



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



2020 YILI METEOROLOJİK AFETLER DEĞERLENDİRMESİ



ANKARA - 2021



**T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**



Meteoroloji Genel Müdürlüğü

2020 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi

Çalışmayı Yöneten

Dr. Hakan DOĞAN
Araştırma Dairesi Başkanı

Çalışmayı Hazırlayanlar

M. Ayhan ERKAN, Yeliz GÜSER, Erdem ODABAŞI, Gülten ÇAMALAN
Gönül KILIÇ, Murat SOYDAM, Sinan ÇETİN

Araştırma Dairesi Başkanlığı
Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü

2021
ANKARA

ÖNSÖZ

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.

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. Akdeniz havzasında yer alan ülkemizde meteorolojik afetlerin sayısı her geçen yıl artmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre; 2020 yılında ülkemizde en fazla şiddetli yağış/sel, fırtına ve dolu afeti 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, afet risk yönetimi kapsamındaki çalışmalar için faydalı olmasını temenni ediyorum.



Volkan Mutlu COŞKUN
Meteoroloji Genel Müdürü

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
1. GİRİŞ	2
2. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ.....	3
3. 2020 YILI DEĞERLENDİRMESİ	25
3.1.DÜNYA GENELİ	25
3.2.TÜRKİYE GENELİ	47
3.2.1. Şiddetli Yağış Sel ve Su Baskını	51
3.2.2. Kuraklık.....	56
3.2.2.1. Meteorolojik Kuraklık Değerlendirmesi	56
3.2.2.2. 2020 Yılı Yağış Değerlendirmesi	58
3.2.3. Fırtına	63
3.2.4. Dolu	69
3.2.5. Yıldırım	73
3.2.6. Orman Yangınları.....	77
3.2.7. Çığ.....	79
3.2.8. Kar	82
3.2.9. Don	85
3.2.10. Sıcak ve Soğuk Hava Dalgası	88
3.2.11. Sis	89
3.2.12. Heyelan	93
4. KAYNAKLAR	98



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 fakat 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, fırtınalar, kuraklık, seller, orman yangınları, heyelan, dolu fırtınaları, çığlar, donlar şeklinde etkili olmaktadır [2].

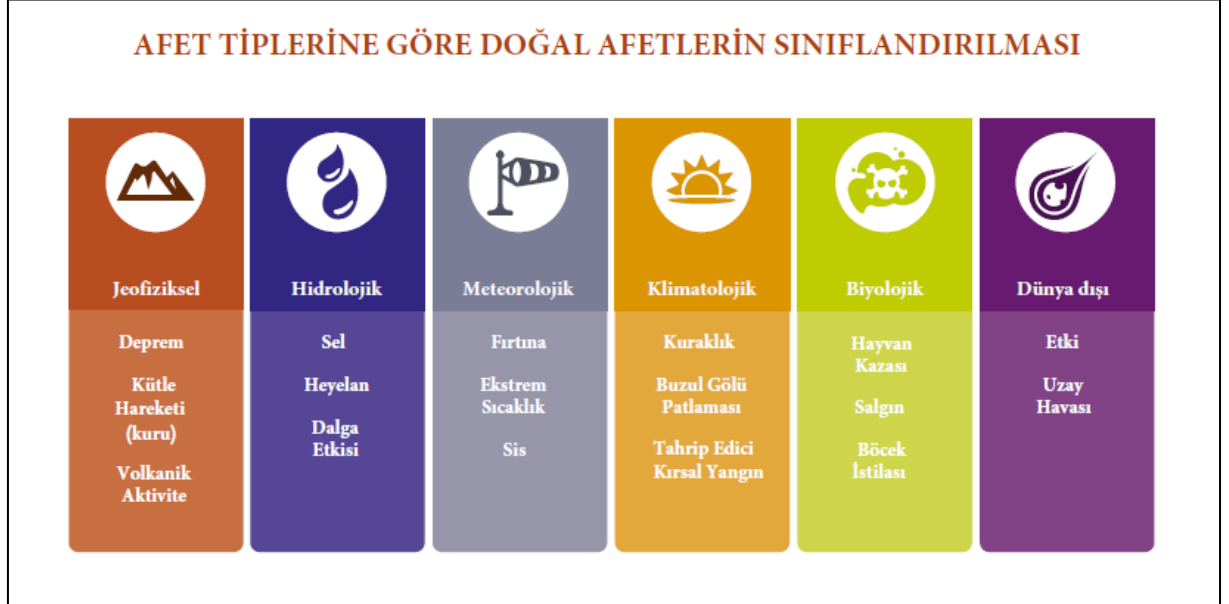
Büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde afetlere dönüşen fazla sayıda ve türde şiddetli meteorolojik olaylar gözlenmektedir. Ülkemizde, başta fırtına, sel, dolu, don, kar ve kuraklık olmak üzere meteorolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve önemli ölçüde can ve mal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

Meteorolojik afetler, özellikle son yıllarda giderek artan bir şiddette, sıklıkta, sürede ve 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].

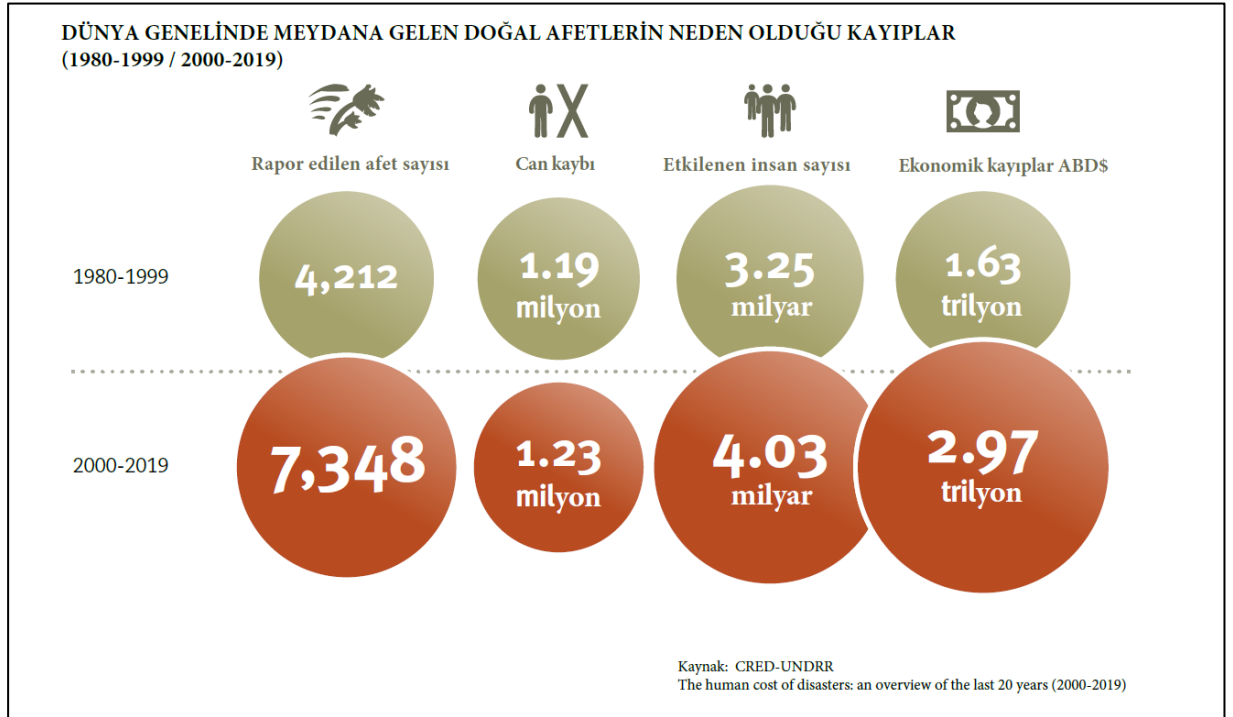
Uluslararası ölçekte afet veri tabanı bulunan Afet Araştırma ve Epidemiyoloji Merkezi (CRED) tarafından doğa kaynaklı afetler; jeofiziksel, hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, biyolojik ve uzay kaynaklı olmak üzere altı ana grupta sınıflandırılmaktadır (Şekil 1) [6,7].



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

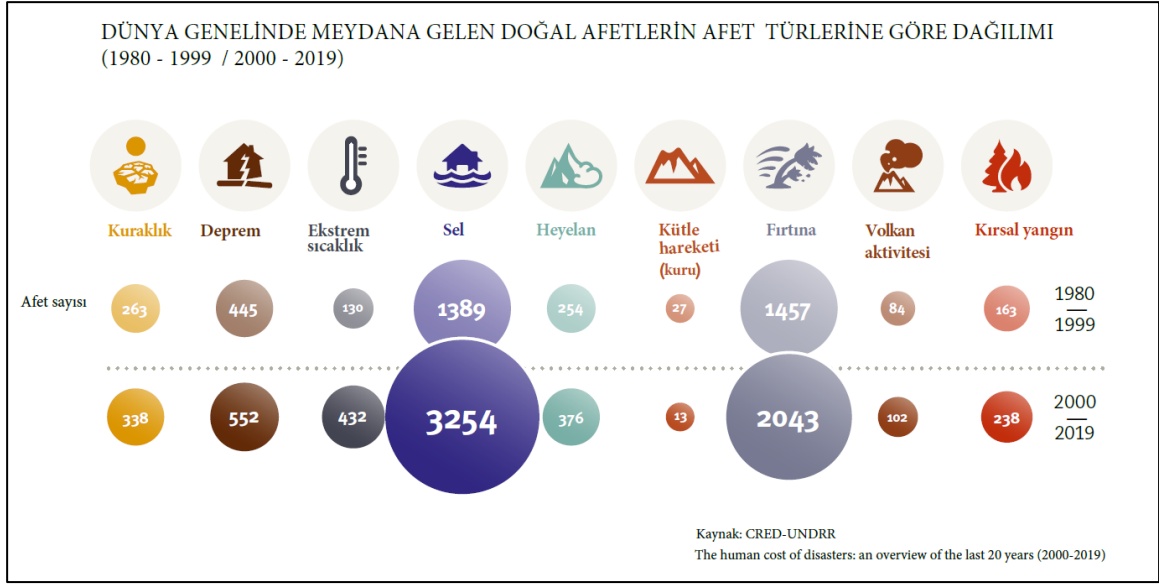
Uluslararası alanda Dünyanın en önemli afet veri tabanlarından birine sahip olan Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED)'nin acil durumlar veri tabanında (EM-DAT) son yirmi yılda (2000-2019) dünya çapında 7348 doğal afet olayının rapor edildiği belirtilmektedir. Şekil 2'de görüldüğü gibi, 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 4212 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].



