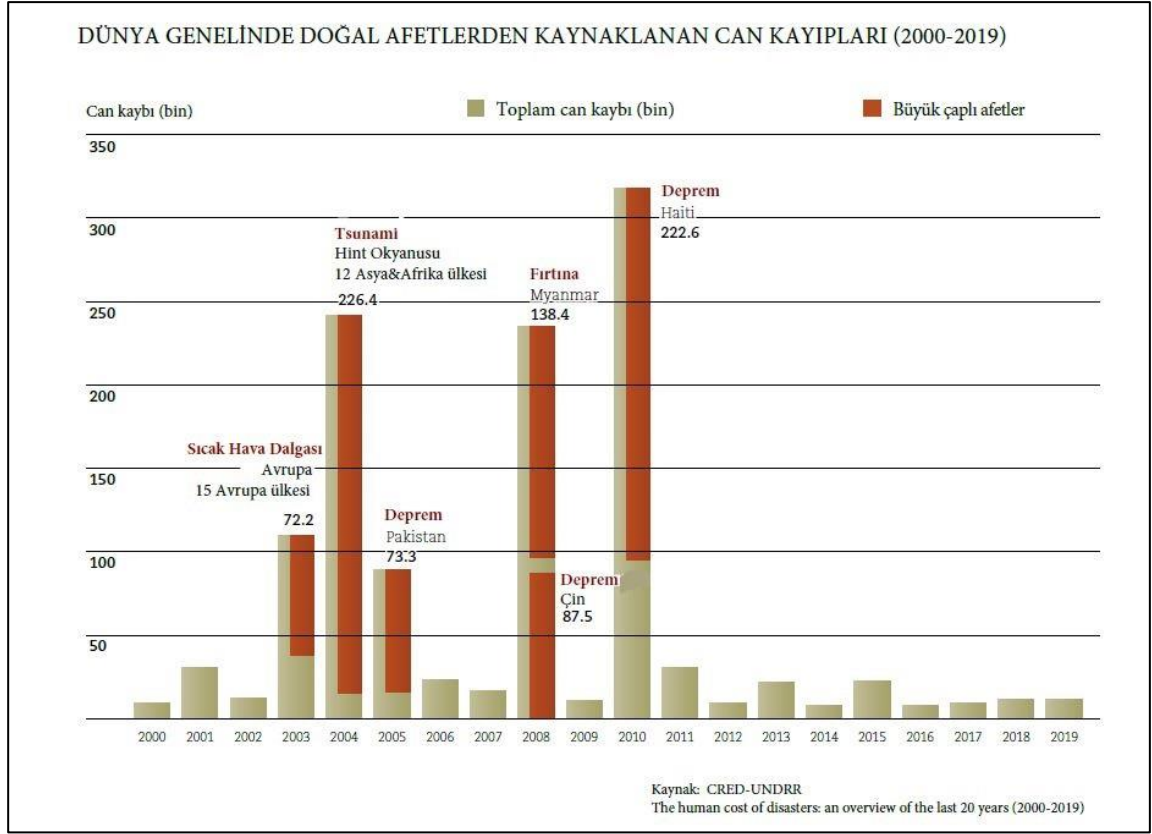
Afet alt grupları içerisinde ülkelere göre değişmekle beraber hidrolojik ve meteorolojik olaylar önemli yer tutmaktadır. Bu periyot içerisinde ABD diğer ülkelere göre klimatolojik afetlerden daha fazla etkilenen ülke olmuştur. Tektonik hareketlerin yoğun olarak görüldüğü Çin, Endonezya, Filipinler ve Japonya’da Jeofiziksel afetler önemli kayıplara yol açmıştır [8].

Can kayıplarının büyüklüğü afetin türü, konumu, süresi, zarar gören nüfusun boyutu ve savunmasızlığı olmak üzere birçok faktöre bağlıdır. 2000-2019 yılları arasında Dünya çapında yaklaşık 4 milyar insan afetlerden etkilenmiş bunun sonucunda 1,2 milyondan fazla insan hayatını kaybetmiştir (Şekil 8). Bu periyot içerisinde afetlerden en fazla insanın etkilendiği yıllar 2002 yılı (658 milyon) ile 2015 yılı (430 milyon) olmuştur. Her iki yılda da Hindistan’da yaşanan yaygın kuraklık olaylarının etkisi vardır. Afetlerden etkilenen insan sayısının yüksek olduğu 2003, 2007 ve 2010 ‘da Çin’de meydana gelen sel afetleri büyük rol oynamıştır [8].

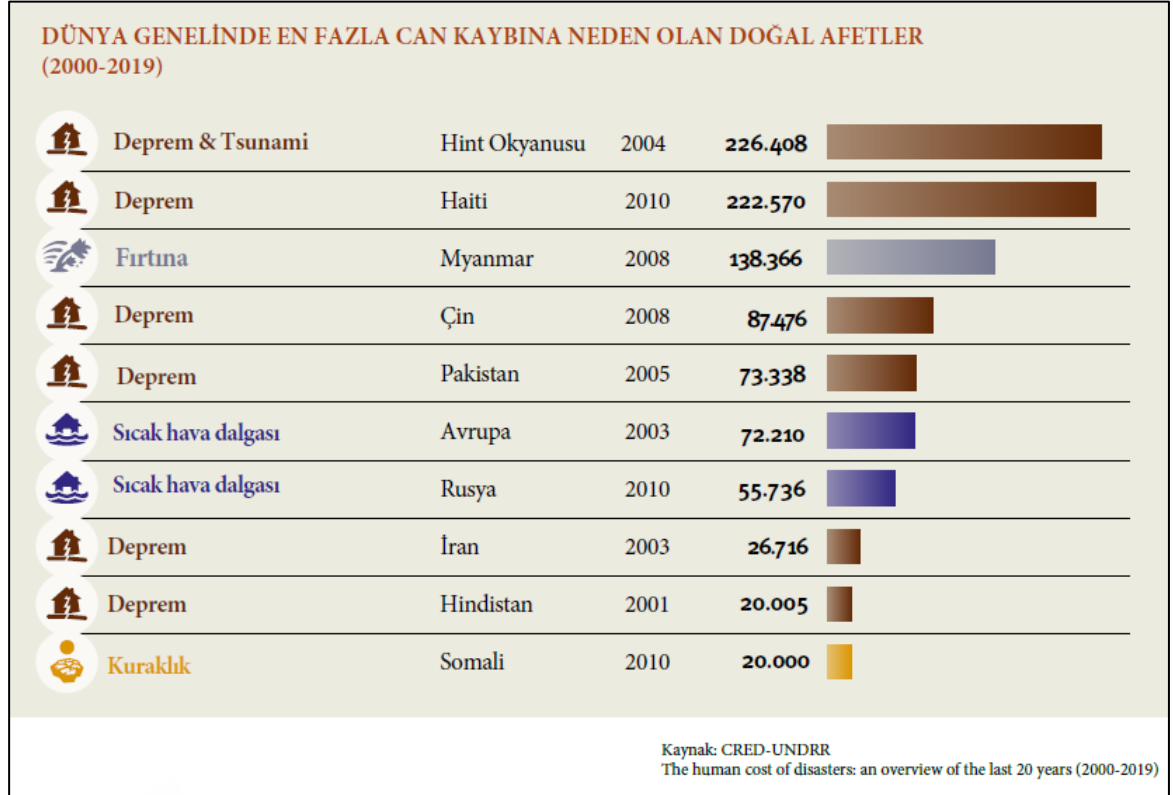


Şekil 8. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerden Etkilenen İnsan Sayıları (2000-2019)

Şekil 9’da 2000-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerden kaynaklanan toplam can kayıpları görülmektedir. 2004, 2008 ve 2010 yılları en yüksek can kayıplarıyla bu periyot içerisinde yer almaktadır.



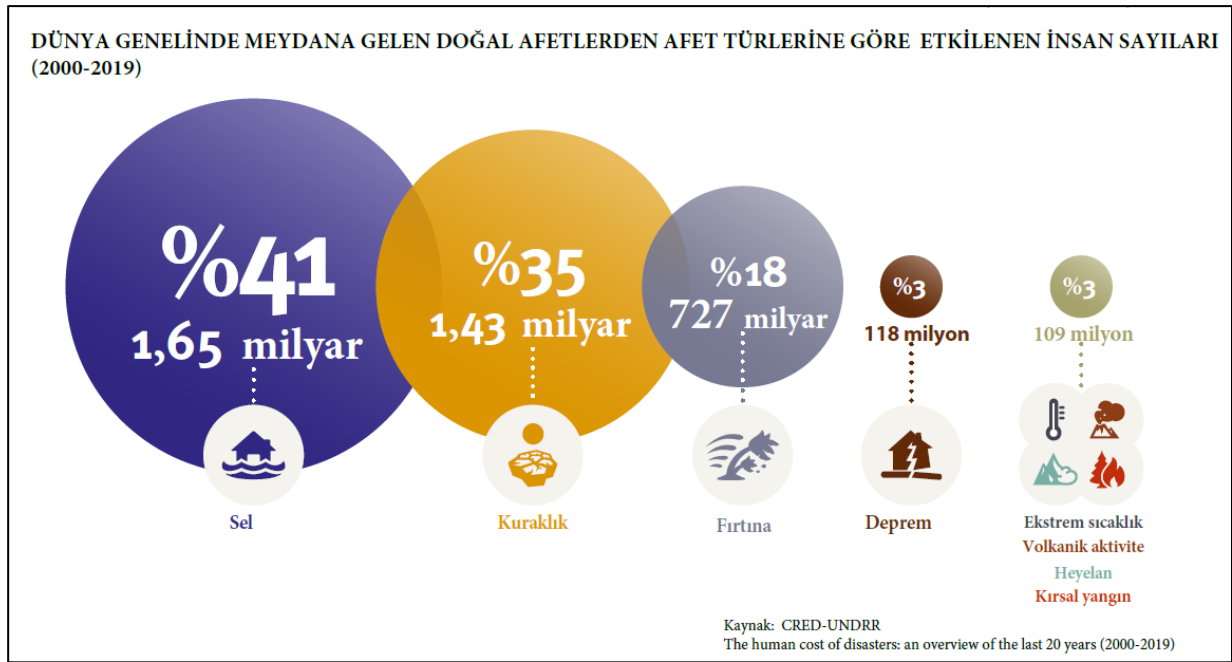
Şekil 9. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerden Kaynaklanan Can Kayıpları (2000-2019)



Şekil 10. Dünya Geneline En Fazla Can Kaybına Neden Olan 10 Büyük Doğal Afet (2000-2019)

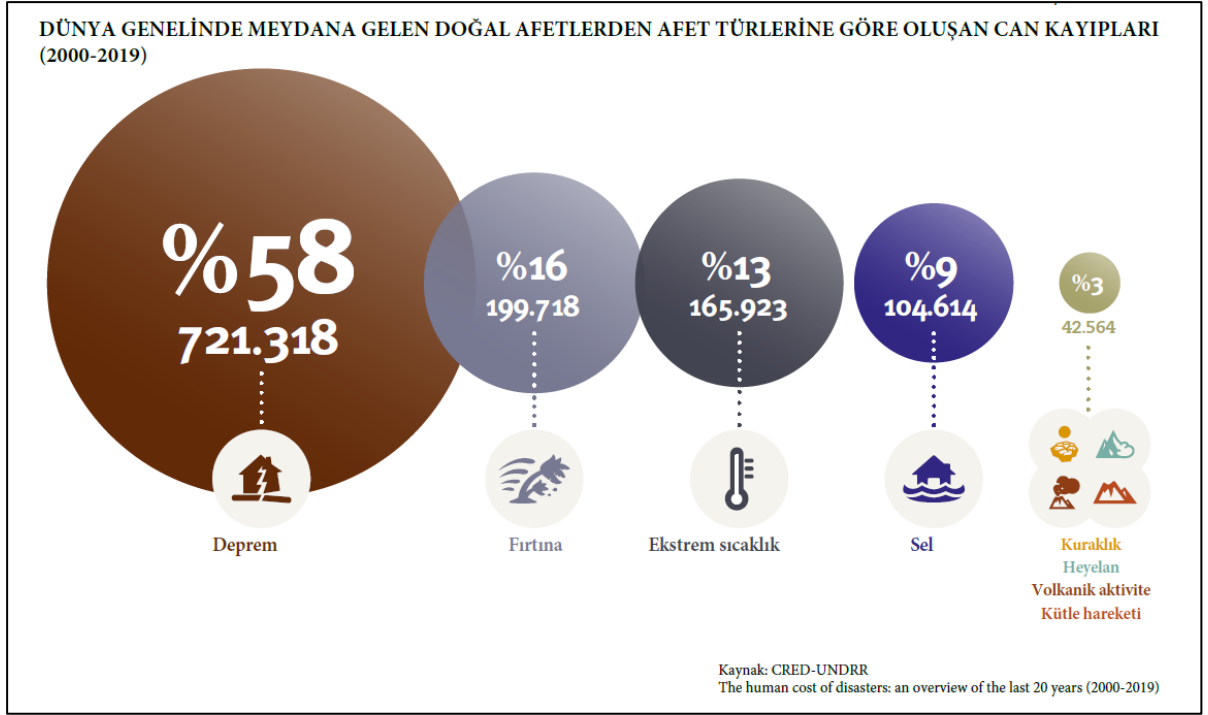
Şekil 10’da 2000-2019 periyodu içerisinde en büyük can kayıplarına neden olan 10 büyük doğal afet görülmektedir. Bu afetlerin ilk 3 tanesi mega afet (100.000’den fazla can kaybı) karakterindedir. En fazla can kayıplarına neden olan bu 10 doğal afet tüm can kayıplarının %76’sını oluşturmaktadır [8].

Şekil 11’de 2000-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerden afet türlerine göre etkilenen insan sayıları görülmektedir. Tüm afetler içerisinde sel en yaygın görülen afet türüdür. Bu periyot içerisinde sel dünya çapında yaklaşık 1,65 milyar insanın etkilenmesine neden olmuş ve tüm afetler içerisinde %41’lik bir oran ile ilk sırada yer almıştır. Sel olaylarından en fazla etkilenen ülke yaklaşık 900.000 kişi ile Çin oldu. Hindistan ise 345.000 kişi ile sellerden en fazla etkilenen ikinci ülke oldu. Doğa kaynaklı afetlerden etkilenen insan sayısı bakımından sel afetini 1,43 milyar kişi (%35) kuraklık, 727 milyar kişi (%18) fırtına ve 118 milyon kişi (%3) ile deprem afetleri izledi.



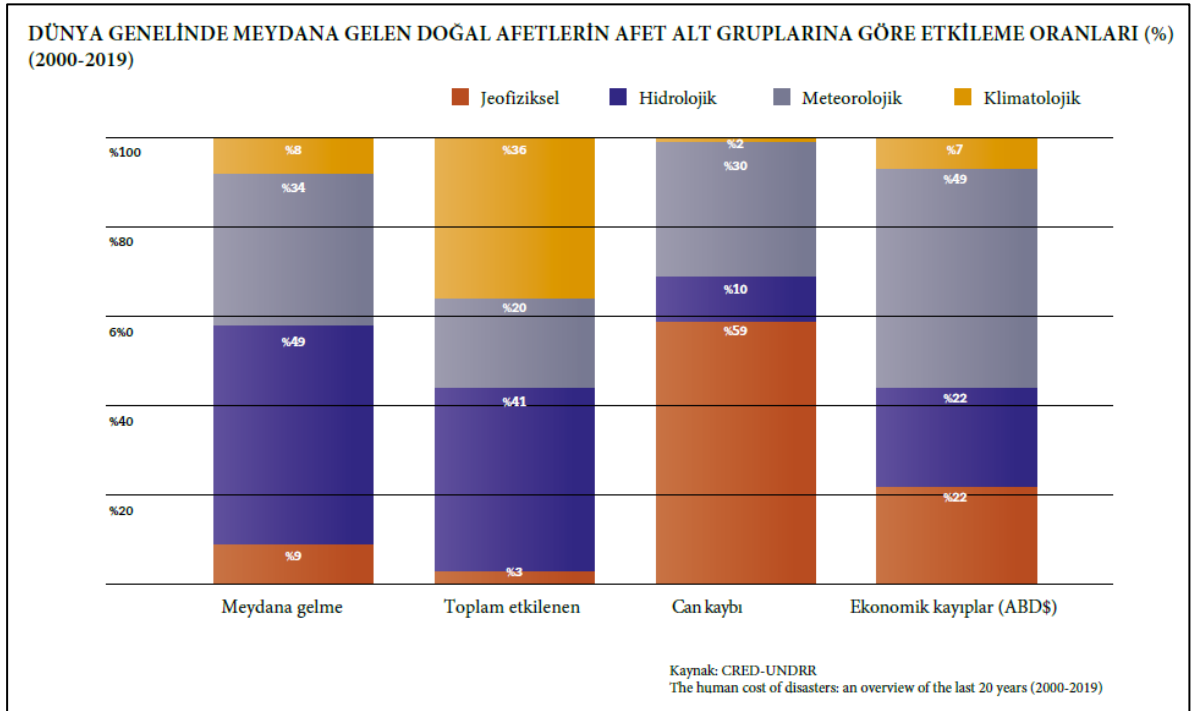
Şekil 11. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerden Afet Türlerine Göre Etkilenen İnsan Sayıları (2000-2019)

Doğal afet kaynaklı can kayıplarına afet türleri açısından bakıldığında en fazla can kaybı 721.318 kişi (%58) deprem afeti olmuştur (Şekil 12). Deprem afetini 199.718 can kaybı (%16) ile fırtına, 165.923 can kaybı (%13) ile ekstrem sıcaklık ve 104.614 can kaybı (%9) ile sel afetleri izlemiştir. Diğer afetlerin neden olduğu can kayıpları ise %3 civarında olmuştur [8].



Şekil 12. Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerden afet türlerine göre oluşan can kayıpları (2000-2019)

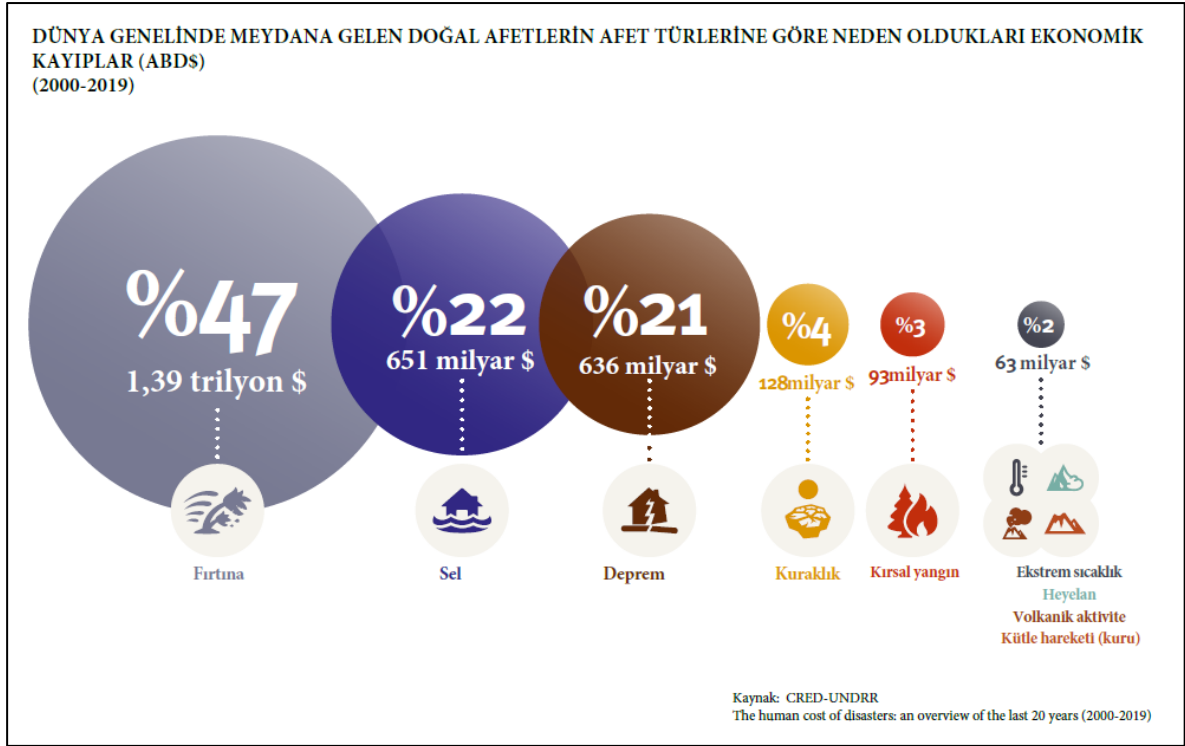
Şekil 13'te dünya genelinde meydana gelen afetlerin afet alt gruplarına göre çeşitli etkileme oranları görülmektedir.



Şekil 13. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Alt Gruplarına Göre Etkileme Oranları (2000-2019)

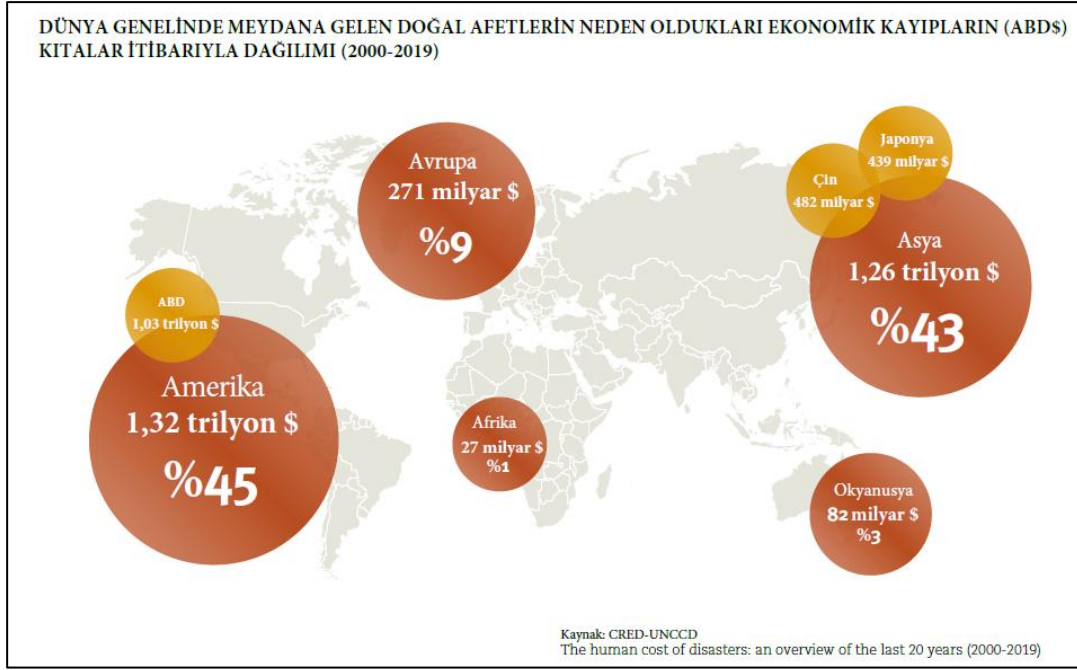
Hidrolojik olaylar toplam olayların %49'unu oluştururken, toplam can kayıplarının %10'una sebep olmaktadır. Etkiledikleri insan sayısı olarak hidrolojik olaylar doğal afetler içerisinde %41'lik bir paya sahiptir. Toplam olayların %34'ünü kapsayan meteorolojik afetler ise can kayıplarının %30'una sebep olmaktadır. Etkiledikleri insan sayısı bakımından klimatolojik afetler %36'lık bir oran ile Hidrolojik afetleri izlemektedir [8].

EM-DAT kayıtlarına göre 2000-2019 yılları arasında rapor edilen doğal afetlerden oluşan ekonomik kayıplar 2,97 trilyon ABD Doları olmuştur (Şekil 14). Tüm afetlerin oluşturduğu ekonomik kayıplar açısından %47'lik bir oran ile (1,39 trilyon ABD Doları) fırtına afeti ilk sırada yer almaktadır. Bunu %22'lik bir oran ile (651 milyar ABD Doları) sel, %21'lik bir oran ile (636 milyar ABD Doları) deprem, %4'lük bir oran ile (128 milyar ABD Doları) kuraklık ve %3'lük bir oran ile (93 milyar ABD Doları) kırsal yangın afetleri izlemektedir [8].



Şekil 14. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Neden Oldukları Ekonomik Kayıplar (ABD Doları) (2000-2019)

Şekil 15'te 2000-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen doğal afet kaynaklı ekonomik kayıpların kıtalar itibarıyla dağılımı görülmektedir. Bölgesel düzeyde, Amerika kıtasındaki kayıplar Dünya genelindeki toplam kayıpların %45'ini oluştururken onu %43'lük kayıpla Asya kıtası izledi. ABD 1,03 trilyon ABD Dolarlık ekonomik kayıpla en üst sırada yer aldı. Asya kıtasındaki kayıpların büyük kısmı Çin (482 milyar ABD Doları) ve Japonya'da (439 milyar ABD Doları) meydana geldi. Avrupa kıtası %9'luk ekonomik kayıpla (271 milyar ABD Doları) 3. sırada yer aldı [8].



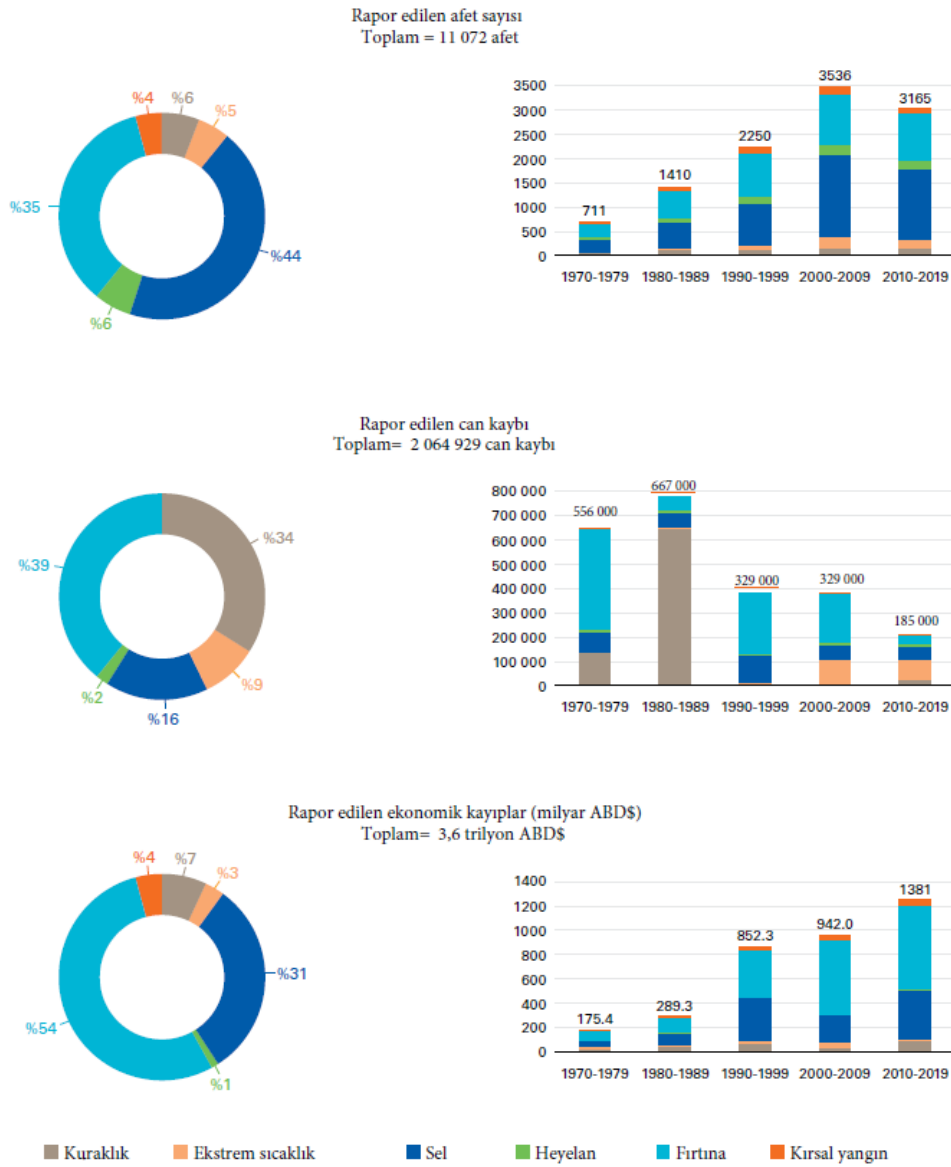
Şekil 15. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Oldukları Ekonomik Kayıpların Kıtalar İtibarıyla Dağılımı (ABD Doları) (2000-2019)

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) 2021 yılında **“WMO Atlas of Mortality and Economic Losses From Weather, Climate and Water Extremes”** raporunu yayınladı. Rapor; hava, iklim ve su ile ilgili tehlikelerden kaynaklanan doğal afetler sonucu meydana gelen can kayıplarının ve ekonomik kayıpların günümüze kadar olan en kapsamlı incelemesidir. Raporda son 50 yıllık periyot, 10’ar yıllık dönemler halinde değerlendirilmektedir (Şekil 16). Atlas’taki istatistikler, Afetler Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED) tarafından sağlanan Acil Durum Veri Tabanından (EM-DAT) alınmıştır. EM-DAT jeofizik, meteorolojik, klimatolojik, hidrolojik, biyolojik ve dünya dışı olmak üzere çeşitli doğal tehlike türleri ile ilişkili afetler ve 1900 yılına dayanan teknolojik afetler hakkında veriler içerir ^[9]. Şekil 17’de Dünya genelinde 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetlerin sayısı, can kaybı ve ekonomik kayıplar olarak afet türlerine göre dağılımları görülmektedir.

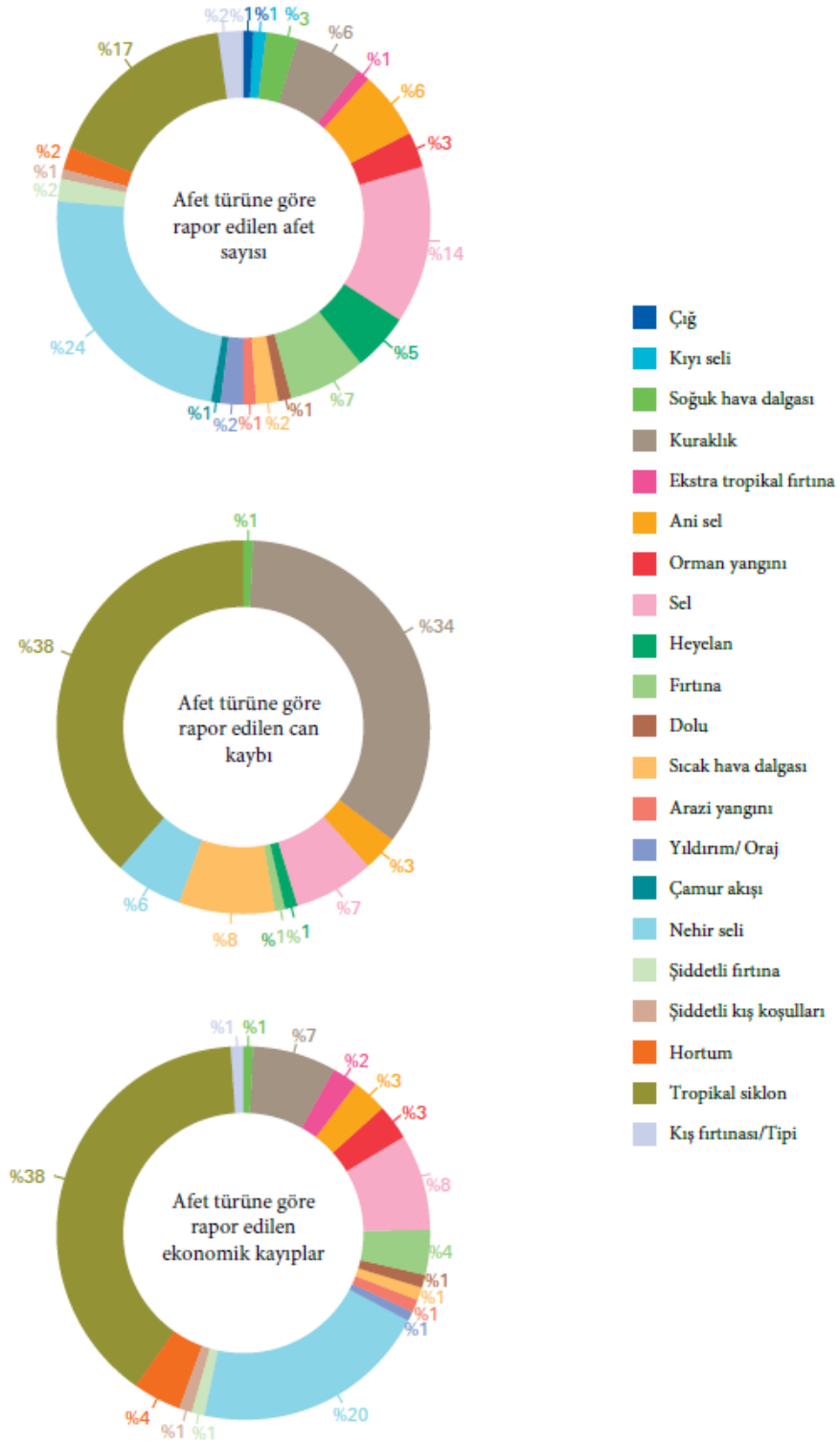
Hava, iklim ve su ile ilgili tehlikelerin etkileri Dünya çapında sağlığı ,ekonomik durumu ve sosyal kalkınmayı olumsuz olarak etkilemeye devam etmektedir. Bu etkilerin bazıları yerelden ulusala ve hatta toplumlarımızın, ülkelerin karşılıklı bağımlılıkları nedeniyle uluslararası düzeyde artarak hissedilmektedir ^[9].

Son 50 yılda ortalama olarak her gün hava, iklim veya su tehlikesiyle ilgili bir felaket meydana geldi. Bu olaylar günde 115 kişinin ölümüne ve günlük 202 milyon ABD Doları ekonomik kayba neden oldu. Dünya Meteoroloji Örgütü, dünyayı etkileyen hava kaynaklı

afetlerin sayısının son 50 yılda beş kat arttığını açıkladı. Bu periyotta can kayıpları yaklaşık üç kat azalırken ekonomik kayıplar ise yedi kat arttı. 2010-2019 arasındaki on yılda rapor edilen kayıplar, 1970-1979 arasındaki günlük 49 milyon ABD Dolarına göre yedi kat artışla günde 383 milyon ABD Doları civarına çıktı. Hava felaketlerine bağlı ölümlerin %90'ından fazlası gelişmekte olan ülkelerde meydana geldi. Can kayıplarının azalması uyarı sistemlerindeki iyileştirilmelere bağlanıyor. Şekil 18-24'te Kıtalar bazında 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim, su kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar görülmektedir ^[9,10].



Şekil 16. Dünya genelinde 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetlerin afet türlerine göre yüzde ve 10'ar yıllık periyotlar halinde sayı, can kaybı ve ekonomik kayıplar olarak dağılımı



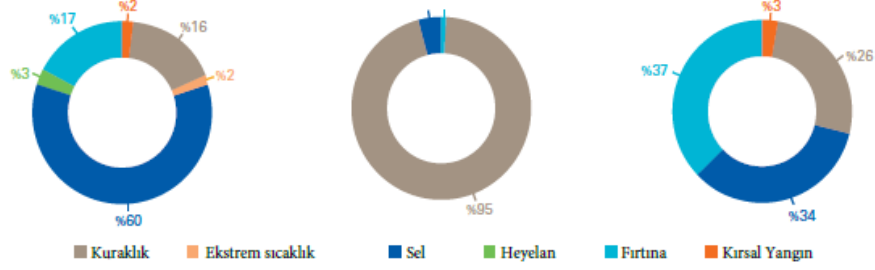
Şekil 17. Dünya genelinde 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetlerin sayı, can kaybı ve ekonomik kayıplar olarak afet türlerine göre dağılımları

Afrika

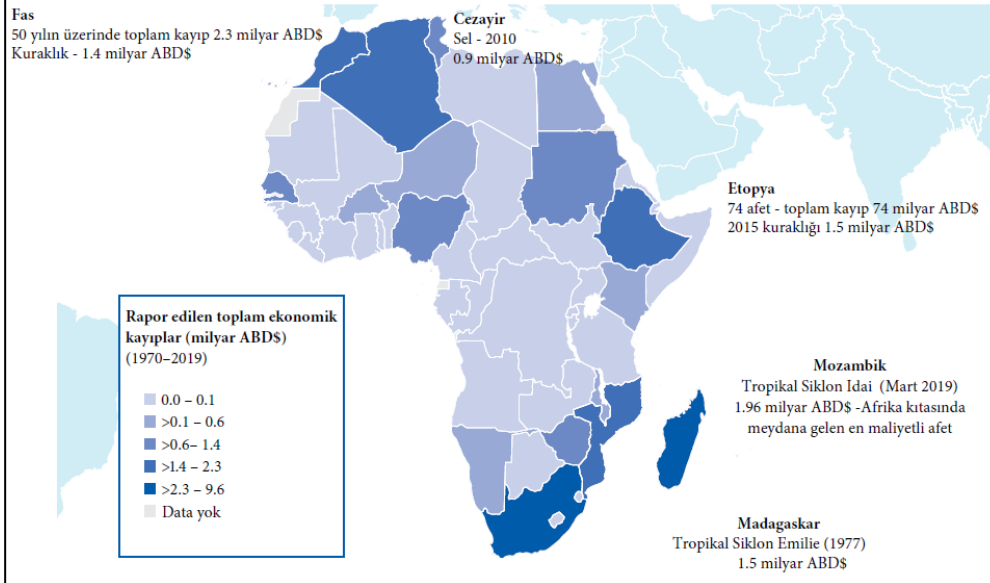
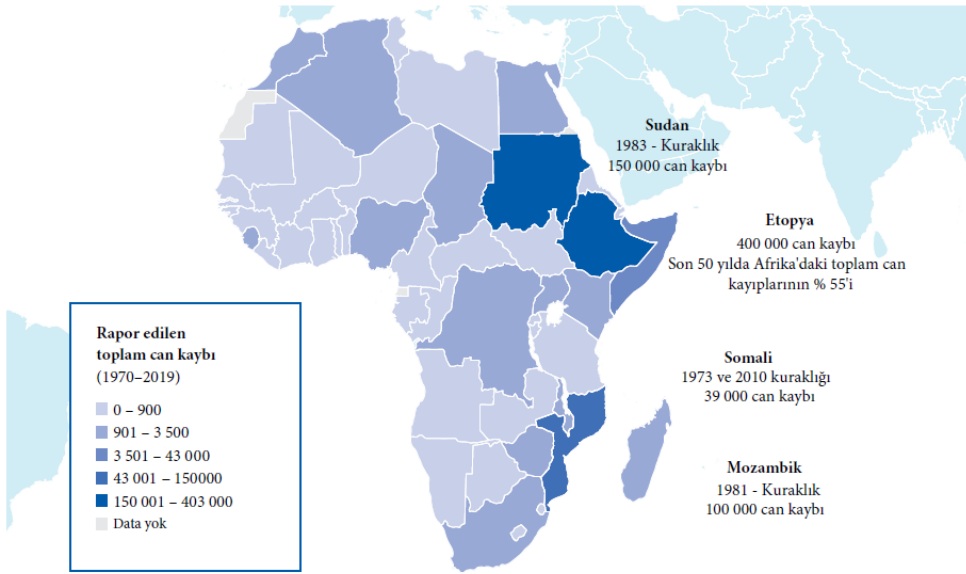
Rapor edilen afet sayısı = 1 695

Rapor edilen can kaybı sayısı = 731 747

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 38.5 milyar ABD\$



AFRIKA



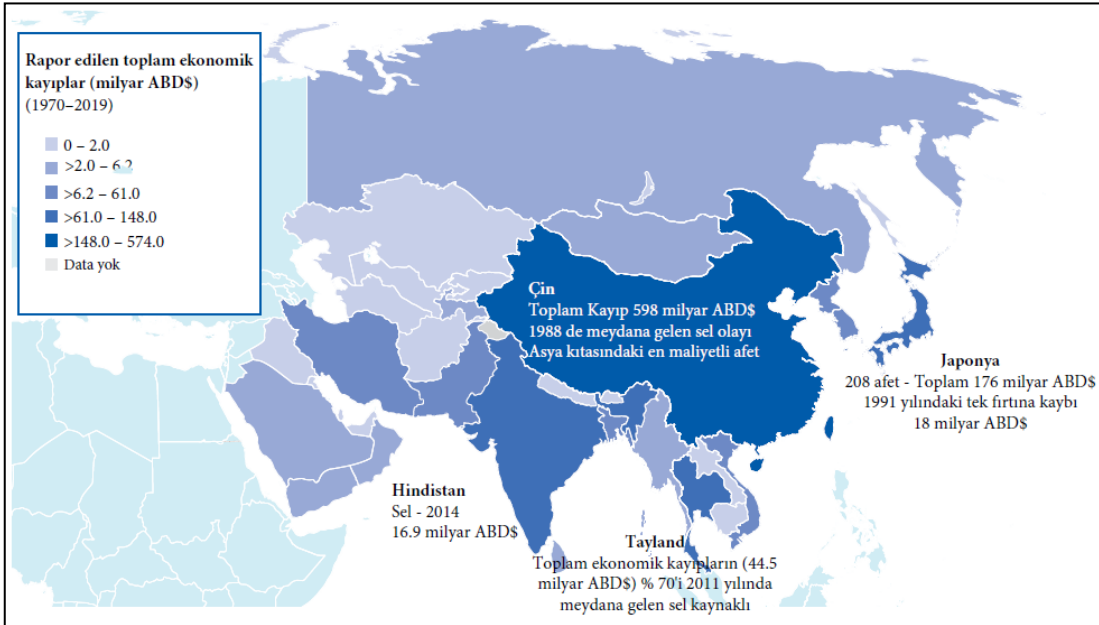
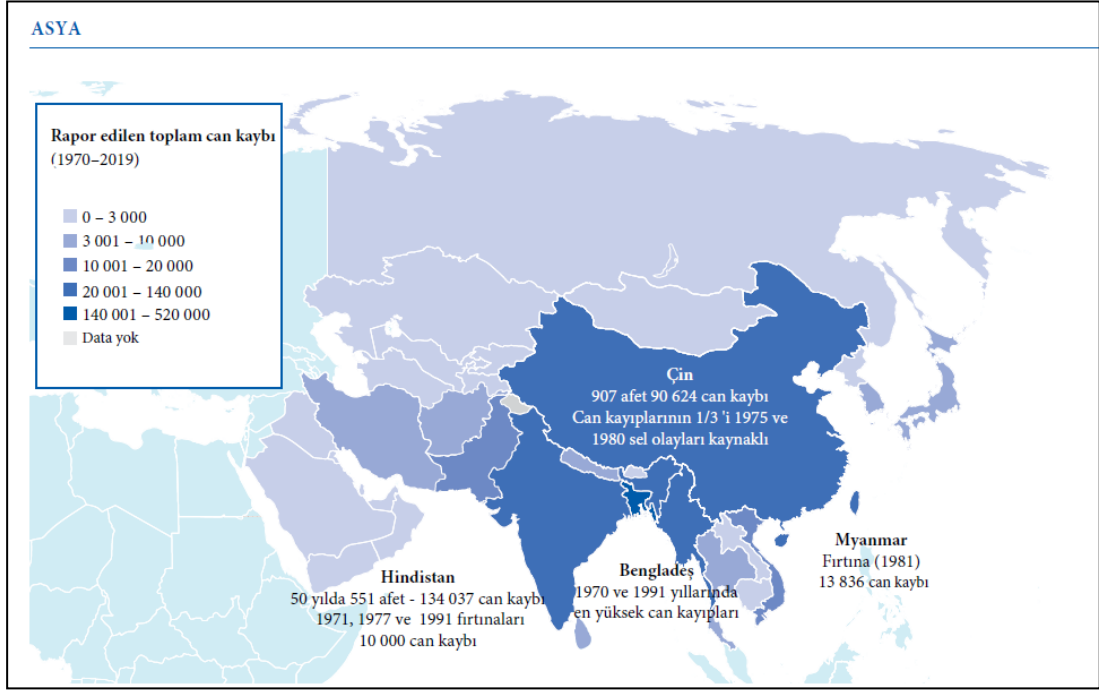
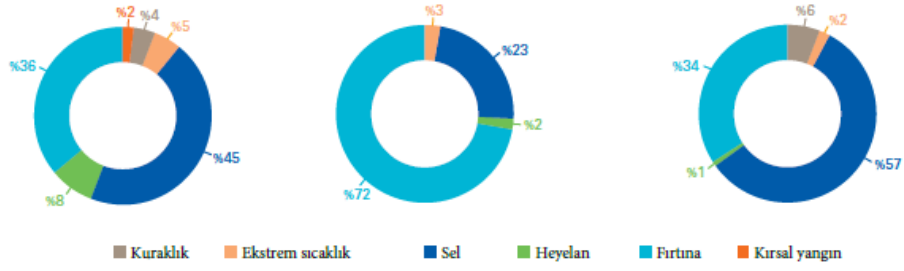
Şekil 18. Afrika kıtasında 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar