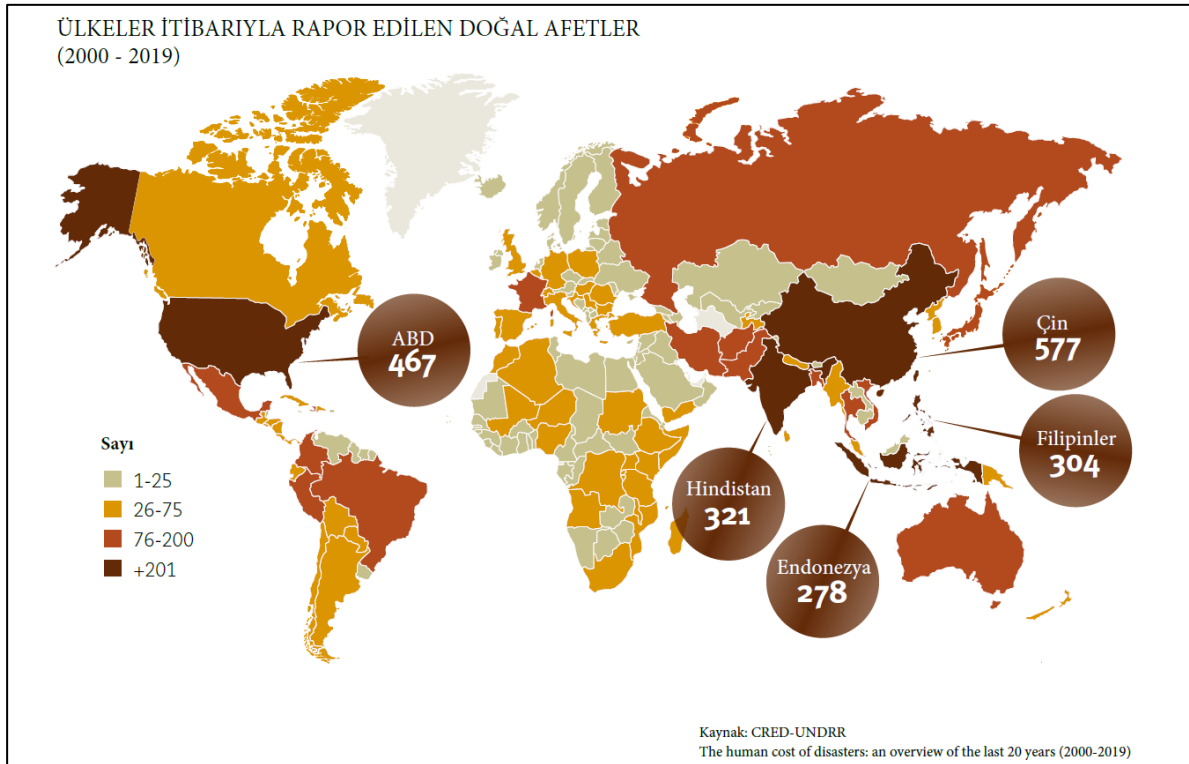
Şekil 2. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Olduğu Kayıplar (1980-1999 / 2000-2019)

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 (Şekil 4). 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 ile afete eğilimli birçok bölgedeki nüfus yoğunluklarının büyüklüğü ile ilişkilendirilmektedir.



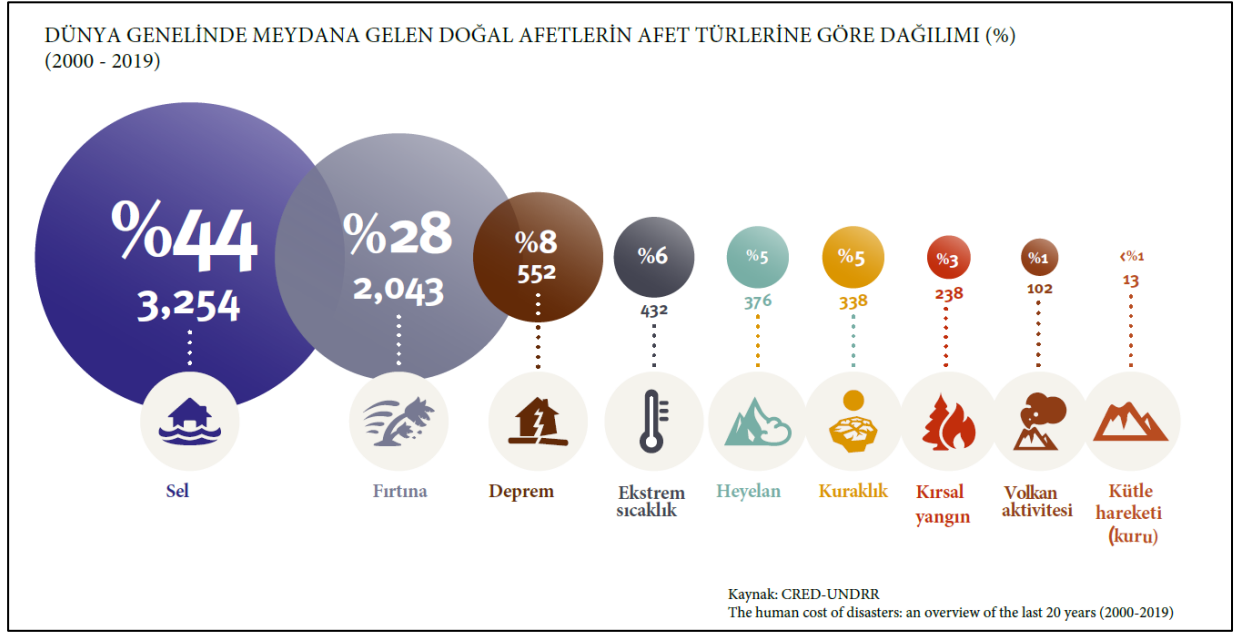
Şekil 3. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Dağılımı (1980-1999 / 2000-2019)

2000-2019 periyodunda ülkeler itibarıyla rapor edilen afet sayıları Çin (577), ABD (467), Hindistan (321), Filipinler (304), Endonezya'da (278) olmuştur. 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)

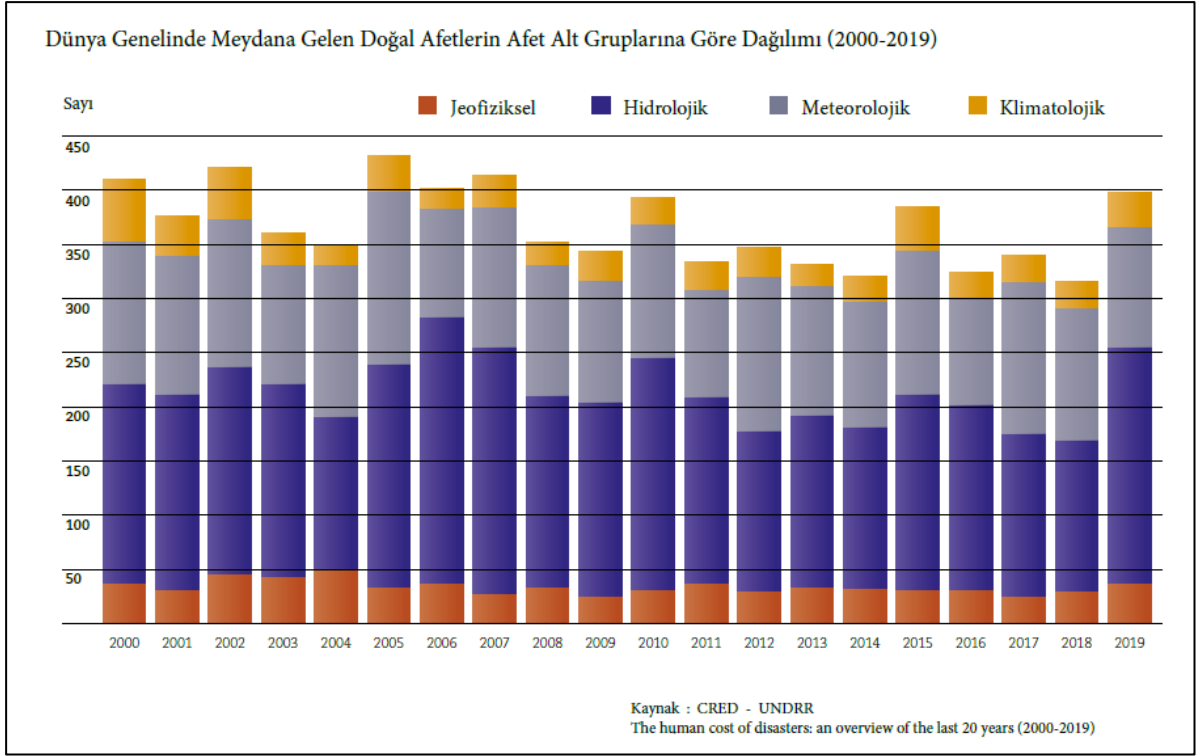
Şekil 5’de dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin afet türlerine göre dağılımları görülmektedir. Dünya çapında seller en yaygın görülen afet türü olup bunu fırtınalar izlemektedir. 2000-2019 periyodu içinde Dünya genelinde 3254 (%44) sel, 2043 (%28) fırtına, 552 (%8) deprem, 432 (%6) ekstrem sıcaklık, 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].