Asya

Rapor edilen afet sayısı = 3 454

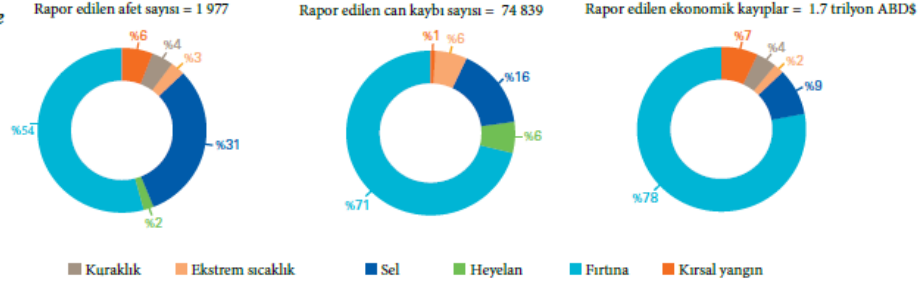
Rapor edilen can kaybı sayısı = 975 622

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 1.2 trilyon ABD\$

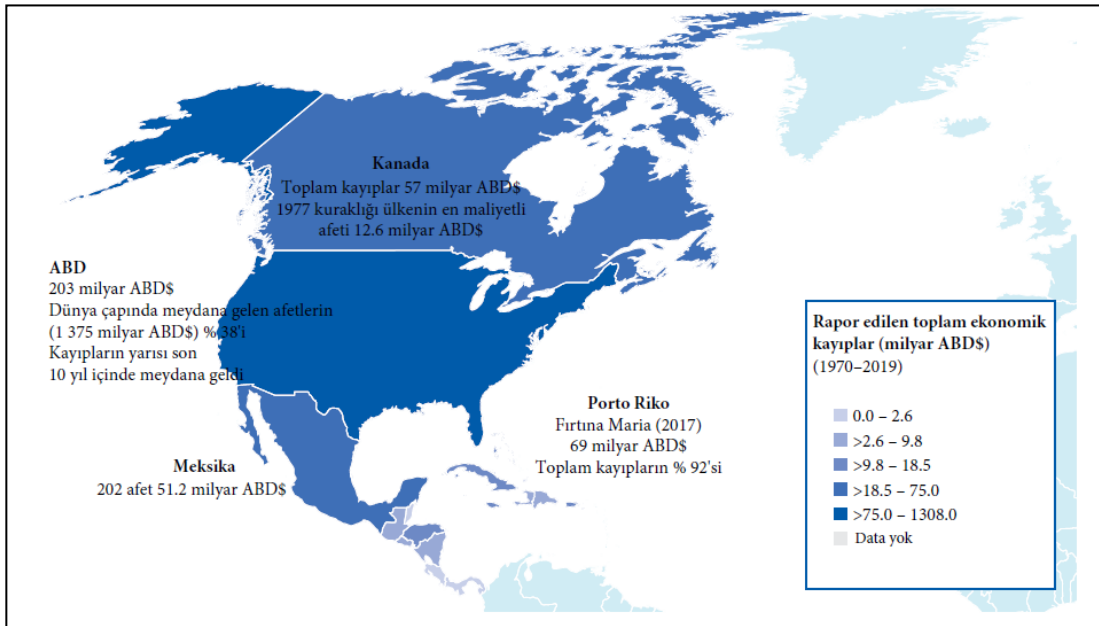
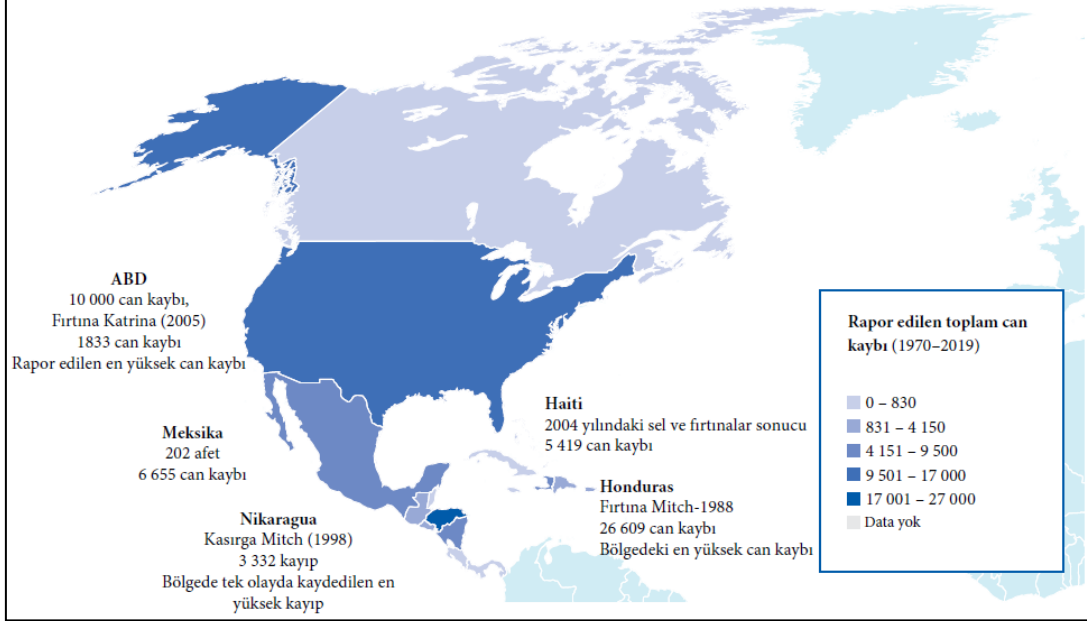


Şekil 19. Asya kıtasında 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar

**Kuzey Amerika,
Orta Amerika ve
Karayipler**

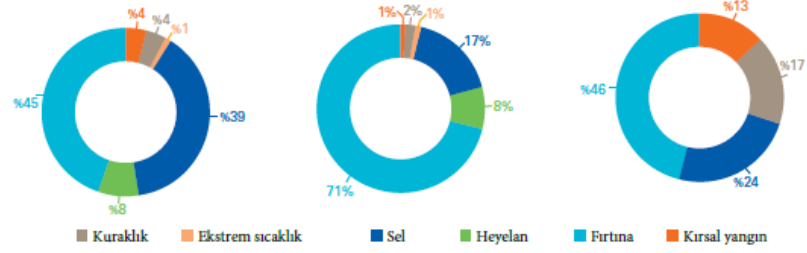


KUZEY AMERİKA, ORTA AMERİKA VE KARAYİPLER

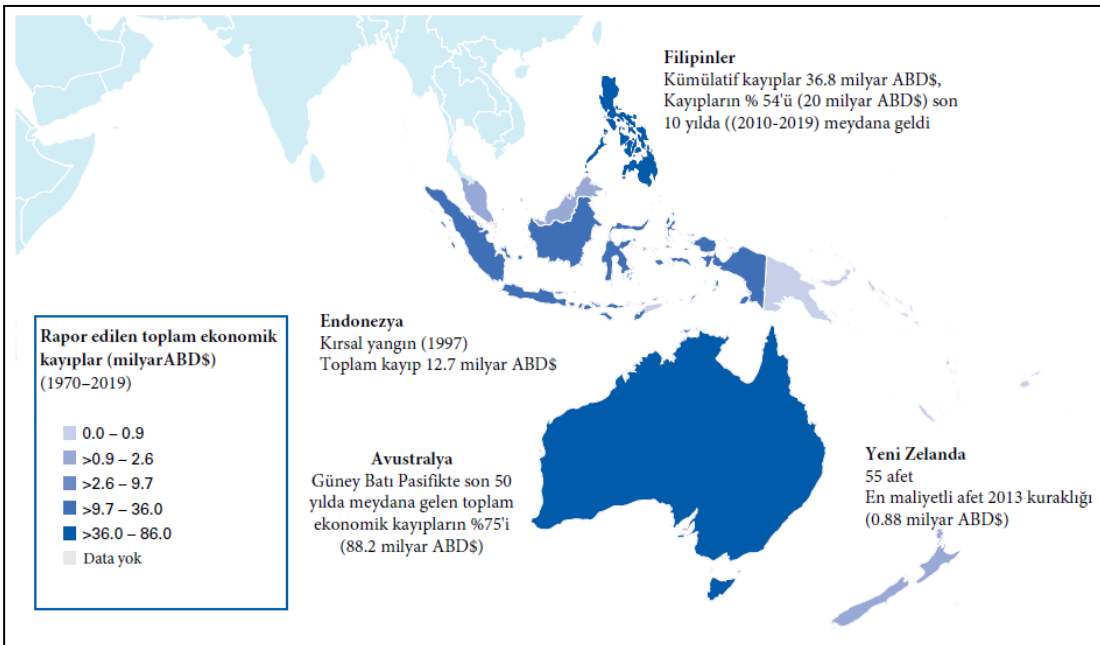
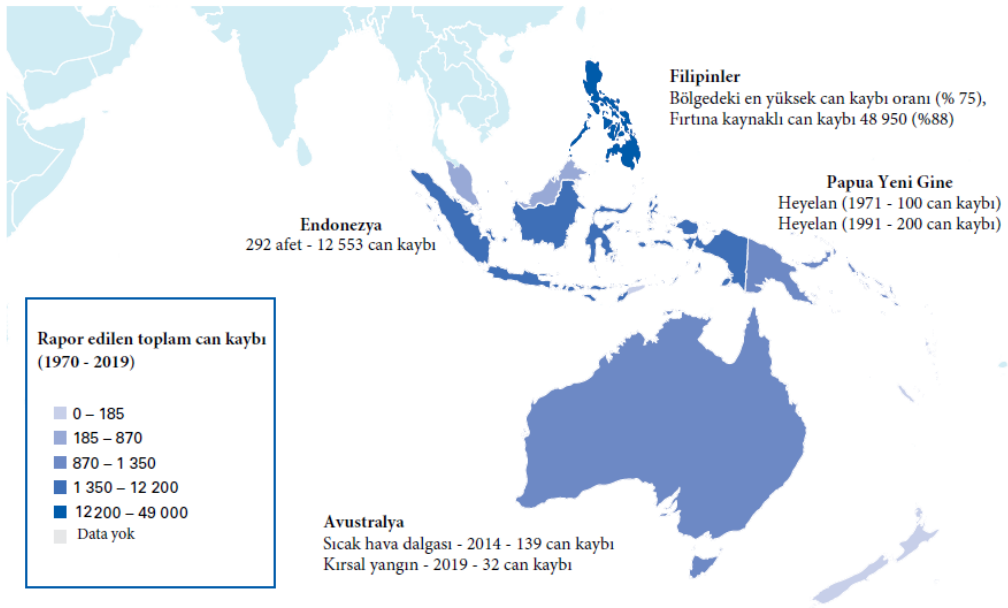


Şekil 20. Kuzey Amerika, Orta Amerika ve Karayipler’de 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar

Güney-Batı Pasifik Rapor edilen afet sayısı= 1 407 Rapor edilen can kaybı sayısı= 65 391 Rapor edilen ekonomik kayıplar = 163,7 milyar ABD\$



GÜNEY-BATI PASİFİK



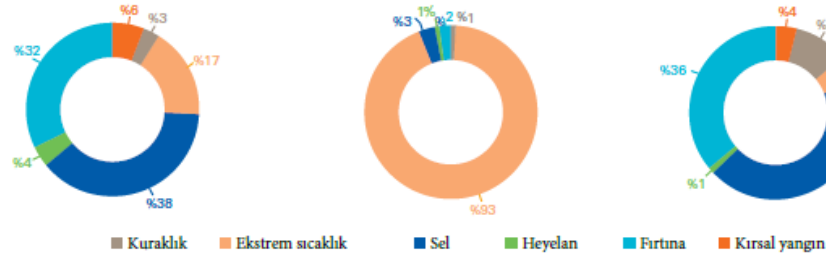
Şekil 21. Güney-Batı Pasifikte 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar

Avrupa

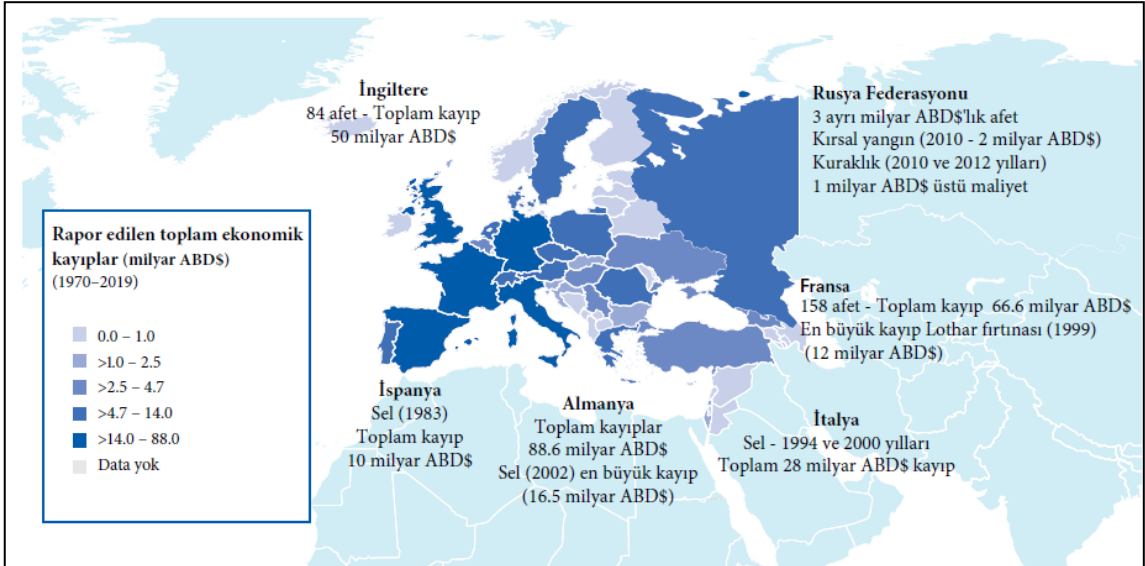
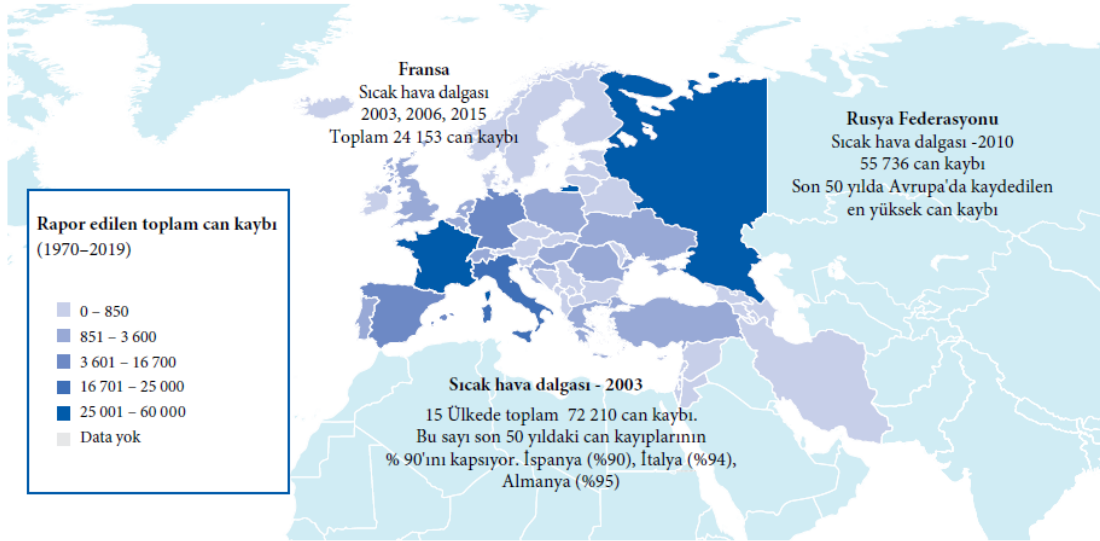
Rapor edilen afet sayısı = 1 672

Rapor edilen can kaybı sayısı = 159 438

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 476.5 milyar ABD\$



AVRUPA

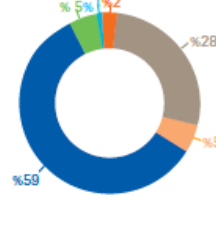
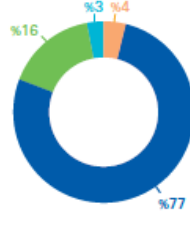
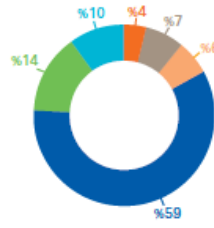


Şekil 22. Avrupa kıtasında 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar

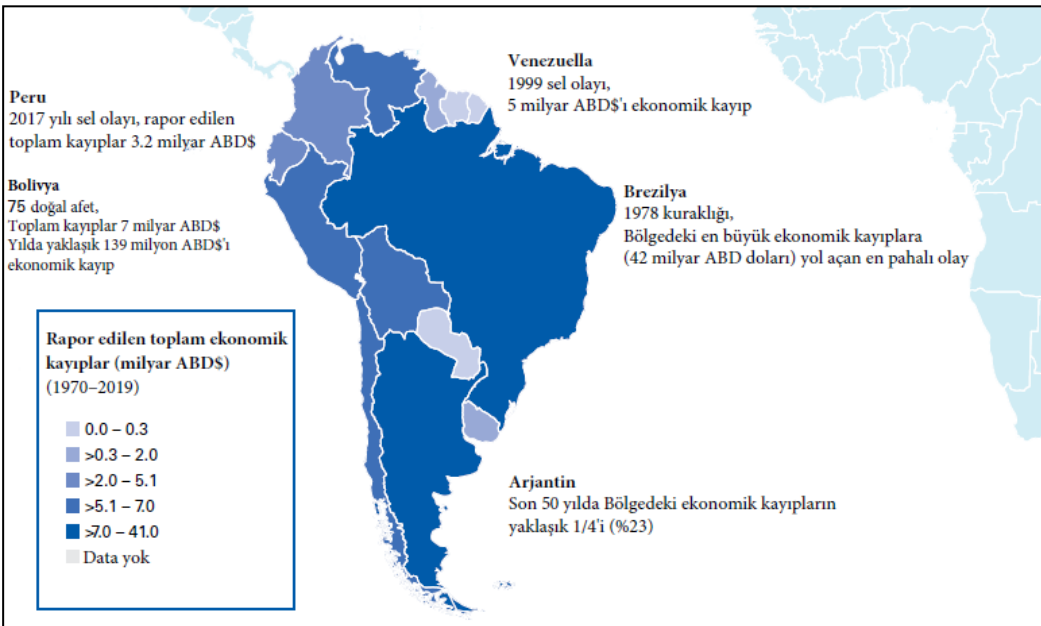
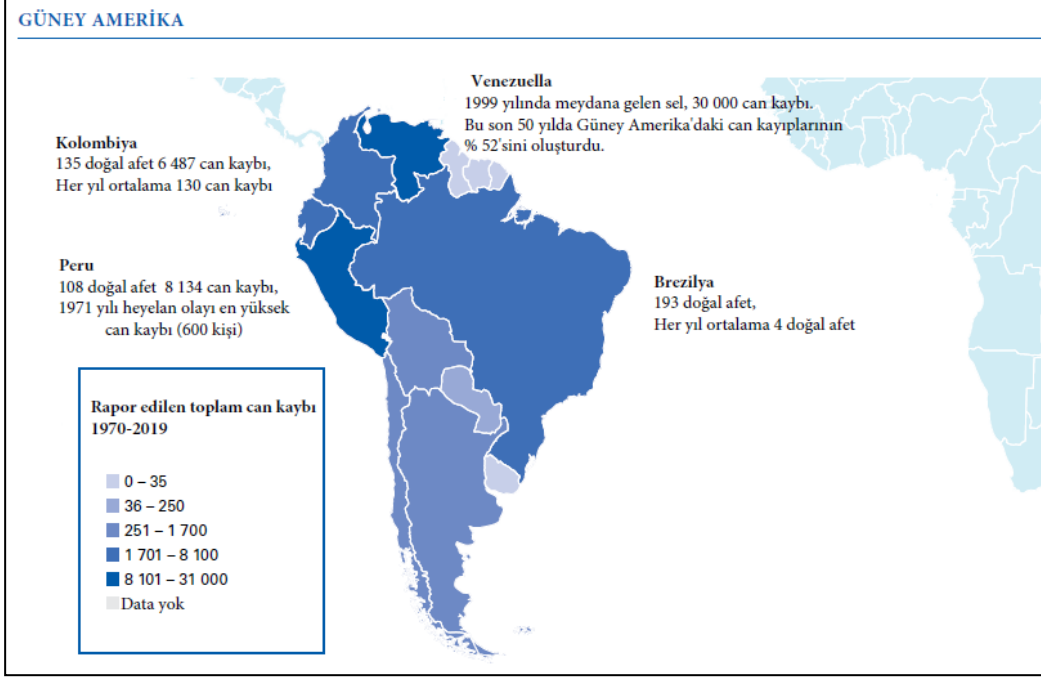
Güney Amerika Rapor edilen afet sayısı = 867

Rapor edilen can kaybı sayısı = 57 892

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 100.9 milyar ABD\$



Kuraklık Ekstrem sıcaklık Sel Heyelan Fırtına Kırsal yangın



Şekil 23. Güney Amerika kıtasında 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetler, can kayıpları ve ekonomik kayıplar



Şekil 24. Kıtalar-Bölgeler itibarıyla hava, iklim ve su ekstremeleri kaynaklı doğal afetlerin sayı, can kaybı ve ekonomik kayıplar olarak 10'ar yıllık dönemler halinde dağılımı (1970-2019)

Atlas'a göre, can kayıpları açısından en kötü on afet Etiyopya, Bangladeş, Sudan, Myanmar, Mozambik, Rusya Federasyonu ve Venezuela Cumhuriyeti'ni etkiledi. Bu ölümlere kuraklık, fırtına, sel ve aşırı sıcaklık olayları neden oldu (Tablo 1). 1970-2019 periyodunda en fazla can kaybına neden olan ilk 10 afet içerisinde kuraklık (650 000), fırtına (577 232), sel (58 700) ve ekstrem sıcaklık olayları (55 736) yer aldı.

Tablo 1. Dünya Geneline Meydana Gelen ve En Fazla Can Kaybına Neden Olan Hava, İklim ve Su Ekstremleri Kaynaklı 10 Doğal Afet (1970-2019)

	<i>Afet türü</i>	<i>Yılı</i>	<i>Ülke</i>	<i>Can kaybı</i>
1	Kuraklık	1983	Etiyopya	300 000
2	Fırtına (Bhola)	1970	Bangladeş	300 000
3	Kuraklık	1983	Sudan	150 000
4	Fırtına (Gorki)	1991	Bangladeş	138 866
5	Fırtına (Nargis)	2008	Myanmar	138 366
6	Kuraklık	1973	Etiyopya	100 000
7	Kuraklık	1981	Mozambik	100 000
8	Ekstrem sıcaklık	2010	Rusya Federasyonu	55 736
9	Sel	1999	Venezuela	30 000
10	Sel	1974	Bangladeş	28 700

Atlas'a göre, ekonomik kayıplar açısından ilk 10 afet içerisinde fırtına (521 milyar ABD Doları) ve sel (115 milyar ABD Doları) olayları yer almaktadır. Ekonomik kayıplar açısından ilk 10 afetten üçü 2017'de meydana geldi: Harvey Kasırgası (96,9 milyar ABD Doları), Maria (69,4 milyar ABD Doları) ve Irma (58,2 milyar ABD Doları). Sadece bu üç kasırğa toplamın %35'ini oluşturmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Dünya Geneline Meydana Gelen ve En Fazla Ekonomik Kayba Neden Olan Hava, İklim ve Su Ekstremleri Kaynaklı 10 Doğal Afet (1970-2019)

	<i>Afet türü</i>	<i>Yılı</i>	<i>Ülke</i>	<i>Ekonomik kayıp (Milyar ABD\$)</i>
1	Fırtına (Katrina)	2005	ABD	163.61
2	Fırtına (Harvey)	2017	ABD	96.94
3	Fırtına (Maria)	2017	ABD	69.39
4	Fırtına (Irma)	2017	ABD	58.16
5	Fırtına (Sandy)	2012	ABD	54.47
6	Fırtına (Andrew)	1992	ABD	48.27
7	Sel	1998	Çin	47.02
8	Sel	2011	Tayland	45.46
9	Fırtına (Ike)	2008	ABD	35.63
10	Sel	1995	Güney Kore	25.17

DÜNYA GENELİNDE HAVA, İKLİM ve SU EKSTREMLERİ KAYNAKLI DOĞAL AFETLERİN KİTALAR ve BÖLGELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ (1970-2019)

Asya

- 3.454 kayıtlı afet, 975.622 can kaybı, 1,2 trilyon ABD \$ ekonomik kayıp
- Asya, küresel olarak hava, iklim ve su ile ilgili felaketlerin %31'ini, tüm ölümlerin yaklaşık yarısını ve ekonomik kayıpların üçte birini oluşturdu
- Bu afetlerin %45'i sel ve %36'sı fırtınalarla ilişkilendirildi
- Fırtınalar can kayıplarının %72'sine, sel ise ekonomik kayıpların %57'sine neden oldu

Avrupa

- 1.672 kayıtlı afet, 159.438 can kaybı, 476,5 milyar ABD \$ ekonomik kayıp
- %38'i sel ve %32'si fırtınalara bağlansa da aşırı sıcaklıklar ölümlerin %93'ünü oluşturdu ve 148.109 can kaybı oldu.
- 2003 ve 2010'daki sıcak hava dalgaları, 127.946 can kaybıyla tüm ölümlerin %80'inden sorumlu

Afrika

- 1.695 kayıtlı afet, 731.747 can kaybı, 38,5 milyar ABD \$ ekonomik kayıp
- Kıta hava, iklim ve su ile ilgili felaketlerin %15'ini oluşturuyor; Küresel olarak rapor edilen ilişkili ölümlerin %35'i ve ekonomik kayıpların %1'i kıtada meydana geldi.
- Sel ile ilişkili afetler %60 ile en fazla meydana gelen afet olmasına rağmen, kuraklık %95'lik bir oran ile en fazla can kaybına yol açan afet oldu. Can kayıplarının çoğu Etiyopya, Mozambik ve Sudan'da meydana geldi.

Kuzey Amerika, Orta Amerika ve Karayipler

- Bölgede 74.839 can kaybı, 1,7 trilyon ABD \$ ekonomik kayıp
- Dünya çapındaki hava, iklim ve su ile ilgili afetlerin %18'i, can kayıplarının %4'ü ve ekonomik kayıpların %45'i Bölge üzerinde meydana geldi.
- Kaydedilen afetlerin %54'ü fırtınalar ve %31'i sel oldu. Bölgede fırtınalar can kayıplarının %71'inden, ekonomik kayıpların ise %78'inden sorumlu afet türü oldu.
- ABD'de meydana gelen hava, iklim ve su ile ilgili tehlikelerin neden olduğu ekonomik kayıplar küresel kayıpların %38'ini oluşturdu.

Güney Amerika

- Bölgede kaydedilen 10 büyük afet, toplam can kayıplarının %60'ını, toplam ekonomik kayıpların %38'ini oluşturdu.
- Seller, ölüm oranlarına göre ilk 10 afet listesindeki olayların %90'ını, ekonomik kayıpların %41'ini oluşturdu.
- Sel 50 yıl içinde bölgede meydana gelen afetlerin %59'undan, can kayıplarının %77'sinden ve ekonomik kayıpların %58'inden sorumlu afet oldu.

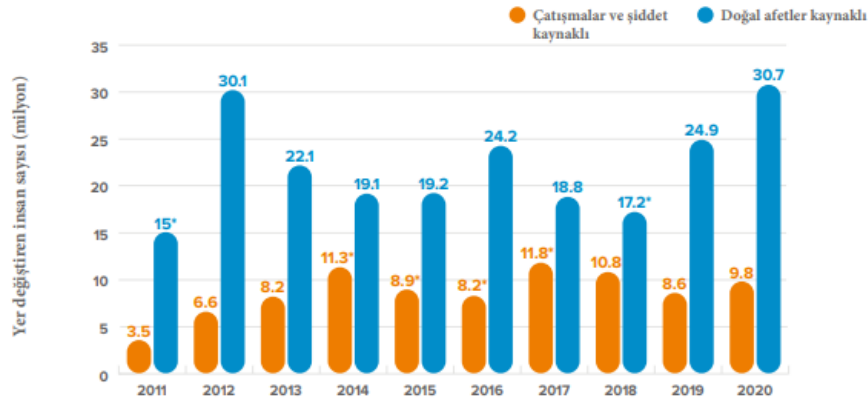
Güney Batı Pasifik

- 1.407 kayıtlı afet, 65.391 can kaybı, 163,7 milyar ABD \$ ekonomik kayıp
- Afetlerin %45'i fırtına, %39'u sel ile ilişkili
- Fırtınalar, afetle ilgili can kayıplarının %71'ini oluşturdu.
- Avustralya'daki hava, iklim ve su ile ilgili tehlikelerden kaynaklanan afetler, bölgede meydana gelen ekonomik kayıpların %54'ünü oluşturdu.

Doğa kaynaklı afetlere maruz kalan insanlar can ve mal kayıplarının yanı sıra yaşam alanlarını terk ederek daha güvenli bölgelere göç etmek zorunda kalmaktadır. Afet kaynaklı göç olaylarının ülke ekonomilerine getirdiği ekonomik zararlar çok büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bazı yıllarda büyük çaplı doğa kaynaklı afetler sonucu gelişen yer değiştirme olayları milyonlarca insanı etkilemektedir.

İç Göç İzleme Merkezi (IDMC) dünya genelindeki doğa kaynaklı afet, çatışma ve şiddet kaynaklı yer değiştirme olaylarını izlemektedir. Şekil 25’de bu merkez tarafından hazırlanan 2011-2020 periyodunda Dünya genelinde doğa kaynaklı afetler, çatışmalar ve şiddet olayları neticesinde meydana gelen göç olayları görülmektedir. 2020, 2012, 2019 ve 2016 yılları sırasıyla doğal afet kaynaklı göç olaylarının yoğun olarak yaşandığı yıllardır ^[11].

2011-2020 Periyodunda Dünya Geneline Doğa Kaynaklı Afetler, Çatışmalar ve Şiddet Olayları Sonucunda Meydana Gelen Göç Olayları

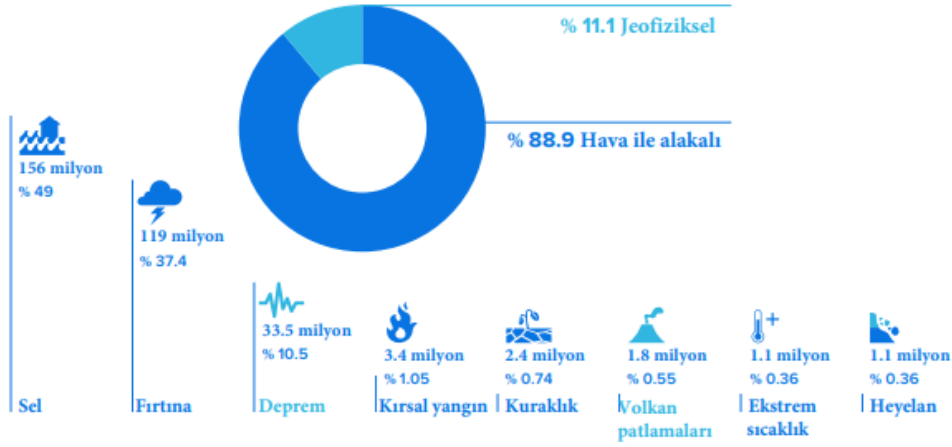


Kaynak: Internal Displacement Monitoring Center (IDMC)
Norwegian Refugee Council (NRC)

Şekil 25. 2011-2020 Periyodunda Dünya Geneline Doğa Kaynaklı Afetler, Çatışmalar ve Şiddet Olayları Sonucunda Meydana Gelen Göç Olayları

Şekil 26’da 2008-2020 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğa kaynaklı afetler sonucu yaşanan yer değiştirme olaylarının afet türlerine göre dağılımları görülmektedir. Seller ve fırtınalar yer değiştirme olaylarına en fazla yol açan afetlerdir ^[11]. Bunları deprem, kırsal yangın, kuraklık ve volkan patlamaları sonucu yaşanan göç olayları izlemektedir.

2008-2020 Yılları Arasında Dünya Geneline Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afetler Nedeniyle Yaşanan Yer Değiştirme Olaylarının Afet Türlerine Göre Dağılımları

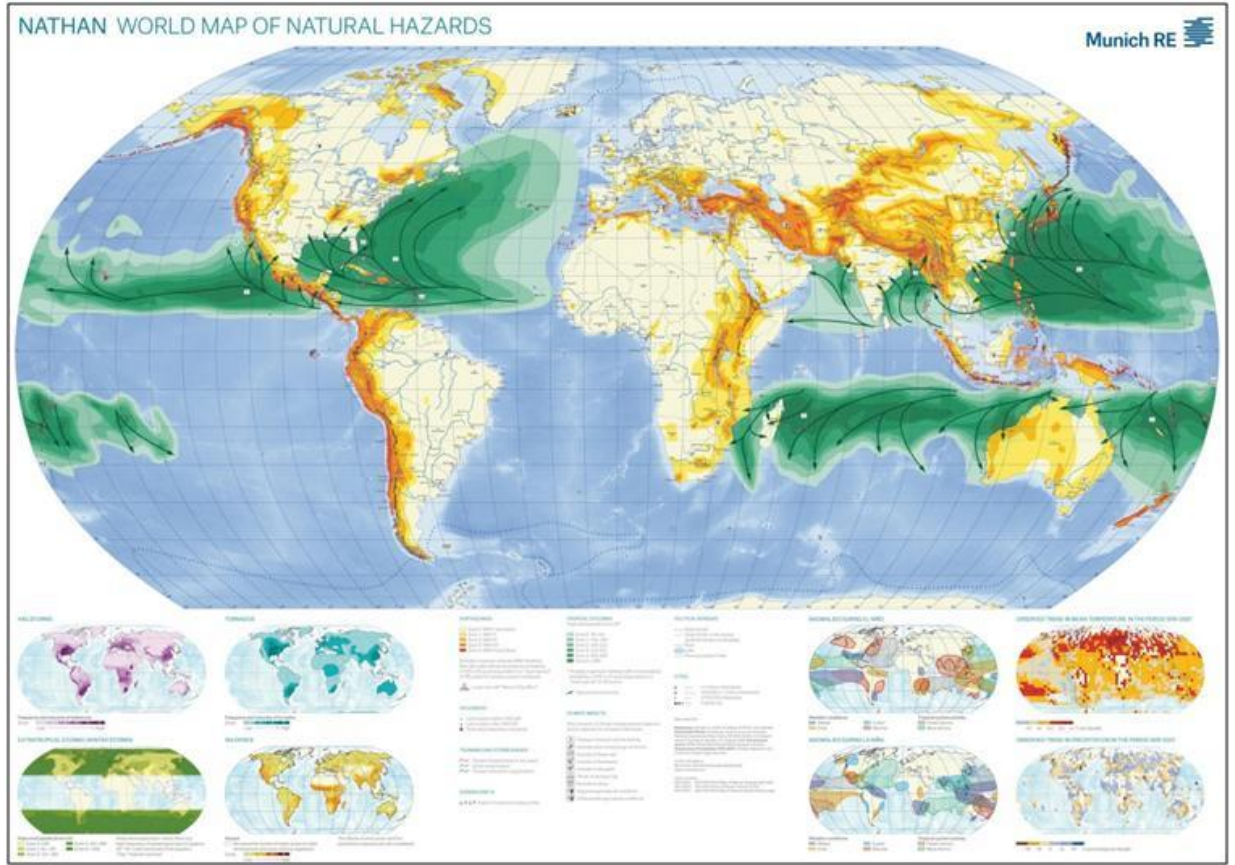


Kaynak: Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC)
Norwegian Refugee Council (NRG)

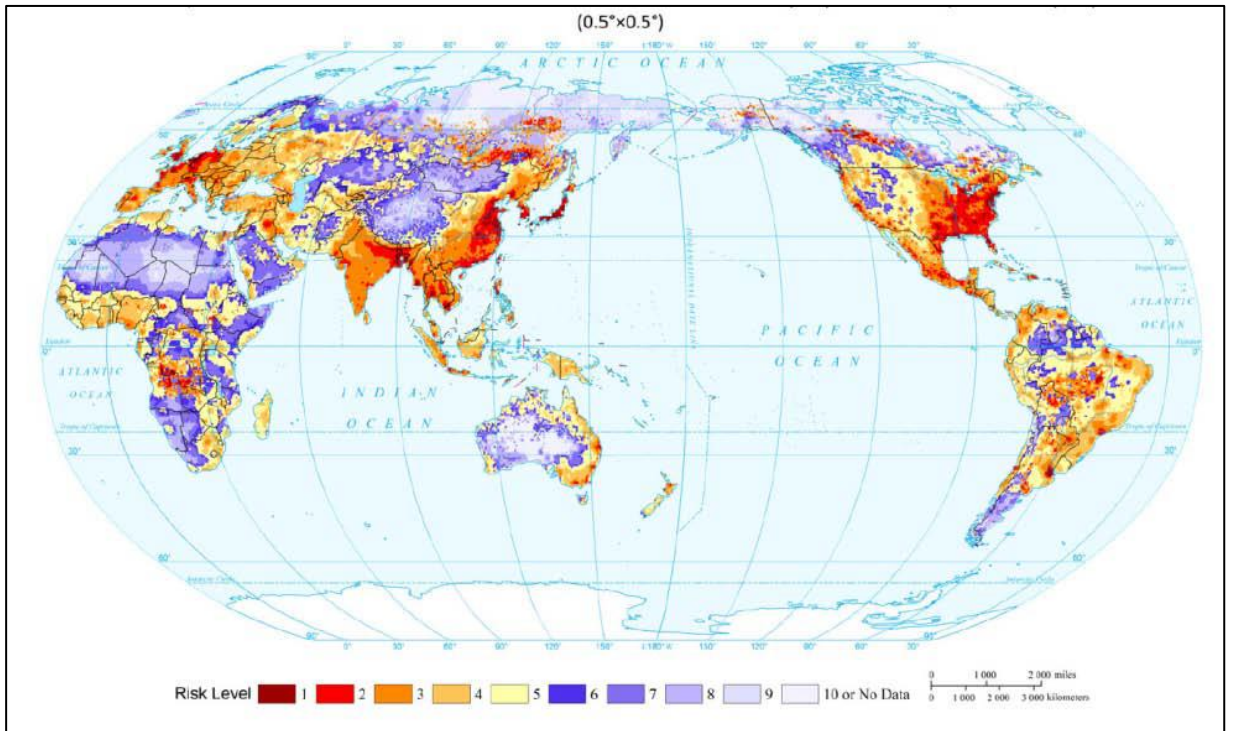
Şekil 26. 2008-2020 Yılları Arasında Dünya Geneline Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afetler Nedeniyle Yer Değiştirme Olaylarının Afet Türlerine Göre Dağılımları

NATHAN Doğa Kaynaklı Tehlikeler Dünya Haritası; deprem, tropikal siklon, volkan aktivitesi, tsunami, fırtına kabarması, dolu fırtınası, ekstrasitropikal fırtına (kış fırtınası), tornado, kırsal yangın, şiddetli yağış, sıcak hava dalgası ve kuraklık afet veri tabanı kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 27) ^[12].

Şekil 28’de Dünya’da yıllık ortalama olarak etkilenebilecek çoklu afet zararları (deprem, volkan aktivitesi, heyelan, sel, fırtına dalgası, kum-toz fırtınası, tropikal siklon, sıcak hava dalgası, soğuk hava dalgası, kuraklık, orman yangını) risk seviyeleri gösterilmektedir. En yüksek risk seviyesinin 1 olarak değerlendirildiği ve 10 seviye olarak değerlendirilmelerin yapıldığı haritaya göre Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa kıtalarının okyanusa kıyısı olan kısımları dünya genelinde afetlerden ekonomik olarak en fazla etkilenebilecek bölgeler olarak değerlendirilmiştir ^[13].



Şekil 27. NATHAN Doğa Kaynaklı Afetler Dünya Haritası (Kaynak: Munich Re)



Şekil 28. Dünya Geneli Yıllık Çoklu Afetlerden Ekonomik ve Mal Varlığı Bakımından Etkilenmesi Beklenen Bölgelerin 0,5°x0.5° Çözünürlüklü Risk Değerlendirmesi (Kaynak: World Atlas of Natural Disaster Risk)

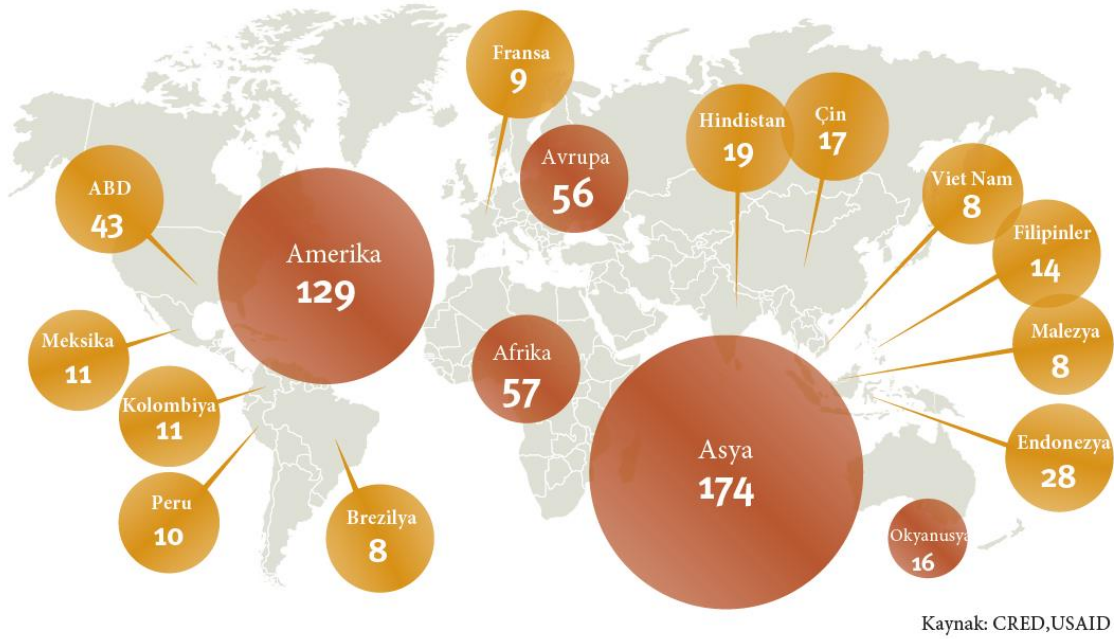
3. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN 2021 YILI DEĞERLENDİRMESİ

3.1. DÜNYA GENELİ

2021 yılı, dünyadaki milyonlarca insanı etkileyen, büyük can ve mal kayıplarına yol açan kasırgalar, siklonlar, tayfunlar, tropikal fırtınalar, şiddetli hava olayları, sel felaketleri, kış fırtınaları, kum fırtınaları, orman yangınları, kuraklık ve sıcak hava dalgaları gibi meteorolojik karakterli doğal afetlerin yoğun olarak yaşandığı bir yıl olmuştur. Doğal afetlerden geniş alanlar etkilenmiş, milyonlarca insan yer değiştirmek zorunda kalmıştır. 2021 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetler içerisinde ABD, Karayipler, Meksika ve Küba'da **kasırgalar**; Güney Afrika, Doğu Afrika, Endonezya, Timor Leste, Hindistan, Sri Lanka, Maldivler Cumhuriyeti, Avustralya, Fiji ve Yeni Kaledonya'da **siklonlar**; Çin, Tayvan, Japonya, Vietnam, Filipinler ve Doğu Asya'da **tayfunlar**; ABD, Meksika, Karayipler, Filipinler, Çin, Tayvan, Vietnam, Laos, Japonya, Güney Kore ve Hong Kong'da **tropikal fırtınalar**; ABD, Kanada, Meksika, Brezilya, Bolivya, Şili, İspanya, Portekiz, Fransa, Batı Avrupa, İtalya, Macaristan, Orta ve doğu Avrupa, Norveç, İngiltere, İrlanda, Almanya, Danimarka, Türkiye, Yunanistan, Gambiya, Malavi, Güney Afrika, Filipinler, Çin, Pakistan, Bangladeş, Avustralya ve Yeni Zelanda'da **şiddetli hava olayları**; ABD, Kanada, Haiti, Guatemala, Meksika, Orta Amerika, Guyana, Bolivya, Paraguay, Brezilya, Peru, Kolombiya, Venezuela, Güneydoğu Avrupa, Fransa, Batı Avrupa, Orta Avrupa, Ukrayna, Rusya, Gürcistan, İsviçre, İspanya, İtalya, Türkiye, Avustralya, Yeni Zelanda, Bosna Hersek, Yemen, İran, Umman, Lübnan, Güney Afrika, Burundi, Fas, Cezayir, Angola, Kenya, Somali, Etiyopya, Güney Sudan, Nijer, Çad, Nijerya, Sudan, Gine, Benin, Kongo, Mısır, Endonezya, Hindistan, Çin, Afganistan, Nepal, Sri Lanka, Japonya, Pakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Bangladeş, Japonya, Endonezya, Myanmar, Tayland, Nepal, Hindistan, Vietnam ve Malezya'da **sel**; ABD, Meksika, Brezilya, İsviçre, Avusturya, Kuzey Avrupa, Orta Avrupa, Yunanistan, İspanya, Çin, Japonya ve Tayvan'da **kış fırtınaları**; Moğolistan ve Çin'de **kum fırtınaları**; ABD, Kanada, İtalya, Türkiye, Yunanistan, Rusya, Güney Afrika, Cezayir ve Avustralya'da **kırsal yangınlar**; ABD, Meksika, Kanada, Brezilya, Paraguay, Arjantin, Bolivya, Şili, Çin, Afganistan, Kırgızistan ve Özbekistan'da **kuraklık**; ABD ve Kanada'da **sıcak hava dalgası** olayları önemli yer tutmaktadır [14,15,16,17,18].