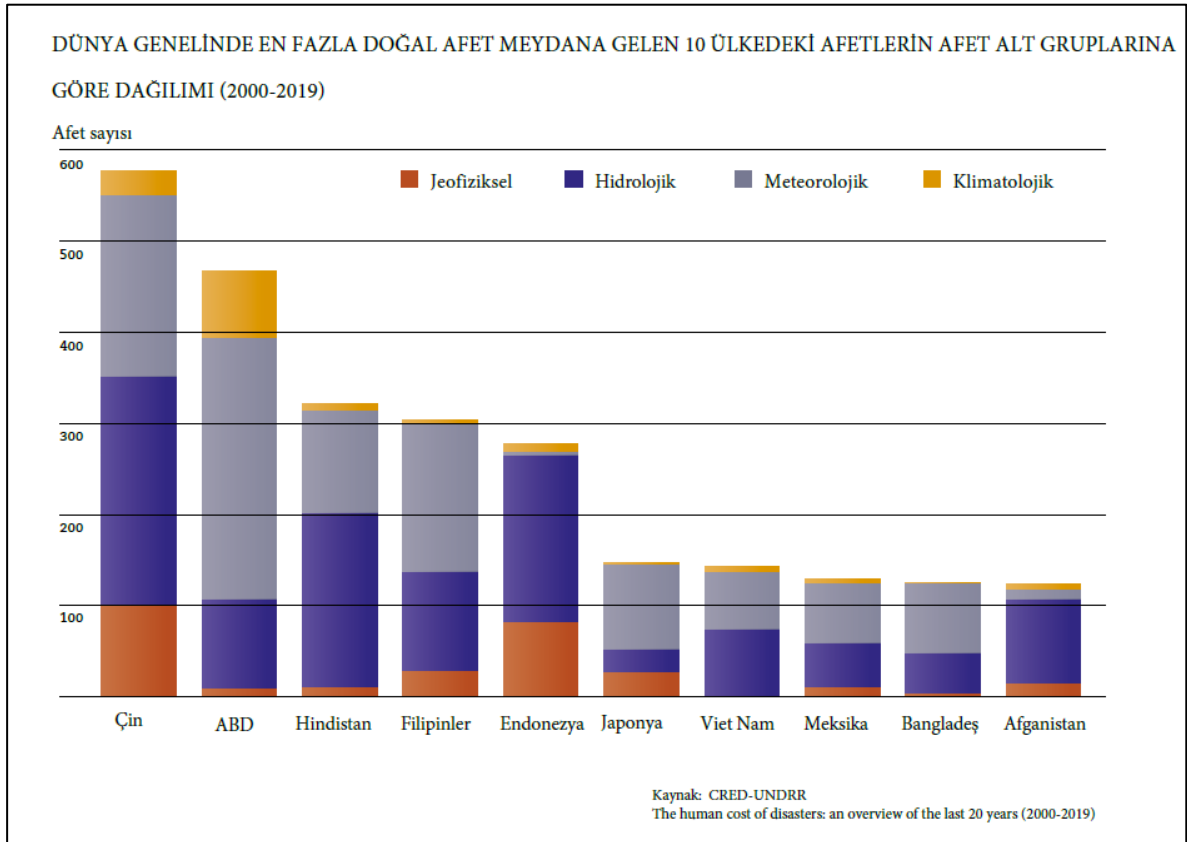
Şekil 5. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Dağılımları (%) (2000-2019)

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.



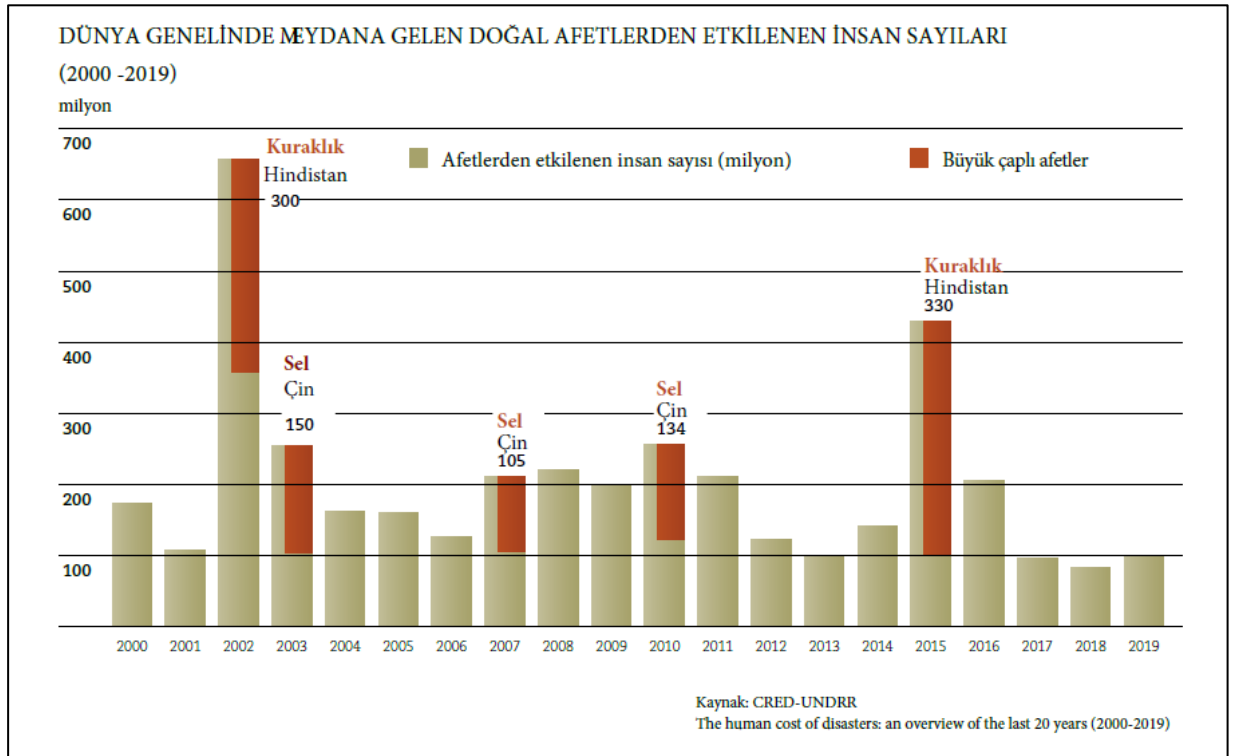
Şekil 6. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Alt Gruplarına Göre Dağılımı (2000-2019)



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

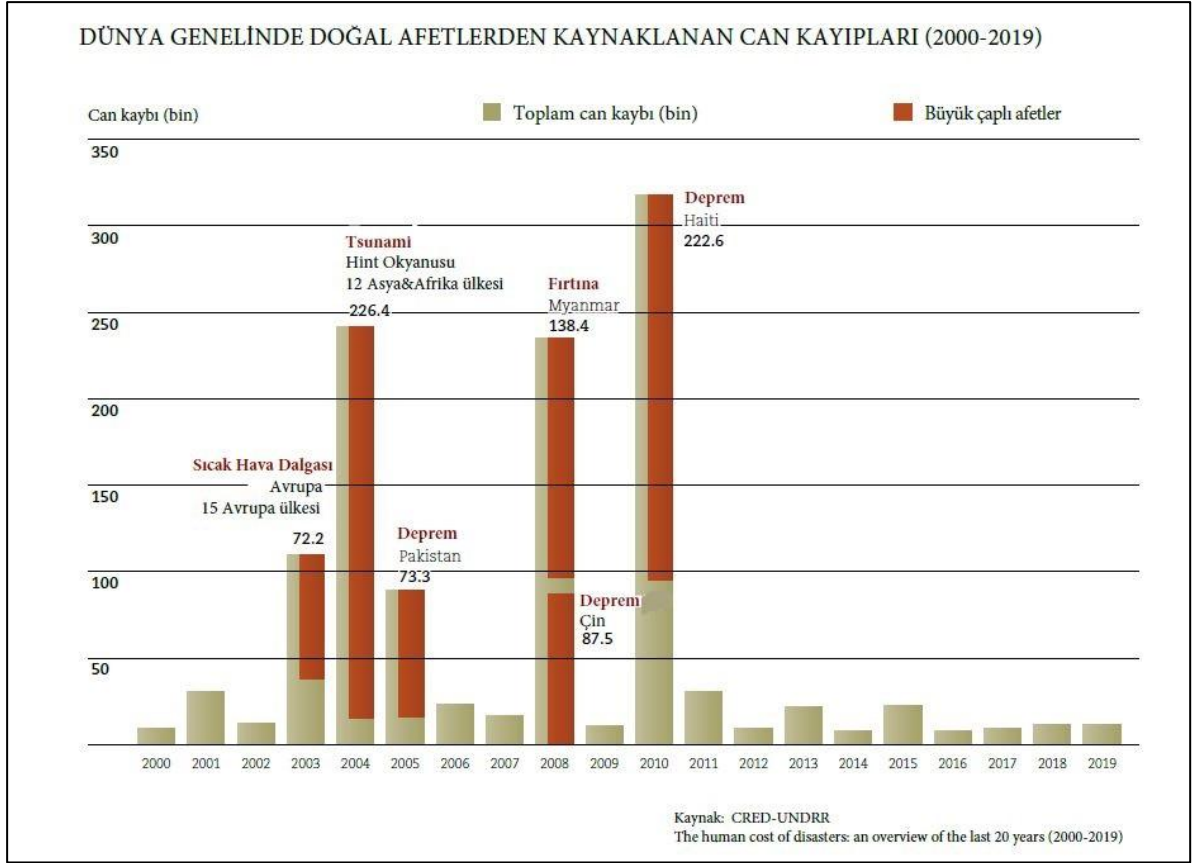
Afet alt grupları içerisinde ülkelere göre değişmekle beraber hidrolojik ve meteorolojik olaylar önemli yer tutmaktadır. Bu periyot içerisinde ABD diğer ülkelere göre klimatolojik afetlerden daha fazla etkilenen ülke olmuştur. Tektonik hareketlerin yoğun olarak görüldüğü Çin, Endonezya, Filipinler ve 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].

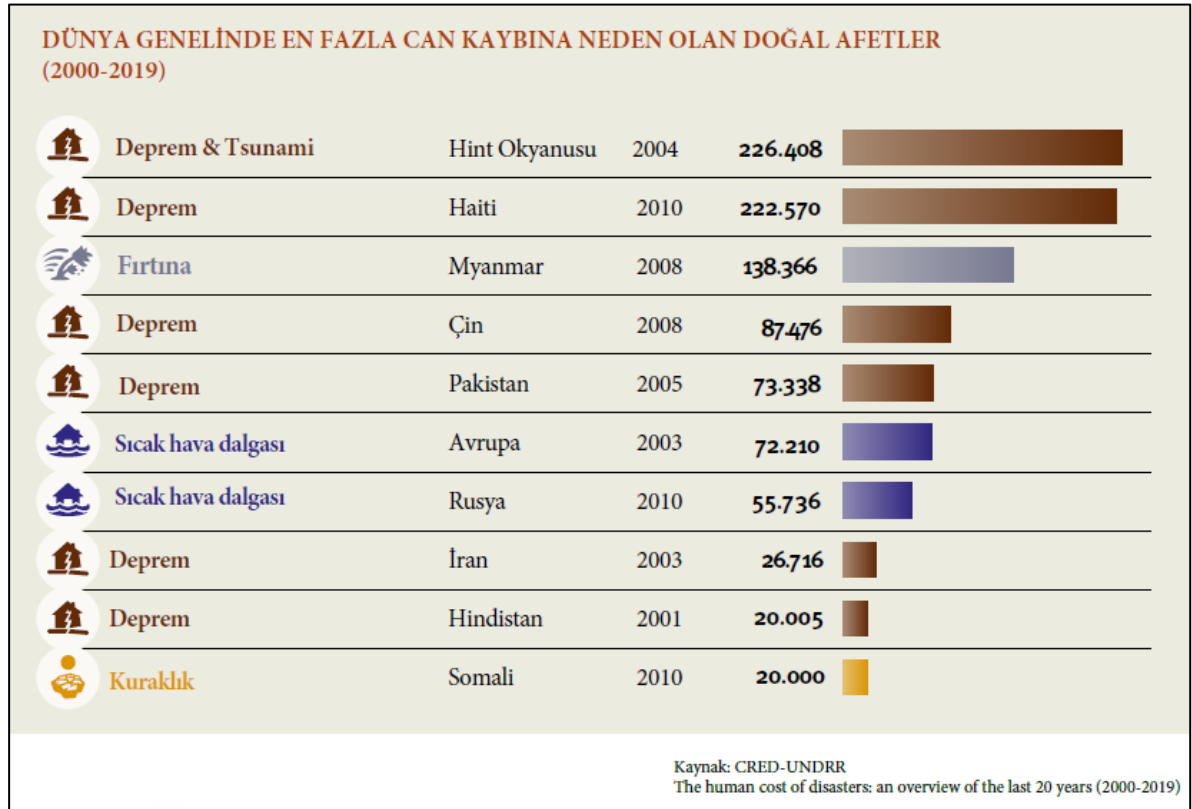


Şekil 8. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerden Etkilenen İnsan Sayıları (2000-2019)

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)

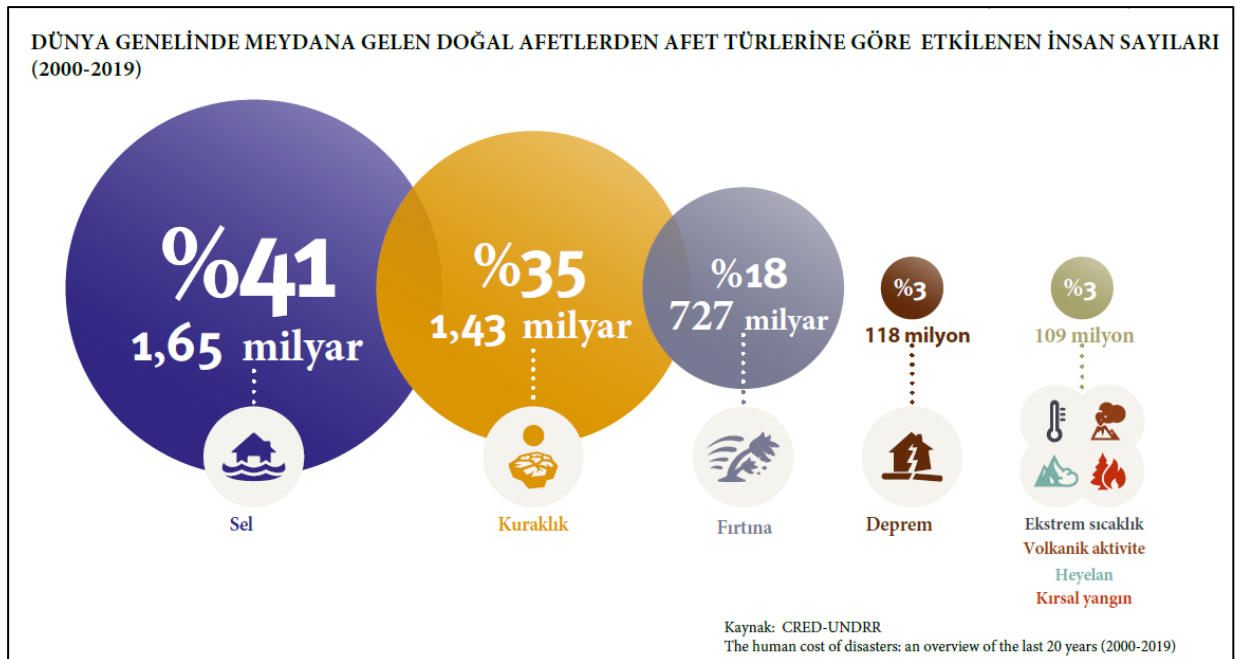


Şekil 10. Dünya Geneline En Fazla Can Kaybına Neden Olan 10 Büyük Doğal Afet (2000-2019)

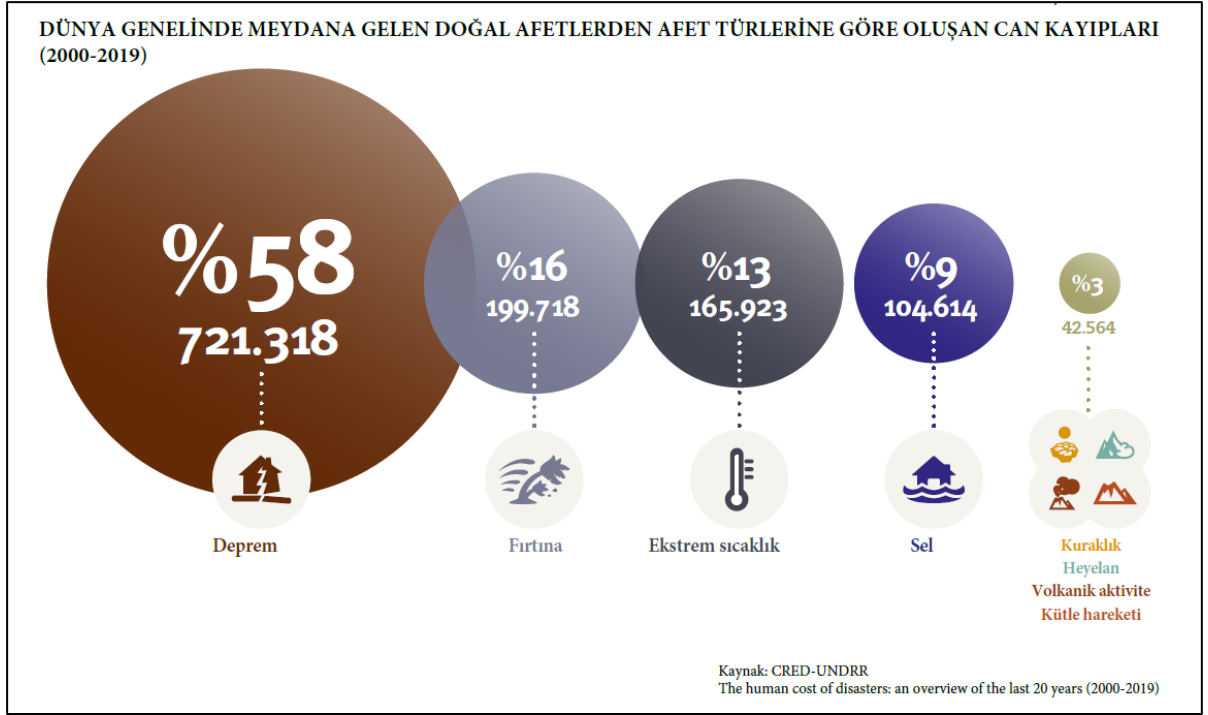
Şekil 10'da 2000-2019 periyodu içerisinde en büyük can kayıplarına neden olan 10 büyük doğal afet görülmektedir. Bu afetlerin ilk 3 tanesi mega afet (100.000'den fazla can kaybı) karakterindedir. En fazla can kayıplarına neden olan bu 10 doğal afet tüm can kayıplarının %76'sını oluşturmaktadır [8].

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 1,6 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.

Doğal afet kaynaklı can kayıplarına afet türleri açısından bakıldığında en fazla can kaybı 721.318 kişi ile (%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].

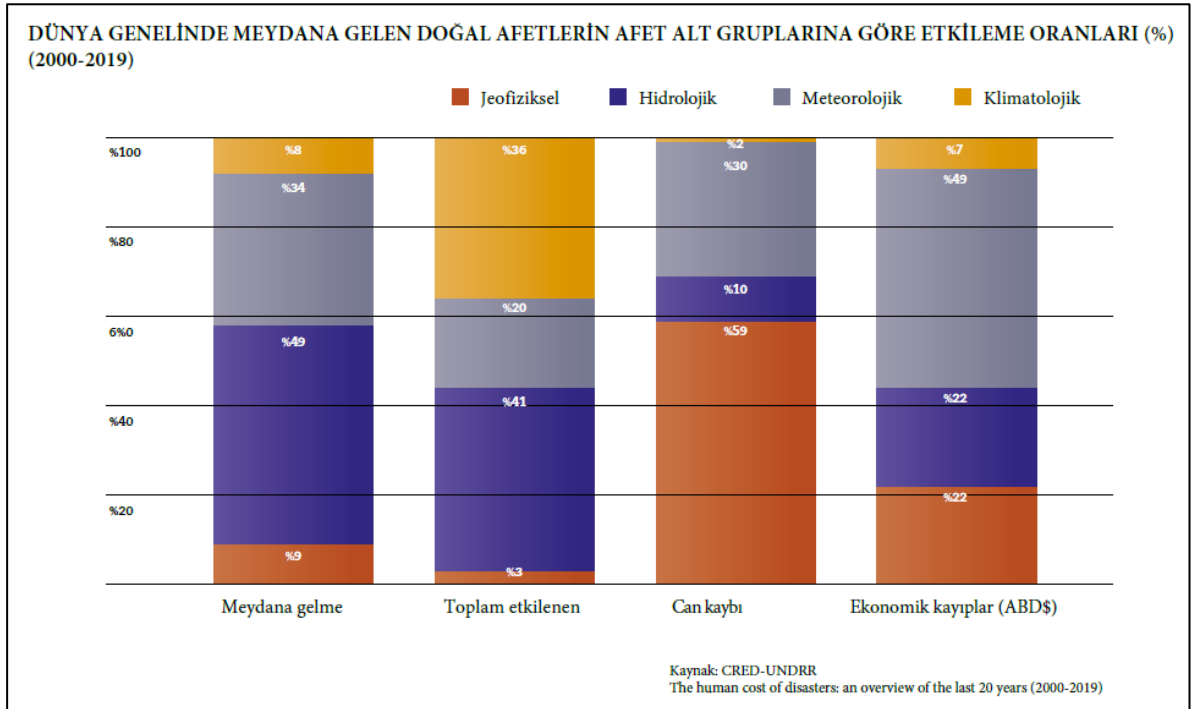


Şekil 11. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerden Afet Türlerine Göre Etkilenen İnsan Sayıları (2000-2019)