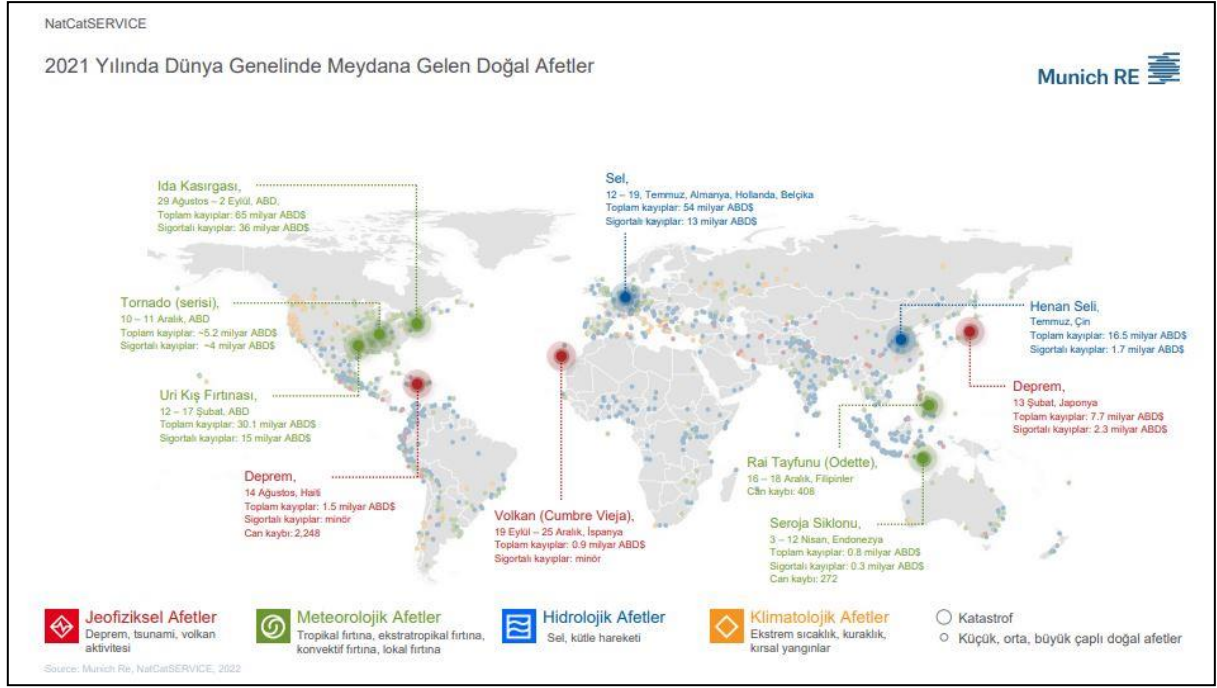
Afet Araştırma ve Epidemiyoloji Merkezi'nin (CRED) 2021 yılı doğa kaynaklı afet değerlendirmesinde, Dünya genelinde toplam 432 doğal afetin meydana geldiği, bu afetler sonucunda 10.492 kişinin yaşamını yitirdiği, 252,1 milyar ABD Dolarlık ekonomik kaybın olduğu ve 101,8 milyon insanın afetlerden etkilendiği belirtilmiştir. 2021 yılında Dünya genelinde 223 sel, 121 fırtına, 28 deprem, 19 kırsal yangın, 15 kuraklık, 14 heyelan, 9 volkanik aktivite ve 3 ekstrem sıcaklık olayı rapor edilmiştir. Asya kıtası 2021 yılı afetlerinden en fazla etkilenen kıtadır. Tüm afet olaylarının %40'ı, can kayıplarının %49'u bu kıta üzerinde meydana gelmiş olup, afetlerden etkilenen insanların %66'sı Asya kıtası üzerinde bulunmaktadır (Şekil 29). 2021 yılında Dünya genelinde meydana gelen doğal afet sayısı ve ekonomik kayıplar son 20 yıllık ortalamanın (2001-2020) üstünde olurken afet kaynaklı can kayıpları sayısı ve etkilenen insan sayısı bu ortalamanın altında oldu. 2021 yılında ekonomik açıdan en maliyetli ilk on afetten beşi ABD'de meydana geldi ^[87].

2021 Yılında Kıtalarda ve En Fazla Doğal Afet Meydana Gelen 10 Ülkedeki Doğal Afet Sayıları



Şekil 29. 2021 yılında kıtalarda ve en fazla doğal afet meydana gelen 10 ülkedeki doğal afet sayıları

2021 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetlerin Dünya üzerindeki oluşum yerleri, afet türleri ve büyüklükleri Şekil 30'da görülmektedir ^[17]. 2021 yılında her biri en az 1 milyar ABD\$'ı maddi kayba yol açan 47 büyük doğa kaynaklı afet meydana gelmiştir. Büyük çaplı doğa kaynaklı afetler geniş alanları etkilemiş ve önemli zararlar oluşturmuştur ^[18].



Şekil 30. 2021 Yılında Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Kaynaklı Afetlerin Oluşum Yerleri

Kaynak: Munich RE NatCatSERVICE

Dünya genelinde 10.492 afet kaynaklı can kaybının rapor edildiği 2021 yılında; sel 4143, deprem 2742, fırtına 1876, ekstrem sıcaklık 1044, Heyelan 474, kırsal yangın 128 ve volkanik aktivite olayları 85 can kaybına yol açmıştır. Tablo 3’ te 2021 yılında meydana gelen ve en fazla can kaybına neden olan on büyük doğa kaynaklı afetın etkili oldukları ülkeler görülmektedir ^[17,87].

Tablo 3. 2021 Yılında Meydana Gelen En Fazla Can Kaybına Neden Olan On Doğal Afet

Doğal Afet Kaynaklı En Fazla Can Kaybı Meydana Gelen 10 Ülke (2021)	Haiti	Deprem	2,575	Afganistan	Sel	260
	Hindistan	Sel	1,282	ABD	Kış Fırtınası	235
	Kanada	Sıcak Hava Dalgası	815	Hindistan	Heyelan	234
	Filipinler	Rai Tayfunu	457	ABD	Sıcak Hava Dalgası	229
	Çin	Sel	352	Endonezya	Seroja Siklonu	226

Kaynak: CRED,USAID

2021 yılında Dünya genelinde doğal afetlerden kaynaklanan 252,1 milyar ABD\$'lık ekonomik kayıp oluşmuştur. Afet türlerine göre bakıldığında bunun 137,7 milyar ABD\$'ı fırtına, 74,4 milyar ABD\$'ı sel, 12,1 milyar ABD\$'ı kuraklık, 11,3 milyar ABD\$'ı deprem, 9,2 milyar ABD\$'ı kırsal yangın, 5,6 milyar ABD\$'ı ekstrem sıcaklık, 1,3 milyar ABD\$'ı volkanik aktivite ve 0,5 milyar ABD\$'ı heyelan olaylarından kaynaklanmaktadır. 2021 yılında Dünya genelinde ekonomik kayıplar açısından doğal afetlerden en fazla etkilenen kıta Amerika (%58,9) olmuştur. Bunu Avrupa (%20,7), Asya (%18,9), Okyanusya (%1,4) ve Afrika (%0,1) izlemektedir. Tablo 4'te 2021 yılında meydana gelen ve en fazla ekonomik kayıpla sonuçlanan on iki doğa kaynaklı afet görülmektedir.

Tablo 4. 2021 Yılında En Yüksek Ekonomik Kayba Neden Olan 12 Doğal Afet

2021 Yılında En Fazla Ekonomik Kayba Neden Olan 12 Doğal Afet (milyar ABD\$)	 ABD	İda kasırgası	65,0 milyar	 Fransa	Soğuk Hava Dalgası	5,6 milyar
	 Almanya	Sel	40,0 milyar	 ABD	Tornado	5,2 milyar
	 ABD	Kış Fırtınası	30,0 milyar	 ABD	Kırsal yangın	3,3 milyar
	 Çin	Sel	16,5 milyar	 Çin	Kuraklık	3,1 milyar
	 ABD	Kuraklık	9,0 milyar	 ABD	Fırtına	3,1 milyar
	 Japonya	Deprem	7,7 milyar	 Hindistan	Sel	3,1 milyar

Kaynak: CRED,USAID

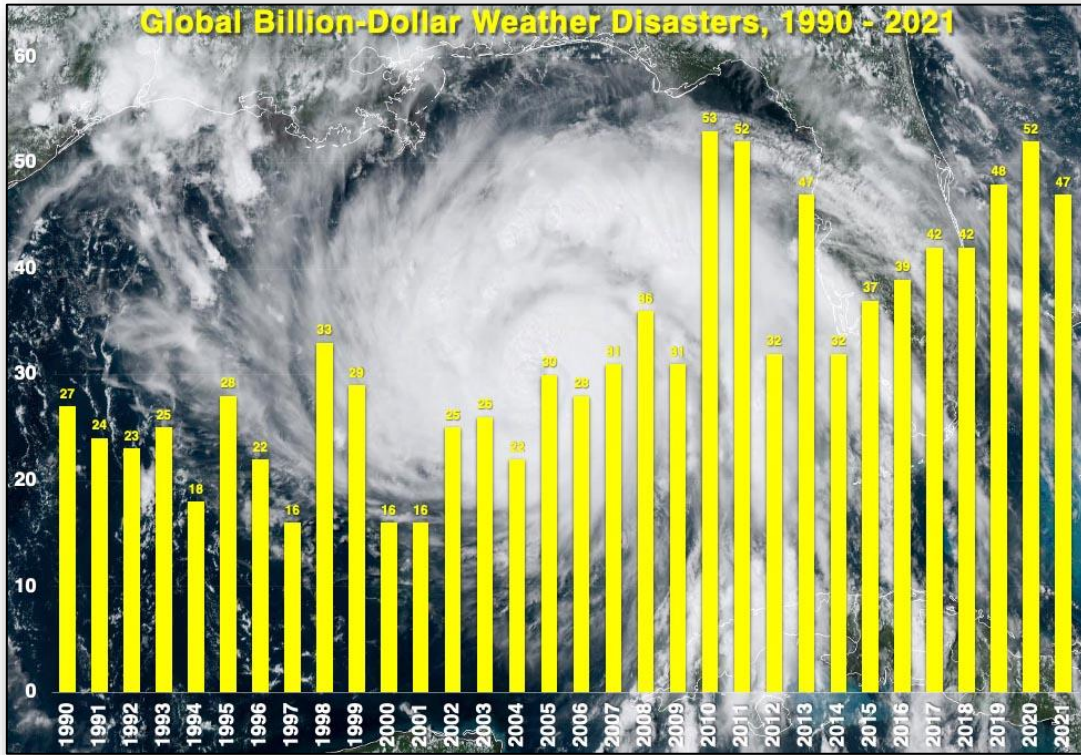
2021 yılında Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerden yaklaşık 101,8 milyon insan etkilenmiştir. Afet türlerine göre kuraklık olaylarından 52,7 milyon, sel olaylarından 29,2 milyon, fırtına olaylarından 17,6 milyon, deprem olaylarından 1,1 milyon, kırsal yangın olaylarından 0,7 milyon, volkanik aktivite olaylarından ise 0,5 milyon insan etkilenmiştir. Tablo 5'te 2021 yılında doğal afetlerden etkilenen insan sayısı açısından 10 afet görülmektedir [87].

Tablo 5. 2021 Yılında Doğal Afetlerden Etkilenen İnsan Sayısı Açısından 10 Afet

Doğal Afetlerden Etkilenen İnsan Sayısı Açısından 10 Afet (2021)	 Çin	Sel	14,5 milyon	 Somali	Kuraklık	5,6 milyon
	 Güney Afrika	Kuraklık	12,0 milyon	 Etopya	Kuraklık	5,5 milyon
	 Afganistan	Kuraklık	11,0 milyon	 Suriye	Kuraklık	5,5 milyon
	 Filipinler	Rai Tayfunu	10,6 milyon	 İran	Kuraklık	2,6 milyon
	 Irak	Kuraklık	7,0 milyon	 Kenya	Kuraklık	2,1 milyon

Kaynak: CRED,USAID

Şekil 31’de ABD merkezli bir sigortacılık şirketi olan Aon tarafından hazırlanan grafikte, 1990-2021 periyodunda dünya genelinde meydana gelen hava-iklim kaynaklı doğal afetlerden ekonomik olarak en az 1 milyar ABD\$’lık zarara neden olan afet sayıları görülmektedir. 2021 yılında, 1 milyar ABD\$’ı ve üstü zarara neden olan 47 doğa kaynaklı afet meydana gelmiştir. Grafiğe göre 2021 yılında meydana gelen afet sayısı bu periyot içerisindeki 2013 yılı ile beşinci en yüksek değerdir. Özellikle 2010-2021 dönemi, Aon veri tabanındaki son otuz iki yıl içinde ekonomik kayıpların önemli derecede arttığı bir dönem olmuştur. Kasırgalar, tayfunlar, kış fırtınaları, seller, kuraklık ve kırsal yangınlar en fazla ekonomik kayba neden olan doğal afetlerdir. 2021 yılında en maliyetli hava-iklim kaynaklı afetlerin 20 tanesi ABD’de meydana gelmiş olup bunu 4’er afet ile Çin ve Avrupa, 3 afet ile Hindistan, 2’şer afet ile Japonya, Kanada, Avustralya, ABD-Karayipler ve 1’er afet ile İspanya, Brezilya, Meksika, Filipinler-Vietnam, Malezya-Tayland, Hindistan-Sri Lanka, ABD-Meksika ve Umman-İran izlemektedir [14,18].

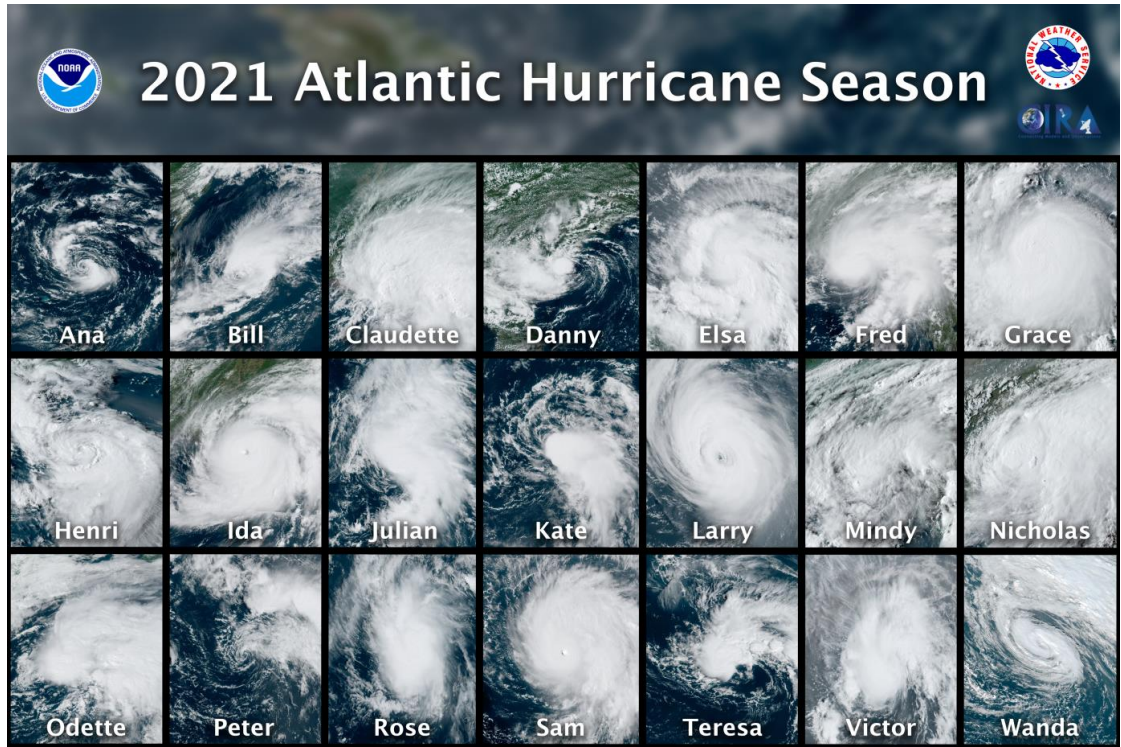


Şekil 31. Dünya Genelinde 1990 – 2021 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı En Az 1 milyar ABD Doları Ekonomik Kayba Neden Olan Doğa Kaynaklı Afet Sayıları

Kaynak: <https://yaleclimateconnections.org/2022/01/third-costliest-year-on-record-for-weather-disasters-in-2021-343-billion-in-damages/>

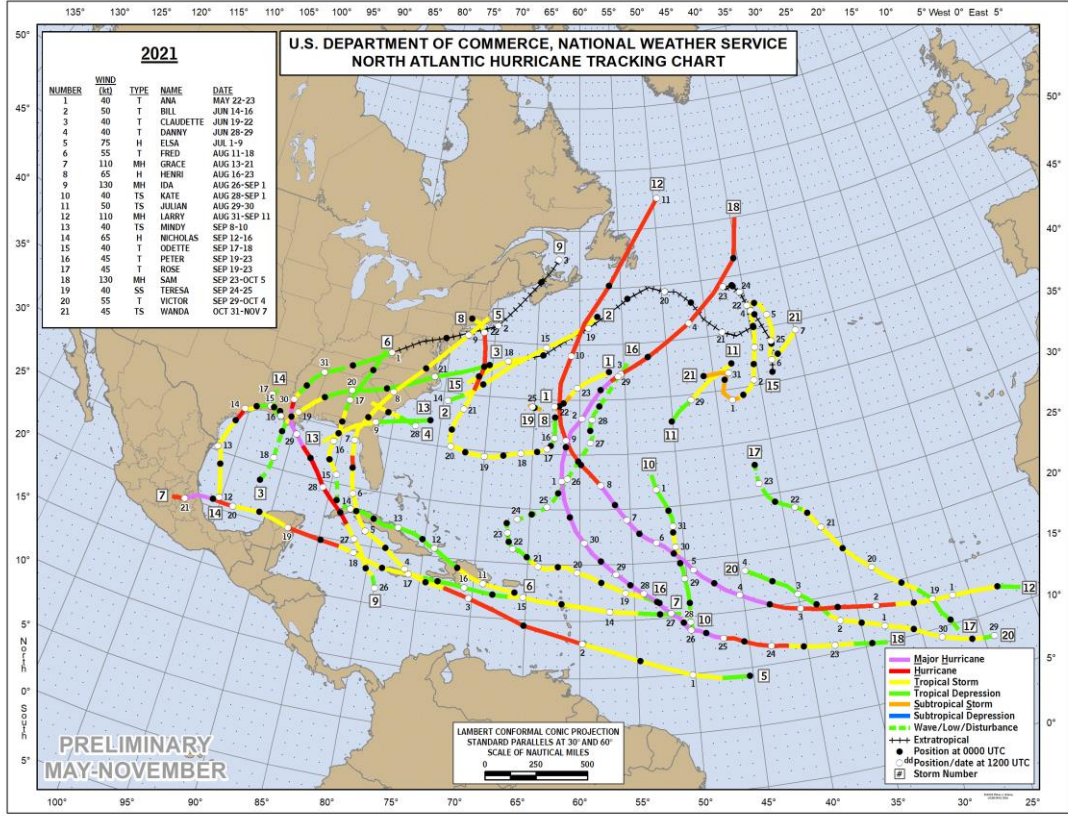
- **Kuzey Amerika (Karayipler ve Orta Amerika dahil)**

Kuzey Atlantik Havzası, bu yıl meydana gelen 21 fırtına ile geçen yılki 30 fırtınanın ve 2005'te gelişen 27 adlandırılmış fırtınanın ardından en yoğun üçüncü Atlantik kasırğa sezonu oldu. 2021 yılında sekiz tropikal siklon ABD'ni etkiledi. Bu fırtınalardan dördü (Tropik Fırtına Elsa , Tropik Fırtına Fred , Ida Kasırgası ve Nicholas Kasırgası) milyar Dolarlık felaketlerdi. Ida Kasırgası, 2021'in en maliyetli felaketi olurken aynı zamanda 1980 yılından beri meydana gelen en pahalı beşinci kasırğa oldu. Şekil 32'de 2021 Kuzey Atlantik Kasırğa sezonunda NOAA'nın GOES-16 uydusunun tespit ettiği isimlendirilmiş fırtınalara ait görüntüler ve Şekil 33'de bu tropikal fırtınaların izlediği güzergahlar görülmektedir [14,19,20,21,86].



Şekil 32. Kuzey Atlantik Havzasında 2021 yılında meydana gelen tropikal fırtınalar

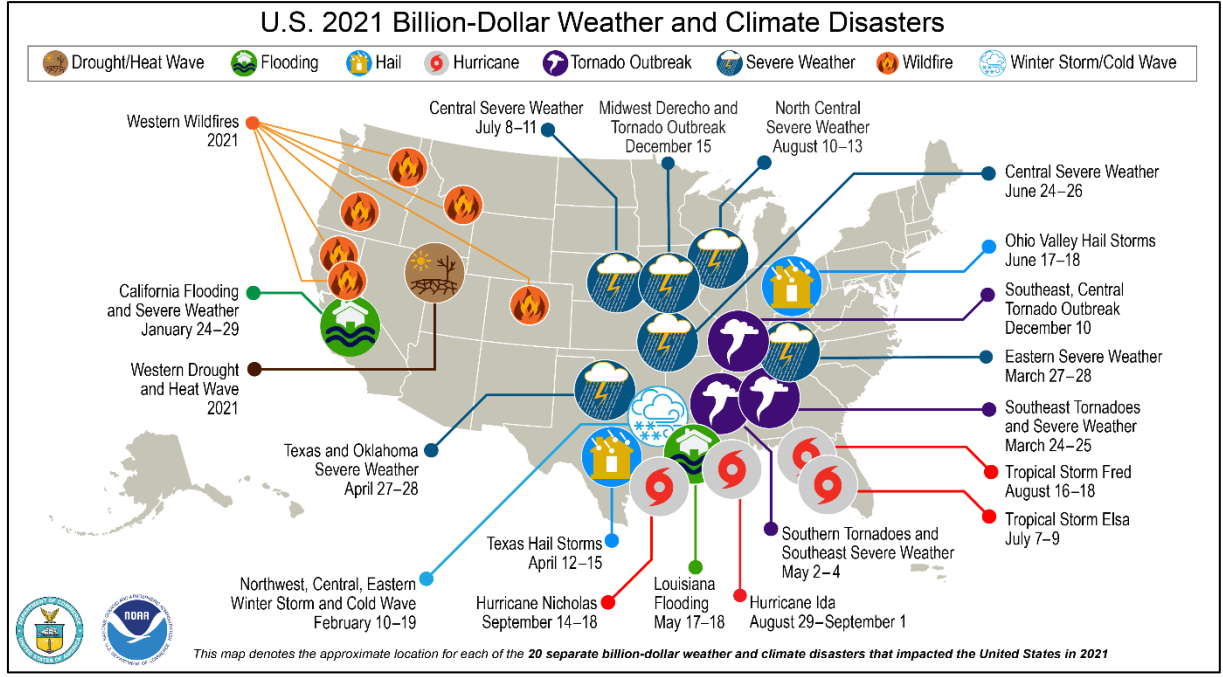
Kaynak: <https://www.nesdis.noaa.gov/news/the-2021-atlantic-hurricane-season-glance>



Şekil 33. 2021 Atlantik kasırga sezonunda meydana gelen tropikal fırtına güzergahları

Kaynak: https://www.nhc.noaa.gov/tafb_latest/tws_atl_latest.gif

2021 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'nde her biri 1 milyar ABD Dolarını aşan ekonomik kayıpları olan 20 hava/iklim felaketi olayı yaşandı. Bu olaylar 1 kuraklık, 2 sel, 11 şiddetli fırtına, 4 tropikal siklon, 1 orman yangını ve 1 kış fırtınası olayını içeriyordu. 2021 yılını öne çıkaran, afetlerin çeşitliliği oldu. Doğal afetler 688 kişinin ölümüyle sonuçlanırken etkilenen alanlar üzerinde de önemli ekonomik zararlara yol açtı. ABD'de 2021 felaketlerinden kaynaklanan ekonomik kayıplar yaklaşık 145 milyar ABD Doları oldu. En maliyetli 2021 olayları; Ida Kasırgası (75 milyar ABD\$), Şubat ortasındaki Kış Fırtınası / Soğuk Dalga (24,0 milyar ABD\$) ve Batı orman yangınları (10,9 milyar ABD\$) oldu. Şekil 34'de 2021 yılında ABD'nde meydana gelen ve en az 1 milyar ABD\$'ı hasara yol açan hava ve iklim kaynaklı afetler görülmektedir [22,23].



Şekil 34. 2021'de ABD'nde meydana gelen ve en az 1 milyar ABD\$'ı hasara yol açan hava-iklim kaynaklı afetler (NOAA)

Kaynak: <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/>

2021'deki en maliyetli doğal afet, 29 Ağustos'ta New Orleans'ın 90 km güneyinde büyük bir kasırga olarak karaya ulaşan Ida Kasırgasıydı (Kategori 4, rüzgâr hızı yaklaşık 240 km/h). On binlerce bina hasar görürken birçok bina da yıkıldı. Ida Kasırgası daha sonra kuzeydoğuya doğru ilerledi. New Jersey ve New York City metropol bölgesinde şiddetli sele neden oldu. Toplam 114 kişi hayatını kaybetti. Şekil 35'te Ida kasırgasına ait bir uydu görüntüsü, Şekil 36 ve Şekil 37 'de ise kasırga sonrası oluşan hasarlara ait görüntüler görülmektedir ^[17,24].



Şekil 35. Atlantik Okyanusu üzerinde meydana gelen Ida Kasırgasının NOAA uyduları tarafından Louisiana kıyılarına yaklaşırken çekilen bir görüntüsü (29 Ağustos 2021, NOAA).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-aftermath-hurricane-ida/619938/>



Şekil 36. Ida kasırgası sonrası Louisiana, Lafitte’de meydana gelen su basmasına ait bir görüntü (30 Ağustos 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-aftermath-hurricane-ida/619938/>



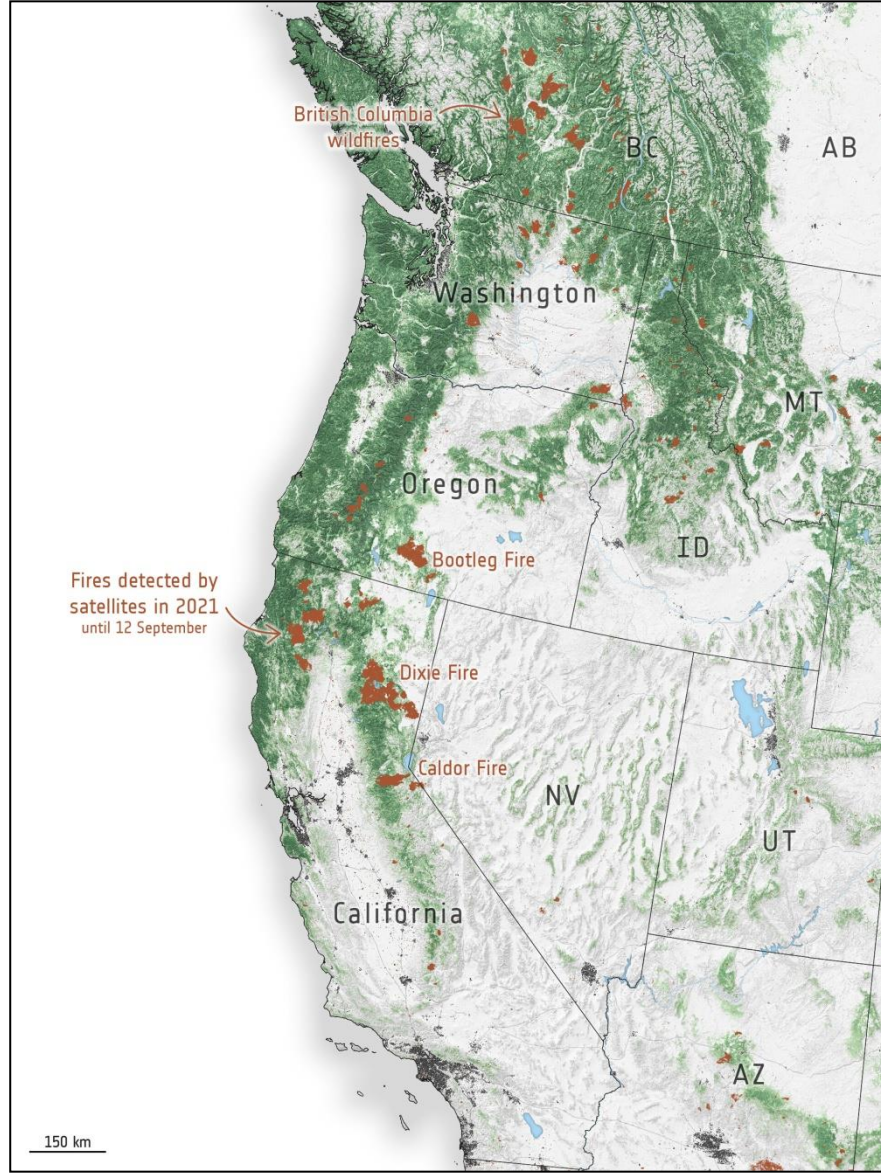
Şekil 37. Ida kasırgası sonrası Louisiana, LaPlace’de otoyolda meydana gelen su basmasına ait bir görüntü (30 Ağustos 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-aftermath-hurricane-ida/619938/>

Orman yangınları, ABD’de Kaliforniya eyaletinin doğal bir olayıdır. Orman yangınlarına karşı hassas bu eyalette sık sık geniş alanları etkileyen büyük yangınlar çıkmaktadır. 2021 yılında aşırı sıcaklıklar ve düşük yağışın etkisiyle şiddeti artan kuraklık, Ağustos ayının büyük bir bölümünde orman yangınlarına elverişli koşulları yaratarak birkaç büyük yangının çıkmasına neden oldu. 14 Eylül itibarıyla, Eyalet genelinde 900.000 hektardan fazla alanı yakan 7.000’den fazla orman yangını kaydedildi. 2021 yangın sezonunun en büyük orman yangını ve devlet tarihinin en büyük ikinci yangını olan Dixie mega yangını, 388.000 hektardan fazla ormanlık alanı yaktı. 1.200’den fazla bina yangınlardan hasar gördü ^[22,25,26,29].

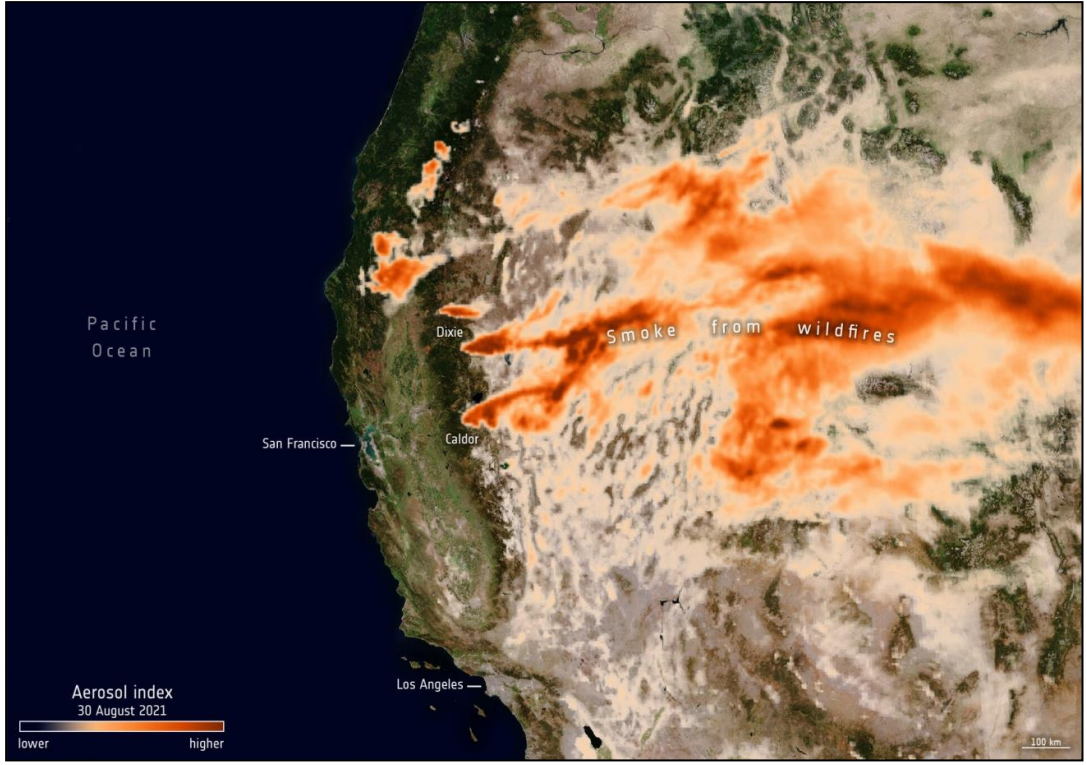
Daha kuzeyde, Kanada’da (British Columbia dahil) Haziran ayının sonundan itibaren yoğun yangınlar yaşandı. Şekil 38’de, 2021’de ABD Batı Kıyısı boyunca ve Kanada’nın British Columbia Eyaletinde orman yangını meydana gelen alanlar görülmektedir. Yangın kaynaklı duman ve aerosoller, ABD ve Kanada’nın hava kalitesini etkiledi. Şekil 39’da ESA’nın Copernicus Sentinel-5P uydusu tarafından, 30 Ağustos’ta Kaliforniya’da devam eden orman yangınlarının neden olduğu aerosollerin varlığına ait bir görüntü görülmektedir. Yangınlardan çıkan duman o kadar yoğunlu ki Copernicus Atmosfer İzleme Servisi’ne (CAMS) göre, Kuzey Amerika’daki yangınlardan çıkan duman, kıta boyunca ve Atlantik Okyanusu üzerinden

Avrupa'ya taşındı, ancak atmosferin yükseklerinde olduğu için Avrupalılar için risk oluşturmadı. Şekil 40'da yangın anına ait bir görüntü, Şekil 41-42'de ise yangın sonrası oluşan hasarlara ait görüntüler görülmektedir [22,25,26,29].



Şekil 38. 2021 Yılında ABD'nin Batı Kıyısı boyunca ve Kanada'nın British Columbia eyaletinde orman yangını meydana gelen alanlar

Kaynak: <https://phys.org/news/2021-09-california.html>



Şekil 39. 30 Ağustos'ta Kaliforniya'da devam eden orman yangınlarının neden olduğu aerosollerin varlığına ait bir görüntü (ESA- Copernicus Sentinel-5P uydu görüntüsü)

Kaynak: <https://phys.org/news/2021-09-california.html>



Şekil 40. 15 Temmuz 2021'de Kaliforniya, Plumas Ulusal Ormanı'nda meydana gelen Dixie yangınına ait bir görüntü.

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-of-californias-dixie-fire/619590/>



Şekil 41. Dixie yangını sonucu Indian Falls-Kaliforniya’da zarar gören yapılar ve araçlara ait bir görüntü.

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-of-californias-dixie-fire/619590/>

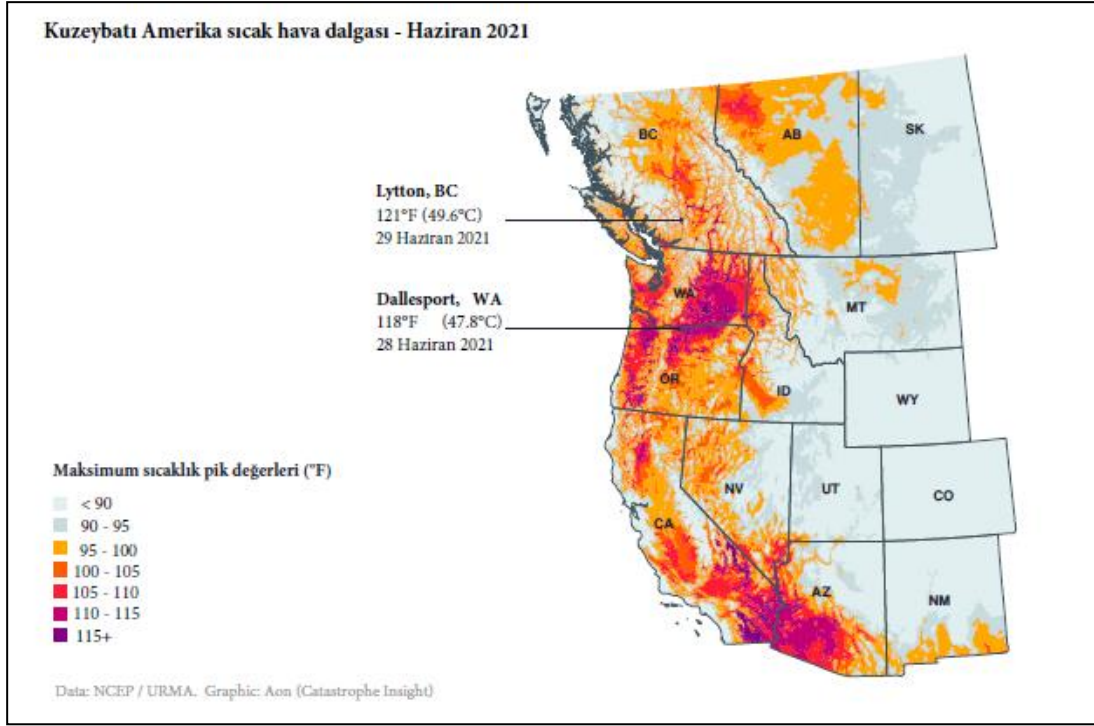
Diğer büyük orman yangınları Ford Corkscrew Yangını (Washington), Bootleg Yangını (Oregon), Boundary Yangını (Idaho), Trail Creek Yangını (Montana) ve Telegraph Yangını (Arizona) oldu. Ayrıca 30 Aralık'ta Colorado, Boulder County'de 1.000'den fazla ev ve işyerine zarar veren Marshall Yangını çıktı. Bu yangın Colorado’da kaydedilen en yıkıcı orman yangını oldu. Orman yangını mevsimi boyunca, orman yangın kaynaklı kül ve ince partiküller insanların ve diğer canlıların sağlığını etkileyerek birçok eyalet için bir endişe kaynağı oldu. 2021 orman yangını sezonunda ABD’de ülke genelinde 2,87 milyon ha’dan fazla alan yandı. Orman yangınlarının 2021 yılı için ABD’ye ekonomik maliyeti 10,6 milyar ABD Doları olurken 8 kişi hayatını kaybetmiştir ^[22].



Şekil 42. Louisville, Colorado'da Marshall yangını sonrasında oluşan hasara ait bir görüntü

Kaynak: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2021-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historical>

2021'de dünyanın birçok bölgesinde çok sayıda tüm zamanların veya aylık aşırı sıcaklık rekorları kırıldı. En dikkate değer olay Kuzeybatı Amerika'da Haziran ayı sonlarında meydana geldi. Jet akımındaki anormal bir artış, Amerika Birleşik Devletleri (Kuzeybatı Pasifik) ve Kanada'da (British Columbia) birkaç gün boyunca bir "ısı kubbesi" oluşmasına ve yerleşmesine neden oldu. Bu sıcaklık NOAA tarafından 1000 yılda bir meydana gelen bir olay; ya da herhangi bir yılda yüzde 0,1 olma şansına sahip olan bir olay olarak tanımlandı. British Columbia'da Lytton'daki bir meteoroloji istasyonu, arka arkaya üç günde yeni bir Kanada ulusal sıcaklık kaydı rekoru kırıldığını bildirdi (Şekil 43). Sıcaklık 29 Haziran'da 121°F (49,6°C) ile zirveye ulaştı. Bu aynı zamanda, kuzeyde gözlemlenen en aşırı yüksek sıcaklık için yeni bir dünya rekoru oldu. ABD'nin Washington eyaletinde bulunan Dallesport' da 28 Haziran'da 118°F (47,8°C) ile tüm zamanların eyalet rekoru kaydedildi. Oregon ayrıca 29 Haziran'da 118°F (47,8 °C) ile tüm zamanların eyalet maksimum sıcaklık rekorunu kırdı (Şekil 44). Kuzeybatı Pasifik'te rekor kıran gece sıcaklıkları sıcak hava dalgasının sağlık üzerindeki etkilerini artırdı. Olay sırasında çoğu British Columbia'da olmak üzere doğrudan ısıya bağlı 1000'den fazla can kaybı meydana geldi ^[14,22,32].



Şekil 43. 2021 yılında Kuzey Amerika'nın batısında meydana gelen sıcak hava dalgası

Kaynak: Aon. Weather, Climate & Catastrophe Insight, 2021 Annual Report



Şekil 44. Portland-ABD'de sakinlerin 40 °C'yi aşan sıcaklıklardan kaçınmak için sığındıkları bir soğutma merkezi

Kaynak: <https://www.theguardian.com/world/gallery/2021/jul/19/climate-crisis-weather-around-world-in-pictures-wildfires-floods-winds>

Kuraklık birçok Batı eyaletinde genişleyip yoğunlaşırken, kurak koşullar 2021 yılı boyunca etkili oldu. Kuraklık ve aşırı sıcaklıklar, Batı Eyaletlerinde bitki örtüsünü hızla kurutarak tarımı etkiledi (Şekil 45) ^[31]. Düşük su seviyeleri, Kaliforniya'daki Oroville Gölü'ndeki hidroelektrik santralini 1967'de açıldığından bu yana ilk kez kapanmaya zorladı ^[22].

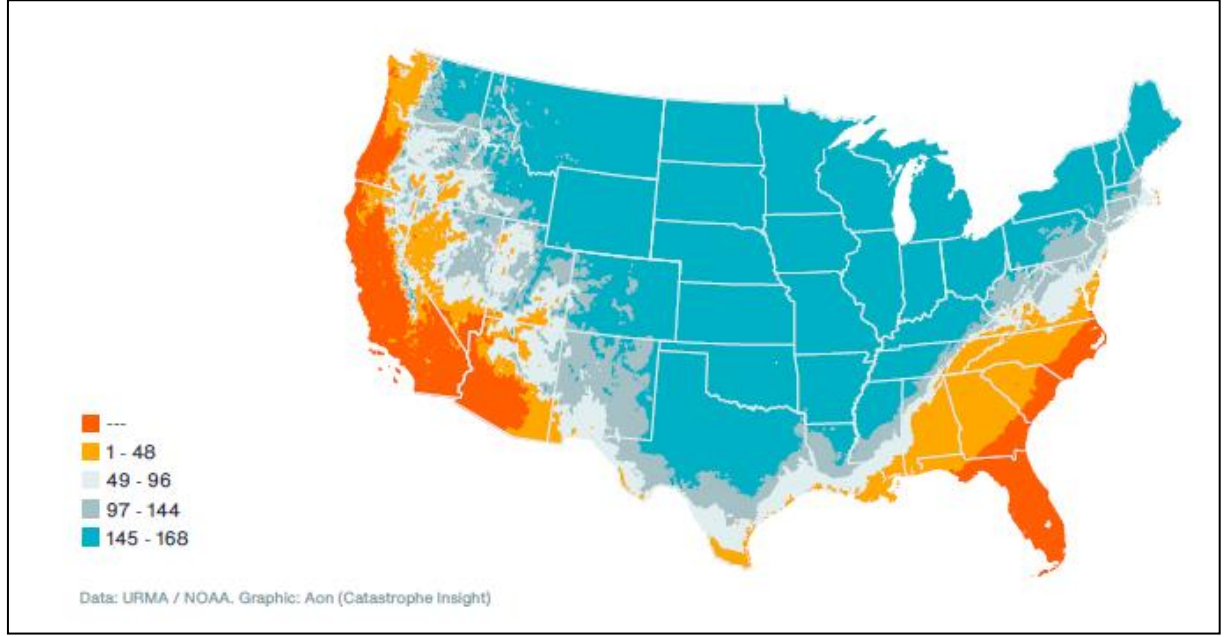


Şekil 45. Kaliforniya'da kuraklık sırasında Nicasio Rezervuarında kurumuş bir göl yatağı.
(13 Ekim 2021)

Kaynak: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-10-31/2021-among-earth-s-hottest-years-un-says-as-cop26-starts>

Şubat 2021'de tarihi bir soğuk dalga ve kış fırtınası birçok kuzeybatı, orta ve doğu eyaletini etkiledi (Şekil 46). Uzun süreli Arktik hava, Teksas ve diğer güney eyaletlerinde, birkaç gün boyunca sürekli donma noktasının altında sıcaklıklarla yaygın elektrik kesintilerine neden oldu. Teksas Eyaleti yaklaşık on yılda bir büyük bir donma olayı yaşasa da eyaletin enerjisi, altyapısı ve binaları genellikle bu tür koşullara yeterince hazırlıklı değildi. Kesintinin zirvesinde, yaklaşık 10 milyon kişi elektriksiz kaldı. Ek etkiler, çözülürken patlayan ve binalarda su hasarına neden olan donmuş su borularıydı. Bu aşırı koşullar, yalnızca Teksas'ta 210'dan fazla kişinin doğrudan ve dolaylı ölümüne neden oldu. Oklahoma, Arkansas, Missouri, Illinois, Kentucky, Tennessee, Louisiana, Mississippi, Colorado, Oregon ve Washington dahil olmak üzere çok sayıda eyalette kar ve buz etkileri de vardı. Genel olarak, 30 milyar ABD

doları (yarısı sigortalı) zararlarla sonuçlanan bu olay, yılın en maliyetli üçüncü doğal afeti oldu ^[14, 17].



Şekil 46. ABD’de 13-19 Şubat 2021 tarihleri arasında donma sıcaklığının (32 °F / 0 °C) altında olan saat sayısı

Kaynak: Aon. Weather, Climate & Catastrophe Insight, 2021 Annual Report

Kanada’nın batısında yer alan British Columbia eyaleti ve ABD’nin Washington eyaletinin batı kesimlerinde Kasım ayında meydana gelen aşırı yağışlar, yolları tahrip eden ve binlerce sakini kaçmaya zorlayan sel ve toprak kaymalarına neden oldu. Tarım arazileri, hayvancılık tesisleri ve altyapı büyük ölçüde zarar gördü. Şekil 47, Şekil 48 ve Şekil 49’da bu eyaletlerde sellerin neden olduğu zararlara ait resimler görülmektedir ^[27].



Şekil 47. Sel zararlarını tespit etmek için havadan alınan görüntüler. Coquihalla Otoyolu üzerinde yıpranmış bir köprü, Seabird Adası (ortada) yakınlarında hasarlı yollar ve Lytton, British Columbia yakınlarında selden zarar görmüş bir karayolu ve demiryolu (15 Kasım 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/11/photos-record-rainfall-floods-british-columbia-and-washington-state/620733/>



Şekil 48. Kanada'nın British Columbia eyaleti, Abbotsford yakınlarında Trans-Canada Otoyolundaki sel hasarına ait bir görüntü (16 Kasım 2021)

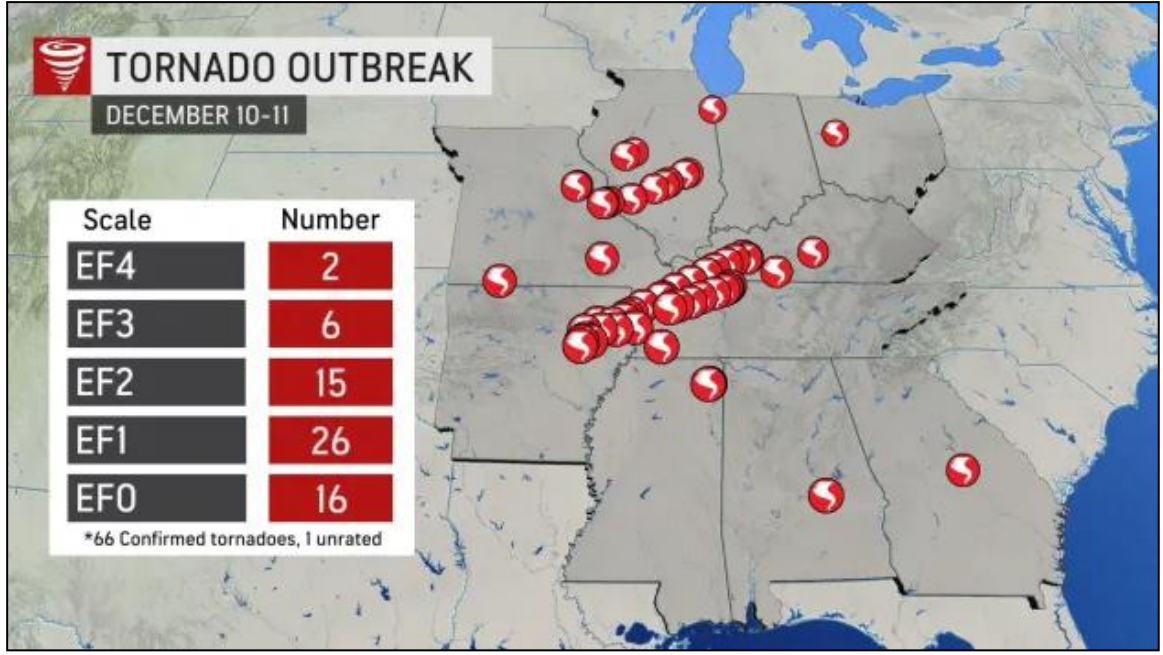
Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/11/photos-record-rainfall-floods-british-columbia-and-washington-state/620733/>



Şekil 49. British Columbia Abbotsford’da su basmış bir ahırda mahsur kalan ineklerin, kişisel deniz taşıtlarındaki insanlar tarafından kurtarılmasına ait bir görüntü (16 Kasım 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/11/photos-record-rainfall-floods-british-columbia-and-washington-state/620733/>

ABD’ye zarar veren milyar dolarlık afetlerin sonuncusu 10-11 Aralık 2021 tarihlerinde çok sayıda tornadonun oluşmasından, hasar veren rüzgarlardan ve dolu fırtınalarından kaynaklandı. Mississippi ve Ohio River Valley’de ikisi EF4 seviyesinde tornado olmak üzere en az 70 tornado meydana geldi. En dikkate değer EF4 hortumu, Batı Kentucky boyunca yaklaşık 267 km yol aldı. Tornadolar 90 can kaybına neden oldu. Çok sayıda tornado’nun oluşarak hasar vermesini, Aralık ayı ortasında Rockies’ten Plains boyunca ve Yukarı Orta Batı’ya olağanüstü bir tahliye izledi. Kaydedilen tornadolar herhangi bir ay için en yüksek tek günlük sayımlardan biriydi (Şekil 50). Güçlü hortumların etkili olduğu güzergahlarda, konutlar temele kadar zarar gördü, binalar yıkıldı ve altyapı moloz haline geldi (Şekil 51). Toplamda, 12 milyar ABD Doları ekonomik kayıp olayı yaşandı ^[14,28,30].



Şekil 50. 10-11 Aralık 2021 tarihlerinde ABD’de tornado oluşan bölgeler

Kaynak: <https://www.accuweather.com/en/severe-weather/multiple-rounds-of-severe-storms-to-close-out-2021/1115304>



Şekil 51. Kentucky, Mayfield ‘de meydana gelen tornado hasarına ait bir görüntü (11 Aralık 2021)

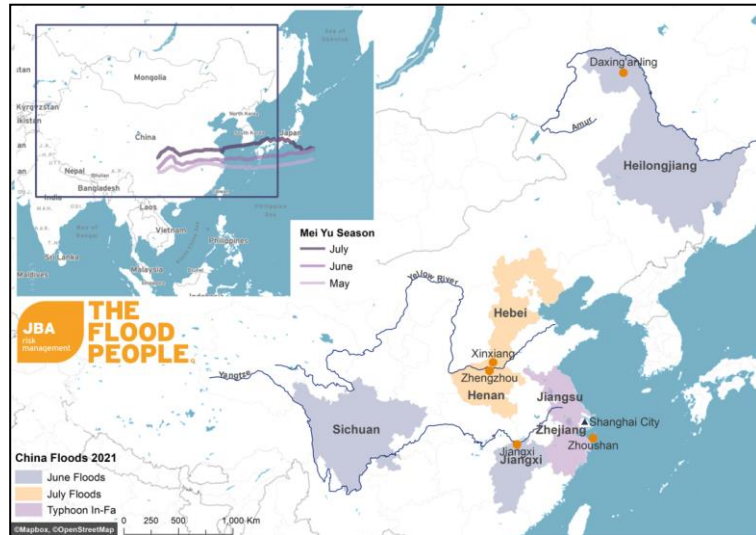
Kaynak: <https://www.straitstimes.com/multimedia/photos/in-pictures-tornadoes-devastates-parts-of-us>

- **Asya**

2021 yılında Asya-Pasifik bölgesindeki doğal afet kayıpları geçmiş yıllara göre nispeten düşük oldu. Genel ekonomik kayıpların %18'i olan 50 milyar ABD Doları tutarındaki kayıp Asya-Pasifik Bölgesinde meydana geldi [17].

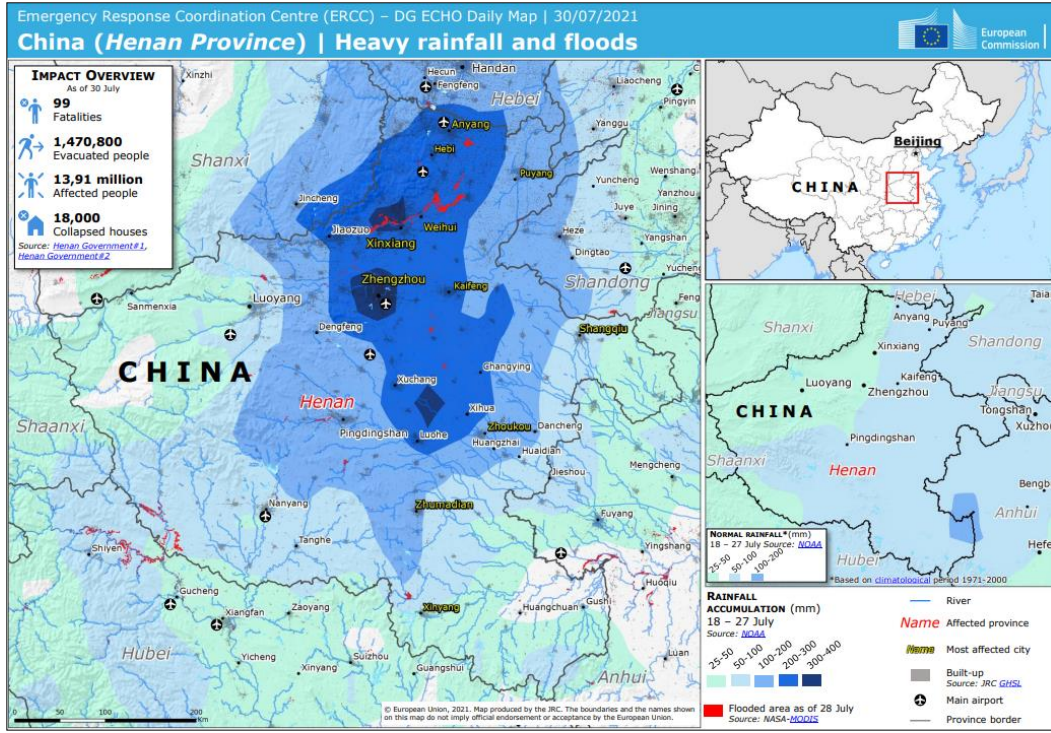
En maliyetli doğal afet, Çin'in Henan Eyaleti'nde, Sarı Nehir de dahil olmak üzere birçok nehrin taşıdığı şiddetli bir sel olayı oldu. Temmuz ayı sonunda Kuzeybatı Pasifik bölgesindeki üçüncü tayfun olan In fa tayfunu Çin'in Doğu kıyılarını etkiledi. Aynı tarihlerde Tayfunun etkilediği Bölgenin yaklaşık 1.000 km uzağında yer alan Henan eyaletinde de yıkıcı sellere neden olan şiddetli yağmurlar meydana geldi. Yüzbinlerce evi su bastı. Toplam kayıplar 16,5 milyar ABD Doları'na ulaştı ve bunların sadece %10'u sigortalıydı. 302 can kaybının yaşandığı Henan Eyaletindeki sellerde yaklaşık 1 milyon kişi yer değiştirmek zorunda kaldı (Şekil 52) [17,35,38,40].

Aşırı yağışlar, 17-21 Temmuz tarihleri arasında Çin'in Henan Eyaletini vurdu. 20 Temmuz'da Zhengzhou şehri, bir saatte 201,9 mm (Çin ulusal rekoru), 6 saatte 382 mm yağış aldı. Henan Eyaleti başkenti olan Zhengzhou' da sadece üç günde bir yıllık ortalama yağış miktarına eşdeğer bir yağış düştü. Üç günde Zhengzhou' ya düşen yağış miktarı 617,1 mm'yi buldu (Şekil 53) [33,29,14,39,41]. Birkaç baraj ve rezervuar uyarı seviyelerini aştı, kıyılarını patlatan nehirleri yönlendirmek için askerler seferber edildi. Henan Eyaletinin birçok Bölgesinde hava yolu uçuşları ve tren seferleri askıya alındı [36].



Şekil 52. 2021 yılında Çin'de Haziran ve Temmuz aylarında etkili olan şiddetli yağış ve seller sonucu zarar gören bölgelerin haritası

Kaynak: <https://www.jbarisk.com/flood-services/event-response/china-floods-plum-rain-and-typhoon-in-fa/>



Şekil 53. Henan eyaletinde etkili olan şiddetli yağış ve seller sonucu zarar gören bölgelerin haritası

Kaynak: <https://reliefweb.int/map/china/china-henan-province-heavy-rainfall-and-floods-dg-echo-daily-map-30072021>

20 Temmuz 2021 tarihinde Henan eyaletinin merkezindeki Sarı Nehir kıyısında yer alan 12 milyon nüfuslu Zhengzhou kentindeki metro tüneline su bastı. Rekor düzeyde yağışın metro tünellerini sular altında bırakması ve yolcuların yükselen sulara mahsur kalması sonucu 12 kişi hayatını kaybetti. Yollarda ve metro tünellerinde mahsur kalan yüzlerce insan kurtarıldı. Ana yollar nehirlerle dönüştü, arabalar ve enkaz hızlı hareket eden akıntılar tarafından sürüklendi (Şekil 54-56) [34,36,41,42,43].

Henan eyaletinde meydana gelen şiddetli yağışlar ve sellerden 13,9 milyon insan etkilenirken yaklaşık 18.000 konutta hasar meydana geldi. Hem sanayi hem de tarım için önemli bir merkez olan Henan eyaletindeki şiddetli yağışlar sonucunda tarım arazileri sular altında kaldı, yaklaşık 972.100 hektarlık tarımsal alan zarar gördü (Şekil 57) [38,44].



Şekil 54. Çin'in Henan Eyaleti, Zhengzhou 'da meydana gelen sel olayı esnasında sürüklenen araçlara ait bir görüntü (20 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://asiatimes.com/2021/08/natural-disasters-threatening-growth/>



Şekil 55. Çin'in Henan Eyaleti, Zhengzhou 'da sel sonucu su basmış bir tünel girişinde sürüklenerek yığılmış araçların havadan görünümü (22 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.sixthtone.com/news/1009524/officials-deliberately-hid-deaths-during-henan-floods%2C-report-finds#>



Şekil 56. Çin'in Henan Eyaleti, Zhengzhou 'da meydana gelen sel sonucu kurtarma çalışmalarına ait bir görüntü (22 Temmuz 2021).

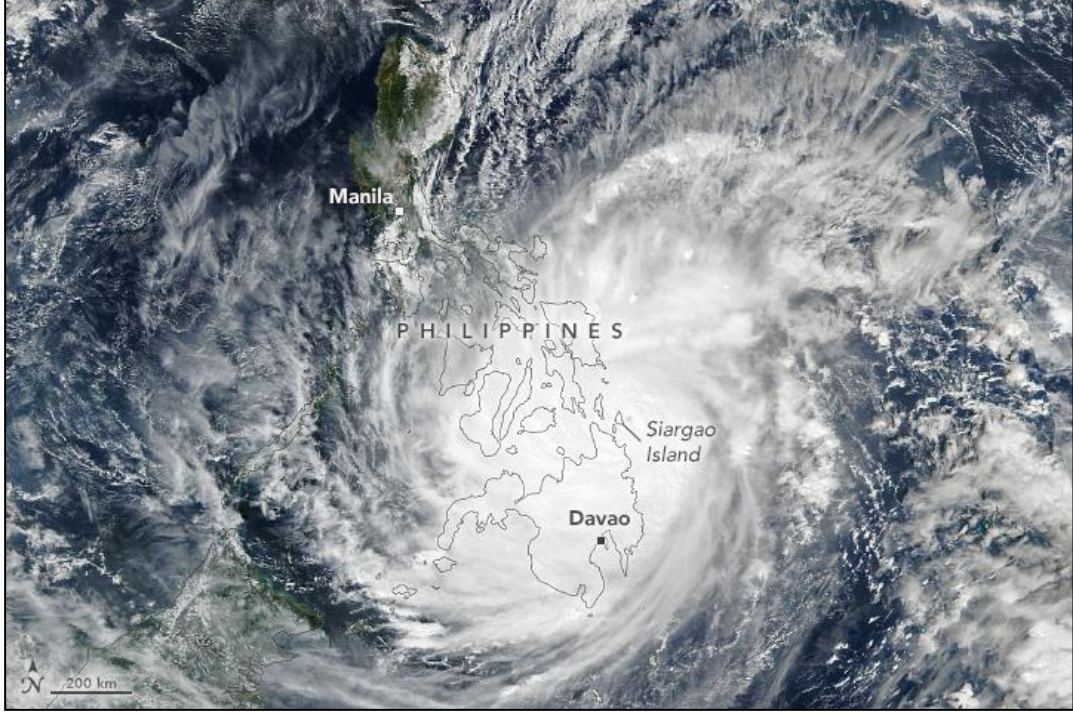
Kaynak: <https://www.reuters.com/world/china/zhengzhou-floods-serve-chinas-urban-planners-deadly-warning-2021-07-23/>



Şekil 57. Henan eyaleti, Hebei'deki Pengcun köyü, 23 Temmuz 2021'de sağanak yağışların neden olduğu bir baraj ihlalinin ardından sular altında kaldı

Kaynak: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202107/26/WS60feb99da310efa1bd664784.html>

16 Aralık 2021 tarihinde, Süper Tayfun Rai Filipinler'in Orta ve Güney kesimlerinde şiddetli rüzgarlar, sel, fırtına dalgaları, çamur akışları ile büyük hasarlar oluşturdu. Rai Tayfunu, karaya inmeden birkaç saat önce Kategori 5'e yoğunlaştı. Yerel olarak Odette olarak adlandırılan fırtına, bu yıl Dünya'da kaydedilen en güçlü fırtınalardan biriydi ve kategori 5'e ulaşan altıncı fırtınaydı (Şekil 58) ^[45].



Şekil 58. Rai tayfununun Suomi-NPP uydusu tarafından 16 Aralık öğleden sonra alınan görüntüsü.

Kaynak: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/149228/super-typhoon-rai>

Tayfun 409 can kaybına ve binlerce insanın yaralanmasına neden olurken, yüz binlerce aile evsiz kaldı. Ülkenin geniş bir coğrafi bölgesinde altyapı, tarım arazileri, balıkçı toplulukları ve geçim kaynakları büyük zarar gördü (Şekil 59-60) ^[46,47,48].

Yaklaşık 1,7 milyon konut hasar görürken, 415 000 konut tamamen yıkıldı. Altyapıda büyük hasarlar oluştu. 16 milyon kişi Rai tayfunundan etkilenirken, yaklaşık 144.000 kişi yer değiştirmek zorunda kaldı. 2,4 milyon insan yardıma muhtaç hale geldi. Tayfundan 10,2 milyon ha tarım alanı etkilenirken, 330 milyon ABD\$'lık tarımsal ürün zararı oluştu ^[46].



Şekil 59. Süper Tayfun Rai'nin Filipinler'in Suriçao şehrindeki hasarına ait bir görüntü (19 Aralık 2021).

Kaynak: <https://www.sciencefocus.com/news/in-photos-13-extreme-weather-events-that-shocked-the-world-in-2021/?image=21&type=inline&gallery=1>



Şekil 60. Süper Tayfun Rai'nin Filipinler'in Bohol Eyaletindeki San Pascual şehrindeki hasarına ait bir görüntü (19 Aralık 2021).

Kaynak: <https://www.nytimes.com/2021/12/27/world/asia/philippines-super-typhoon-rai.html>

3 Temmuz 2021 tarihinde Japonya’da şiddetli yağmurların ardından, Tokyo’nun yaklaşık 60 mil güneybatısında, sahil beldesi Atami’de büyük bir çamur kayması meydana geldi, 120’den fazla yapı yıkıldı, yedi kişi öldü- iki düzineden fazla kişi ise kayıp olarak listelendi (Şekil 61-62). Polis ve itfaiye ekiplerinin yanı sıra Japonya Savunma Kuvvetleri’nden birlikler, 03 Temmuz 2021’de Japonya’nın kıyı kenti Atami’yi vuran çamur kaymasında kaybolan birçok insanı aramak için çamur ve enkazda arama yaptılar [32, 49, 50].



Şekil 61. Japonya, Shizuoka-Atami’de meydana gelen heyelan olayı sonrası kurtarma çalışmalarına ait bir görüntü

Kaynak: <https://www.theguardian.com/world/gallery/2021/jul/19/climate-crisis-weather-around-world-in-pictures-wildfires-floods-winds>



Şekil 62. Japonya, Shizuoka-Atami’de meydana gelen heyelan olayı sonrası kurtarma çalışmalarına ait bir görüntü (4 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-rescue-operations-continue-japanese-town-struck-mudslide/619370/>

21 Şubat 2021 tarihinde Endonezya'nın başkenti Cakarta'nın çeşitli bölgelerinde meydana gelen şiddetli yağışlar sel ve su baskınlarına neden oldu. Sel sularının bazı bölgelerde 1,8 metreye ulaşmasının ardından 10 milyon kişiye ev sahipliği yapan şehrin güney ve doğu bölgelerinden yaklaşık 1.380 Cakarta sakininin tahliye edildiği açıklandı (Şekil 63-64). Binlerce ev su baskınlarından zarar gördü ^[32,51].



Şekil 63. Endonezya-Cakarta’da meydana gelen sel sonrasında tahliye çalışmalarına ait bir görüntü

Kaynak: <https://www.theguardian.com/world/gallery/2021/jul/19/climate-crisis-weather-around-world-in-pictures-wildfires-floods-winds>



Şekil 64. Endonezya-Cakarta’da meydana gelen sel sonrasında tahliye çalışmalarına ait bir görüntü

Kaynak: <https://www.aljazeera.com/gallery/2021/2/21/in-pictures-jakarta-slammed-by-monsoon-floods>

2021 yılında Rusya'nın Sibirya Bölgesinde büyük orman yangınları meydana geldi (Şekil 65). Vejetasyon kaybının yanı sıra dumandan kaynaklanan önemli çevresel etkiler oluştu. Yakutya Bölgesindeki yangınlardan kaynaklanan duman 4800 km uzaktaki Kuzey Kutbuna kadar olan alanda etkili oldu. Rusya genelinde 2021 yılında çıkan kırsal yangınlardan 10,1 milyon ha'lık alan etkilendi ^[14,52].

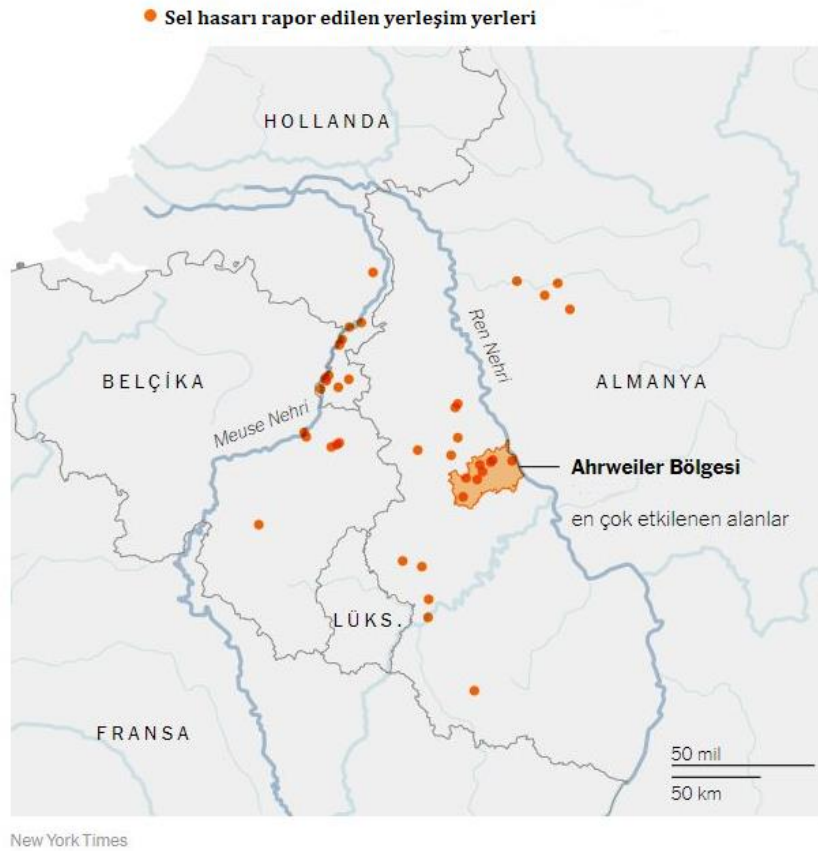


Şekil 65. Rusya'nın Sibirya- Yakutsk bölgesinde meydana gelen orman yangını sonrasına ait bir görüntü (27 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.sciencefocus.com/news/in-photos-13-extreme-weather-events-that-shocked-the-world-in-2021/?image=21&type=inline&gallery=1>

- **Avrupa**

14-15 Temmuz 2021 tarihlerinde sağanak yağışlar, özellikle Almanya'nın Batı kesimlerinde can kayıplarına ve önemli ekonomik zararlara neden olan şiddetli selleri tetikledi. Etkilenen bölgelerde, alçak basınç sistemi "Bernd" in neden olduğu yağış, yüz yılı aşkın bir süre içindeki en yüksek değerine ulaştı. Rheinland-Pfalz'daki Ahr Nehri ve diğer nehir kollarındaki sel olayları çok sayıda binaya zarar verdi. Ayrıca demiryolu hatları, otoyollar ve köprüler gibi altyapıda da ciddi hasarlar meydana geldi. 184 kişi Almanya'da olmak üzere toplamda 226 kişi hayatını kaybetti. Avrupa'da, aşırı yağışların ardından meydana gelen ani sel felaketleri 54 milyar ABD Doları ekonomik kayba neden oldu. Almanya'da sel nedeniyle meydana gelen ekonomik kayıplar kayıtlara geçen en maliyetli doğal afet oldu. Almanya'nın yanı sıra Belçika, Hollanda, Lüksemburg, İsviçre ve Fransa Temmuz ayında meydana gelen sellerden önemli derecede etkilenen diğer ülkeler oldu. Şekil 66'da sellerden etkilenen yerleşim yerleri, Şekil 67-74'te ise sellerden etkilenen ülkelerdeki hasarlara ait resimler görülmektedir [14, 17, 29, 33, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59]



Şekil 66. Sel hasarı bildiren yerleşim yerleri (17 Temmuz 2021)

Kaynak: <https://www.nytimes.com/interactive/2021/07/17/world/europe/europe-flood-map.html>



Şekil 67. Almanya'nın Erfstadt kentinin Blessem semtinde selden sonra bölgede oluşan hasara ait bir görüntü (16 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-catastrophic-flooding-across-western-europe/619473/>



Şekil 68. Belçika Liège'de şiddetli yağmurların ardından su basan bir sokakta mahsur kalan insanlara ait bir görüntü (15 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-catastrophic-flooding-across-western-europe/619473/>



Şekil 69. Almanya'nın Erfstadt kentinin Blessem semtinde yolda sel sularında kalan araçlara ait bir görüntü (17 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-catastrophic-flooding-across-western-europe/619473/>



Şekil 70. Almanya'nın Bad Neuenahr-Ahrweiler kentinde Ahr Nehri'nin taşması sonucu hasar gören sokakların ve konutların görünümü (16 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-catastrophic-flooding-across-western-europe/619473/>



Şekil 71. Almanya, Kordel, Rheinland-Pfalz'daki Kyll nehrinin taşması sonucu oluşan sel hasarına ait bir görüntü (15 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.buzzfeednews.com/article/piapeterson/climate-change-2021-photos>



Şekil 72. Belçika'nın Verviers kentinde meydana gelen sel hasarı (16 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.bbc.com/news/world-europe-57858826>



Şekil 73. Almanya'nın batısındaki Bad Neuenahr-Ahrweiler'de meydana gelen sel sonrasına ait bir görüntü (16 Temmuz 2021).

Kaynak: <https://www.euronews.com/2021/07/16/in-pictures-debris-and-devastation-as-deadly-floods-hit-europe>



Şekil 74. Almanya'nın Hagen kentinde meydana gelen sel olayı sonrasına ait bir görüntü (15 Temmuz 2021)

Kaynak: <https://edition.cnn.com/2021/07/15/europe/germany-deaths-severe-flooding-intl/index.html>

11 Ağustos 2021 tarihinde ülkemizin Batı Karadeniz bölgesinde etkili olan aşırı yağışlar Bartın, Kastamonu ve Sinop illerinde sel ve su baskınları meydana gelmesine neden oldu. Toplam 82 can kaybının yaşandığı sel felaketlerinde konutlar, işyerleri, araçlar ve altyapı tesislerinde önemli maddi kayıplar oldu (Şekil 75-76). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), 3 ilde çok sayıda köprünün hasar gördüğünü, Kastamonu'da ve Bartın'da 2'şer köprünün tamamen yıkıldığını açıkladı (Şekil 77). Çok sayıda insan bölgeden karadan ve havadan tahliye edildi (Şekil 78) [38, 60, 61, 62, 63].



Şekil 75. Kastamonu'nun Bozkurt ilçesinde taşkın esnasında çöken konutlara ait bir görüntü.

Kaynak: <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/kastamonuda-sel-sularina-kapilan-9-kisi-hayatini-kaybetti/2331954>



Şekil 76. Kastamonu'nun Bozkurt ilçesinde sel sonrası meydana gelen hasara ait bir görüntü.

Kaynak: <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/kastamonuda-sel-sularina-kapilan-9-kisi-hayatini-kaybetti/2331954>



Şekil 77. Kastamonu'nun Azdavay ilçesinde sel nedeniyle akarsu üzerindeki çöken bir köprüye ait görüntü.

Kaynak: <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/kastamonuda-sel-sularina-kapilan-9-kisi-hayatini-kaybetti/2331954>



Şekil 78. Kastamonu'nun Bozkurt ilçesinde etkili olan selin ardından ev ve işyerlerinde mahsur kalan insanların tahliye edilmesine ait bir görüntü.

Kaynak: <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/bartin-kastamonu-ve-sinopta-2-bine-yakin-afetzedede-guvenli-bolgelere-tahliye-edildi/2334145>

24 Haziran 2021 tarihinde, Çek Cumhuriyeti'nin güneydoğu bölgesinde meydana gelen tornado can kayıplarına ve büyük maddi hasarlara yol açtı. Çek Cumhuriyeti'nin Güney Morova bölgesinde yerel saatle 17:00-18:00 arasında meydana gelen tornado, 25 km uzunluğunda 700 m genişliğindeki bir alanda yer alan birçok köy ve kasabaya zarar verdi. Uluslararası Fujita ölçeğine göre F4 hortumu olarak sınıflandırıldı. Bu da onu kayıtlardaki en güçlü Avrupa tornadolarından biri haline getirdi. Tenis topu büyüklüğünde dolu taşları yağışı olduğu rapor edildi. Tornado ayrıca ciddi trafik kesintilerine neden olarak otoyolların kapanmasına yol açtı. Gece boyunca 100.000'den fazla konut ve işyeri elektrik kesintilerinden etkilendi. Tornado 5 can kaybına ve 150'den fazla kişinin yaralanmasına neden oldu. Şekil 79 ve Şekil 80'de tornado hasarına ait görüntüler görülmektedir ^[38,64, 65, 66].



Şekil 79. Hodonin-Mikulcice de tornado sonrası oluşan hasara ait bir görüntü

Kaynak: <https://www.bbc.com/news/world-europe-57605651>



Şekil 80. Tornado sonrası oluşan hasara ait bir görüntü

Kaynak: <https://www.bbc.com/news/world-europe-57605651>

2021 yılında aşırı sıcaklıklar, Akdeniz havzasında etkili oldu. 11 Ağustos'ta Sicilya'daki bir agrometeoroloji istasyonu, geçici bir Avrupa rekoru olan 48,8 °C sıcaklık kaydı bildirdi. Montoro 14 Ağustos'ta 47,4°C sıcaklık kaydı ile İspanya için ulusal bir rekor kırdı. Aynı gün Madrid ise 42,7°C ile rekor kırarak en sıcak gününü yaşadı. 20 Temmuz'da Cizre (49,1°C) Türkiye rekorunu kırdı. Tiflis (Gürcistan) 40,6°C ile rekor kırarak en sıcak gününü yaşadı ^[67].

2021 yılında Türkiye, Yunanistan, İtalya, İspanya, Fransa, Portekiz ve Romanya’da büyük orman yangınları meydana geldi. Güney Avrupa’da, özellikle Türkiye ve Yunanistan sıcak hava dalgasının etkisiyle kuvvetli rüzgarların yol açtığı orman yangınlarından on binlerce hektarlık orman alanını kaybederek sert şekilde etkilendi. Ülkemizde Marmaris, Manavgat, Adana, Osmaniye ve Mersin’de meydana gelen orman yangınları can ve mal kayıplarına neden oldu (Şekil 81-83). Turistlik bölgeler bu yangınlardan önemli ölçüde etkilendi. Binlerce kişinin yerinden olmasına yol açan Akdeniz ve Ege kıyı şeridindeki yangınlar sekiz kişinin ölümüne neden oldu. Sıcak hava dalgasının etkisiyle kuvvetli rüzgarların yol açtığı orman yangınları Yunanistan’ın en büyük ikinci adası olan Evia adasındaki köyleri, ormanları ve tatil köylerini yaktı. Bölge sakinleri, turistler karadan ve denizden tahliye edildi (Şekil 84-85) ^[38, 68, 69,70].



Şekil 81. Muğla’nın Marmaris ilçesinde orman yangını (29 Temmuz 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-deadly-wildfires-along-turkeys-coast/619638/>



Şekil 82. Muğla'nın Marmaris ilçesinde orman yangını (29 Temmuz 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-deadly-wildfires-along-turkeys-coast/619638/>



Şekil 83. Muğla'nın Marmaris ilçesinde orman yangını hasarına ait bir görüntü (31 Temmuz 2021)

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-deadly-wildfires-along-turkeys-coast/619638/>



Şekil 84. Yunanistan'ın Evia adasında Limni köyünü tehdit eden orman yangınına ait bir görüntü (3 Ağustos 2021)

<https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/devastating-wildfires-rage-across-evia-island-greece/619702/>



Şekil 85. Yunanistan- Evia adasındaki Gouves köyünde orman yangınının yerleşim yerlerine ilerlerken bir görüntüsü (8 Ağustos 2021)

<https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/devastating-wildfires-rage-across-evia-island-greece/619702/>

- **Afrika**

9–15 Ağustos tarihleri arasında meydana gelen orman yangınları Cezayir'in kuzeyindeki Kabyle Bölgesi'ni etkiledi. Ülkenin kuzeyinde 13 vilayette 70'ten fazla orman yangını meydana geldi (Şekil 86). Yangınlar sonucu 57 sivil ve 33 asker olmak üzere toplam 90 kişi hayatını kaybetti. Yangın söndürme ve tahliye çalışmaları sırasında yangında mahsur kalan askerler hayatlarını kaybetti. Yangın bölgesinde kalan ormanlık alanlar, tarım arazileri, zeytinlik alanlar, büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık tesisleri büyük ölçüde etkilendi. Yaklaşık 100 000 kişi yangınlardan etkilenirken 29 884 ha ormanlık ve tarımsal alan zarar gördü (Şekil 87-88) [71, 72, 73, 74, 75, 76].



Şekil 86. Cezayir’de meydana gelen orman yangınlarının https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/ Copernicus Sentinel-2 uydusundan alınan bir görüntüsü (12 Ağustos 2021).

Kaynak: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/08/Algeria_forest_fires



Şekil 87. Cezayir, Kabyle'de Tizi Ouzou yakınlarında orman yangınlarından sonra yanan yamaçlara ait bir görüntü (11 Ağustos 2021)

Kaynak: <https://www.theguardian.com/world/2021/aug/11/algeria-declares-three-days-of-mourning-after-wildfire-deaths>



Şekil 88. Cezayir'in, Béjaïa Bölgesinde meydana gelen orman yangınları sonrasında söndürme çalışmalarına ait bir görüntü (11 Ağustos 2021)

<https://www.france24.com/fr/afrique/20210818-le-nord-de-l-alg%C3%A9rie-vient-%C3%A0-bout-des-violents-feux-de-for%C3%AAt>

2021'de Haziran ayı ortasından Ağustos sonuna kadar süren yoğun yağışlar Orta Afrika'da yer alan Nijer, Sudan ve Güney Sudan'da büyük çaplı çok sayıda sel olaylarına neden oldu. 77 can kaybının yaşandığı Nijer'de sel 238 000 kişiyi etkiledi. Yaklaşık 20 000 konut zarar gördü. Sudan'da 43 can kaybı meydana gelirken yaklaşık 380 000 kişi etkilendi. Güney Sudan'da ise 7 can kaybı yaşanırken 466 000 kişi zarar gördü (Şekil 89-90) [29, 38, 77].



Şekil 89. Güney Sudan'da selden etkilenen insanlara ait bir görüntü.

Kaynak: <https://www.unicef.org/southsudan/stories/worst-flooding-bentiu-60-years-washes-away-food-and-homes>



Şekil 90. Güney Sudan'da selden etkilenen insanların sahip olduğu varlıklarını taşımaya ait bir görüntü. Kaynak: <https://www.unicef.org/southsudan/stories/worst-flooding-bentiu-60-years-washes-away-food-and-homes>

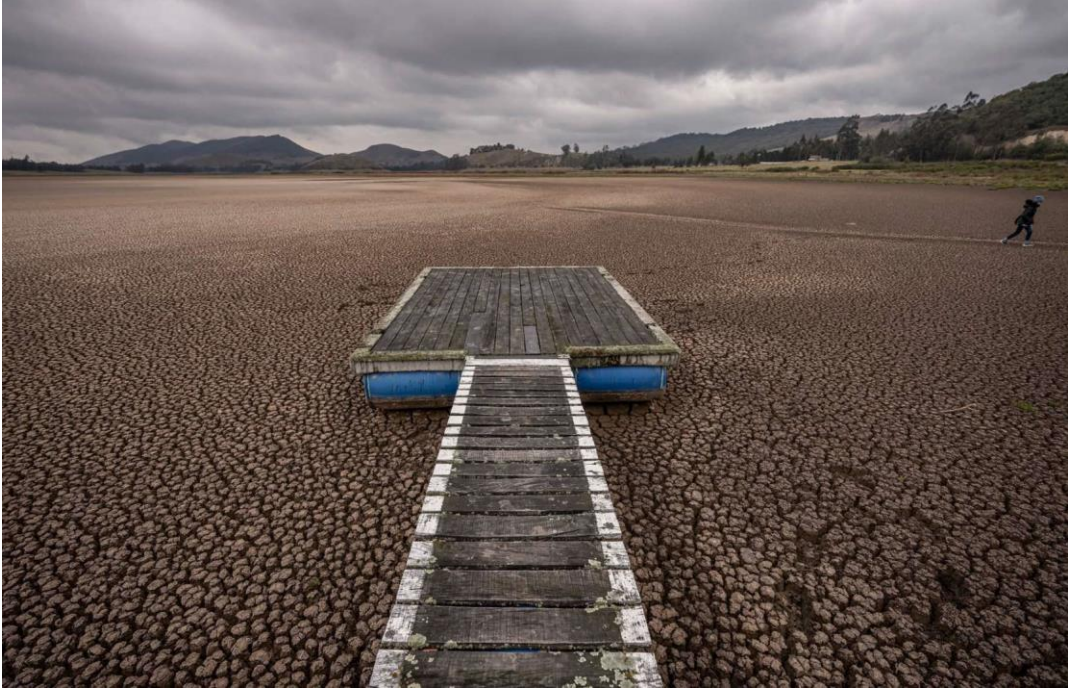
- **Güney Amerika**

2021 yılında Brezilya, Paraguay, Arjantin, Bolivya, Kolombiya ve Şili’de geniş çaplı kuraklık olayları meydana geldi. Yağışlar, Güney Brezilya, Paraguay, Uruguay ve Kuzey Arjantin’in çoğunda ortalamanın oldukça altında gerçekleşti. Kuraklık önemli tarımsal kayıplara yol açtı. Temmuz ayı sonunda Brezilya’nın kahve yetiştirilen bölgelerinin çoğu zarar gördü. Nehirlerdeki düşük su seviyeleri hidroelektrik üretimini etkilerken nehir taşımacılığını da kesintiye uğrattı. Brezilya, Arjantin ve Paraguay’da hidroelektrik enerji kaynağı ve ticaret yolu olan Parana nehri (4880 km) son 77 yılın en düşük su seviyesine ulaştı. Yaklaşık 40 milyon kişiye içme suyu sağlayan Parana nehrindeki kuraklık yol açtığı tarımsal zararın yanı sıra balıkçılıkta da önemli zararlar meydana gelmesine neden oldu. Paraguay nehrinin kollarında da kurumalar meydana geldi (Şekil 91). Kuraklık sonucu oluşan kayıplar Brezilya’da 3 milyar ABD Dolarına Paraguay ve Arjantin’de ise yaklaşık 200’er milyon ABD Dolarına ulaştı. Mayıs ayında Meksika genelinde ekstrem sıcaklıklar ve kurak koşullar ülkenin en büyük ikinci gölü olan Cuitzeo Gölü’nün kurumasına neden oldu. Kurak koşullar ülkenin %85’ini etkiledi (Şekil 93) [14, 29, 33, 78, 79, 80, 81].



Şekil 91. Paraguay'da, Paraguay nehrinin kuruyan kollarından birisinde su azlığı nedeniyle mahsur kalan teknelere ait bir görüntü (14 Eylül 2021).

Kaynak: <https://www.theguardian.com/global-development/2021/sep/27/paraguay-severe-drought-depletes-river>



Şekil 92. Kuraklık, Suesca Gölü, Kolombiya (Mart 2021)

Kaynak: <https://www.msn.com/en-gb/lifestyle/travel/photos-of-the-worlds-worst-weather-in-2021/ss-AASbmrr?fullscreen=true#image=10>



Şekil 93. Kuraklık, Cuitzeo Gölü, Meksika (Mayıs 2021)

Kaynak: <https://www.msn.com/en-gb/lifestyle/travel/photos-of-the-worlds-worst-weather-in-2021/ss-AASbmrr?fullscreen=true#image=17>

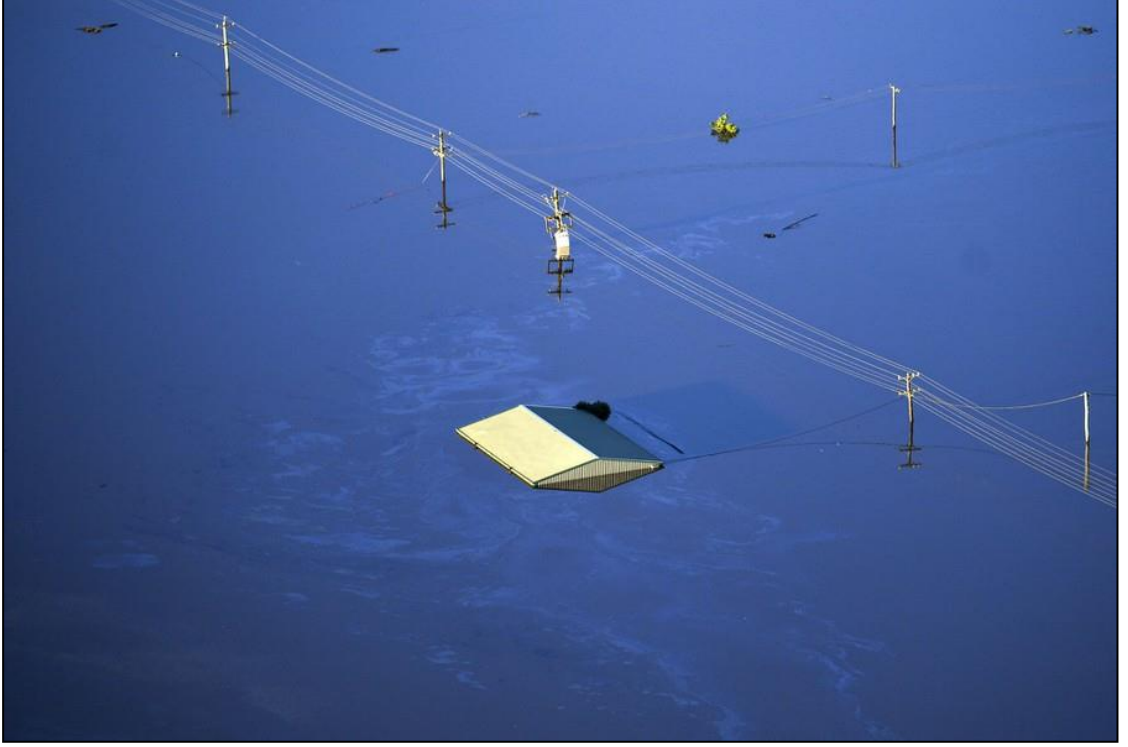
- **Avustralya**

2021 yılı Mart ayı sonlarında Avustralya'nın Yeni Güney Galler bölgesinde birkaç gün boyunca sürekli ve şiddetli yağmur yağdı. Bölgede son altmış yılın en kötü sel olayı meydana geldi. Doğu Avustralya kıyılarının birçok yerinde etkili olan şiddetli yağışlar ve yoğun sel, iki kişinin ölümüne neden oldu. Sidney şehrinin bulunduğu Yeni Güney Galler şimdiye kadar kaydedilen en yüksek yağışları aldı. Geniş alanlar sular altında kalırken yaklaşık 18.000 kişi bölgeden tahliye edilmek zorunda kaldı (Şekil 94-96). Çok sayıda konut ve işyerinde hasar oluştu. Toplam ekonomik zarar 2,1 milyar ABD Doları oldu. Ekim ayı boyunca çok sayıda dolu fırtınası Güney ve Doğu Avustralya'yı etkiledi. Kasım ayında da Yeni Güney Galler ve Queensland'da geniş alanları etkileyen sel olayları yaşandı [14, 16, 32, 33, 38, 82, 83, 84].