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

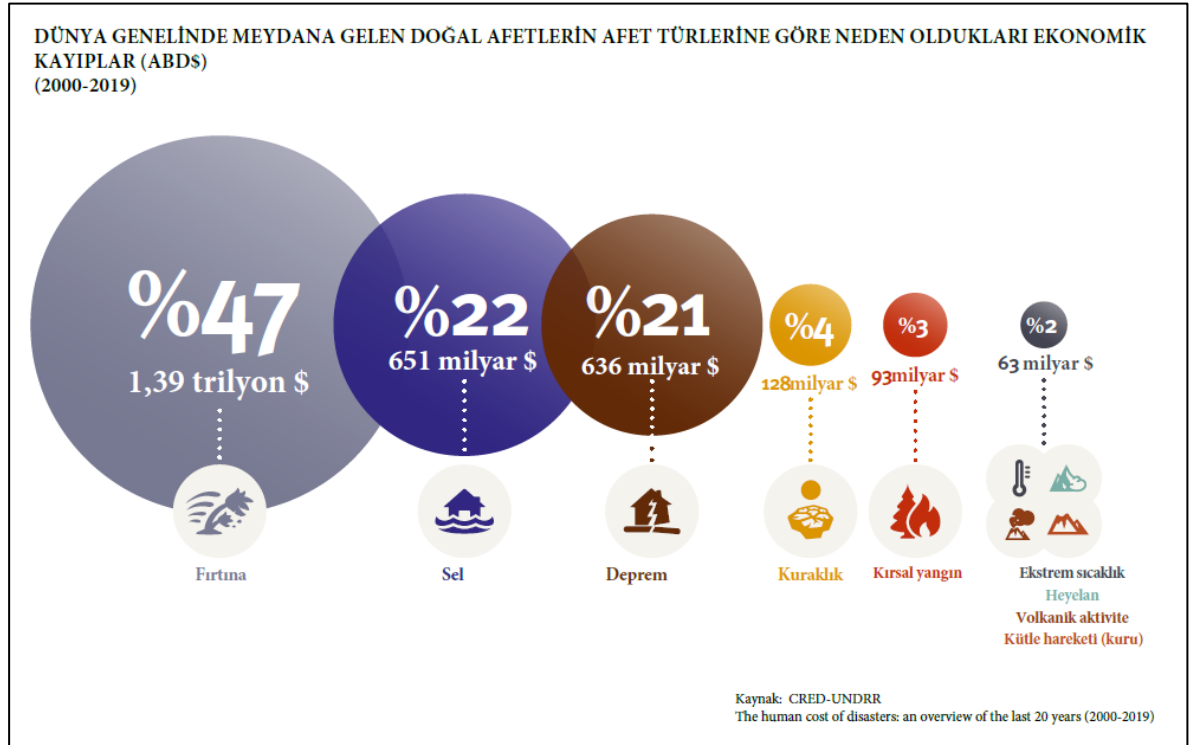
Şekil 13'te dünya genelinde meydana gelen afetlerin afet alt gruplarına göre çeşitli etkilendirme oranları görülmektedir.



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

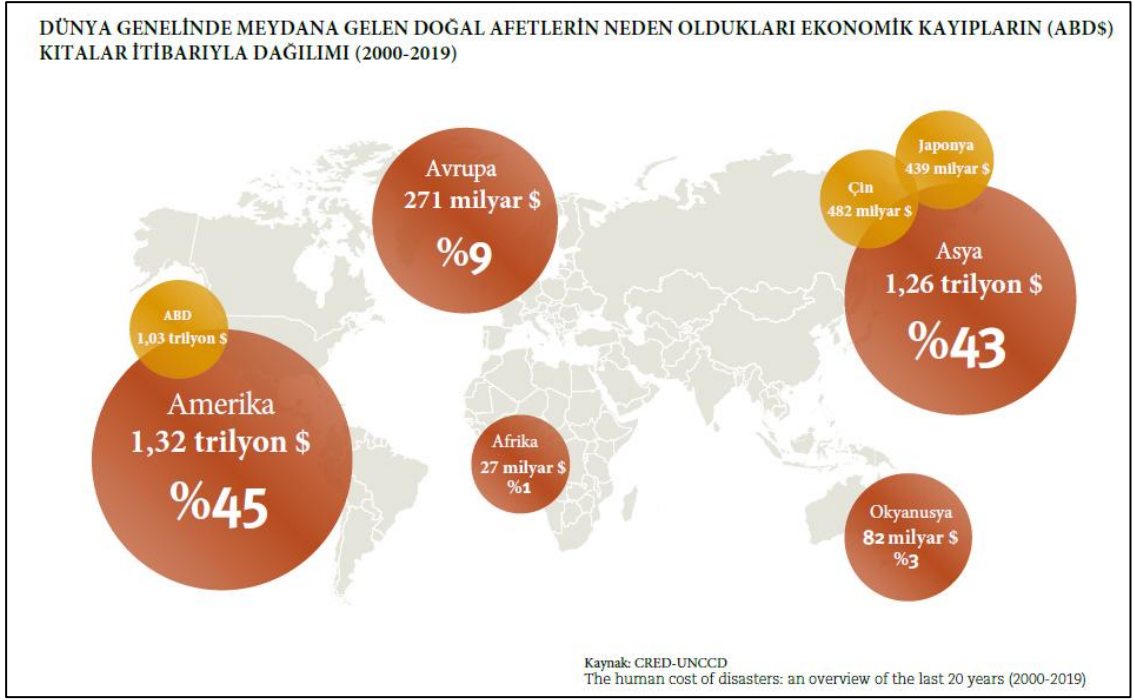
Hidrolojik olaylar toplam olayların %49'unu, etkilenen insanların %41'ini ve toplam can kayıplarının %10'unu oluşturmaktadır. Toplam olayların %34'ünü kapsayan meteorolojik afetler ise can kayıplarının %30'unu ve etkilenen insanların %20'sini oluşturmaktadır. Etkilenen insan sayısı bakımından klimatolojik 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].



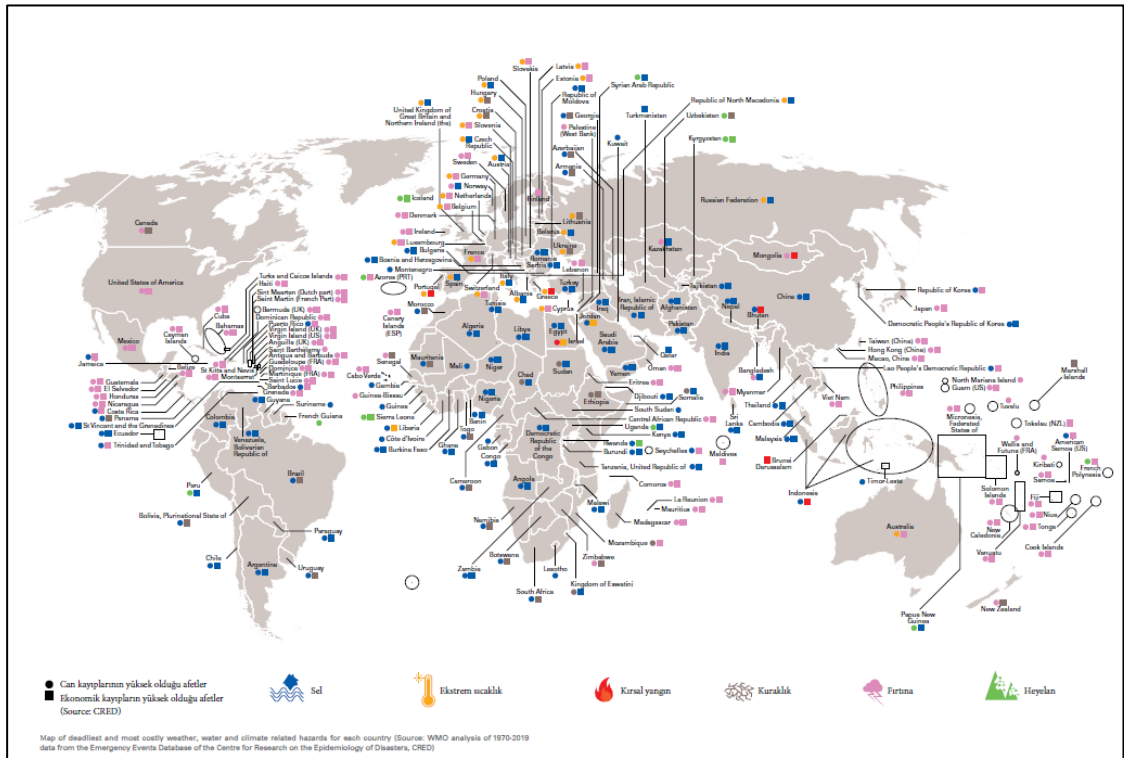
Şekil 14. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Neden Oldukları Ekonomik Kayıplar (ABD Doları) (2000-2019)

Şekil 15'de 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 Doları'lık ekonomik kayıpla en üst sırada yer aldı. Asya kıtasındaki kayıpların büyük kısmı 482 milyar ABD Doları'ı ile Çin ve 439 milyar ABD Doları'ı ile Japonya'da meydana geldi. Avrupa kıtası %9'luk ekonomik kayıpla (271 milyar ABD Doları) 3. sırada yer aldı [8].