Şekil 94. Yeni Güney Galler'de sel sonrası oluşan bir görüntü.

<https://www.theguardian.com/world/gallery/2021/jul/19/climate-crisis-weather-around-world-in-pictures-wildfires-floods-winds>



Şekil 95. Sidney’ de sel sonrası oluşan bir görüntü (24 Mart 2021).

Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/03/photos-australians-face-worst-flooding-decades/618386/>



Şekil 96. Sidney ’de sel sonrası kurtarma çalışmaları (21 Mart 2021).

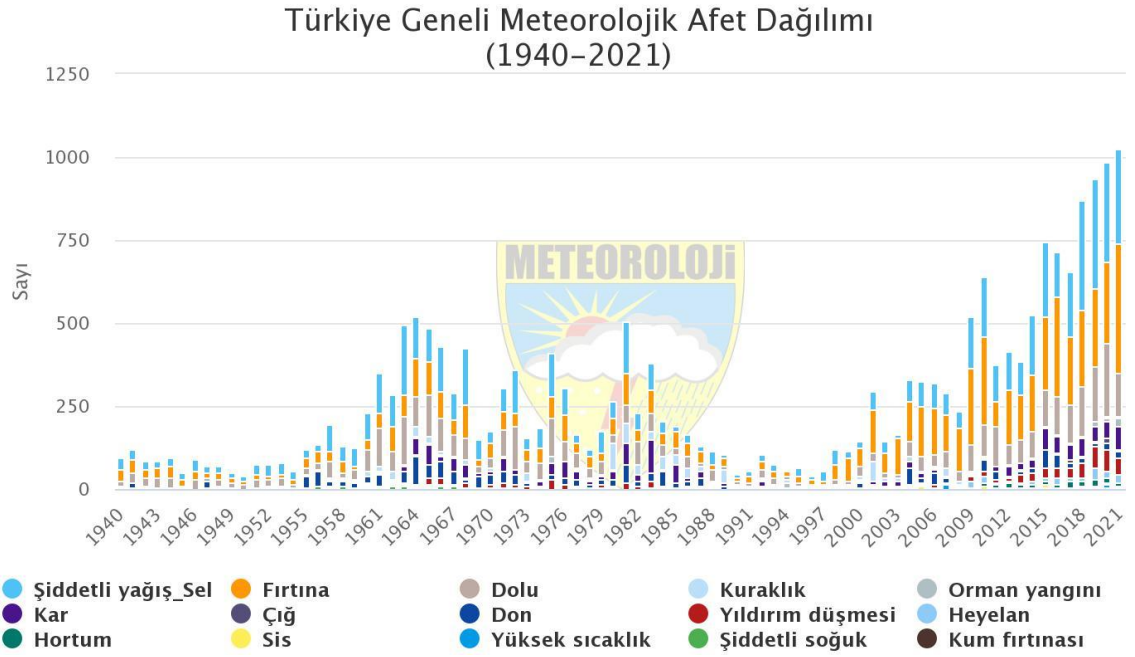
Kaynak: <https://www.theatlantic.com/photo/2021/03/photos-australians-face-worst-flooding-decades/618386/>

3.2. TÜRKİYE GENELİ

Büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde afetlere dönüşen fazla sayıda ve türde şiddetli meteorolojik olaylar gözlenmektedir. Ülkemizde, başta fırtına, sel, dolu, don, kar ve kuraklık olmak üzere meteorolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve önemli ölçüde can ve mal kayıplarına neden olmaktadır.

2021 yılında ülkemizin farklı kesimlerini farklı ölçülerde etkileyen meteorolojik afetler yaşanmıştır. Ülkemizde, 2021 yılı içerisinde toplam 1024 meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afet rapor edilmiştir ^[85]. Uzun yıllar dağılımına bakıldığında 2021 yılı içerisinde meydana gelen meteorolojik afet sayısı, 1940-2021 periyodu içerisindeki en yüksek değer olarak kayıtlara geçmiştir (Şekil 97).

Ülkemizde özellikle 2000’li yıllardan sonra meteorolojik afetlerin oluşum sayılarında belirgin bir artış görülmektedir.



Şekil 97. Türkiye’de 1940-2021 Periyodunda Gözlenen Meteorolojik Afetlerin Yıllık Dağılımları

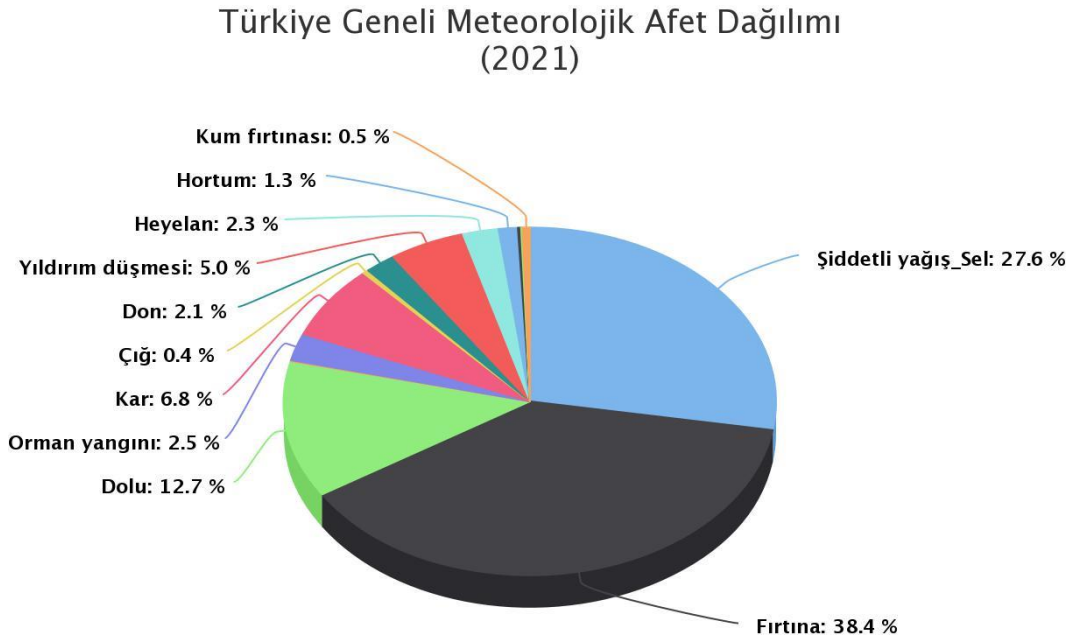
Ülkemizde 2021 yılı içinde en fazla meydana gelen meteorolojik karakterli afet fırtına olayıdır. 2021 yılı içerisinde toplam 393 adet fırtına afeti rapor edilmiştir. İkinci sırada ise 283 olay ile şiddetli yağış/sel afeti yer almaktadır. 2021 yılında fırtına ve sel afetleri ülkemizin büyük bir kısmında görülmüştür.

2021 yılında 130 dolu afeti meydana gelmiş olup, görülen afetler içerisinde üçüncü sırada yer almaktadır. Kar afeti ise tüm yıl içinde toplam 70 kez görülmüş olup meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetlerin %6,8'ini oluşturmaktadır [85].

2021 yılında gözlenen ve ülkemizi etkileyen meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetler içinde;

- Fırtına (%38,4),
- Şiddetli Yağış/Sel (%27,6),
- Dolu afeti (%12,7)

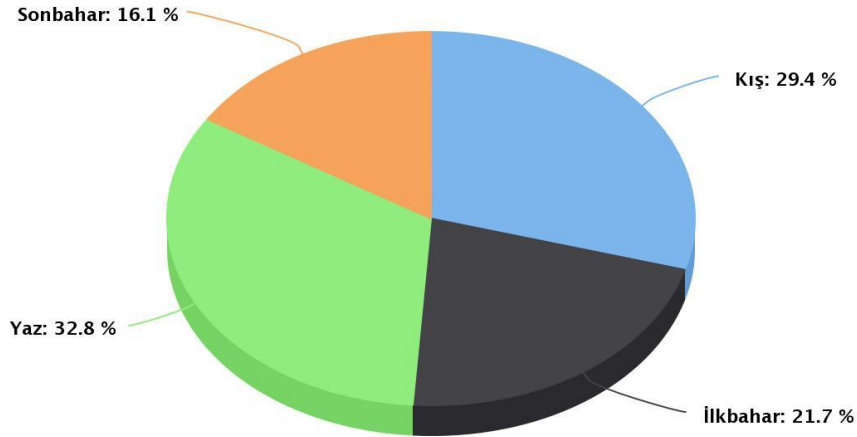
Görülme sayısı ile ilk sıralarda yer almakta olup tüm afetlerin oransal dağılımları Şekil 98'de görülmektedir.



Şekil 98. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Oluşum Yüzdeleri

2021 yılında meteorolojik afetler en fazla yaz mevsiminde, ikinci olarak da kış mevsiminde meydana gelmiştir (Şekil 99)

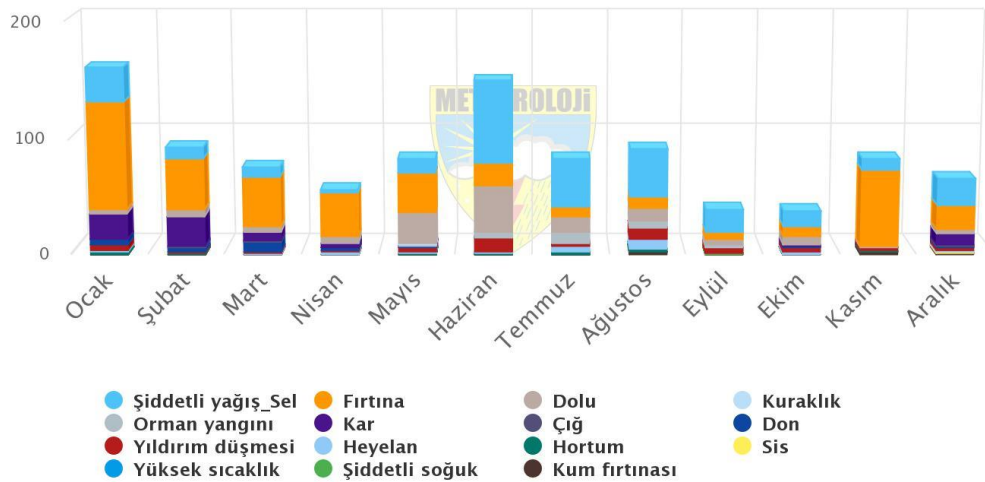
2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı



Şekil 99. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Mevsimlik Dağılımı

2021 yılında meteorolojik afetler en fazla Ocak ayında meydana gelmiştir. Fırtına afeti en fazla Ocak ayında, şiddetli yağış/sel, dolu ve yıldırım afetleri ise en fazla Haziran ayında görülmüştür (Şekil 100).

Türkiye Geneli Meteorolojik Afet Aylık Dağılımı (2021)



Şekil 100. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Aylık Dağılımı

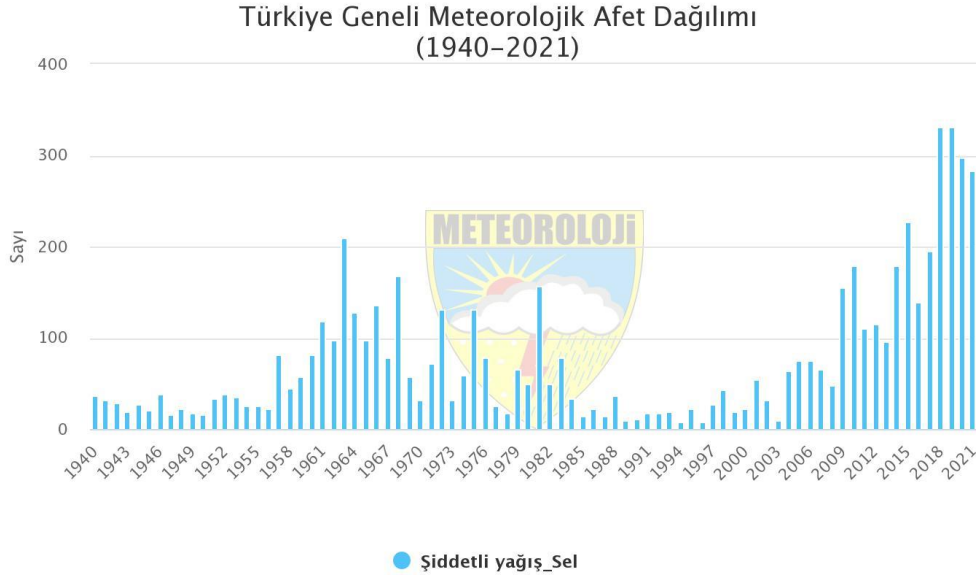
MGM kayıtlarına göre; ülkemizde 2021 yılında meteorolojik afetler en fazla Ordu, Van, Antalya, İzmir, Bursa ve Mersin illerinde meydana gelmiştir (Şekil 101).



Şekil 101. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin İllere Göre Dağılımı

3.2.1. Şiddetli Yağış, Sel ve Su Baskını

2021 yılında yurdumuzun birçok bölgesi sel afetinden etkilenmiştir. 2021 yılı sel afeti değerlendirmesinde yıl içerisinde meydana gelen sel afet sayıları kullanılmıştır. Bu değerlendirme kapsamında sel afet sayılarının Türkiye’deki alansal ve zamanla değişimleri incelenmiştir.



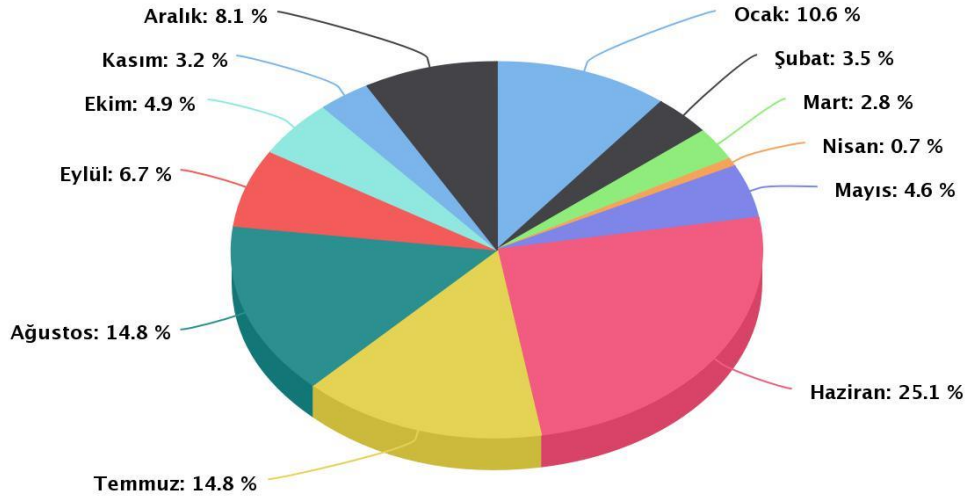
Şekil 102. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Sel Afetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

2021 yılında meydana gelen sel olay sayısı 283’tür (Şekil 102). 2000’li yıllardan itibaren sel olaylarında artışlar görülmektedir. Son 10 yılda her yıl yaklaşık olarak 100 ve daha fazla sayıda sel olayı gerçekleşmiştir. 1940 yılından bu zamana kadar sel afetinin en fazla görüldüğü yıl 2019 yılı olmuştur (Şekil 102).

2021 yılında şiddetli yağış ve sel afeti en fazla Haziran ayında meydana gelmiştir. Haziran ayında meydana gelen sel olayının oranı %25’tir. Sel afetinin en fazla görüldüğü ikinci ay %14,8 görülme oranı ile Temmuz ve Ağustos ayıdır. Şekil 103’te görüldüğü üzere Mayıs ve Ağustos ayında şiddetli yağış ve sel afeti oranı %7’dir. 2021 yılında en az sel olayı Nisan ayında meydana gelmiştir (Şekil 103).

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)

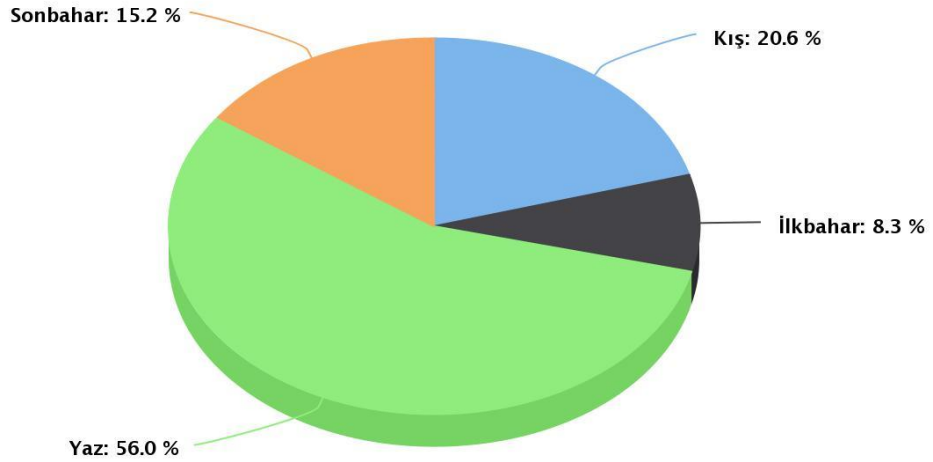
Şiddetli yağış ve Sel



Şekil 103. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Şiddetli Yağış/Sel Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı

Şiddetli yağış ve Sel

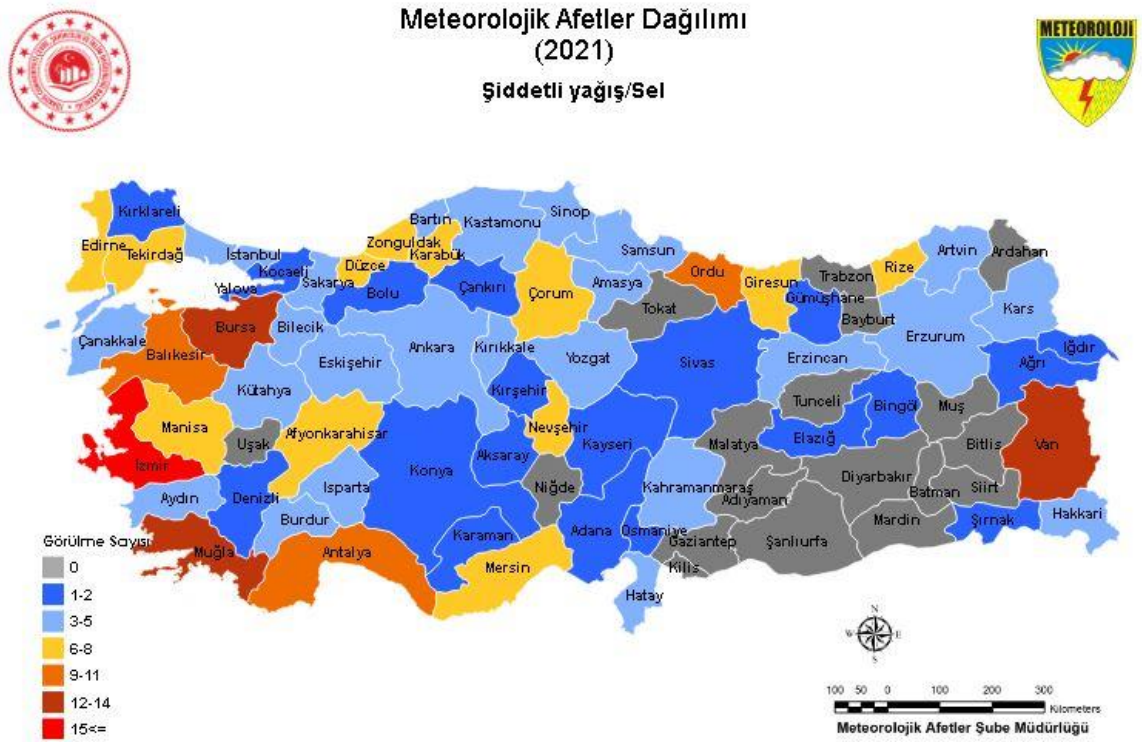


Şekil 104. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Şiddetli/Yağış Sel Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2021 yılında meydana gelen sel olayının mevsimsel dağılımı incelendiğinde, Şekil 104'te görüldüğü gibi en fazla sel olayı yaz mevsiminde gerçekleşmiştir. Yaz mevsiminde meydana gelen sel olayı 155'dir. 2021 yılındaki sel olaylarının %56'sı yaz mevsiminde yaşanmıştır.

Sel olaylarının %20,6'sı kış mevsiminde meydana gelmiştir. 2021 yılında sel olaylarının %15'i sonbahar mevsimindedir. En az sel olayının yaşandığı mevsim ilkbahar mevsimi olmuştur. Toplam sel olaylarının %8'i ilkbahar mevsiminde meydana gelmiştir.

2021 yılı içinde en fazla şiddetli yağış/sel afeti İzmir'de meydana gelmiştir. Aynı zamanda yine Van, Muğla ve Bursa'da diğer illere göre daha fazla sel afeti meydana gelmiştir (Şekil 105). 2021 yılında ülkemizde meydana gelen şiddetli yağış/sel afeti Akdeniz, Marmara ve Karadeniz kıyı kesimlerinde daha fazla meydana gelmiştir.



Şekil 105. Türkiye'de 2021 Yılında Meydana Gelen Şiddetli Yağış/Sel Afetinin İllere Göre Dağılımı

İlkbahar mevsiminde en fazla şiddetli yağış ve sel afeti Bursa'da meydana gelmiştir (Şekil 106). 2021 ilkbahar mevsiminde, Marmara Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgemizdeki iller de daha sık ve şiddetli yağış- sel olayı meydana gelmiştir.



Şiddetli yağış ve Sel Afeti Dağılımı (İlkbahar/2021)

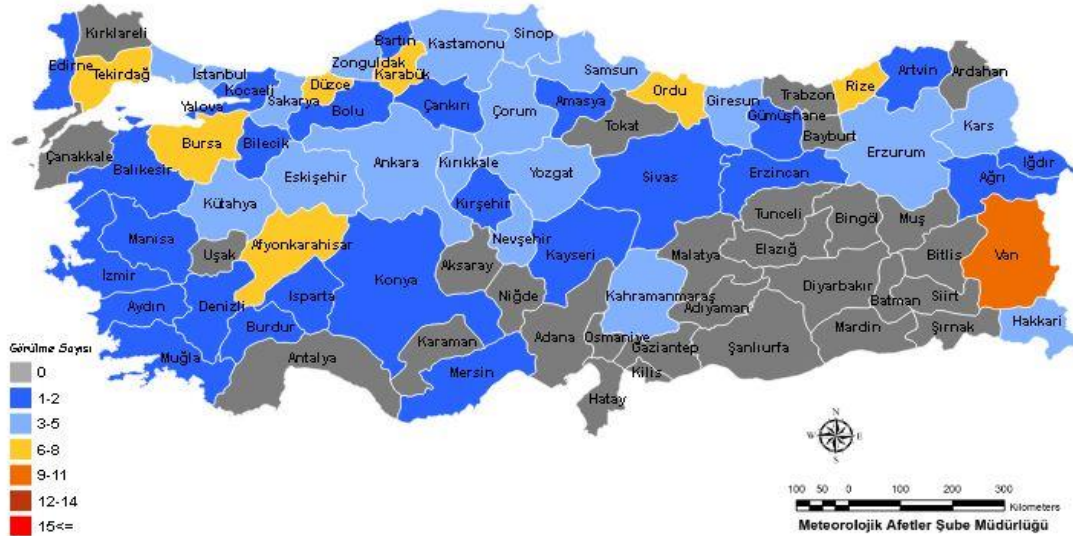


Şekil 106. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

2021 yaz mevsiminde şiddetli yağış/sel afeti yurdumuzda en fazla Van ilimizde meydana gelmiştir. Aynı zamanda Marmara’da Tekirdağ, Bursa, Karadeniz’de Düzce, Karabük, Ordu ve Rize, Ege’de Afyonkarahisar ilimizde daha sık sel afeti meydana gelmiştir (Şekil 107).



Şiddetli yağış ve Sel Afeti Dağılımı (Yaz/2021)



Şekil 107.Türkiye’de 2021 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı



2021 kış mevsiminde genel olarak şiddetli yağış/sel afeti Ege ve Akdeniz kıyı kesimlerinde daha fazla meydana gelmiştir (Şekil 109). Kış mevsiminde en fazla şiddetli yağış/sel afeti İzmir ve Antalya’da meydana gelmiştir.



86

3.2.2. Kuraklık

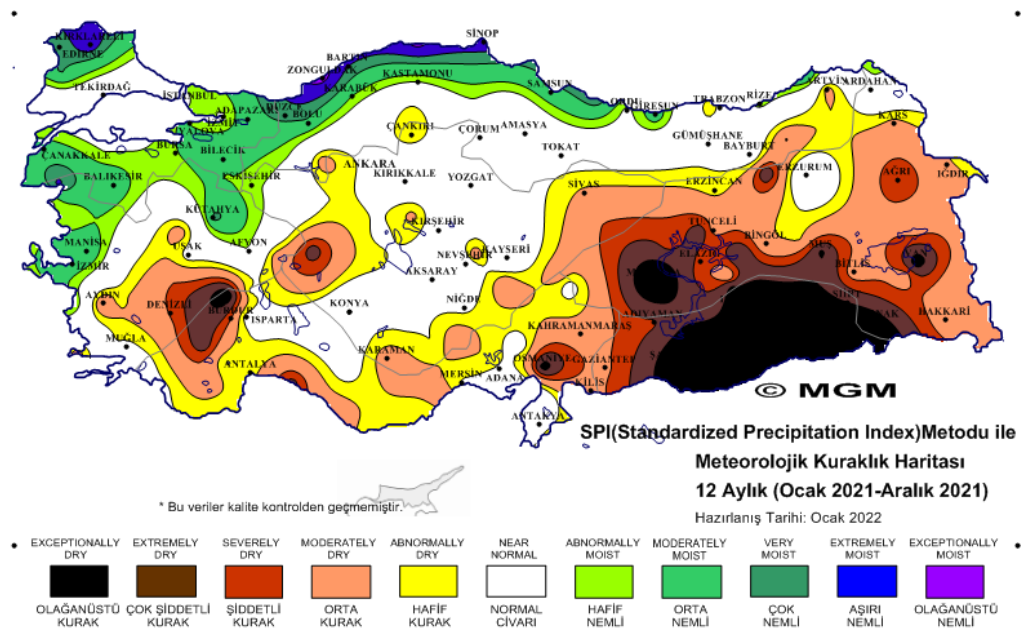
Türkiye'nin büyük çoğunluğu yarı kurak iklim şartlarının etkisi altındadır. Türkiye'de kurak ve yarı kurak alan miktarı 51 milyon hektardır. Yani, ülkemizin %37,3'ünde yarı kurak iklim şartları hüküm sürmektedir. Bu nedenle hem su kaynakları hem de genelde yağışa bağımlı olan kuru tarım nedeniyle yağışın miktar ve dağılımında meydana gelebilecek değişiklikler ciddi bir şekilde etkilerini hissettirebilmektedir ^[1].

3.2.2.1. Meteorolojik Kuraklık Değerlendirmesi

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Zirai Meteoroloji Şube Müdürlüğü tarafından 2021 yılı için Standart Yağış İndeksi (SPI) ve Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) metotları kullanılarak yapılan meteorolojik kuraklık haritaları (Şekil 110, Şekil 111) ve kuraklık değerlendirmeleri aşağıda verilmektedir ^[88].

SPI Metodu

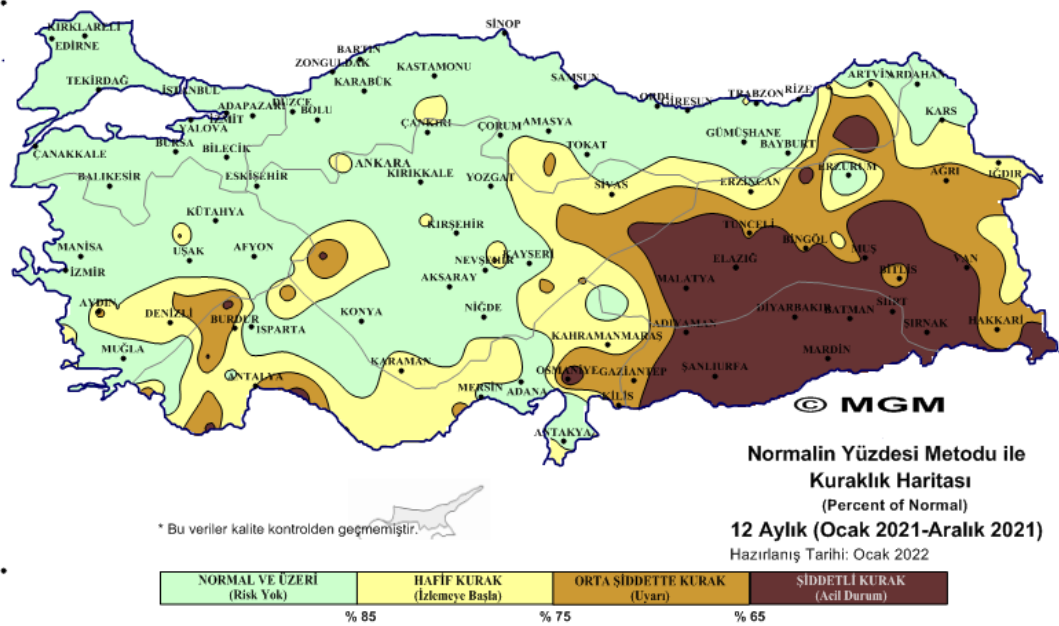
Standart Yağış İndeksi (Standardized Precipitation Index - SPI) metodu ile yapılan kuraklık analizi sonuçlarına göre, 2021 yılında; Ege Bölgesi'nde Aydın, Denizli Kütahya (Simav) ve çevrelerinde, Akdeniz Bölgesi'nde Antalya, Burdur, Mersin (Anamur), Osmaniye, Kahramanmaraş, Kilis ve çevrelerinde, İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara (Beypazarı), Çankırı, Konya (Yunak), Karaman, Kırşehir (Kaman), Nevşehir (Ürgüp), Sivas ve çevrelerinde, Karadeniz Bölgesi'nde Artvin, Trabzon (Akçaabat) ve çevrelerinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzurum, Ardahan ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin tamamında değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmuştur.



Şekil 110. Türkiye’de 2021 Yılı Standart Yağış İndeksine Göre Kuraklık Haritası.

PNI Metodu

Normalin Yüzdesi İndeksi (Percent of Normal Index- PNI) metoduna göre yapılan 2021 yılı kuraklık analizinde; Ege Bölgesi'nde Aydın, Denizli Kütahya (Simav) ve çevrelerinde, Akdeniz Bölgesi'nde Antalya, Burdur, Mersin (Anamur), Osmaniye, Kahramanmaraş, Kilis ve çevrelerinde, İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara (Beypazarı), Konya (Yunak), Karaman, Kırşehir (Kaman), Nevşehir (Ürgüp), Sivas ve çevrelerinde, Karadeniz Bölgesi'nde Artvin, Trabzon (Akçaabat) ve çevrelerinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzurum, Ardahan ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin tamamında, değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmuştur.

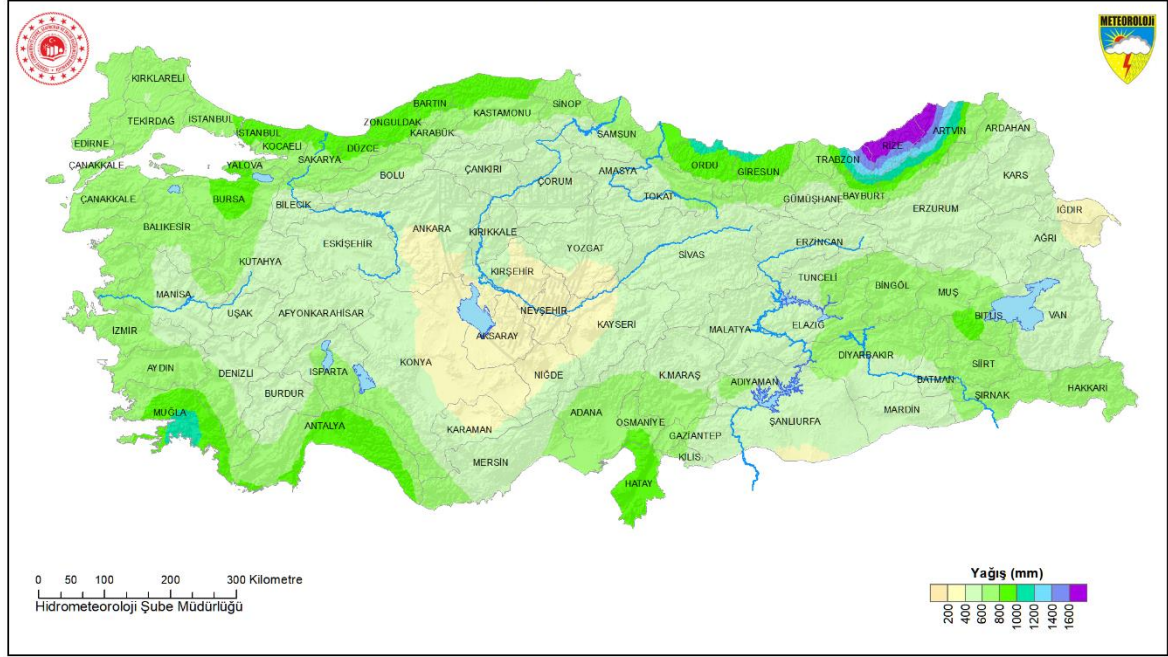


Şekil 111. Türkiye’de 2021 Yılı Normalin Yüzdesi İndeksine Göre Kuraklık Haritası

3.2.2.2. 2021 Yılı Yağış Değerlendirmesi

Türkiye geneli yıllık ortalama alansal yağış miktarı 573.4 mm’dir (1991-2020). Uzun yıllar ortalamalarına göre ülkemizde en yüksek yağışlar Doğu Karadeniz Bölgesi Rize ve Artvin kıyılarında 1600 mm üzerinde gerçekleşirken, en düşük yağışlar İç Anadolu’nun orta kesimleri ile Şanlıurfa ve Iğdır çevrelerinde gözlenmektedir (Şekil 112) [89].

YILLIK ALANSAL YAĞIŞ NORMALLERİ (1991-2020)



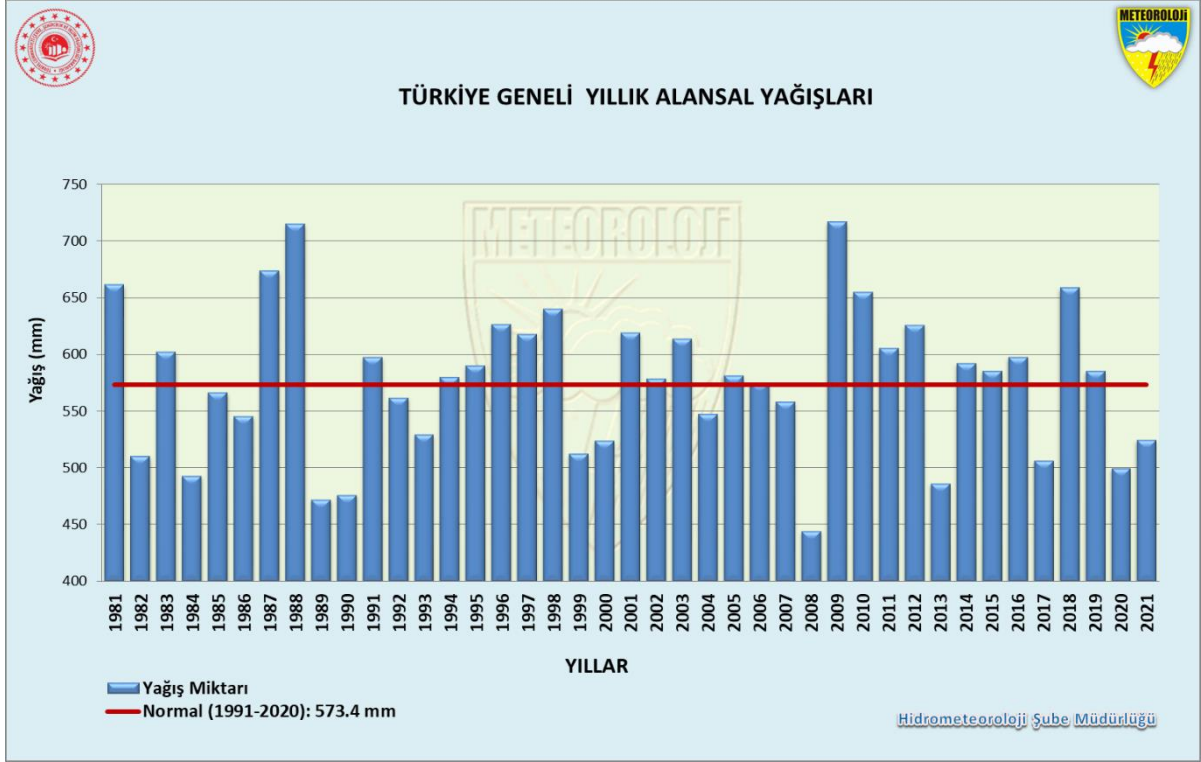
Şekil 112. Türkiye’de 1991-2020 Yılları Alansal Yağış Normalleri

Ülkemizin 2021 yılı alansal yağış ortalaması 524.8 mm olarak gerçekleşti. Yağışlarda normaline göre %8,5 azalma, geçen yıl yağışlarına göre %4,9 artma meydana geldi (Tablo 6).

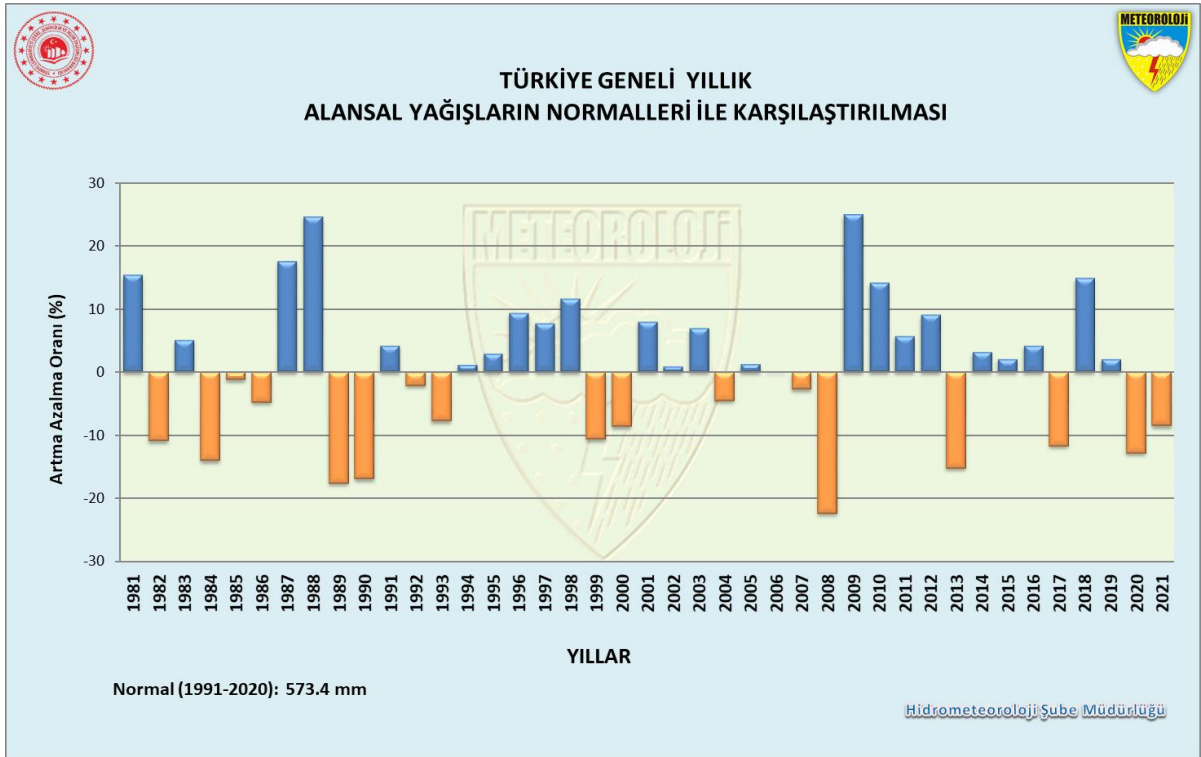
Tablo 6. Türkiye Geneli alansal yağış dağılımı ve geçmiş dönem karşılaştırması

ALANSAL YAĞIŞ DURUMU (1 Ocak 2021 - 31 Aralık 2021)					
BÖLGELER	Yağış (mm)	Normali (1991-2020) (mm)	2020 Yılı Yağış (mm)	Normale Göre Değişim (%)	2020 Yılına Göre Değişim (%)
Türkiye Geneli	524.8	573.4	500.1	-8.5 Azalma	4.9 Artma

2008 yılı, 1930 yılından günümüze kadar görülen en kurak yıldır (444.9 mm). 2020 ve 2021 yılı yağışları 1991-2020 normalinin altında kalmıştır (Şekil 113-114).

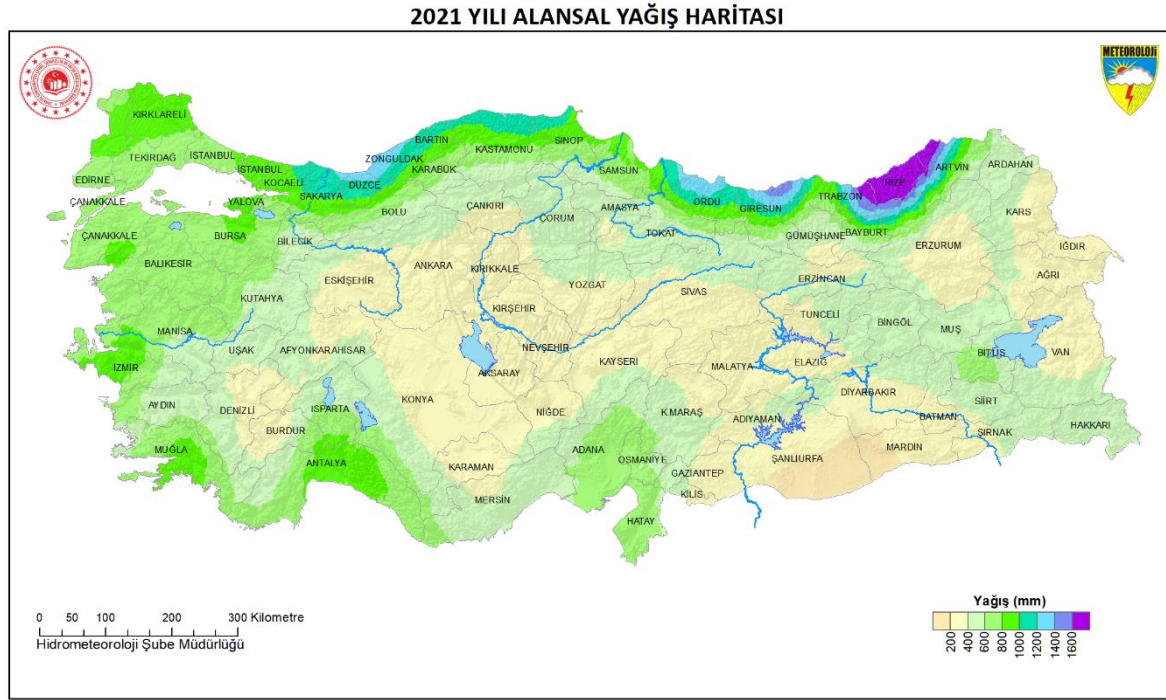


Şekil 113. Türkiye Geneli Yıllara Göre Yağış Dağılımı



Şekil 114. Türkiye Geneli Yıllık Yağışların Normallerine Göre Değişim Oranları

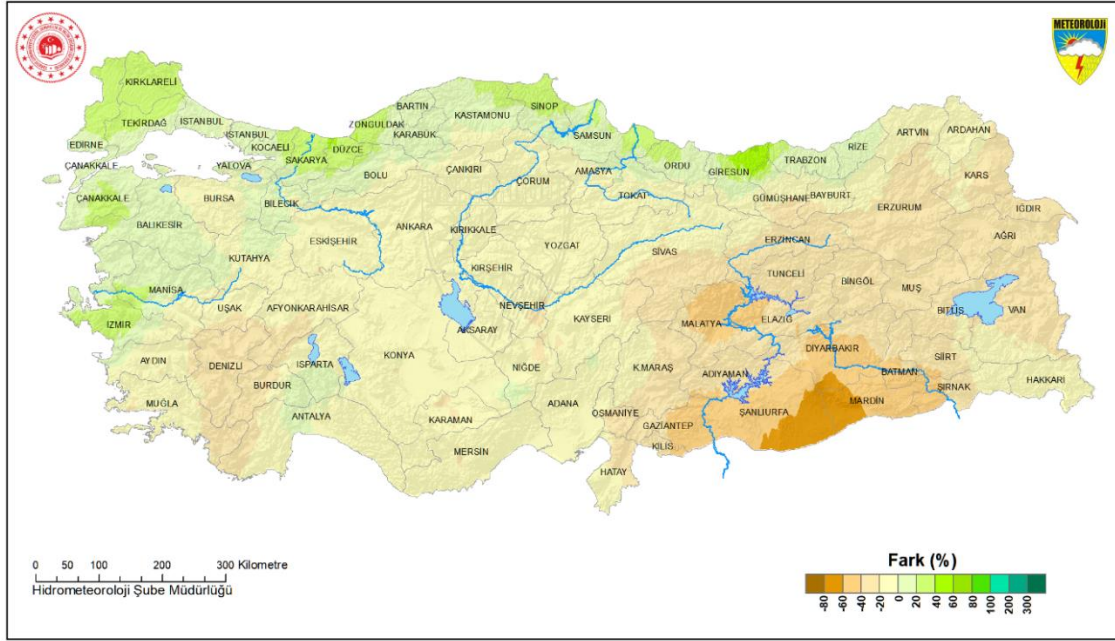
2021 yılında Batı Karadeniz sahil kesimi ile Trabzon civarları hariç Doğu Karadeniz sahil kesimi 1200 mm'nin üzerinde yağış alırken; İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'nun tamamı, Doğu Anadolu'nun doğusu, Denizli, Burdur, Malatya, Elazığ, Erzincan çevrelerinde 200-400 mm aralığında yağış gerçekleşti (Şekil 115). İl geneli yağışlarda Şanlıurfa 215.8 mm ile en az, Rize 1745.3 mm ile en çok yağış alan ilimiz oldu. 2021 yılında Düzce son 91 yılın en yüksek, Şanlıurfa ise son 91 yılın en düşük yağışını aldı.



Şekil 115. 2021 Yılı Alansal Yağış Dağılışı

2021 yılı yağışları, İzmir, Çanakkale, Trakya'nın kuzeyi, Batı Karadeniz, Kastamonu ve Samsun'un doğu kesimleri, Sinop, Ordu ve Giresun çevrelerinde normallerine göre %40'tan daha fazla artış gösterirken, Denizli, Burdur çevreleri, Antalya'nın batısı, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da normallerine göre %20'nin üzerinde azalmalar gözlemlendi. Azalma oranı Mardin ve Şanlıurfa'nın güneyinde %60'ın üzerine çıktı (Şekil 116).

2021 YILI YAĞIŞLARIN NORMALLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI



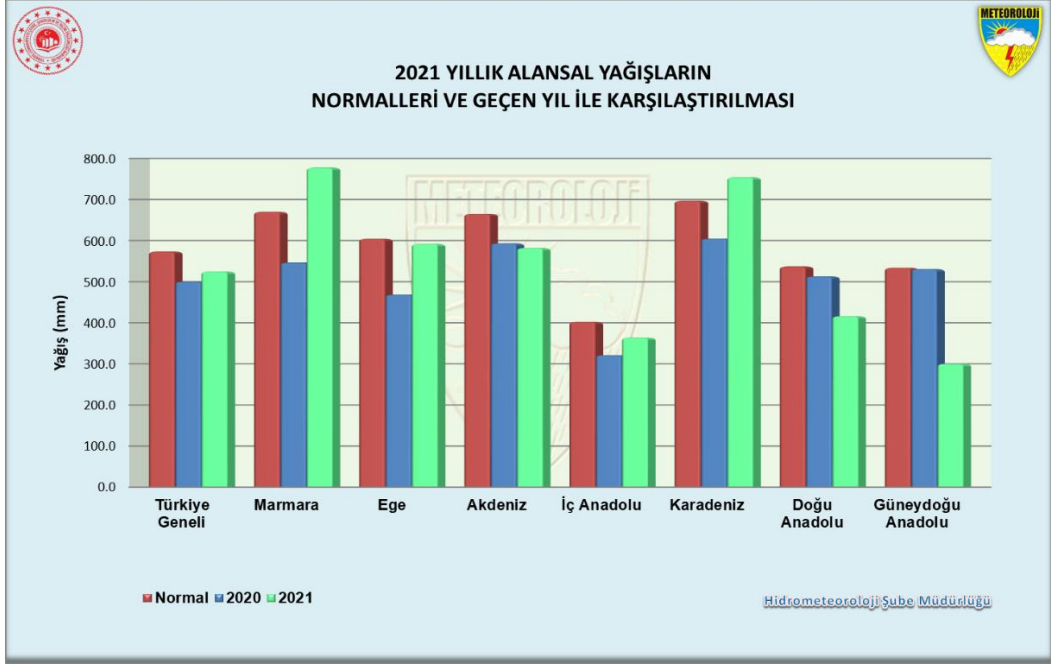
Şekil 116. Türkiye 2021 Yılı Yağışlarının Normalleriyle Karşılaştırılması

Bölgelere Göre Yağışlar

Bölge geneli yağışlarda; Ege Bölgesi normal civarında, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde normalinin üzerinde, diğer bölgeler altında yağış aldı (Tablo 7 ve Şekil 117). Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yıllık yağışlar son 91 yılın en düşük seviyesinde gerçekleşti. 2021 yılında en çok yağış alan bölge 778 mm ile Marmara Bölgesi, en az yağış alan bölge ise 300 mm ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi oldu. Oransal olarak en fazla azalma %44 azalma ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleşti.

Tablo 7. 2021 yılı bölgelerin normal ve geçen yıl yağışlarıyla karşılaştırması

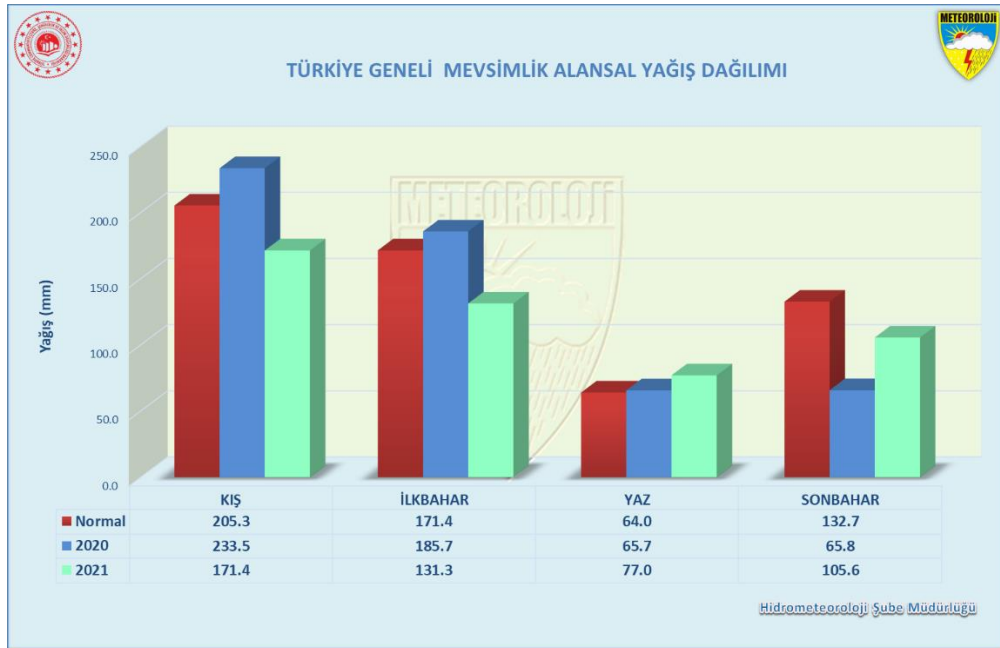
BÖLGELERİN ALANSAL YAĞIŞ DURUMLARI (1 Ocak 2021 - 31 Aralık 2021)					
BÖLGELER	Yağış (mm)	Normali (1991-2020) (mm)	2020 Yılı Yağış (mm)	Normale Göre Değişim (%)	2020 Yılına Göre Değişim (%)
Marmara	777.8	670.0	546.7	16.1 Artma	42.3 Artma
Ege	592.1	604.7	468.7	-2.1 Normali Civarı	26.3 Artma
Akdeniz	582.0	665.1	593.4	-12.5 Azalma	-1.9 Civarı
İç Anadolu	364.0	402.2	321.2	-9.5 Azalma	13.3 Artma
Karadeniz	754.2	697.0	604.9	8.2 Artma	24.7 Artma
Doğu Anadolu	416.2	537.3	512.9	-22.5 Azalma	-18.9 Azalma
Güneydoğu Anadolu	300.1	533.9	530.6	-43.8 Azalma	-43.4 Azalma



Şekil 117. 2021 Yılı Yağışlarının Bölgelere Göre Durumu

Mevsimlik Yağış Değerlendirmesi

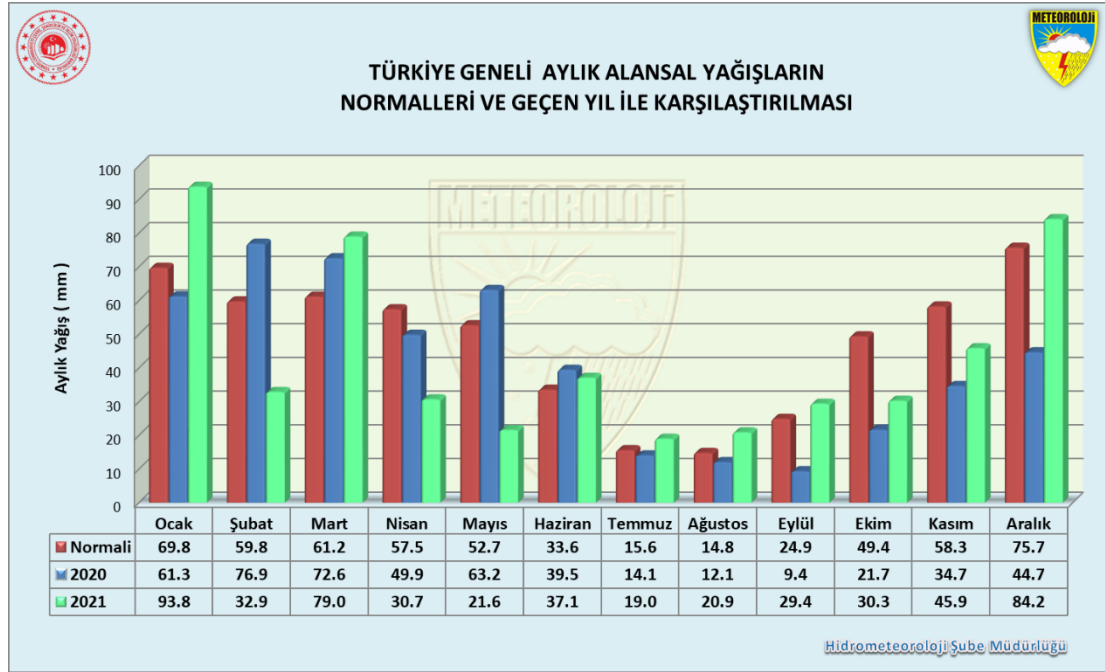
Ülke genelinde sadece yaz mevsimi yağışları normalinin üzerinde gerçekleşmiştir. Geçen yıl mevsim yağışlarına göre ise yaz ve sonbahar mevsimlerinde artış gerçekleşti (Şekil 118).



Şekil 118. Mevsimlik Alansal Yağış Dağılımı

Aylık Yağış Değerlendirmesi

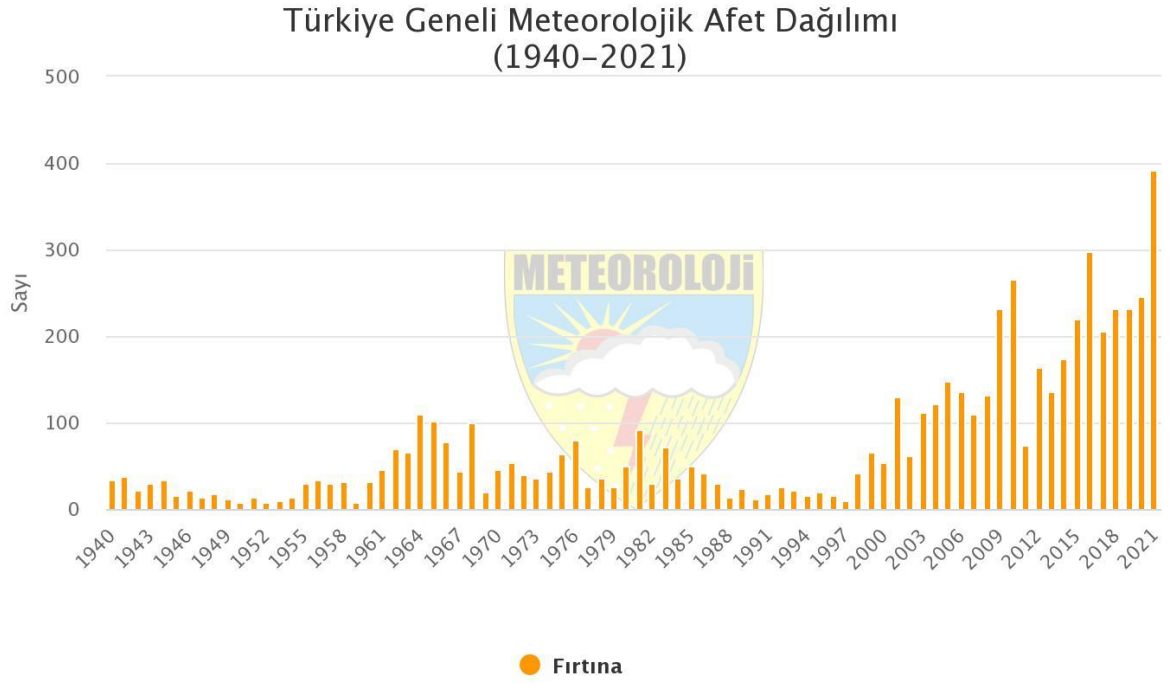
Türkiye geneli alansal yağışları 2021 yılının Ocak, Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Aralık aylarında normallerinin üzerinde gerçekleşirken, en yüksek yağışlı ay 94 mm ile Ocak ve en düşük yağışlı ay 19 mm ile Temmuz olmuştur (Şekil 119). Mayıs ayı yağışları 1930 yılından bu yana en düşük seviyesinde gerçekleşmiştir.



Şekil 119. Türkiye geneli aylık alansal toplam yağışlar

3.2.3. Fırtına

Fırtına afetleri, her yıl binlerce insanın etkilenmesine direk ya da dolaylı yollarla sebep olmaktadır. Yerleşim yerleri, kara, deniz ve hava yolu ulaşımın aksaması ya da durması, hayvanların zarar görmesi, her türlü tarım alanları, seracılık, ağaçların devrilmesi ya da zarar görmesi gibi birçok etkiye sebep olan fırtına afeti her yıl maddi olarak da birçok zarara neden olmaktadır. Fırtına afetinin insanlara ve çevreye bıraktığı hasar dışında, etkileri ile diğer afetleri tetiklemesi de önemli bir ayrıntıdır. Örneğin, orman yangınlarının en önemli sebeplerinden birisi de fırtına sonucu hasar gören enerji nakil ve dağıtım hatlarının yangınların başlamasına yol açmasıdır. Ayrıca fırtınanın, orman yangınlarının büyümesi, ani yön değiştirmesi, kar ve yağmur yağışı sırasında görülmesi olayı daha ciddi bir boyuta getirmektedir.



Şekil 120. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Fırtına Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

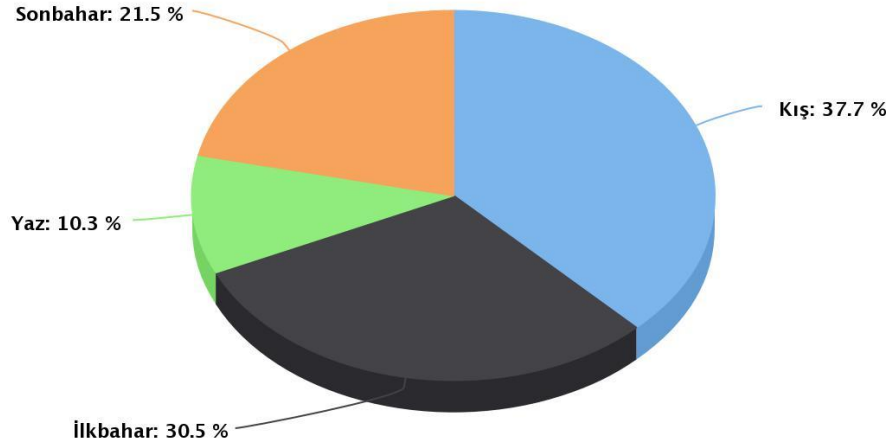
Meteoroloji Genel Müdürlüğü fevk kayıtlarına göre; uzun yıllar fırtına afeti sayılarına bakıldığında, son 10 yıl içerisinde fırtına afet sayısının önceki yıllara göre daha fazla olduğu görülmektedir.

2021 yılında yaşanan 393 fırtına afeti uzun yıllar sayılarına bakıldığında yüksek bir rakam olarak karşımıza çıkmaktadır. Fırtına afeti, 2021 yılı tüm afetlerin %39'unu oluşturmaktadır. 2021 yılı fırtına afetinin en fazla görüldüğü yıl olmuştur (Şekil 120).

Fırtına afetinin 2021 yılında mevsimlere göre dağılımına bakıldığında en çok gözlemlendiği dönemin kış mevsimi olduğu görülmektedir. Yıl boyunca kayıt altına alınan fırtına afetlerinin %37,7 kış, %30,5 ilkbahar, %21,5 sonbahar, %10,3 ise yaz mevsiminde gerçekleşmiştir (Şekil 121).

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı

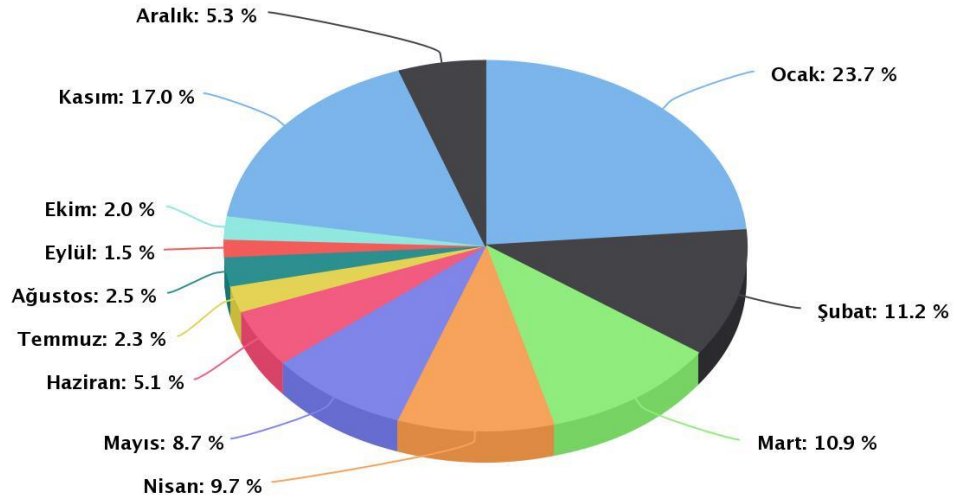
Fırtına



Şekil 121. Türkiye’de 2021 Yılı Fırtına Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)

Fırtına

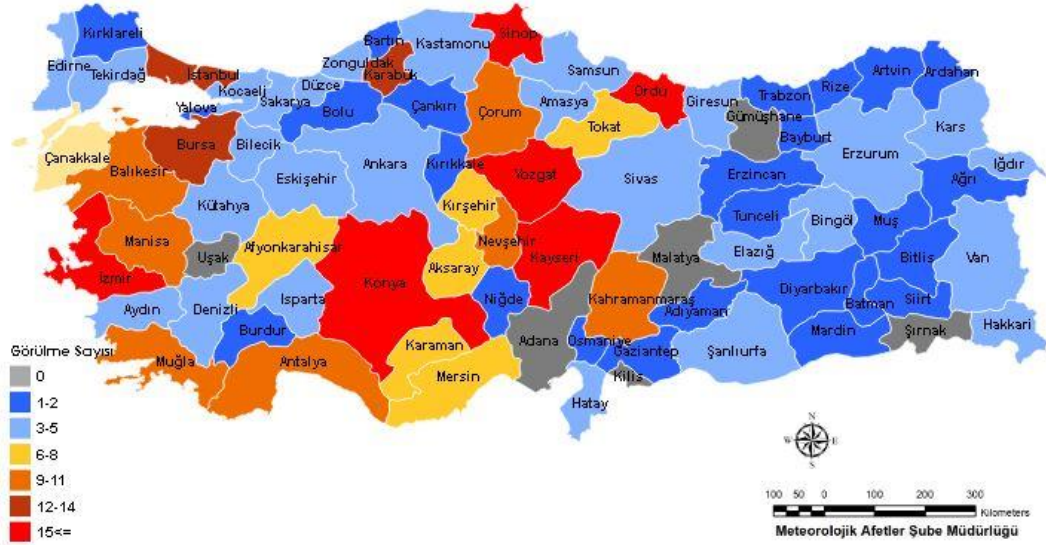


Şekil 122. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Fırtına Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Fırtına afetinin 2021 yılında aylara göre dağılımına bakıldığında en çok gözlemlendiği ayın Ocak ayı olduğu görülmüştür. İkinci sırada en çok görüldüğü ay Kasım, üçüncü sırada ise Şubat ayı olarak kayıtlara geçmiştir (Şekil 122).



Meteorolojik Afetler Dağılımı (2021) Fırtına

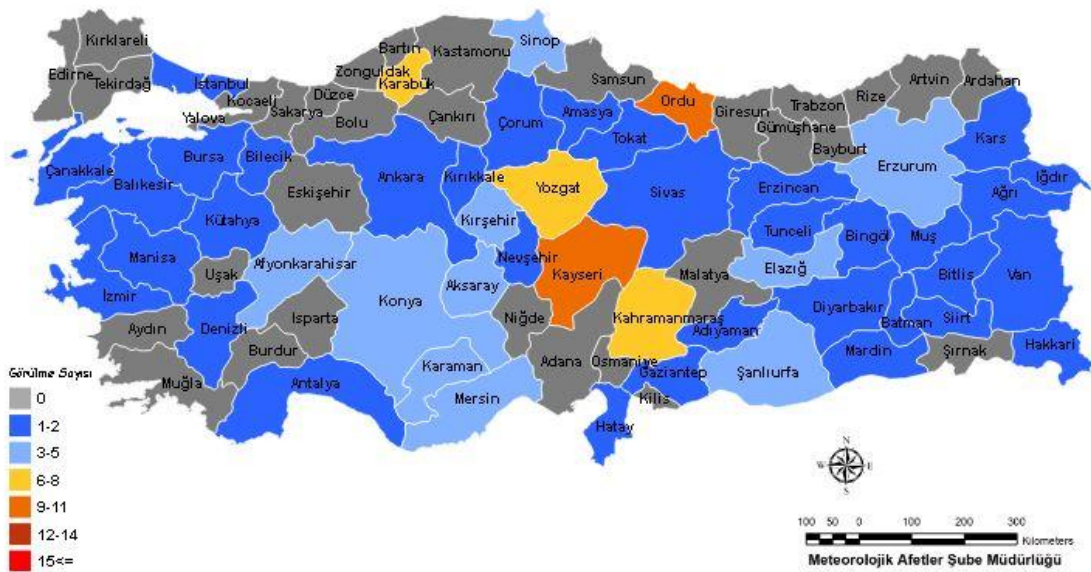


Şekil 123. Türkiye’de 2021 Yılı Meydana Gelen Fırtına Afetinin İllere Göre Dağılımı

Ülkemizde 2021 yılı boyunca elde edilen verilere göre en çok görülen afet fırtına olarak kayıtlara geçmiştir. İzmir, Konya, Sinop, Ordu, Yozgat, Kayseri en çok fırtına afetinin gözlemlendiği iller olarak rapor edilmiştir (Şekil 123).

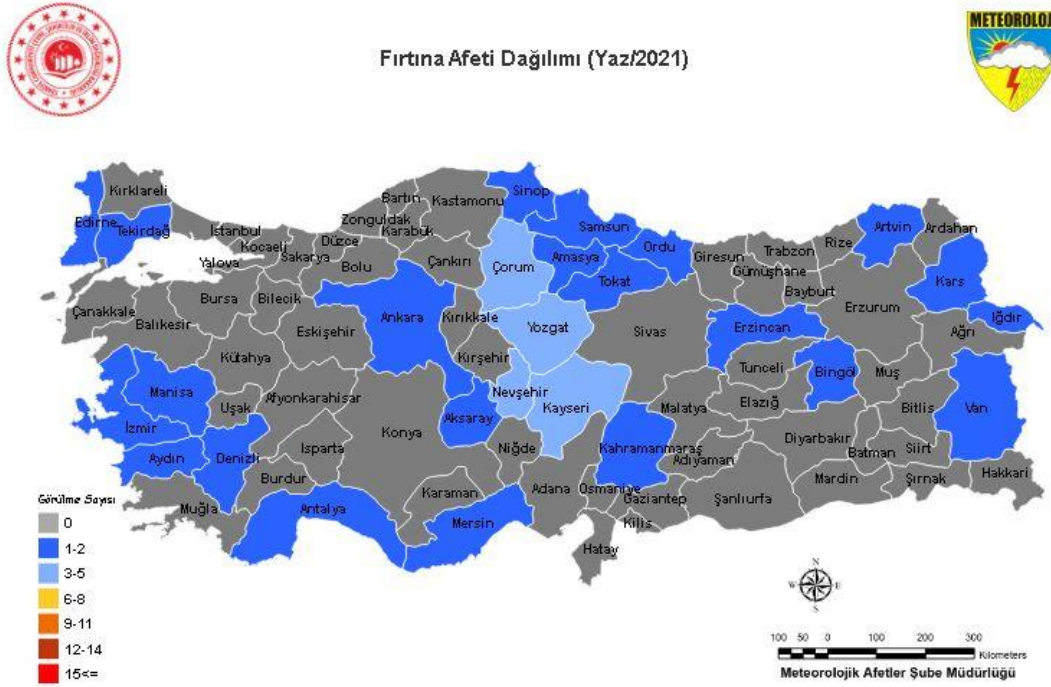


Fırtına Afeti Dağılımı (İlkbahar/2021)



Şekil 124. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

2021 yılı İlkbahar mevsiminde fırtına afetinin en fazla görüldüğü yerler Ordu ve Kayseri illerimiz olmuştur (Şekil 124).



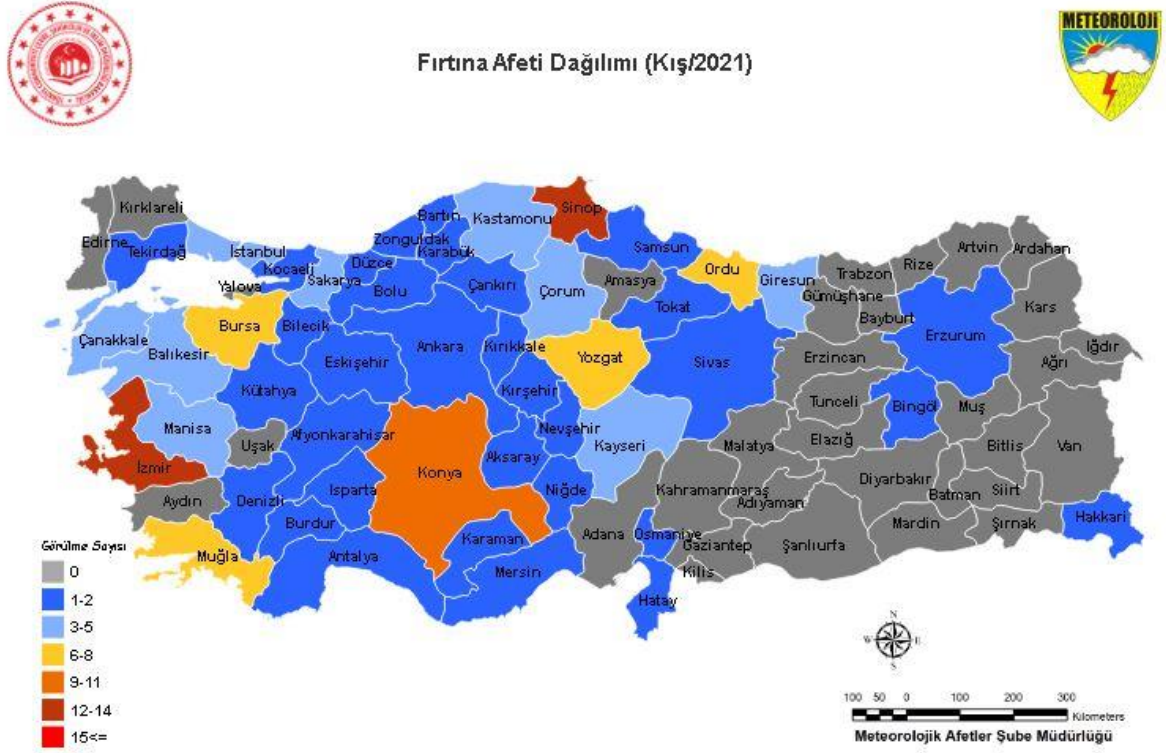
Şekil 125. Türkiye’de 2021 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

2021 yılının yaz mevsiminde Çorum, Yozgat, Nevşehir, Kayseri fırtına afetinden en çok etkilenen illerimiz olmuştur (Şekil 125). Meydana gelen afet olaylarında insanlar, hayvanlar, ulaşım araçları, yerleşim yerleri, haberleşme ve enerji nakil hatları, ağaçlar zarar görmüştür.



Şekil 126. Türkiye’de 2021 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

İstanbul, Bursa, Balıkesir, Manisa, İzmir, Aydın sonbahar mevsiminde en fazla fırtına afeti görülen illerimizdir (Şekil 126).



Şekil 127. Türkiye’de 2021 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

Sinop, İzmir ve Konya kış mevsiminde fırtına afetinin en fazla görüldüğü iller olmuştur (Şekil 127).

Hortum

Hortum, Kümülönimbus bulutundan aşağı doğru sarkan ve yere dokunan, kendi dar eksenini etrafında şiddetli bir şekilde dönerek çok uzun yol kat edebilen hava kolunu olarak tanımlanmaktadır. Dönen rüzgârların ikinci derecede büyük olanı “hortum” adını alır. Bunlar, birkaç yüz metre çaplı, ilerleme hızı 50 km/saati bulabilen, yarım saat kadar devam edebilen rüzgârlardır. Hortum, küçük çaplı da olsa en yıkıcı rüzgârlardan biridir. Hortumlar; küçük, güçlü ve alçak basınç alanlarında, hızlı bir şekilde kendi etrafında dönen rüzgârlardır. Hortumların oluşumu her zaman huni şeklini almış bir bulut ile başlar. Bu huni bulut, bir filin hortumuna benzer. Şiddetli gök gürültüleri ile birlikte dönerek ilerleyen huni bulut yerle temas ettikten sonra hortum olarak adlandırılır. Hortumlar bazen deniz üzerinde oluşur ve “su hortumu” adını alırlar. Su hortumu, bazen kara üzerinde oluştuğundan sonra su üzerine hareket etmiş bir hortum da olabilir. Su hortumları, daha çok sıcak sığ su yüzeyleri üzerinde oluşur. Çoğu hortum 10-15 dakika sürer ve ortalama 10 km yol alır ^[1].

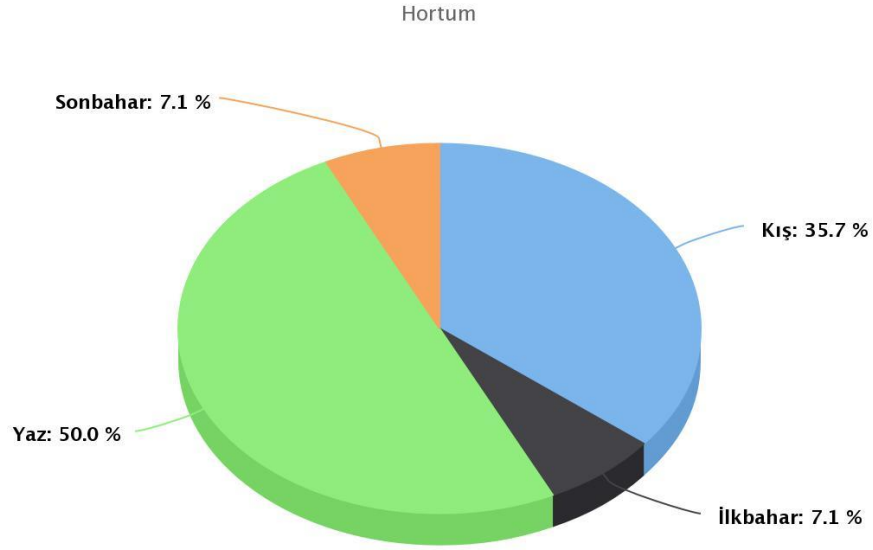
Meteoroloji Genel Müdürlüğü hortum afeti kayıtları (1952-2021) değerlendirmesine göre; Ülkemizde hortum görülme sayılarında 2000’li yıllarda, özellikle 2010 yılından itibaren ciddi bir artış söz konusudur. Ülkemizde hortum afeti en fazla 2019 yılında görülmüştür. En fazla Antalya, Mersin ve Muğla illerimizde meydana gelmiştir. Antalya hortum afetinin görülme sayısı bakımından diğer illerden çok fazla olması ile dikkat çekmektedir.

Ülkemizde 2021 yılında hortum afeti 13 kez görülmüştür. Antalya, Mersin, Nevşehir, Sinop, Kırklareli, Bursa, Kütahya, İzmir, Kars ve Van illerimizde hortum afeti meydana gelmiştir (Şekil 128).



Şekil 128. Türkiye’de 2021 Meydana Gelen Hortum Afetinin İllere Göre Dağılımı

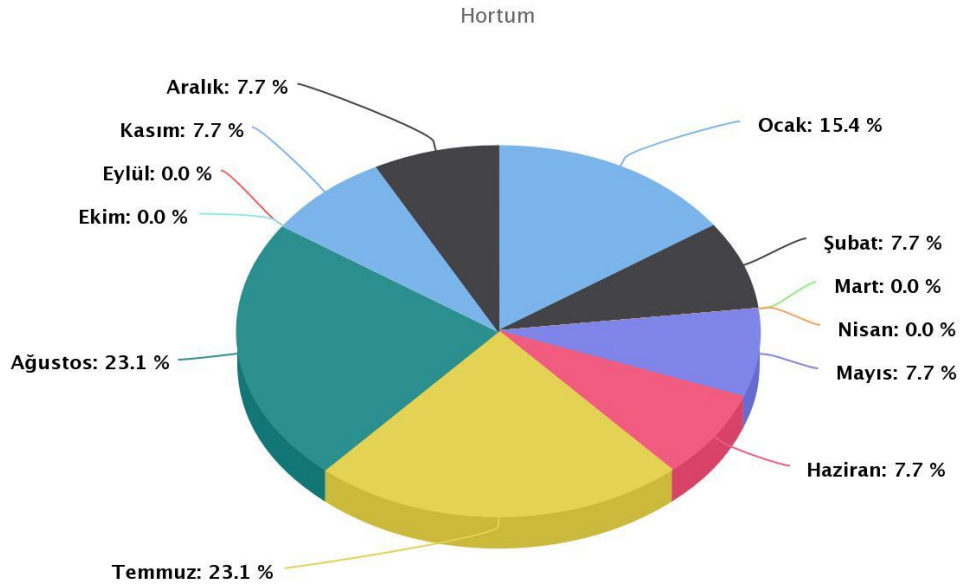
2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı



Şekil 129. Türkiye’de 2021 Yılı Hortum Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Hortum afetinin 2021 yılında mevsimlere göre dağılımına bakıldığında en çok gözlemlendiği dönemin yaz mevsimi olduğu görülmektedir. Yıl boyunca kayıt altına alınan hortum afetlerinin %50 yaz, %35,7 kış, %7,1 sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde gerçekleşmiştir (Şekil 129).

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)



Şekil 130. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Hortum Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Hortum afetinin 2021 yılında aylara göre dağılımına bakıldığında en çok gözlemlendiği ayların Temmuz, Ağustos ve Ocak olduğu görülmüştür (Şekil 130).

Kum Fırtınası

Kuvvetli rüzgârlar tarafından kum parçacıklarının havaya karışmasıyla oluşan fırtına olarak tanımlanmaktadır. Kumla kaplı alanlarda aşırı ısınma sonucunda oluşan kuvvetli rüzgârlar gündüz boyunca gözlemlendiğinden, kum fırtınasını gece görmek mümkün değildir. Kum fırtınası nedeniyle görüş zaman zaman 100 metrenin altına düşer. Kum fırtınalarının yerleşim ve tarım alanlarına, özellikle karayolu ulaşımına, enerji nakil hatlarına, insan sağlığına olumsuz etkileri vardır.

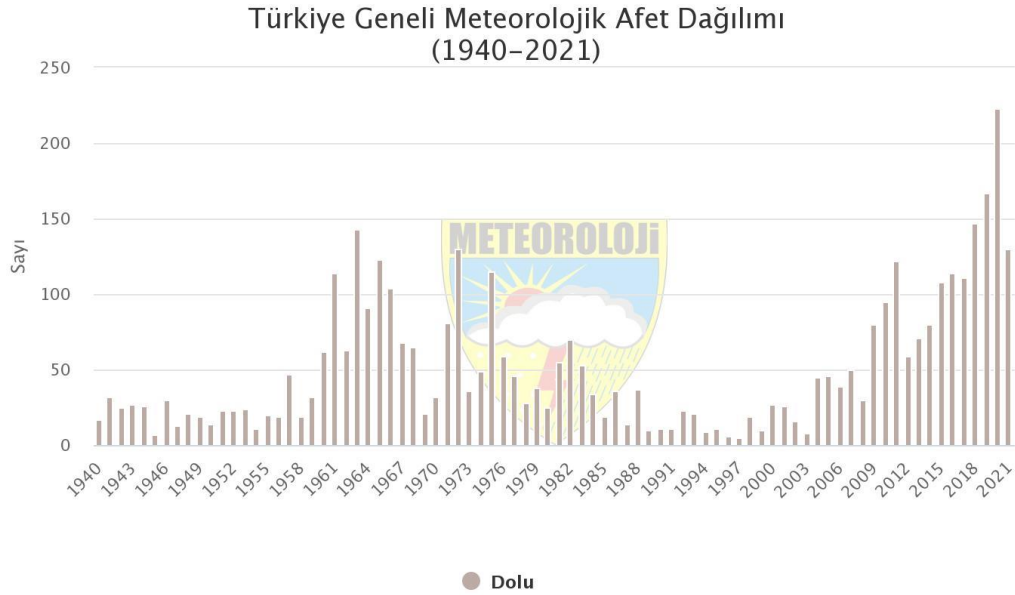
Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün kayıtlarına göre ülkemizde 2021 yılında kum fırtınası afeti 5 kez görülmüştür. 2021 yılında Konya, Aksaray, Niğde ve Mardin illerimizde görülen kum fırtınası afetlerinin tümü Ağustos, Kasım ve Aralık aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 131).



Şekil 131. Türkiye’de 2021 Meydana Gelen Kum Fırtınası Afetinin İllere Göre Dağılımı

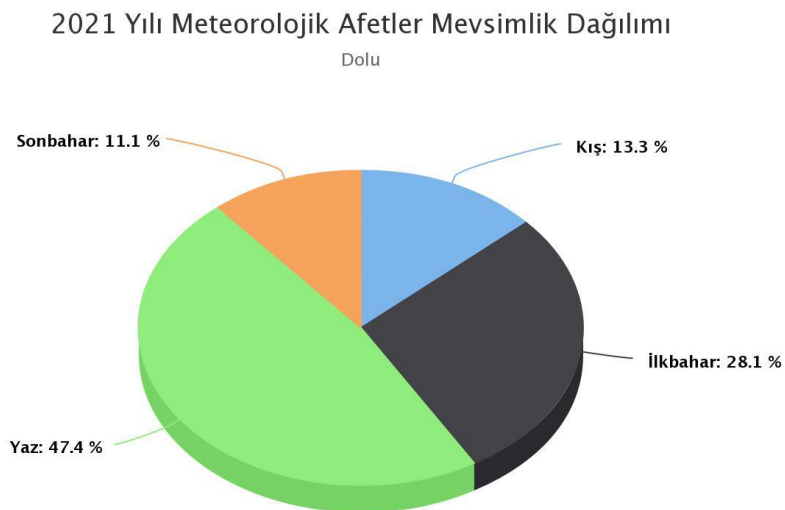
3.2.4. Dolu

Çapı 5-50 mm veya bazen daha büyük küresel veya düzensiz buz parçalarının yağışına dolu denir. Dolu olayı ülkemizde çok sık görülen bir meteorolojik afet olup özellikle tarım sektörü başta olmak üzere birçok alanda önemli zararlara neden olmaktadır ^[1]. 2021 yılı fevk kayıtlarına göre ülkemizde 130 dolu afeti meydana gelmiştir (Şekil 132).



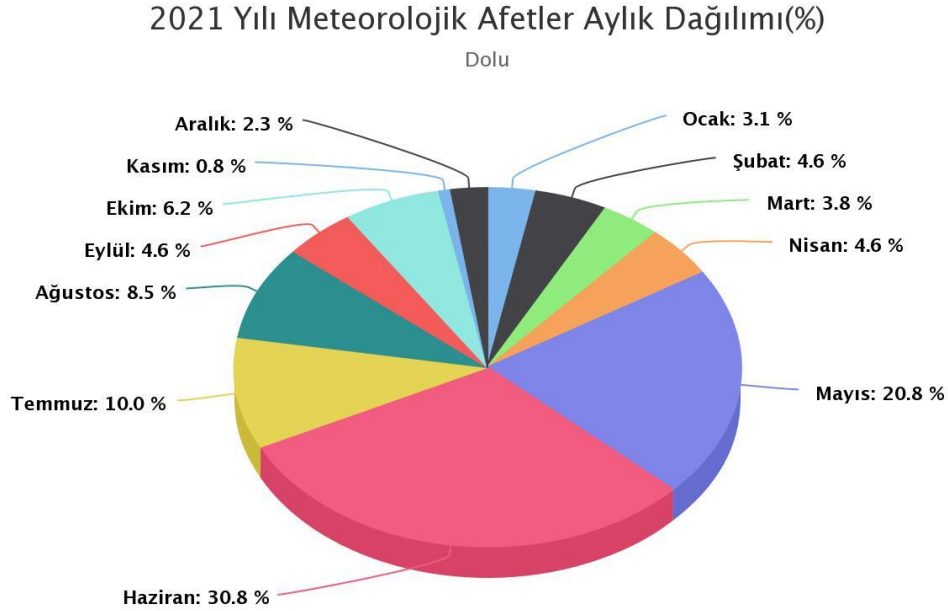
Şekil 132. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Dolu Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2021 yılında ülkemizde görülen dolu afetlerinin; %47,4’ ü yaz, %28,1’i ilkbahar, %13,3’ü kış mevsiminde gözlenmiştir. Dolu afeti an az sonbahar mevsiminde (%11,1) görülmüştür (Şekil 133).