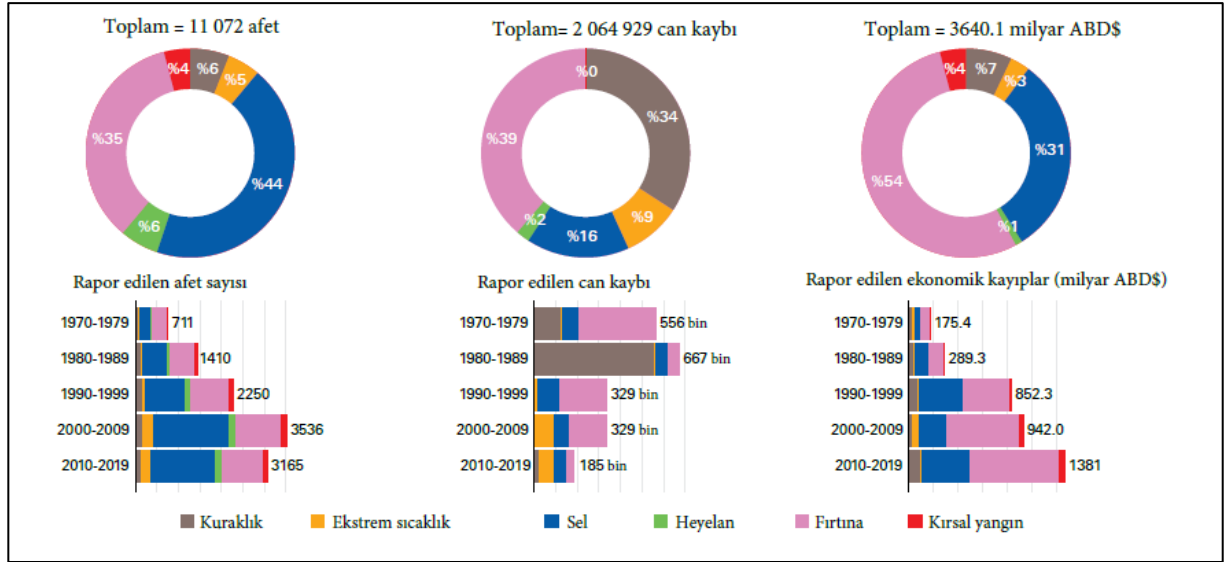
Şekil 15. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Oldukları Ekonomik Kayıpların Kıtalar İtibarıyla Dağılımı (ABD Doları) (2000-2019)

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) 2020 yılında yayınlanan "2020 State of Climate Service" isimli raporunda belirtildiği gibi Dünya genelinde aşırı hava ve iklim olayları, sıklık, yoğunluk ve şiddet olarak artmaktadır.



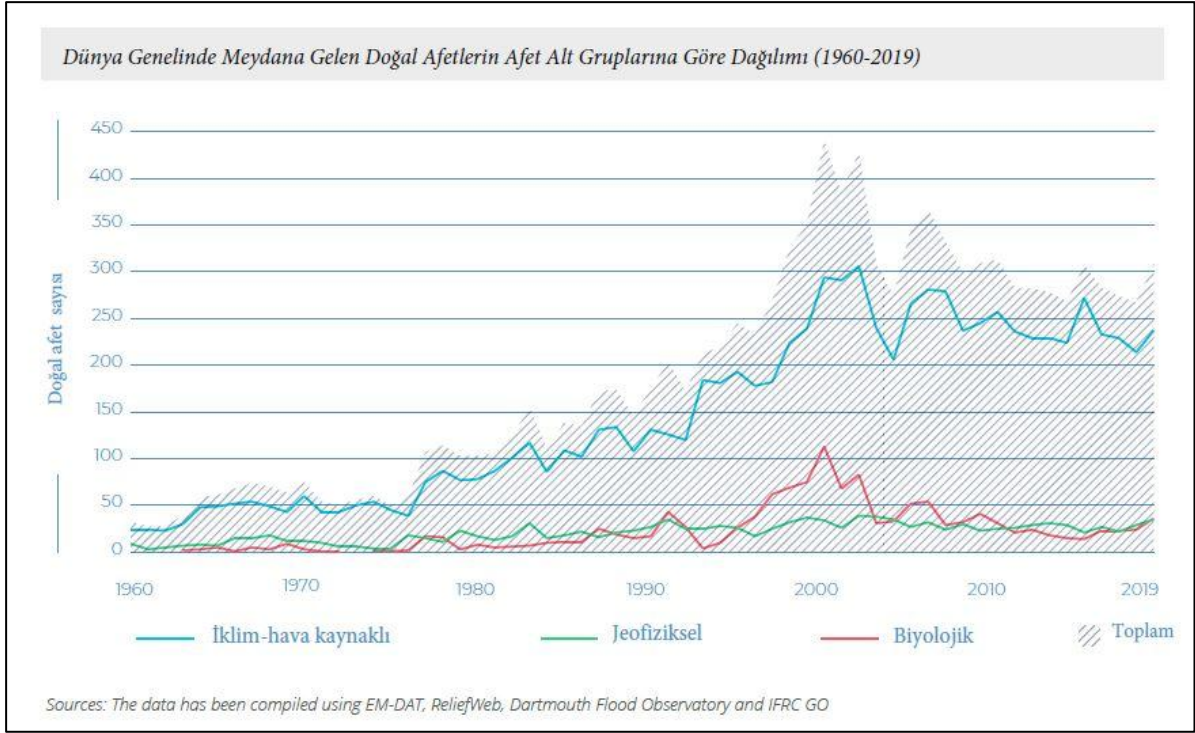
Şekil 16. Her Ülke İçin En Ölümcül Ve En Maliyetli Hava, Su Ve İklimle Bağlı Tehlikelerin Haritası (CRED)

Şekil 16'da 1970-2019 periyodunda sel, fırtına, ekstrem sıcaklık, kırsal yangın, kuraklık ve heyelan afetleri için Dünya genelinde yaşanan en ölümcül ve en maliyetli tehlikelerin haritası görülmektedir. Son 50 yılda meydana gelen dünya çapındaki bu afetlerin %79'u (11.072) hava, su ve iklimle ilgili tehlikeleri içermektedir (Şekil 17). Bu afetler toplam can kayıplarının %56'sını (2.06 milyon kişi) ve toplam ekonomik kayıpların %75'ini (3,640 milyar ABD Doları) oluşturmaktadır [9].

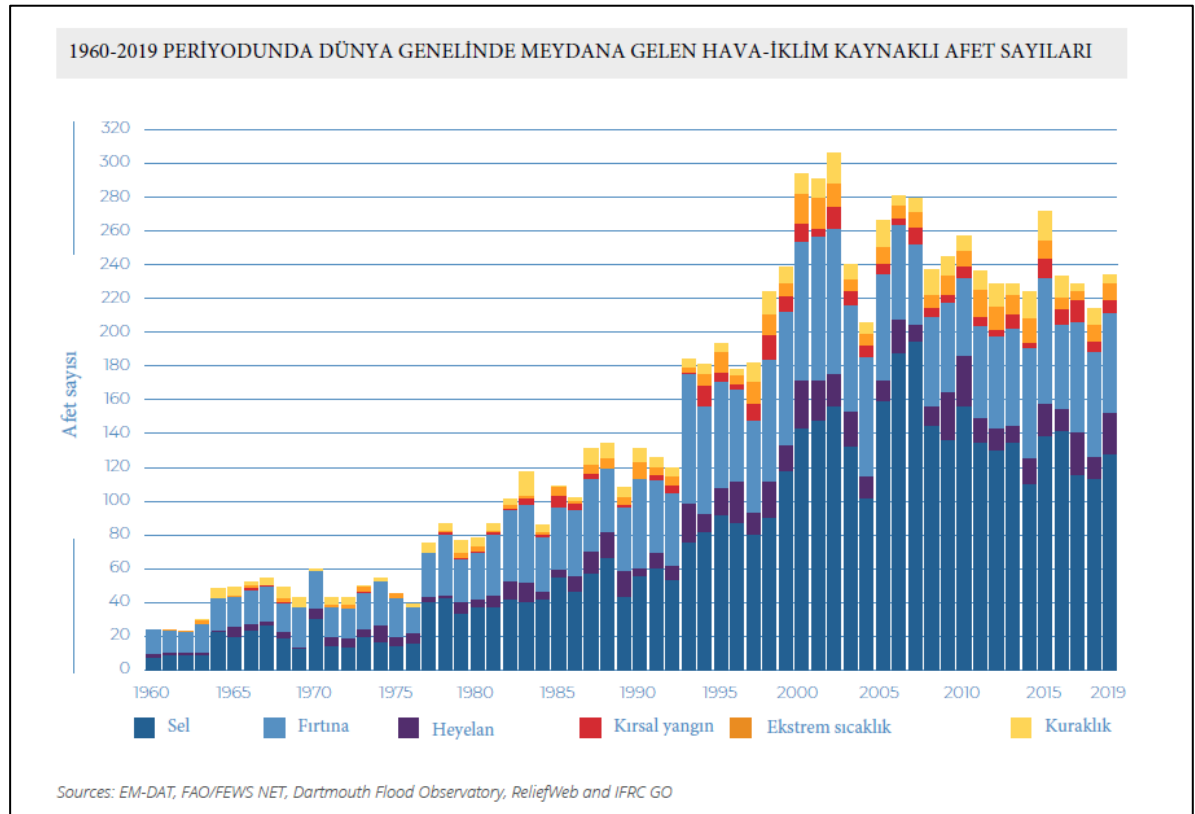


Şekil 17. 1970-2019 Periyodunda Dünya Genelinde Meydana Gelen Hava, Su Ve İklim Kaynaklı Ana Tehlike Türlerinin Sayı, Can Kaybı Ve Ekonomik Kayıplar Halinde 10'ar Yıllık Dağılımları (2020 State Of Climate Service Report, Wmo)

2020 yılı Dünya Afet Raporunda iklim ve hava ile ilgili afetlerin Dünya çapında büyük insani etkilere ve ekonomik kayıplara neden olduğu belirtilmektedir. Son on yılda yaklaşık 1,7 milyar insan bu tür afetlerden etkilenmiştir. Ekstrem olayların sayısı, yoğunluk ve şiddetinin artışı insanlığı endişelendirmektedir. Son on yıldaki afetlerin ezici çoğunluğu (doğal afetler tarafından tetiklenen tüm afetlerin %83'ü) sel, fırtına ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava ve iklimle ilgili olaylardan kaynaklandı. Aşırı hava ve iklimle ilgili olayların tetiklediği bu tür felaketlerin sayısı artmaktadır. Can kayıplarının yanı sıra insanların yaralanması, evsiz sayısının artması ve geçim kaynaklarının yok olması afet olaylarının diğer boyutlarını yansıtmaktadır. Şekil 18 'de 1960-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen afetlerin afet alt gruplarına göre yıllık bazda dağılımları görülmektedir. Periyot içinde İklim ve hava olayları ile ilgili afetler sayı bakımından sürekli artış sergilemektedir. 1960'lardan bu yana, Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerle tetiklenen 11.000'den fazla afet kaydedildi [10].



Şekil 18. 1960-2019 Periyodunda Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Alt Gruplarına Göre Dağılımı (World Disasters Report 2020)



Şekil 19. 1960-2019 Periyodunda Dünya Geneline Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Doğal Afetler (World Disasters Report 2020)

1960'lardan beri seller, iklimsel tehlikelerin açık ara en önemlisidir. Şekil 19'da 1960-2019 periyodunda dünya genelinde meydana gelen hava-iklim kaynaklı afet sayılarının yıllar bazındaki dağılımları görülmektedir. Sel sayıları yıllar içinde giderek artmıştır. [10].