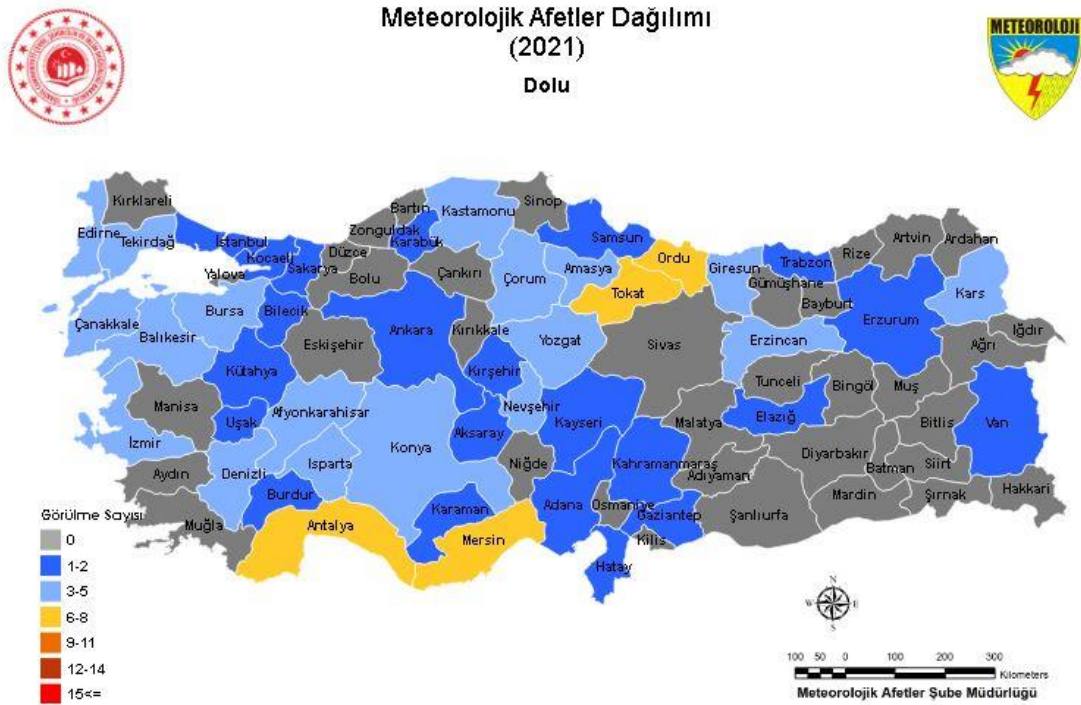


Şekil 133. Türkiye’de 2021 Yılı Dolu Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2021 yılında, dolu afeti Haziran (%30,8) ve Mayıs (%20,8) aylarında yoğun olarak gözlemlenmiştir. 2021 yılında her ay dolu afeti kayıtlara geçmiştir (Şekil 134).

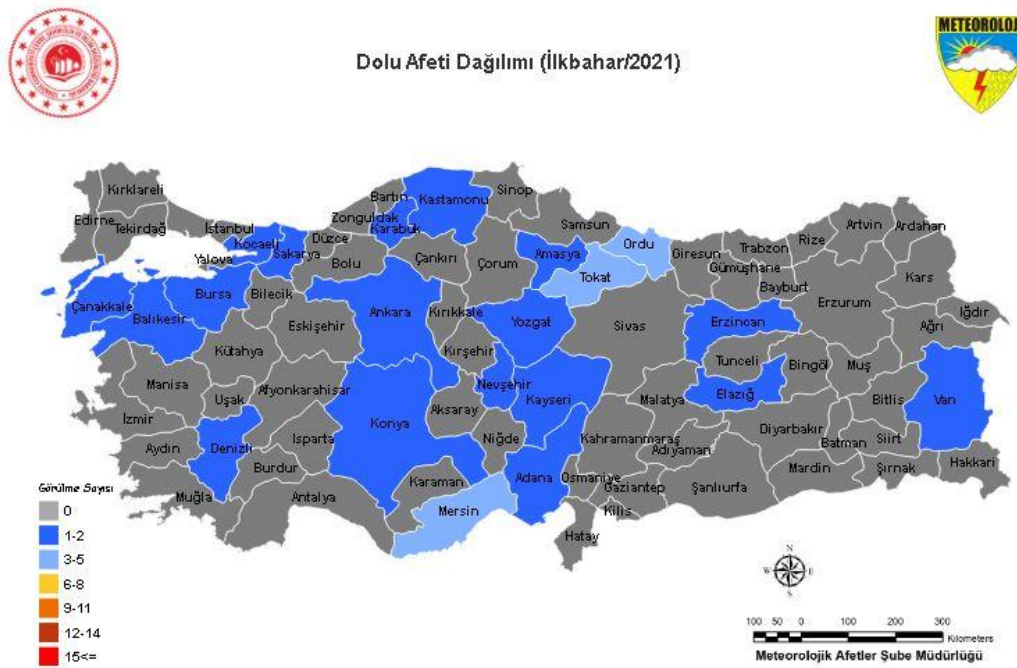


Şekil 134. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Dolu Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri



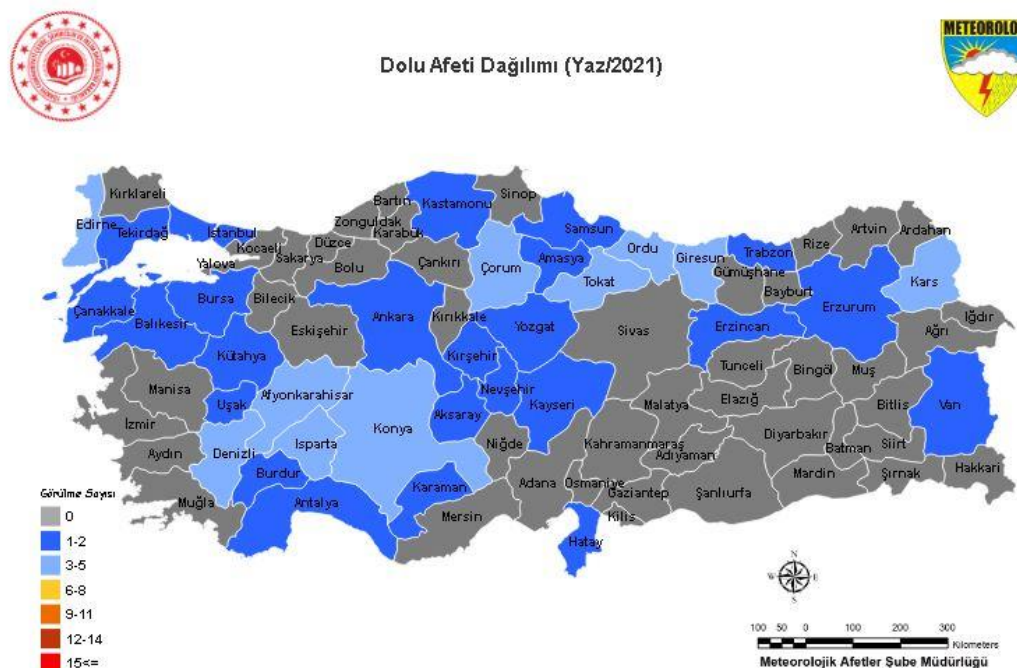
Şekil 135. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Dolu Afetinin İllere Göre Dağılımı

2021 yılı verilerine göre dolu afeti en fazla Antalya, Mersin, Ordu ve Tokat illerinde meydana gelmiştir (Şekil 135).



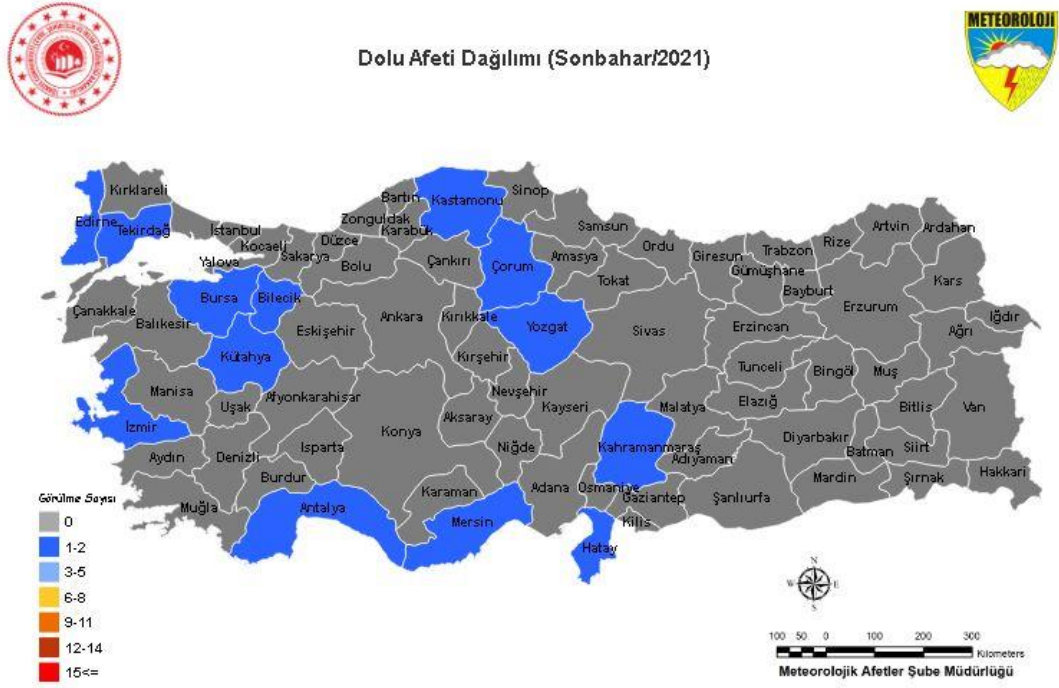
Şekil 136. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2021 yılı ilkbahar mevsiminde dolu afeti en fazla Mersin, Tokat ve Ordu’da meydana gelmiştir (Şekil 136).



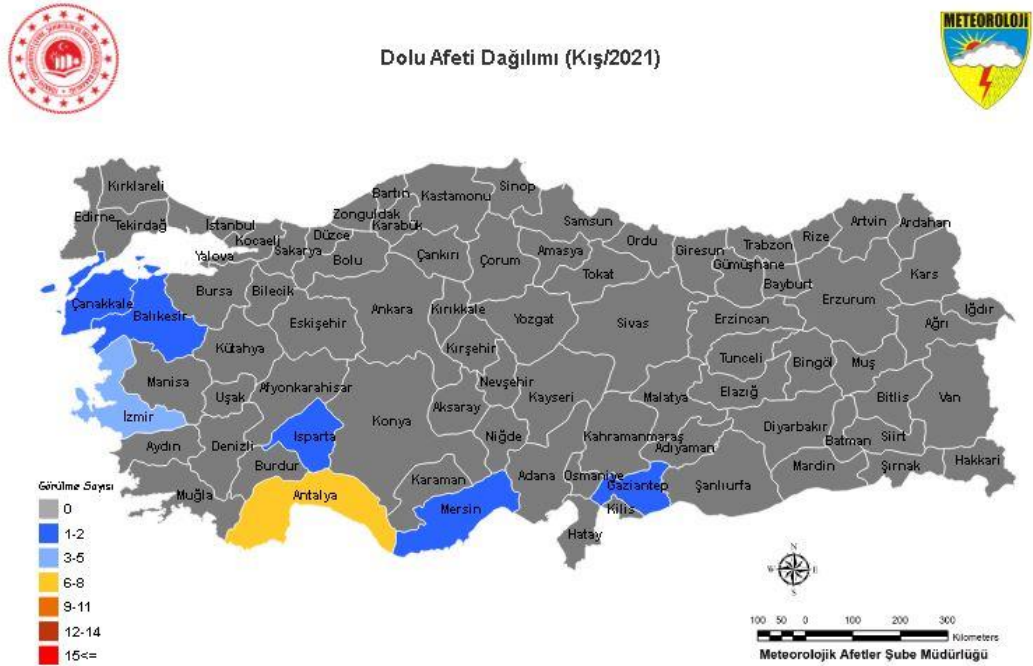
Şekil 137. Türkiye’de 2021 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2021 yılında, yaz mevsiminde en fazla dolu afeti Marmara, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelmiştir (Şekil 137).



Şekil 138. Türkiye’de 2021 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2021 yılı sonbaharda dolu afeti Edirne, Tekirdağ, Bursa, Kütahya, Bilecik, İzmir, Kastamonu, Çorum, Yozgat, Kahramanmaraş, Antalya ve Mersin’de meydana gelmiştir. (Şekil 138).

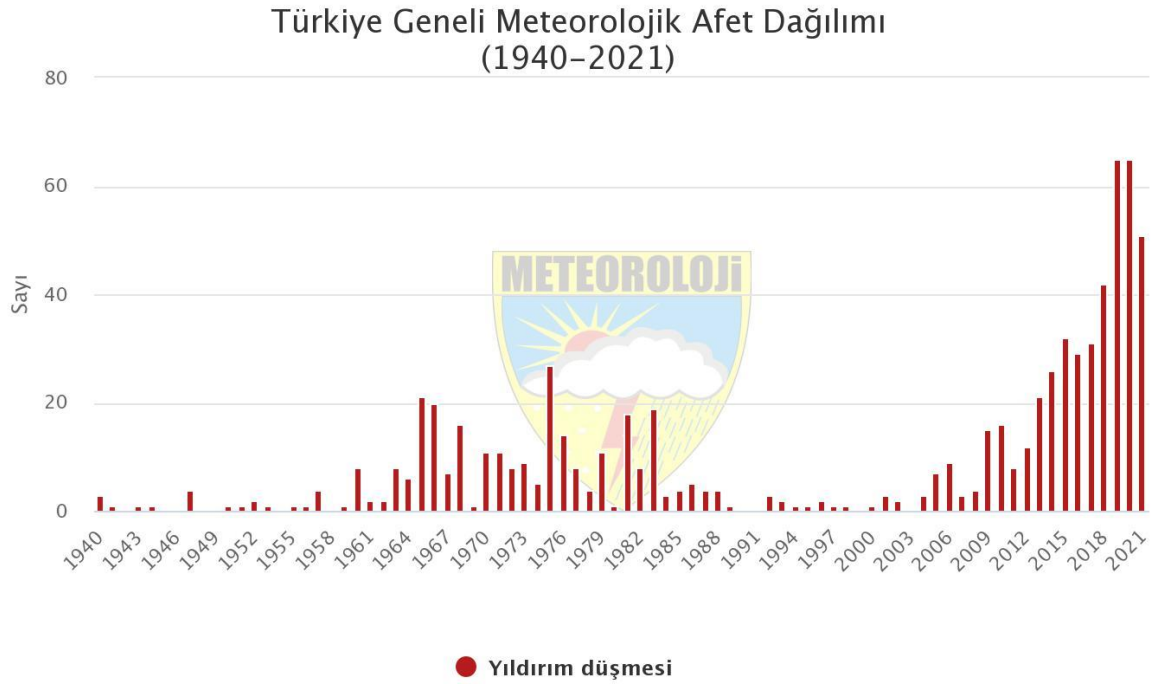


Şekil 139. Türkiye’de 2021 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2021 yılı kış mevsiminde en fazla dolu afeti görülen illerimiz Antalya ve İzmir olmuştur (Şekil 139).

3.2.5. Yıldırım

Uzun yıllar değerlendirmelerine göre; son yıllarda yıldırım afet sayılarında artış trendi görülmektedir. En fazla yıldırım afetinin görüldüğü yıllar 2019 ve 2020 yılları olurken, 2021 yılı üçüncü sırada yer almıştır. (Şekil 140).

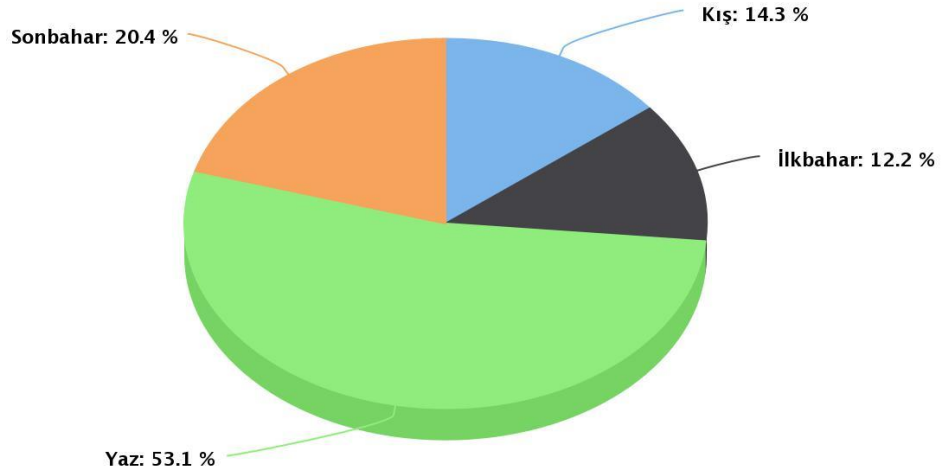


Şekil 140. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Yıldırım Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2021 yılında meydana gelen yıldırım afetinin mevsimsel dağılımına baktığımızda ilk sırayı %53,1 ile yaz mevsimi, aylık dağılımlarda ise %25,5 ile Haziran ayı ilk sırada yer almaktadır (Şekil 141, 142).

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı

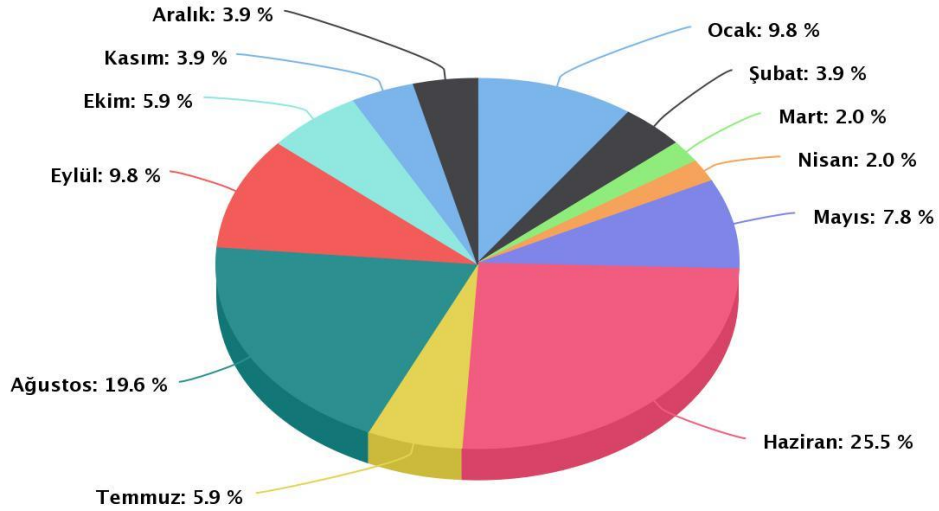
Yıldırım düşmesi



Şekil 141. Türkiye’de 2021 Yılı Yıldırım Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)

Yıldırım düşmesi



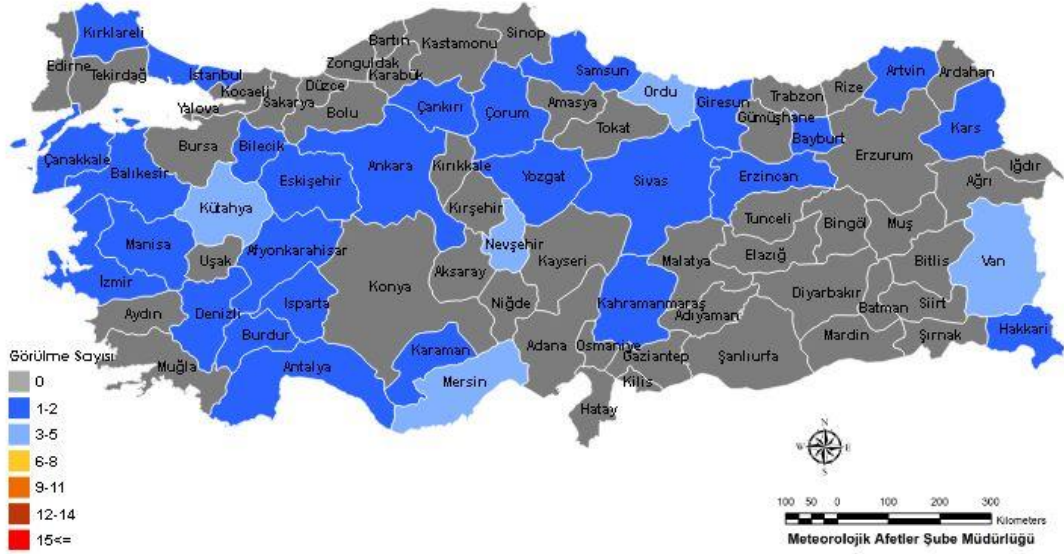
Şekil 142. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Yıldırım Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Yıldırım afeti 2021 yılında en fazla Ordu, Kütahya, Nevşehir, Mersin ve Van illerinde görülmüştür (Şekil 143).



Meteorolojik Afetler Dağılımı (2021)

Yıldırım düşmesi



Şekil 143. Türkiye’de 2021 Yılı Meydana Gelen Yıldırım Afetinin İllere Göre Dağılımı

2021 yılında yıldırım afeti ilkbahar mevsiminde Çorum, Ankara, Ordu, Nevşehir ve Kars illerinde, yaz mevsiminde Van, sonbahar mevsiminde Mersin, kış mevsiminde ise Balıkesir’de en fazla rapor edilmiştir (Şekil 144, 145, 146, 147).



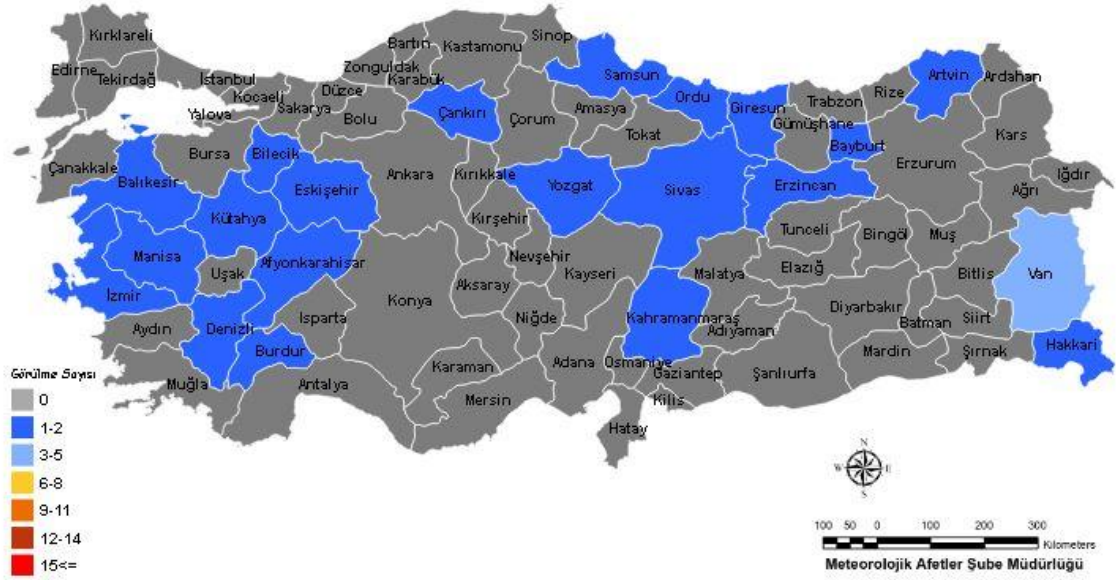
Yıldırım düşmesi Afeti Dağılımı (İlkbahar/2021)



Şekil 144. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



Yıldırım düşmesi Afeti Dağılımı (Yaz/2021)



Şekil 145. Türkiye’de 2021 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



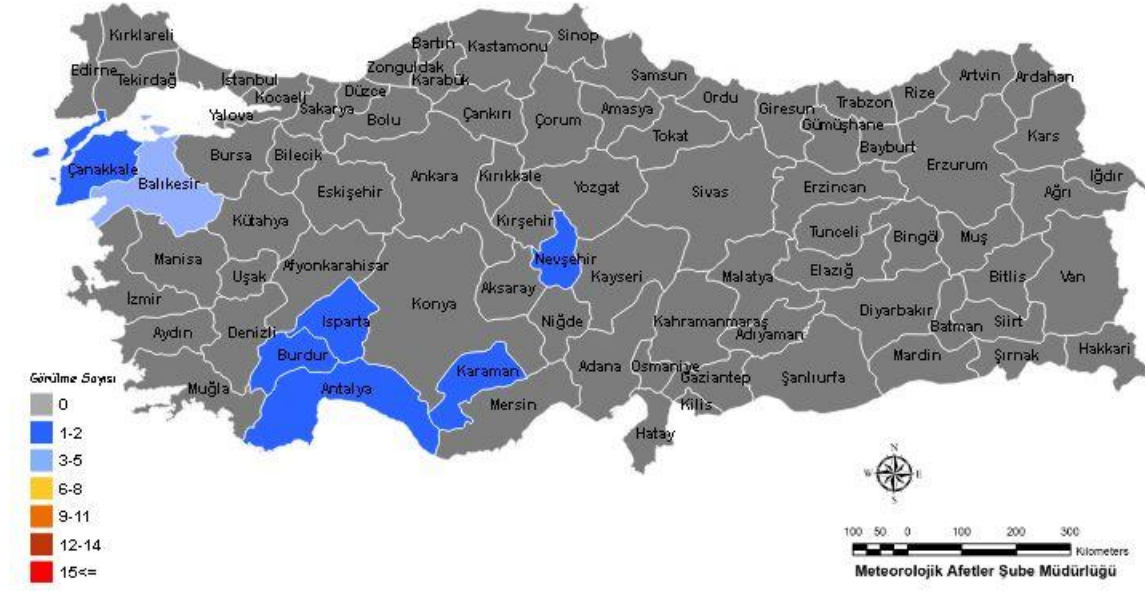
Yıldırım düşmesi Afeti Dağılımı (Sonbahar/2021)



Şekil 146. Türkiye’de 2021 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



Yıldırım düşmesi Afeti Dağılımı (Kış/2021)



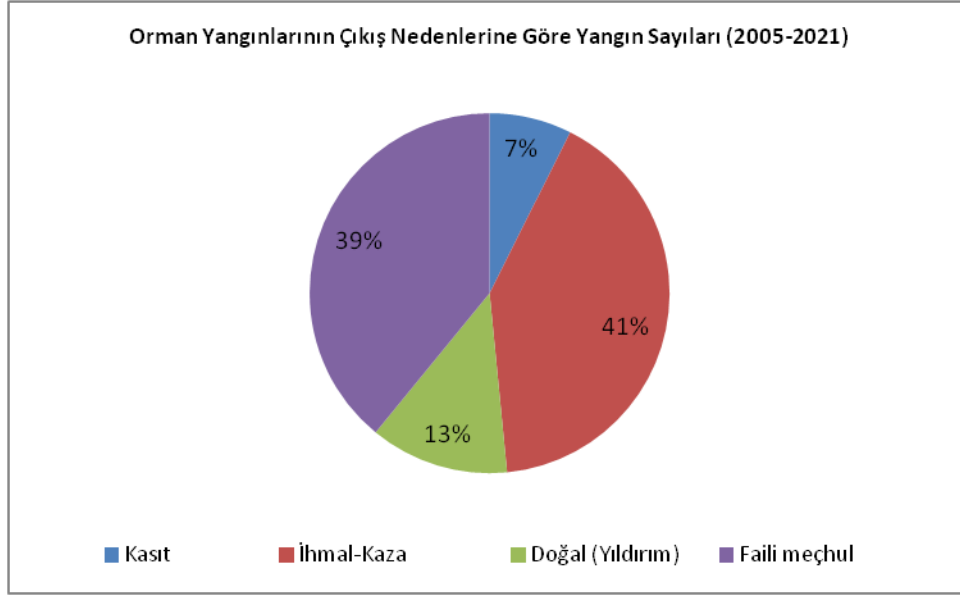
Şekil 147. Türkiye’de 2021 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı

3.2.6. Orman Yangınları

Günümüzde ormanları tehlikeye sokan etkenlerin başında insanlar ve yangınlar gelmektedir. Ülkemiz Akdeniz coğrafyası ve iklim kuşağında yer alması nedeniyle yaz aylarında yoğun bir yangın tehdidi altında bulunmakta, buna bağlı olarak her yıl çıkan çeşitli sayıdaki orman yangınları sonucu önemli miktarda ormanlık alanı zarar görmektedir ^[90].

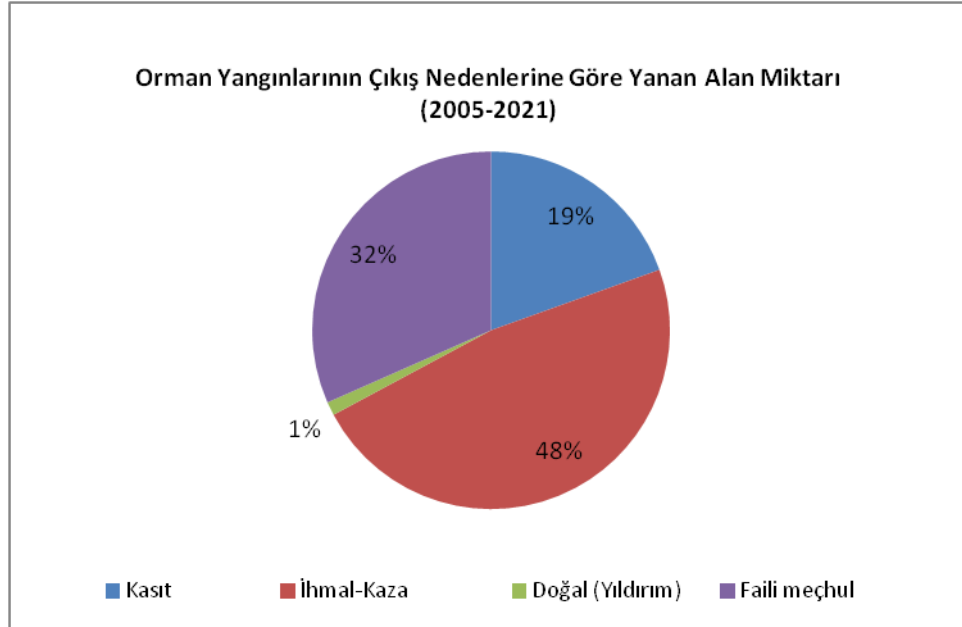
Ülkemizin özellikle Kahramanmaraş’tan başlayıp Akdeniz ve Ege sahil bölgelerinden İstanbul’a kadar uzanan kıyı bandı yaklaşık %57’si yangınlar açısından en riskli bölgeyi oluşturmaktadır ^[91]. Meteorolojik koşullar orman yangınlarının oluşumu, şiddeti ve süresi üzerinde son derece etkili olmaktadır. Gerek insan kaynaklı gerekse nedeni doğaya bağlı orman yangınları ancak meteorolojik koşullar uygun olduğu zaman meydana gelebilir. Yangınla mücadele amacıyla geliştirilen model ve sistemler de hassas olarak ölçülen meteorolojik verilerle işlerlik kazanır ^[92].

Orman yangınları için önceden tedbir alınabilmesine yönelik Meteoroloji Genel Müdürlüğü çalışanları tarafından geliştirilen, Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS), Alaro sayısal hava tahmin model verileri ile ülkemiz için gelecek üç günlük saatlik orman yangın tehlike haritaları her gün operasyonel olarak hazırlanmakta ve Orman



Şekil 149. Türkiye’de 2005-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Orman Yangınlarının Çıkış Nedenlerine Göre Yangın Sayılarının Dağılımı

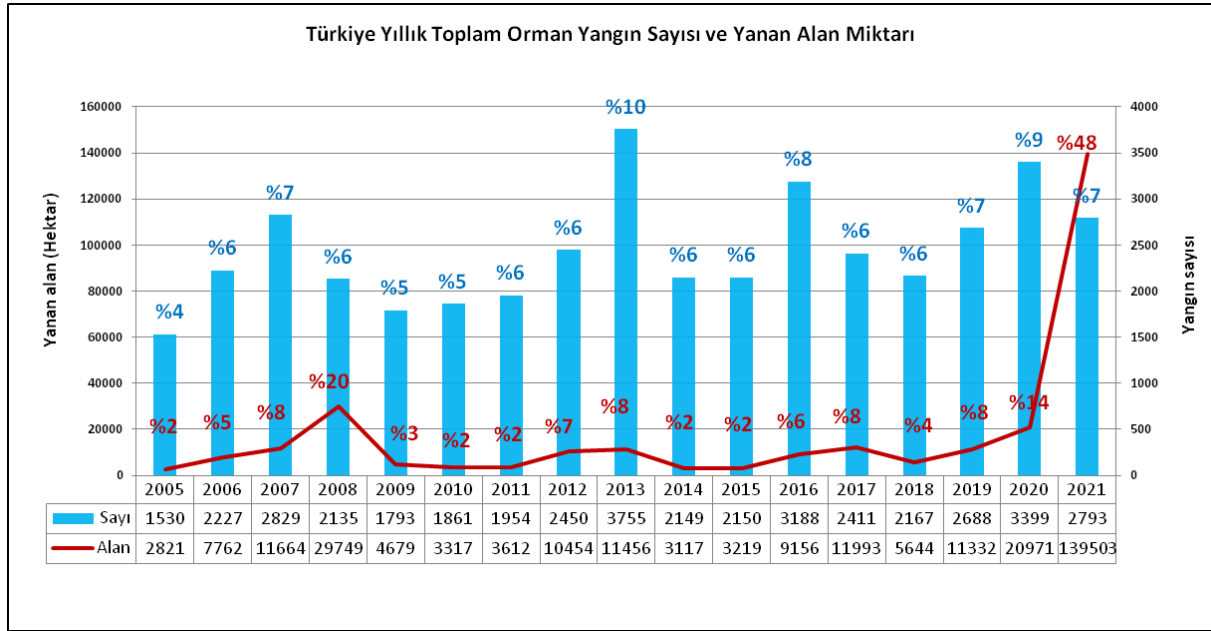
Bu dönemde orman yangınlarının çıkış nedenlerine göre yanan alan miktarı dağılımları incelendiğinde %99 insan kaynaklıdır (%40’ı ihmal-kaza, %37’si faili meçhul, %22’si kasıt) (Şekil 150).



Şekil 150. Türkiye’de 2005-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Orman Yangınlarının Çıkış Nedenlerine Göre Yanan Alan Miktarlarının Dağılımı

Ülkemizde son 17 yıllık (2005-2021) OGM orman yangın kayıtları incelendiğinde çıkan 41479 orman yangınında 290449 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür ^[93]. Bu dönem

içerisinde meydana gelen orman yangınlarında; yangın sayısı bakımından %10 ila 2013 yılı ve yanan alan bakımından ise %48 ile 2021 yılı en yüksek değerlere sahiptir (Şekil 151).



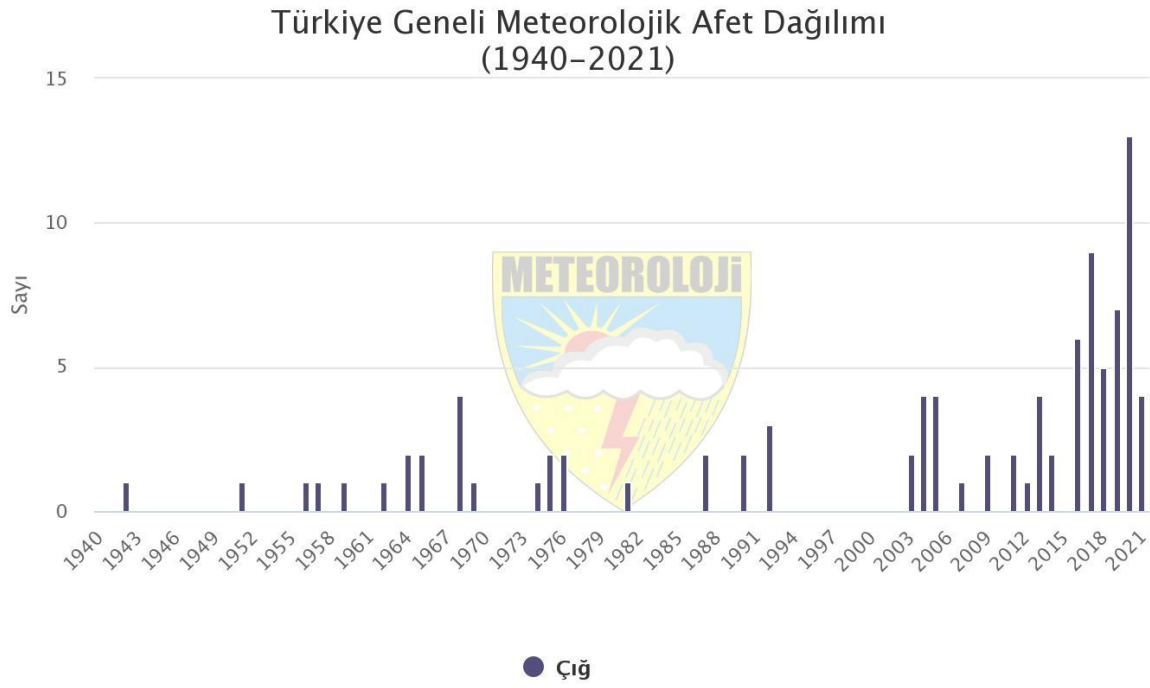
Şekil 151. Türkiye Geneli Yıllık Toplam Orman Yangın Sayısı ve Yanan Alan Miktarı

2008 ve 2021 yılları Türkiye’de çok sayıda Büyük orman yangınının oluştuğu kurak koşullara sahip ve orman yangınlarıyla mücadelenin zor gerçekleştirildiği yıllar olarak karşımıza çıkmaktadır.

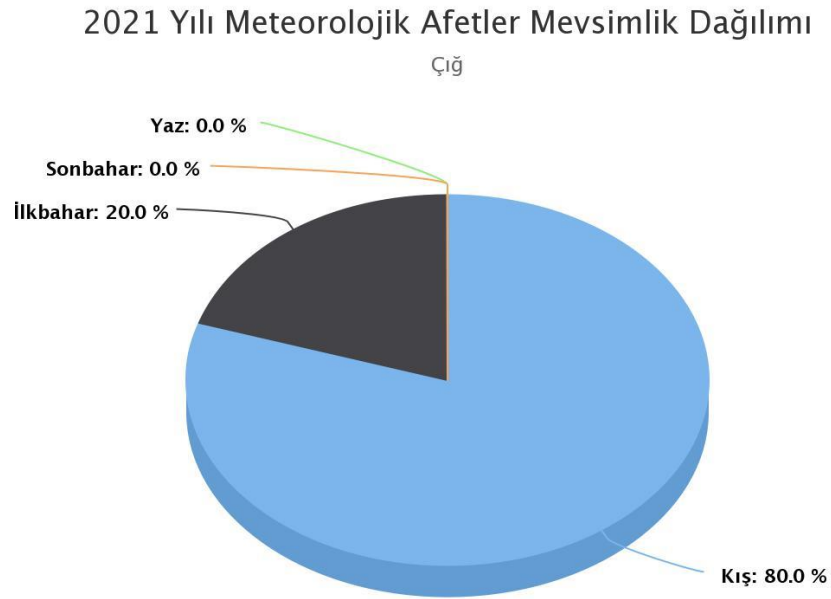
3.2.7. Çığ

Çığ, özellikle dağlık, karlı ve eğimli bölgelerde, kar örtüsünün iç ve/veya dış kuvvetlerin etkisiyle hızlıca düşmesi olarak adlandırılır. Çığın oluşumu ve etkisi, o bölgenin topografik yapısına, meteorolojik parametrelerine ve kar örtüsünün durumuna göre değişir. Türkiye’nin dağlık ve karlı araziler üzerinde, yeni yağan karın miktarı, kar örtüsünün yapısı, rüzgâr ve sıcaklık gibi çabuk değişen hava şartları çığ tehlikesini ortaya çıkartmaktadır. Kar fırtınası sebebiyle oluşan çıglarda vardır. Özellikle Doğu, Güneydoğu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde sıkça çığ olayı meydana gelmektedir. Çığ düşmesi, can ve mal kayıplarının yanı sıra, çok sayıda hayvanın telef olması, evlerin zarar görmesi, elektrik ve haberleşme hatlarının tahribi, ulaşım yolların kapanması, sanayi, turistik ve köprülerin yıkılması, ormanlardaki bir kısım ağaçların yok olması sebebiyle ekonomik kayıplara sebep olmaktadır ^[1].

MGM fevk kayıtlarına göre, 2021 yılında 4 çığ afeti rapor edilmiştir. Uzun yıllar kayıtlarına göre çığ afeti en fazla 2020 yılında görülmüştür (Şekil 152). 2021 yılında ülkemizde çığ afeti kış ve ilkbahar mevsiminde görülmüştür (Şekil 153).



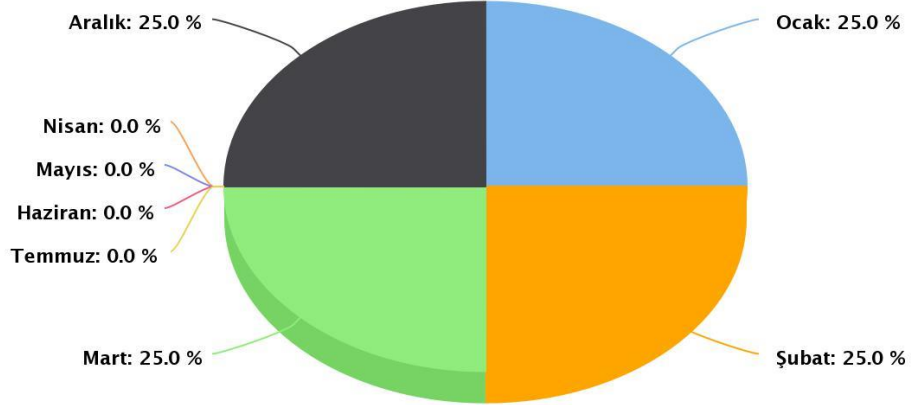
Şekil 152. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Çığ Afetinin Yıllara Göre Dağılımı



Şekil 153. Türkiye’de 2021 Yılı Çığ Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)

Çığ



Şekil 154. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Çığ Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2021 yılında ülkemizde çığ afeti Ocak, Şubat, Mart ve Aralık aylarında görülmüştür (Şekil 154).



Şekil 155. Türkiye’de 2021 Meydana Gelen Çığ Afetinin İllere Göre Dağılımı

2021 yılında Van, Tunceli ve Bingöl çığ afetinin görüldüğü illerdir (Şekil 155).



Çığ Afeti Dağılımı (İlkbahar/2021)



Şekil 156. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Çığ Afeti Dağılımı

Ülkemizde 2021 yılı ilkbahar mevsiminde Van ilimizde çığ afeti yaşanmıştır (Şekil 156).



Çığ Afeti Dağılımı (Kış/2021)



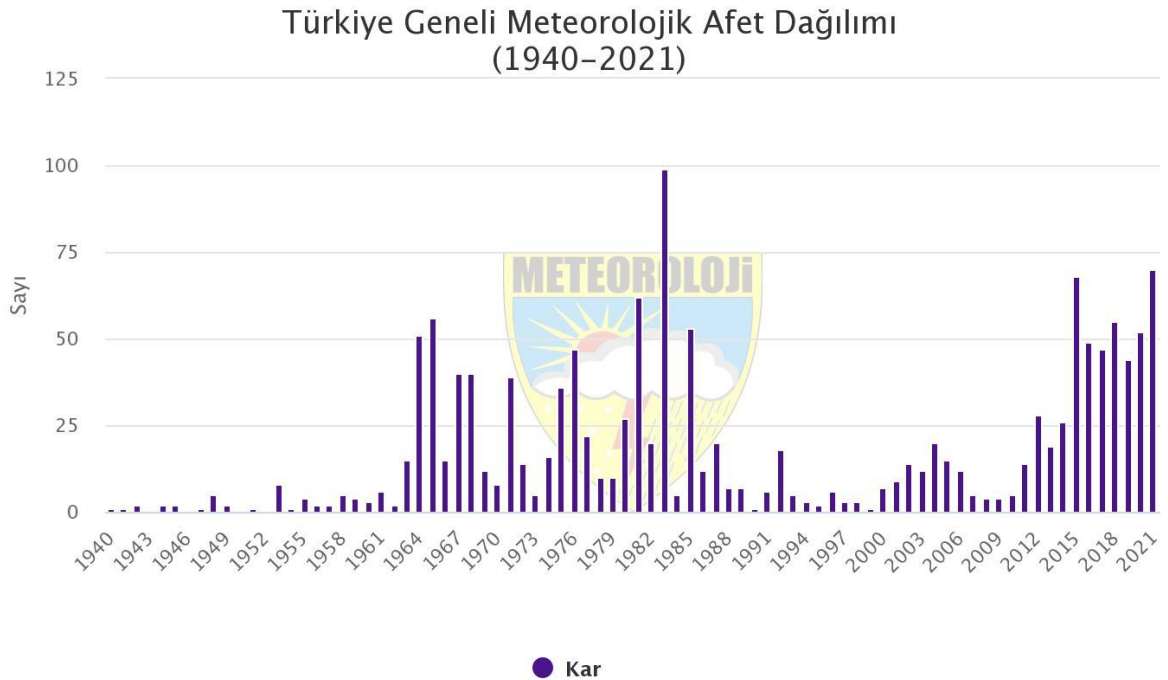
Şekil 157. Türkiye’de 2021 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Çığ Afeti Dağılımı

Ülkemizde 2021 yılı kış mevsiminde Van, Hakkâri, Bingöl illerimizde çığ afeti yaşanmıştır (Şekil 157).