Tablo 1. 1960-2019 Periyodunda Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetler (World Disasters Report 2020)

DOĞAL AFETLER, 1960-2019									
	İklim ve hava				Jeolojik		Biyolojik		Tüm afetler
	Fırtına	Sel	Kuraklık	Diğer hava-iklim kaynaklı afetler	Deprem	Diğer jeolojik afetler	Salgın	Diğer biyolojik afetler	
1960-1969	176	151	31	38	85	14	28	0	523
1970-1979	231	236	36	70	89	20	46	0	728
1980-1989	379	462	61	151	150	43	117	0	1,363
1990-1999	603	789	71	290	217	60	369	2	2,401
2000-2009	660	1,499	121	371	249	59	535	1	3,489
2010-2019	589	1,298	106	362	231	43	220	1	2,850
Tüm	2,638	4,435	426	1,282	1,021	239	1,315	4	11,360

Sources: EM-DAT, FAO/FEWS NET, Dartmouth Flood Observatory, ReliefWeb and IFRC GO.
Notes: Events are only included where more than 10 people were killed, or more than 100 affected.

Tablo 1'de 1960-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin 10'ar yıllık aralıklarla afet alt gruplarına ve afet türlerine göre dağılımı görülmektedir. Hava ve iklim kaynaklı afetler 10'ar yıllık son iki dönemde önemli sayıda artış göstermiştir. Özellikle 1960'lar ve 2000'ler arasında sellerin sayısı önemli ölçüde artmıştır. Fırtınalar, hava ile ilgili ikinci en önemli afet türüdür [10].

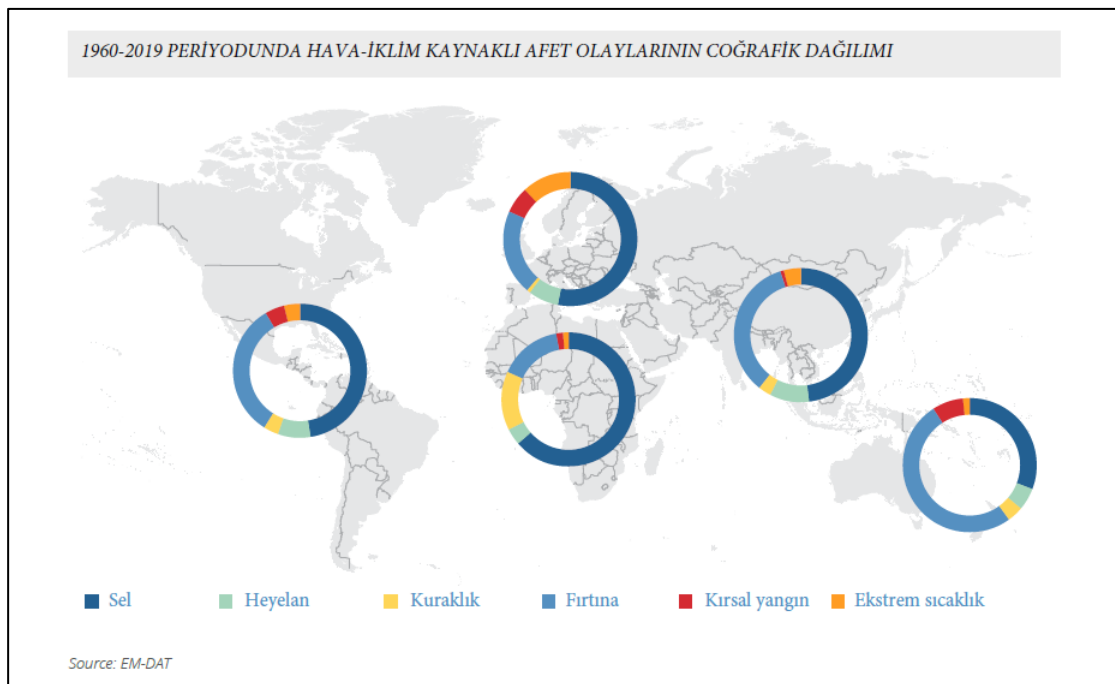
Tablo 2. 1960-2019 Periyodunda Dünya Genelinde Kıtalar İtibarıyla Meydana Gelen Doğal Afetler (World Disasters Report 2020)

KİTALAR İTİBARIYLA AFET SAYILARI, 1960-2019						
	Afrika	Amerika	Asya	Avrupa	Okyanusya	Tüm afetler
1960-1969	62	160	245	40	17	523
1970-1979	97	192	359	47	33	728
1980-1989	210	336	640	112	66	1,363
1990-1999	440	578	1,061	231	100	2,401
2000-2009	925	686	1,452	321	123	3,489
2010-2019	622	620	1,305	212	110	2,850
Hava-iklim kaynaklı	1,480	2,146	4,028	791	365	8,781
Jeofiziksel	73	284	716	135	60	1,260
Biyolojik	804	142	318	37	24	1,319
Tüm	2,356	2,572	5,062	963	449	11,360

Sources: EM-DAT, FAO/FEWS NET, Dartmouth Flood Observatory, ReliefWeb and IFRC GO.

1960-2019 periyodunda Dünya genelinde afetlerden en fazla etkilenen kıta Asya kıtası olmuştur (Tablo 2). Bunu Amerika, Afrika ve Avrupa kıtaları izlemiştir. Asya kıtası 1960'lardan bu yana tüm afetler içinde %44'lük bir oran ile en çok afetin meydana geldiği kıta olmuştur [10].

Şekil 20'de 1960-2019 periyodunda dünya genelinde meydana gelen hava-iklim kaynaklı afet olaylarının coğrafik dağılımı görülmektedir. Seller %44'lük bir oranla Asya kıtasında olmak üzere tüm bölgelerde etkili olmuştur. Fırtınaların tetiklediği tüm felaketlerin yarısından fazlası (%52) Asya'da meydana gelirken, bunu Amerika %26 ile izlemiştir. Okyanusya'da afetlerin %51'i tropikal fırtınalar tarafından tetiklenmiştir. Kırsal yangınlarının %40'ından fazlası Amerika'da meydana gelirken, kuraklıkların neredeyse yarısı (%49,5) Afrika'da meydana gelmiştir [10].



Şekil 20. 1960-2019 Periyodunda Dünya Geneline Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afet Olaylarının Coğrafi Dağılımı (World Disasters Report 2020)

Dünya genelinde meydana gelen hava-iklim ile ilgili veya jeofiziksel afetler ülkeleri, toplulukları farklı tehlikeler bağlamında (ani veya yavaş başlangıçlı) olarak değişik şekilde etkilemektedir. Afetler nedeniyle her yıl milyonlarca insan yerinden ediliyor. Tablo 3'te dünya genelinde meydana gelen doğal afetler sonucunda etkilenen insanların afet alt gruplarına göre yıllar bazında dağılımları görülmektedir. 1960-2019 periyoduna afet türleri bakımından bakıldığında sel, kuraklık ve fırtınalar %95'lik bir oranla insanların etkilenmesine neden olmuştur [10].

Tablo 3. 1960-2019 Periyodunda Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerden Etkilenen İnsanların Afet Türlerine Göre Dağılımı (World Disasters Report 2020)

AFET TÜRÜNE GÖRE ETKİLENEN İNSAN SAYILARI, 1960-2019									
	İklim ve hava				Jeolojik		Biyolojik		Tüm afetler
	Fırtına	Sel	Kuraklık	Diğer hava-iklim kaynaklı afetler	Deprem	Diğer jeolojik afetler	Salgın	Diğer biyolojik afetler	
1960-1969	30,245,783	42,374,639	117,899,704	4,006,487	4,073,242	511,416	478,275	0	199,589,546
1970-1979	52,539,673	218,877,106	263,706,885	139,595	16,757,344	369,837	2,238,824	0	554,629,264
1980-1989	141,405,317	468,400,677	593,546,376	3,882,575	32,969,714	663,397	1,689,442	0	1,242,557,498
1990-1999	224,066,597	1,436,605,223	309,913,523	12,547,702	24,622,267	2,050,571	13,574,854	2,200	2,023,382,937
2000-2009	397,233,409	951,524,335	755,616,713	89,106,787	82,543,498	1,455,767	4,946,567	500,000	2,282,927,076
2010-2019	323,999,906	673,350,671	690,171,258	15,333,850	35,302,611	3,558,531	5,275,953	2,300,005	1,749,292,785
Tüm	1,169,490,685	3,791,132,651	2,730,854,459	125,016,996	196,268,676	8,609,519	28,203,915	2,802,205	8,052,379,106

Source: EM-DAT

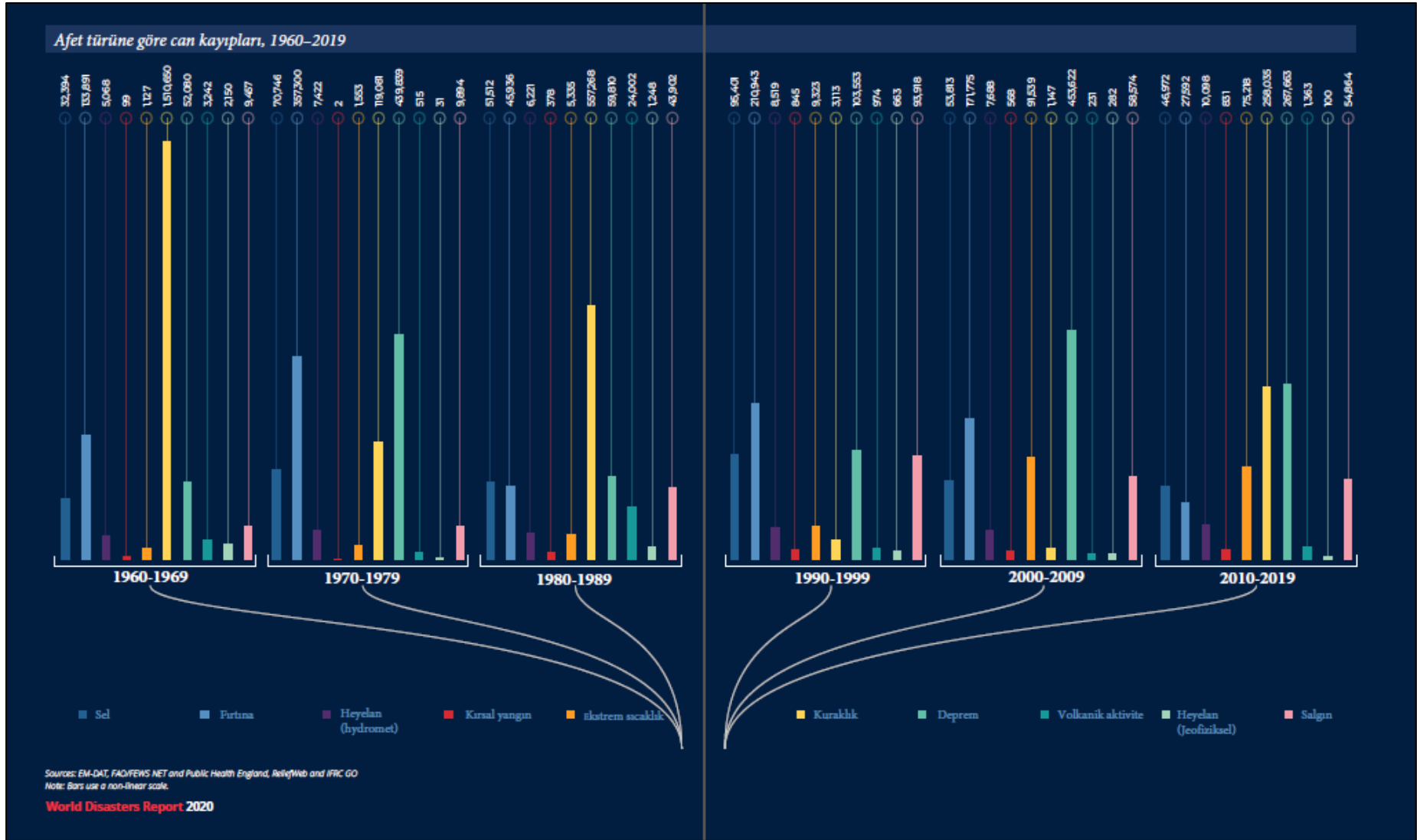
Tablo 4'te Dünya genelinde meydana gelen doğa kaynaklı afetler sonucunda meydana gelen can kayıpları afet alt gruplarına göre yıllar bazında dağılımları görülmektedir.