3.2.8. Kar

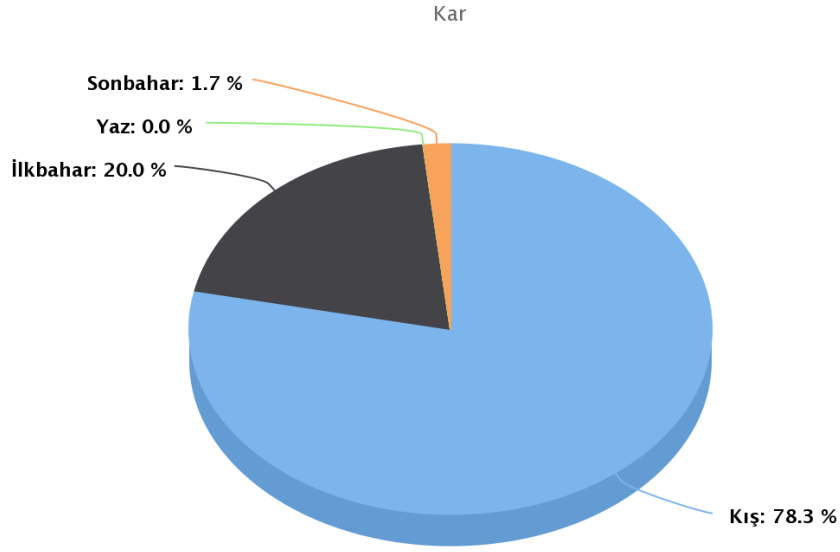
Kar yağışı genelde stratiform tipi bulutlardan, eğer sağanak şeklindeyse cümüliform tipi bulutlardan oluşur. Kar yağışının meydana gelmesinde sıcaklık önemlidir. Yer seviyesindeki sıcaklığın 0 °C' ye yakın, sıfır derecede ya da altında olması gerekir. Kar yağışı, özellikle kış aylarında Balkanlar, Karadeniz ve Orta Akdeniz'den gelen sistemlerin etkisiyle meydana gelmektedir ^[94]. Ülkemizde özellikle karasal ve yüksek rakımlı bölgelerimizde kar yağışının uzun süreli ve etkili şekilde yağması, birçok ulaşım yollarında aksamalara ya da kapanmasına yol açmakta, kentsel - kırsal yaşamda sosyo-ekonomik yapıya, tarım alanlarına, enerji nakil hatlarına ve hayvancılığa zarar vermektedir. Kar afeti, özellikle kış şartlarının ağır geçtiği bölgelerde yaşayan insanların ve diğer canlıların sağlığını ve güvenliğini tehdit etmektedir ^[1].

2021 yılında Türkiye'de kar afeti 70 kez görülmüştür ve tüm afetlerin %7'sini oluşturmaktadır (Şekil 158).



Şekil 158. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Kar Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

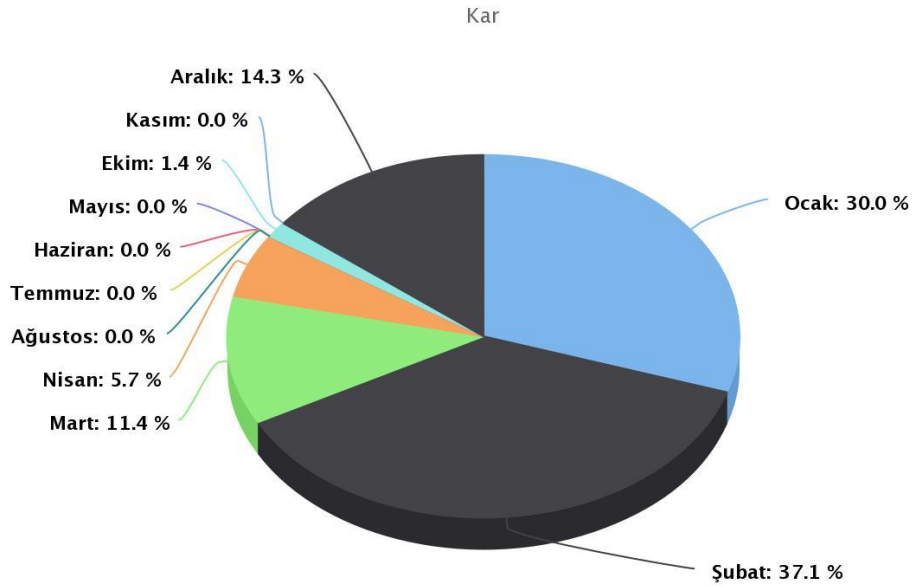
2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı



Şekil 159. Türkiye’de 2021 Yılı Kar Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

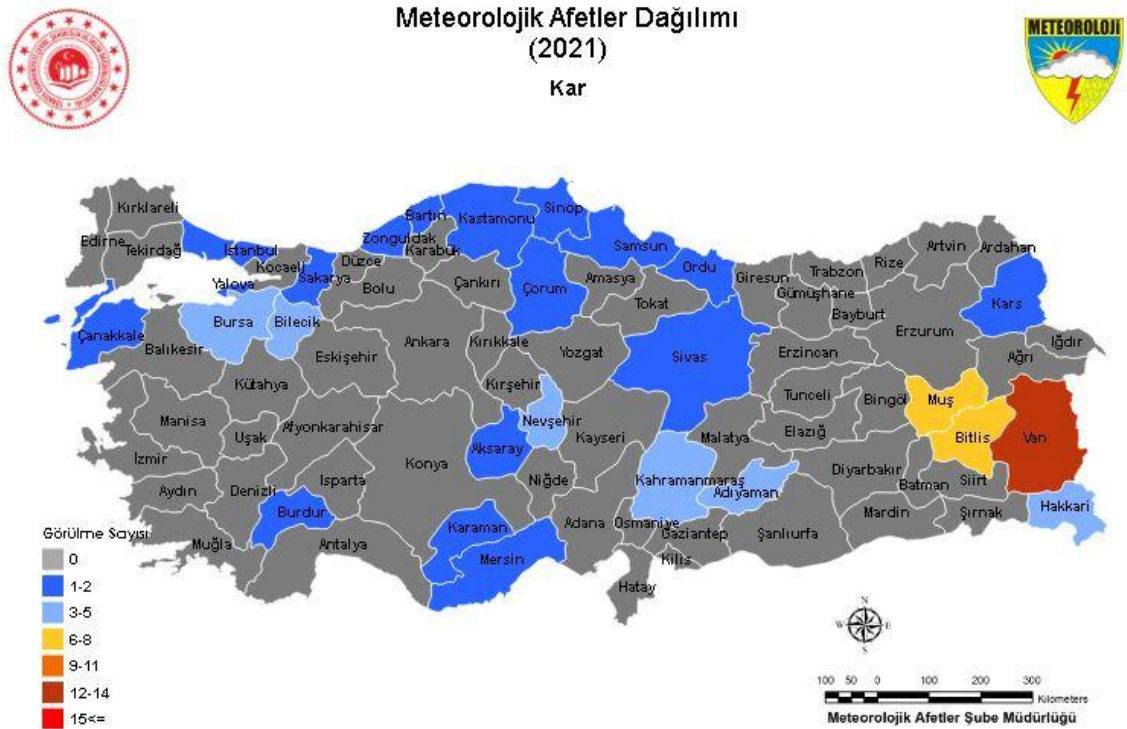
Ülkemizde 2021 yılında kar afetinin görüldüğü mevsimler kış, ilkbahar ve sonbahardır (Şekil 159).

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)



Şekil 160. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Kar Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2021 yılında Şubat, Ocak, Aralık ve Mart ayları en yoğun kar afetinin görüldüğü aylardır (Şekil 160).



Şekil 161. Türkiye’de 2021 Yılı Meydana Gelen Kar Afetinin İllere Göre Dağılımı

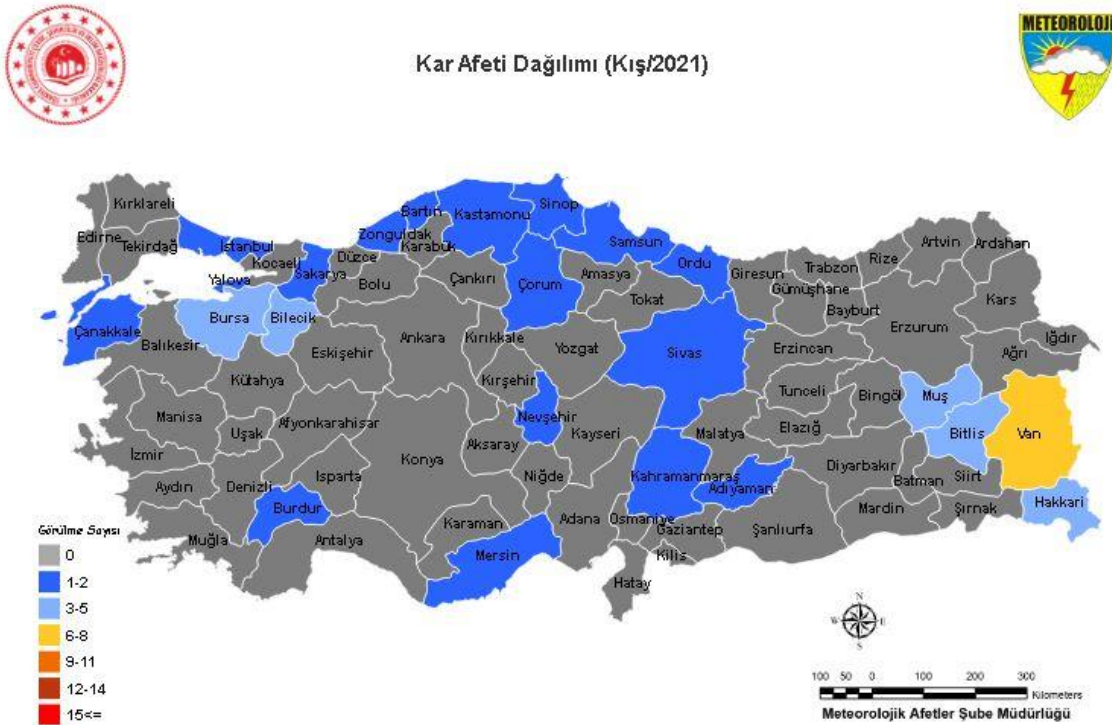


Şekil 162. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2021 yılı ilkbahar mevsiminde kar afeti Van, Bilecik, Nevşehir, Aksaray, Kars, Adıyaman, Karaman, Mersin illerimizde görülmüştür (Şekil 162).



Şekil 163. Türkiye’de 2021 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı
2021 yılı sonbahar mevsiminde kar afeti Van’da görülmüştür (Şekil 163).

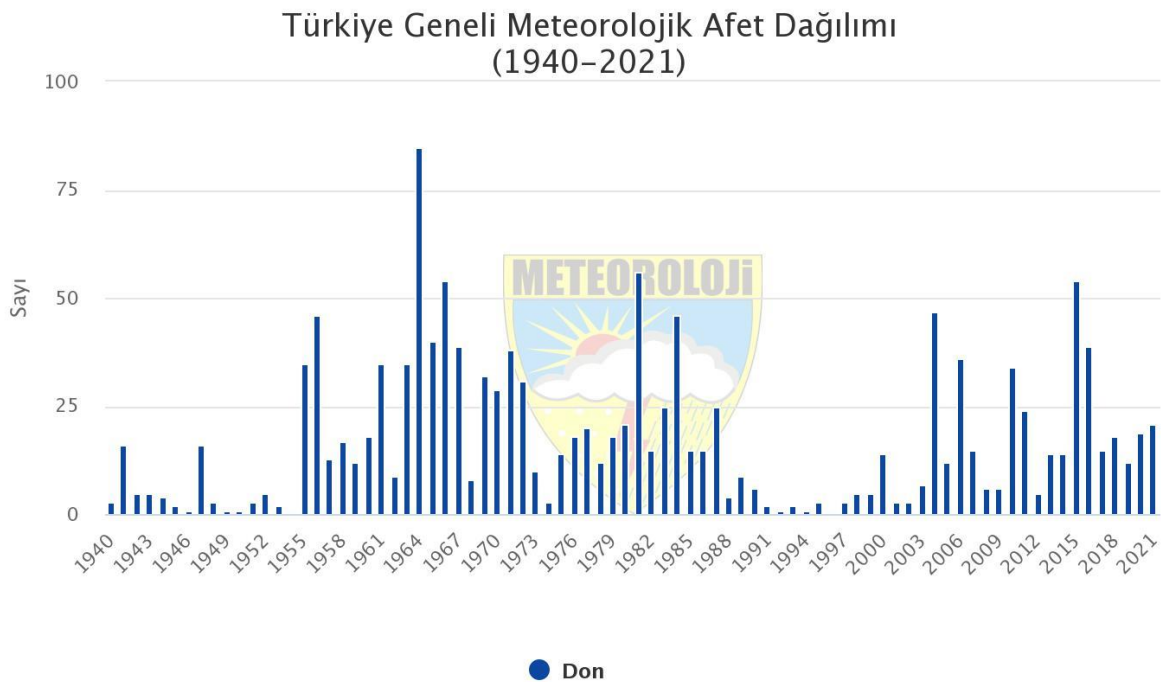


Şekil 164. Türkiye’de 2021 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2021 yılı kış mevsiminde en fazla kar afeti Van, Bursa, Bilecik, Muş, Bitlis, Hakkâri illerimizde meydana gelmiştir (Şekil 164).

3.2.9 Don

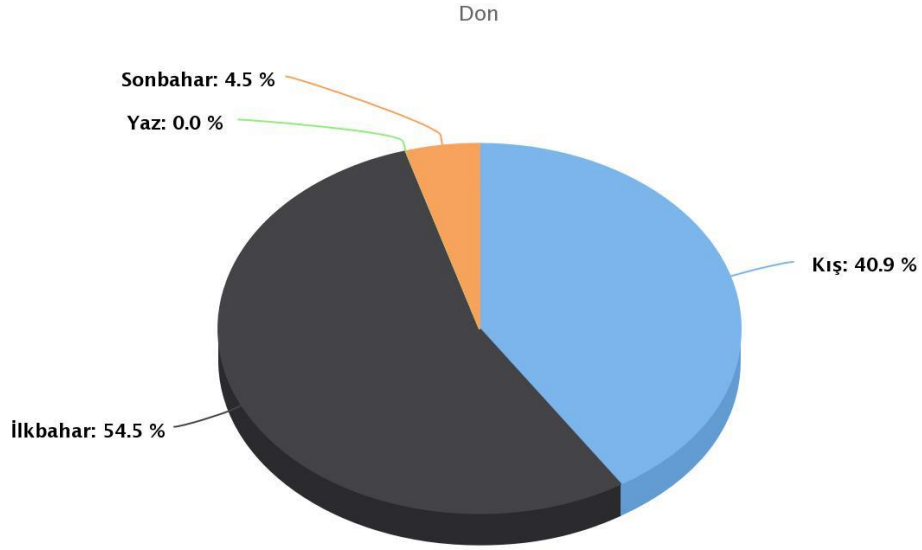
Türkiye, orta enlemlerde yer alması ve coğrafi yapısı nedeniyle sıkça don afetinin yaşandığı bir ülkedir. Hava sıcaklığının 0 °C veya daha altına düşmesi meteorolojide don hadisesi olarak tanımlanmaktadır. Hava sıcaklığının uzun süre 0 °C 'den düşük olması, açık sahin ve kuru hava, geceleri açık gökyüzü sebebiyle oluşan ısı kaybı don afetinin verdiği tahribatı yani olumsuz etkilerini artıracaktır. Bu afetin sıklığı, süresi, etkileri; topografya, kıyı kesimi, karasallık, yükselti ve soğuk hava kütlesinin etkisiyle değişebilir. Don afeti hemen hemen tüm bölgelerimizde özellikle ilkbahar ve kış aylarında daha sık yaşanır. Özellikle meyve ve bitkilerin en hassas dönemlerinden olan tomurcuklanma ve çiçeklenme dönemi ilkbahar donlarından olumsuz etkilenmektedir. Seralar, meyve-sebze ve narenciye bahçeleri, bağlarda görülen don afeti hem üreticilerimize hem de devletimize ciddi ekonomik kayıplar vermektedir. Don afeti sadece tarım alanlarına değil özellikle ulaşım, hayvancılık, sanayi, enerji, turizm, inşaat, sağlık sektörüne de ciddi zararlar vermektedir [95].



Şekil 165. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Don Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2021 yılında Türkiye’de meteorolojik kaynaklı toplam afet sayısı 1024’tür. Bu afetlerden don afeti 2021 yılı içinde 21 kez görülmüştür ve tüm afetlerin %2’sini oluşturmaktadır (Şekil 165).

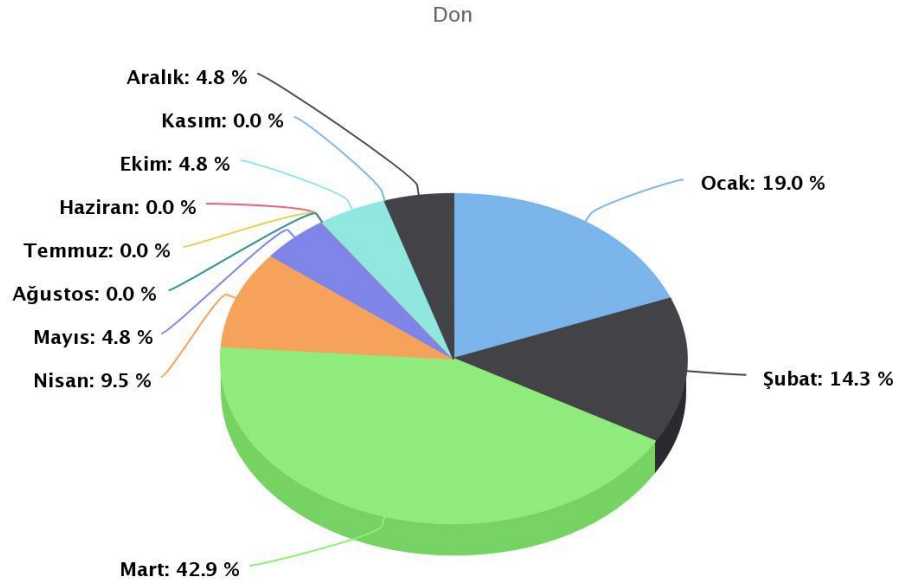
2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı



Şekil 166. Türkiye’de 2021 Yılı Don Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2021 yılında don afeti en fazla ilkbahar ve kış mevsimlerinde görülmüştür (Şekil 166). Don afetlerinin %54,5’i ilkbahar mevsiminde meydana gelmiştir.

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)



Şekil 167. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Don Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2021 yılı Mart ayı en çok don afetinin görüldüğü aydır. Ocak ve Şubat aylarında da don afeti sıkça yaşanmıştır (Şekil 167).



125

2021 yılında sonbahar mevsiminde Nevşehir ilimizde don afeti görülmüştür (Şekil 170). Kış mevsiminde Bilecik, Kütahya, İzmir, Aydın, Ordu, Bitlis ve Van illerimizde don afeti görülmüştür (Şekil 171).

3.2.10.Sıcak ve Soğuk Hava Dalgası

Sıcak Hava Dalgası

Günlük maksimum sıcaklığın, ardı ardına 5 gün boyunca uzun yıllar ortalama maksimum sıcaklığın 5°C üzerinde gerçekleşmesi Sıcak Hava Dalgası olarak adlandırılmaktadır ^[96]. Her yıl binlerce insan sıcak hava dalgasına maruz kalarak yaşamlarını yitirmektedir. Sıcak hava dalgası özellikle nem ile birleştiğinde ölümcül sonuçlar doğurmaktadır. Havadaki yüksek nemin insan vücudundaki terin buharlaşmasını engellemesi ile ölümcül sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle, kıyılarımıza yazın hâkim olan nemli ve sıcak havalarda, havanın bunaltıcılığı ve dolayısıyla psikolojik hastalıklar, astım, beyin kanamaları ve kalp krizleri başta olmak üzere, özellikle, çocuk, yaşlı, hasta ve kilolu insanların birçok sağlık problemlerinde ciddi artışlar olmaktadır. Küresel ısınma ile birlikte ülkemizde sıcak hava dalgaları daha sık, daha uzun süreli ve şiddetli olabilecektir ^[1].

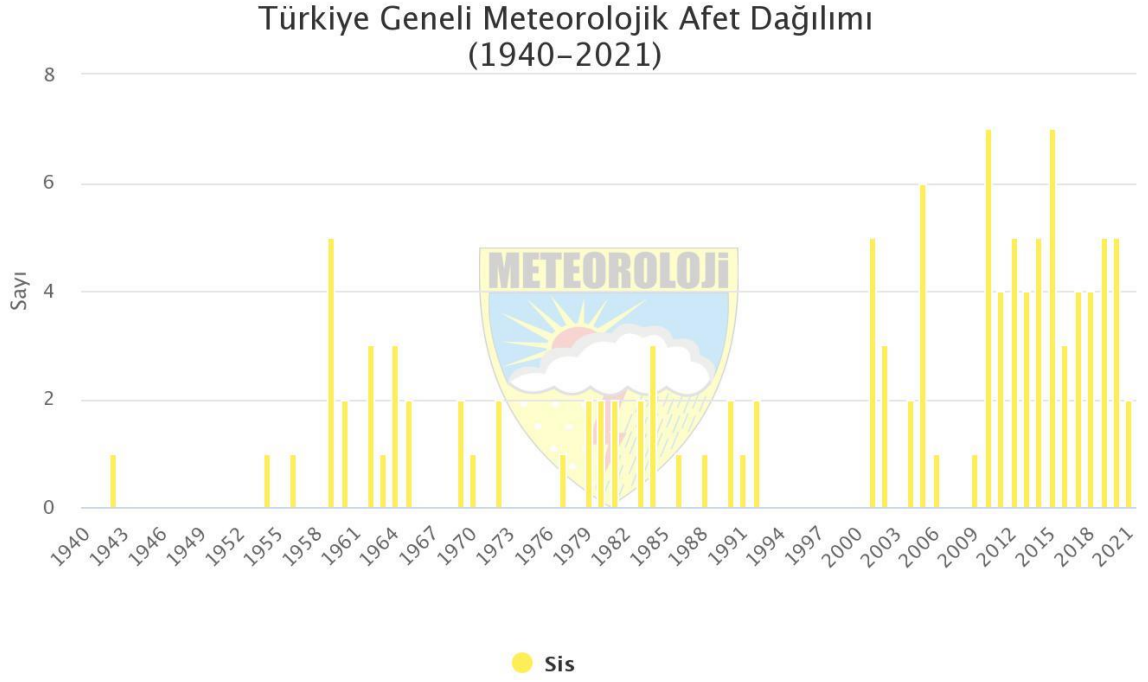
Soğuk Hava Dalgası

Günlük minimum sıcaklığın, ardı ardına 5 gün boyunca uzun yıllar ortalama minimum sıcaklığın 5°C altında gerçekleşmesi Soğuk Hava Dalgası olarak adlandırılmaktadır ^[96].

Soğuk hava dalgası, genellikle yeryüzünde hava sıcaklığının son derece düşük değerlere keskin bir şekilde düşmesi, basıncın yükselmesi ve rüzgâr hızının güçlenmesi veya don ve buzlanma gibi tehlikeli havalarla birlikte ortaya çıkabilecek bir meteorolojik olaydır. Genellikle insan sağlığı, tarım ve yüksek ısınma talebi gibi durumlar üzerinde ciddi etkilere neden olur, hatta insanlar ve hayvanların ölümü ile sonuçlanabilir ^[97]. Soğuk hava dalgaları, kar fırtınası, buz fırtınaları ve diğer kış tehlikelerinden çok daha geniş alanları etkiler. Soğuk hava dalgası özellikle havacılık ulaşımının güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir ^[98].

3.2.11. Sis

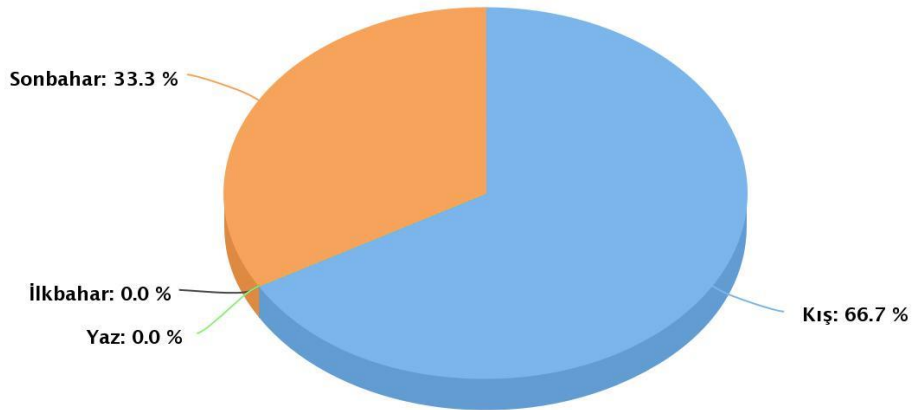
Uzun yıllar dağılımına göre sisin yaşamı en fazla olumsuz olarak etkilediği yıllar 2010 ve 2015 yıllarıdır (Şekil 172). 2021 yılında sis afeti Sonbahar ve Kış mevsimlerinde görülmüştür (Şekil 173).



Şekil 172. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Sis Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

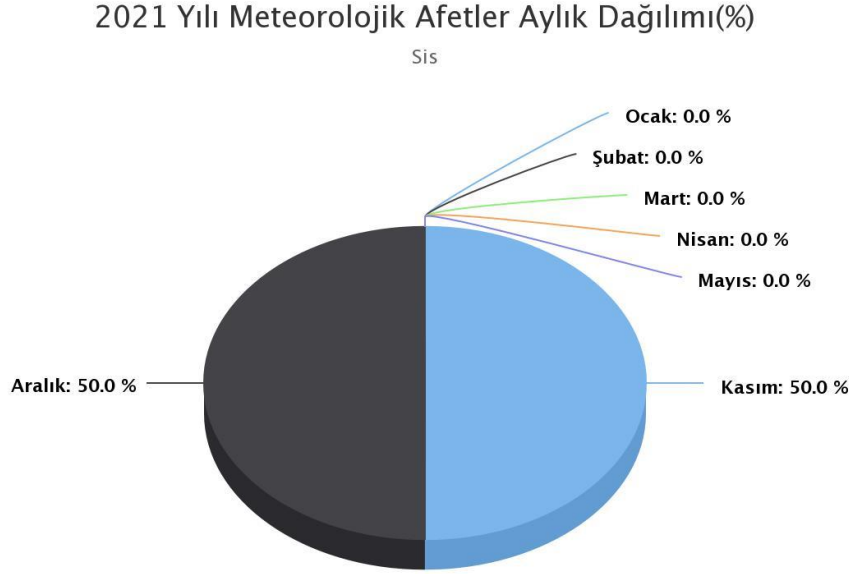
2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı

Sis



Şekil 173. Türkiye’de 2021 Yılı Sis Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2021 yılında sisin yaşamı olumsuz olarak etkilediği aylar Kasım ve Aralık aylarıdır (Şekil 174).



Şekil 174. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Sis Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2021 yılında Yalova ve Van’ da sis afeti rapor edilmiştir. Sonbahar mevsiminde Yalova, kış mevsiminde Bitlis ve Hakkari’de sisin neden olduğu olumsuz durumlar yaşanmıştır (Şekil 175, 176, 177).



Şekil 175. Türkiye’de 2021 Yılı Meydana Gelen Sis Afetinin İllere Göre Dağılımı



Sis Afeti Dağılımı (Sonbahar/2021)



Şekil 176. Türkiye’de 2021 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı



Sis Afeti Dağılımı (Kış/2021)

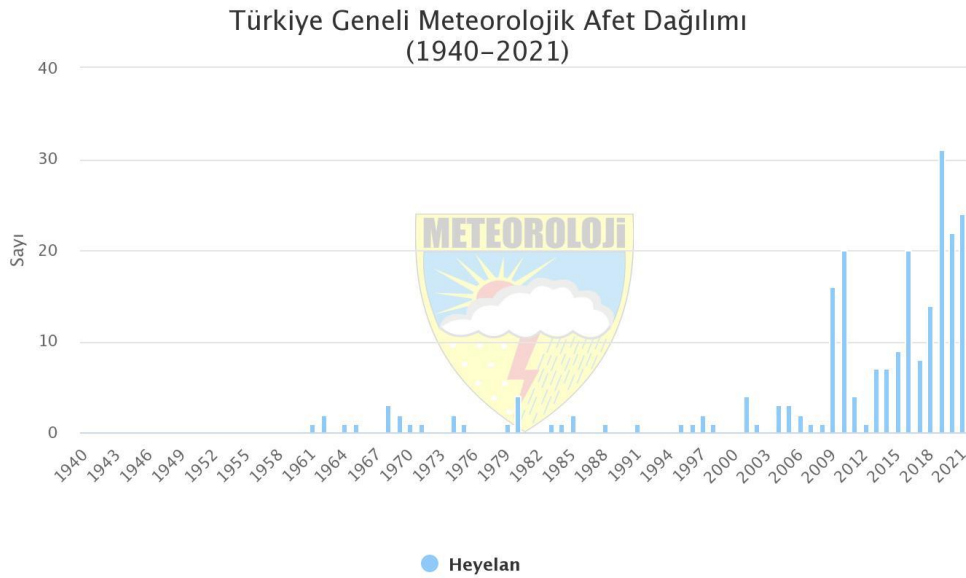


Şekil 177. Türkiye’de 2021 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı

3.1.12. Heyelan

Heyelanlar, kaya, toprak veya diğer doğa kalıntılarının yer çekimi etkisiyle yamaç aşağıya kaymasıyla oluşur. Bunların oluşumunda yağışlar, hazırlayıcı bir rol oynar. Fakat asıl heyelan kütlesi, su ile hamurlaşmış halde değildir. Kuru bir kütle halinde, fakat kaymaya uygun bir zemin üzerinde yer değiştirir ^[1].

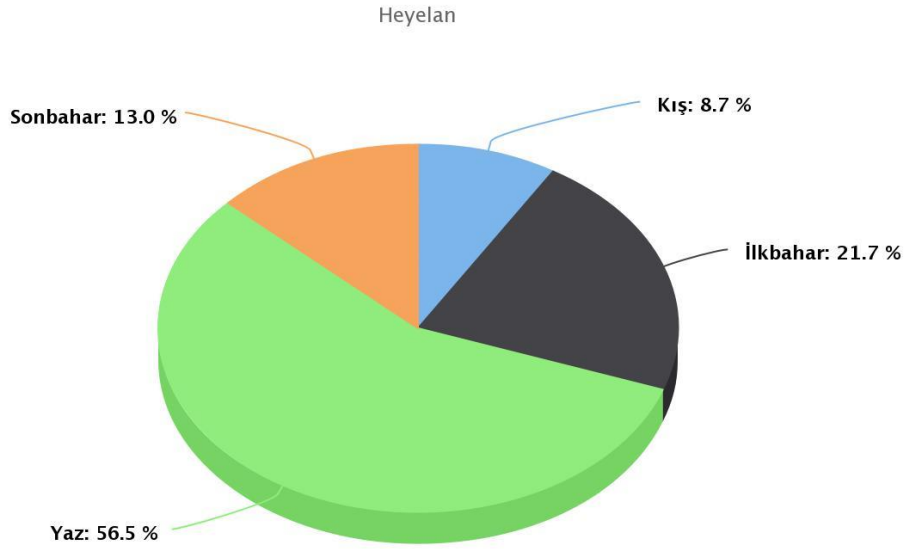
2021 yılı fevk kayıtlarına göre ülkemizde 24 heyelan afeti meydana gelmiştir. 2021 yılı 1961 yılından bugüne kadar ki dönemde en fazla heyelan afetinin görüldüğü 2.yıl olmuştur (2019 yılında 34 heyelan afeti görülmüştür).



Şekil 178. Türkiye’de 1940-2021 Yılları Arasında Meydana Gelen Heyelan Afetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

2021 yılında heyelan afeti en fazla yaz mevsiminde meydana gelmiştir. Heyelan afetinin %56,5’ i yaz mevsiminde, %8,7’ si kış mevsiminde, %21,7’si ilkbahar mevsiminde, %13’ ü sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir (Şekil 179).

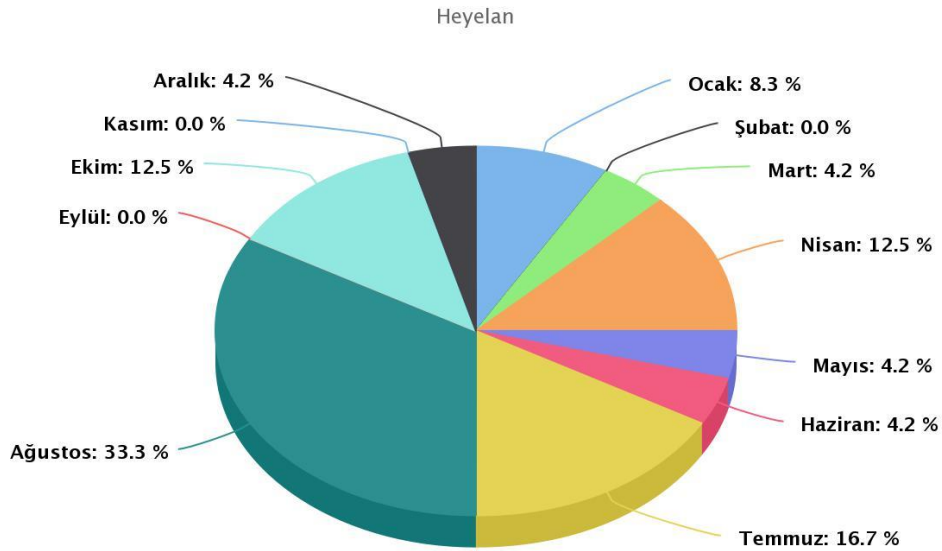
2021 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı



Şekil 179. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin Mevsimlik Oluşum Yüzdeleri

2021 yılında heyelan afeti en fazla Ağustos ayında meydana gelmiştir. Ağustos ayında meydana gelen heyelan olayının oranı %33,3’tür. Heyelan afetinin en fazla görüldüğü ikinci ay %16,7 görülme oranı ile Temmuz ayıdır (Şekil 180).

2021 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)



Şekil 180. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin Aylara Göre Oluşum Yüzdeleri

Şekil 181’ de 2021 yılı fevk kayıtlarına göre ülkemizde meydana gelen heyelan olaylarının iller bazında dağılımı görülmektedir. 2021 yılında en fazla heyelan Rize ve Zonguldak illerinde meydana gelmiştir.



Şekil 181. Türkiye’de 2021 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin İllere Göre Dağılımı

Şekil 182’ de görüldüğü gibi 2021 yılı İlkbahar mevsiminde heyelan afeti yalnızca Hakkari, Zonguldak, Bartın ve Tekirdağ illerinde meydana gelmiştir.



Şekil 182. Türkiye’de 2021 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

2021 yaz mevsiminde heyelan afeti yurdumuzun Van, Bingöl, Artvin, Rize, Ordu, Kastamonu, Bartın, Zonguldak ve Kütahya illerinde meydana gelmiştir (Şekil 183).

Şekil 183. Türkiye’de 2021 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

2021 yılı sonbahar mevsiminde heyelan afeti yalnızca Rize, Giresun ve Samsun illerinde meydana gelmiştir (Şekil 184).



2021 kış mevsiminde heyelan afeti Adıyaman ve Mersin illerinde görülmüştür (Şekil 185).



4. KAYNAKLAR

- [1] Kadioğlu, Prof.Dr.M. (2012). Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, Ankara
- [2] Kadioğlu,Prof.Dr.M. (2007). TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Sel-Heyelan-Çığ Sempozyumu Bildiriler Kitabı, sayfa 186-197, Samsun
- [3] Kadioğlu, M., (2008) Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi.
- [4] Ceylan, A., KÖMÜŞCÜ, A.Ü., Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları, TİKDEK 2007.
- [5] Şahin, Prof.Dr. Cemalettin; Sipahioğlu Şengün, 2002. Doğal Afetler ve Türkiye
- [6] <https://www.emdat.be/classification>
- [7] UNISDR&CRED. 2015. The Human Cost of Weather Related Disasters 1990-2015.
- [8] CRED&UNDRR. 2020. Human cost of disasters; an overview of the last 20 years (2000-2019)
- [9] WMO Atlas Of Mortality And Economic Losses From Weather, Climate And Water Extremes (1970–2019). WMO-No. 1267.
- [10] 2021 State of Climate Services. Water, 2021, WMO – No.1278
- [11] Global Report on Internal Displacement, 2019. Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), Norwegian Refugee Council (NRC).
- [12] http://catalogue.unccd.int/Map_NATHAN%20-%20World%20map%20of%20natural%20hazards.pdf
- [13] Shi ,Peijun. Kasperson, Roger. 2015. World Atlas of Natural Disaster Risk. Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Beijing Normal University Press
- [14] Aon. Weather, Climate & Catastrophe Insight, 2020 Annual Report
- [15] Willis Re. Summary of Natural Catastrophe Events 2020
- [16] State of the Global Climate 2020. Provisional report. WMO
- [17]<https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2022/natural-disaster-losses-2021.html>
- [18] <https://yaleclimateconnections.org/2022/01/third-costliest-year-on-record-for-weather-disasters-in-2021-343-billion-in-damages/>

- [19] <https://www.nesdis.noaa.gov/news/the-2021-atlantic-hurricane-season-glance>
- [20] <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/tropical-cyclones/202113>
- [21] https://www.nhc.noaa.gov/tafb_latest/tws_atl_latest.gif
- [22] <https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2021-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historical>
- [23] <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/>
- [24] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-aftermath-hurricane-ida/619938/>
- [25] <https://phys.org/news/2021-09-california.html>
- [26] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-of-californias-dixie-fire/619590>
- [27] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/11/photos-record-rainfall-floods-british-columbia-and-washington-state/620733/>
- [28] <https://www.straitstimes.com/multimedia/photos/in-pictures-tornadoes-devastates-parts-of-us>
- [29] State of the Global Climate 2021. Provisional report. WMO
- [30] <https://www.accuweather.com/en/severe-weather/multiple-rounds-of-severe-storms-to-close-out-2021/1115304>
- [31] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-10-31/2021-among-earth-s-hottest-years-un-says-as-cop26-starts>
- [32] <https://www.theguardian.com/world/gallery/2021/jul/19/climate-crisis-weather-around-world-in-pictures-wildfires-floods-winds>
- [33] Counting the cost 2021. Christian aid.
- [34] <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-57920412>
- [35] <https://multimedia.scmp.com/infographics/news/china/article/3142519/index.html>
- [36] <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-57861067>
- [37] <https://yaleclimateconnections.org/2021/07/extreme-rainfall-in-china-over-25-inches-falls-in-24-hours-leaving-33-dead/>
- [38] Gallagher Re Natural Catastrophe Events report 2021, January 2022
- [39] <https://www.jbarisk.com/flood-services/event-response/china-floods-plum-rain-and-typhoon-in-fa/>
- [40] <https://reliefweb.int/map/china/china-henan-province-heavy-rainfall-and-floods-dg-echo-daily-map-30072021>
- [41] <https://www.sixthtone.com/news/1009524/officials-deliberately-hid-deaths-during-henan-floods%2C-report-finds#>
- [42] <https://asiatimes.com/2021/08/natural-disasters-threatening-growth/>

- [43] <https://www.reuters.com/world/china/zhengzhou-floods-serve-chinas-urban-planners-deadly-warning-2021-07-23/>
- [44] <https://www.chinadaily.com.cn/a/202107/26/WS60feb99da310efa1bd664784.html>
- [45] <https://earthobservatory.nasa.gov/images/149228/super-typhoon-rai>
- [46] Super Typhoon Rai (Odette) Humanitarian Needs and Priorities Revision, 2 Feb 2022
<https://reliefweb.int/report/philippines/philippines-super-typhoon-rai-odette-humanitarian-needs-and-priorities-revision>
- [47] <https://www.sciencefocus.com/news/in-photos-13-extreme-weather-events-that-shocked-the-world-in-2021/?image=21&type=inline&gallery=1>
- [48] <https://www.nytimes.com/2021/12/27/world/asia/philippines-super-typhoon-rai.html>
- [49] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-rescue-operations-continue-japanese-town-struck-mudslide/619370/>
- [50] <https://floodlist.com/asia/japan-atami-mudslide-update-july-2021>
- [51] <https://www.aljazeera.com/gallery/2021/2/21/in-pictures-jakarta-slammed-by-monsoon-floods>
- [52] <https://www.sciencefocus.com/news/in-photos-13-extreme-weather-events-that-shocked-the-world-in-2021/?image=21&type=inline&gallery=1>
- [53] <https://www.nytimes.com/interactive/2021/07/17/world/europe/europe-flood-map.html>
- [54] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/07/photos-catastrophic-flooding-across-western-europe/619473/>
- [55] <https://www.buzzfeednews.com/article/piapeterson/climate-change-2021-photos>
- [56] <https://www.bbc.com/news/world-europe-57858826>
- [57] <https://disasterphilanthropy.org/disaster/western-european-flooding/>
- [58] <https://www.euronews.com/2021/07/16/in-pictures-debris-and-devastation-as-deadly-floods-hit-europe>
- [59] <https://edition.cnn.com/2021/07/15/europe/germany-deaths-severe-flooding-intl/index.html>
- [60] <https://www.afad.gov.tr/bartin-kastamonu-ve-sinopta-meydana-gelen-yagislar-hakkinda---1-9-1800>
- [61] <https://floodlist.com/asia/turkey-black-sea-floods-update-august-2021>
- [62] <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/kastamonuda-sel-sularina-kapilan-9-kisi-hayatini-kaybetti/2331954>
- [63] <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/bartin-kastamonu-ve-sinopta-2-bine-yakin-afetzedeg-ugvenli-bolgelere-tahliye-edildi/2334145>
- [64] <https://www.eumetsat.int/catastrophic-tornado-czech-republic>
- [65] <https://www.bbc.com/news/world-europe-57605651>

- [66] <https://cceit.com/five-dead-and-at-least-a-hundred-injured-by-devastating-tornado-czech-republic/>
- [67] <https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>
- [68] <https://www.statista.com/chart/25504/hectares-burned-in-wildfires-in-europe/>
- [69] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/photos-deadly-wildfires-along-turkeys-coast/619638/>
- [70] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/08/devastating-wildfires-rage-across-evia-island-greece/619702/>
- [71] <https://reliefweb.int/disaster/wf-2021-000115-dza>
- [72] https://en.wikipedia.org/wiki/2021_Algeria_wildfires
- [73] <https://www.gdacs.org/report.aspx?eventid=1001892&episodeid=6&eventtype=WF>
- [74] https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/08/Algeria_forest_fires
- [75] <https://www.theguardian.com/world/2021/aug/11/algeria-declares-three-days-of-mourning-after-wildfire-deaths>
- [76] <https://www.france24.com/fr/afrique/20210818-le-nord-de-l-alg%C3%A9rie-vient-%C3%A0-bout-des-violents-feux-de-for%C3%AAt>
- [77] <https://www.unicef.org/southsudan/stories/worst-flooding-bentiue-60-years-washes-away-food-and-homes>
- [78] <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-58408791>
- [79] <https://www.theguardian.com/global-development/2021/sep/27/paraguay-severe-drought-depletes-river>
- [80] <https://www.msn.com/en-gb/lifestyle/travel/photos-of-the-worlds-worst-weather-in-2021/ss-AASbmrr?fullscreen=true#image=10>
- [81] <https://www.msn.com/en-gb/lifestyle/travel/photos-of-the-worlds-worst-weather-in-2021/ss-AASbmrr?fullscreen=true#image=17>
- [82] <https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/disasters/disasters-activations/australia-floods-2021>
- [83] <https://www.theatlantic.com/photo/2021/03/photos-australians-face-worst-floodin88g-decades/618386/>
- [84] <http://www.bom.gov.au/climate/current/annual/aus/>
- [85] MGM, 2021 yılı fevk kayıtları, Ankara
- [86] Natural catastrophes in 2021. Swiss Re Institute. Sigma No1/ 2022.
- [87] 2021 Disasters in numbers. CRED, USAID, UCLouvain.2022
- [88] <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfB>
- [89] <https://mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2021yagisdegerlendirmesi.pdf>

- [90] Anonim 2001. DPT Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyon Raporu., DPT Yayın No: 2531- ÖİK:547, 2001, Ankara
- [91] OGM Orman Atlası, 2013
- [92] Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik Veriler Işığında İncelenmesi., Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü., 2008., İzmir
- [93] OGM Yangın verileri
- [94] Hava Analiz ve Tahmin Tekniği. D.M.İ. yayınları yayın No:2006-1. Ankara
- [95] Don Hadisesi ve Türkiye Don Takvimi, Zirai Meteoroloji Şube Müdürlüğü, 2017
- [96] <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2017-iklim-raporu.pdf>
- [97] http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/documents/GUIDELINESONTHEDEFINTIONANDMONITORINGOFEXTREMEWEATHERANDCLIMATEEVENTS_09032018.pdf
- [98] <https://skybrary.aero/articles/cold-wave>