Tablo 4. 1960-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin afet alt gruplarına ve afet türlerine göre neden olduğu can kayıpları (Kaynak: World Disasters Report 2020)

AFET TÜRÜNE GÖRE CAN KAYIPLARI, 1960-2019									
	İklim ve hava				Jeolojik		Biyolojik		Tüm afetler
	Fırtına	Sel	Kuraklık	Diğer hava- iklim kaynaklı afetler	Deprem	Diğer jeolojik afetler	Salgın	Diğer biyolojik afetler	
1960-1969	133,891	32,394	1,510,650	6,294	52,080	5,392	9,457	0	1,750,158
1970-1979	357,300	70,746	119,081	8,977	439,839	546	9,894	0	1,006,383
1980-1989	45,936	51,512	557,268	11,934	59,810	25,250	43,902	0	795,612
1990-1999	210,943	95,401	3,113	18,687	103,553	1,637	93,918	0	527,252
2000-2009	171,775	53,813	1,147	99,795	453,622	513	58,574	0	839,239
2010-2019	27,592	46,972	258,035	86,147	267,663	1,463	54,864	0	742,736
Tüm	947,437	350,838	2,449,294	231,834	1,376,567	34,801	270,609	0	5,661,380

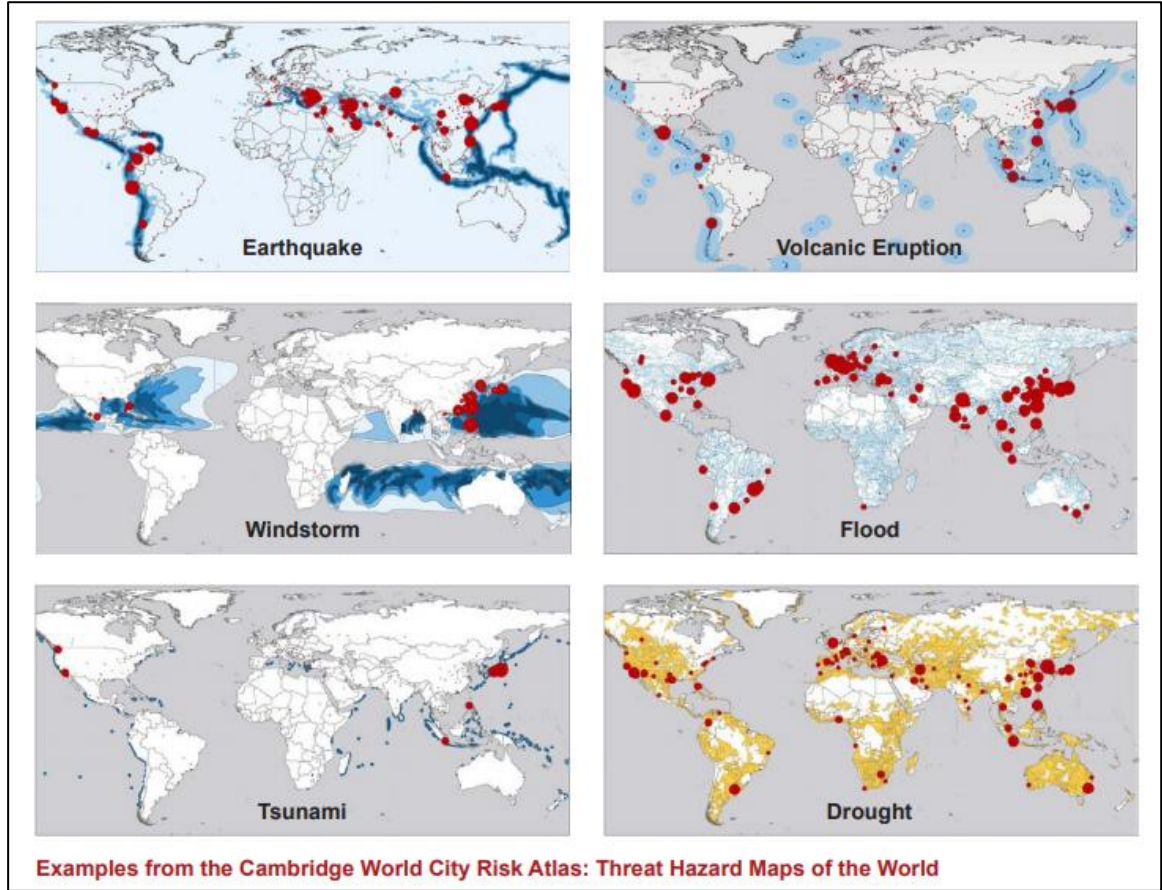
Sources: EM-DAT and FAO/FEWS NET

Şekil 21'de 1960-2019 periyodunda Dünya genelinde meydana gelen doğal afet kaynaklı can kayıplarının afet türlerine göre 10'ar yıllık dağılımları, Tablo 4'te ise can kayıpları sayısı olarak görülmektedir.



Şekil 21. 1960-2019 Periyodunda Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afet Kaynaklı Can Kayıplarının Afet Türlerine Göre Dağılımı (Kaynak: World Disasters Report 2020)

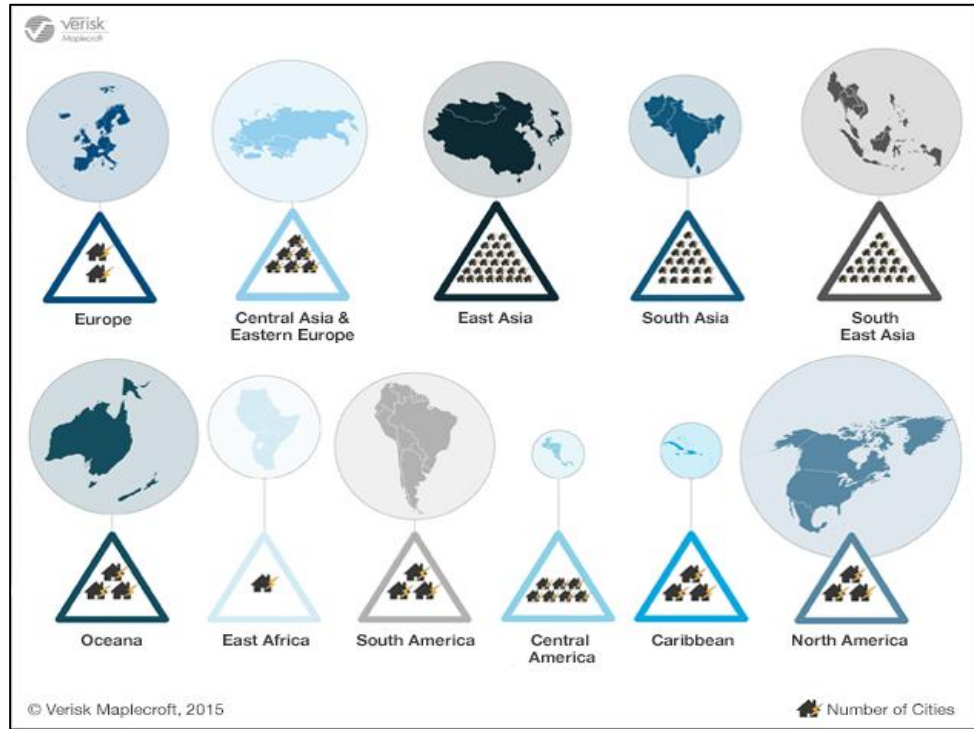
Lloyd's'un Şehir Risk Endeksi araştırmasında, 10 yıllık (2015-2025) bir süre içerisinde karşılaşılabilecek 22 beşeri ve doğa kaynaklı tehdidin, dünya'nın 279 büyük şehrinde olabilecek ekonomik sonuçları üzerine bir analiz gerçekleştirilmiştir. Endeks, Cambridge Üniversitesi Cambridge Risk Araştırmaları Merkezi tarafından yapılan orijinal araştırmaya dayanmaktadır. 1900'lü yılların başında Dünya nüfusunun %13'ü şehirlerde yaşarken günümüzde bu oran %54'dür. Dolayısıyla Dünya'da yaşanan hızlı nüfus artışı ve ekonomik problemler yüzünden büyük şehirlere büyük bir göç dalgası yaşanmaktadır. Plansız ve düzensiz kentleşmenin de etkisiyle doğa kaynaklı afetlere karşı savunmasız bölgelerde yaşayan insanlar afetler karşısında çok zor durumda kalmaktadır. Şekil 22'de Lloyd's Şehir Risk Endeksi araştırmasına göre Dünya genelinde bazı doğal türlerine göre afetlere maruz kalabilecek büyük şehirler görülmektedir [11,12,13].



Şekil 22. Dünya Genelinde Çeşitli Doğa Kaynaklı Afetlere Maruz Kalabilecek (2015-2025) Büyük Şehirler (Kaynak: Cambridge World City Risk Atlas (World Cities Risk 2015-2025))

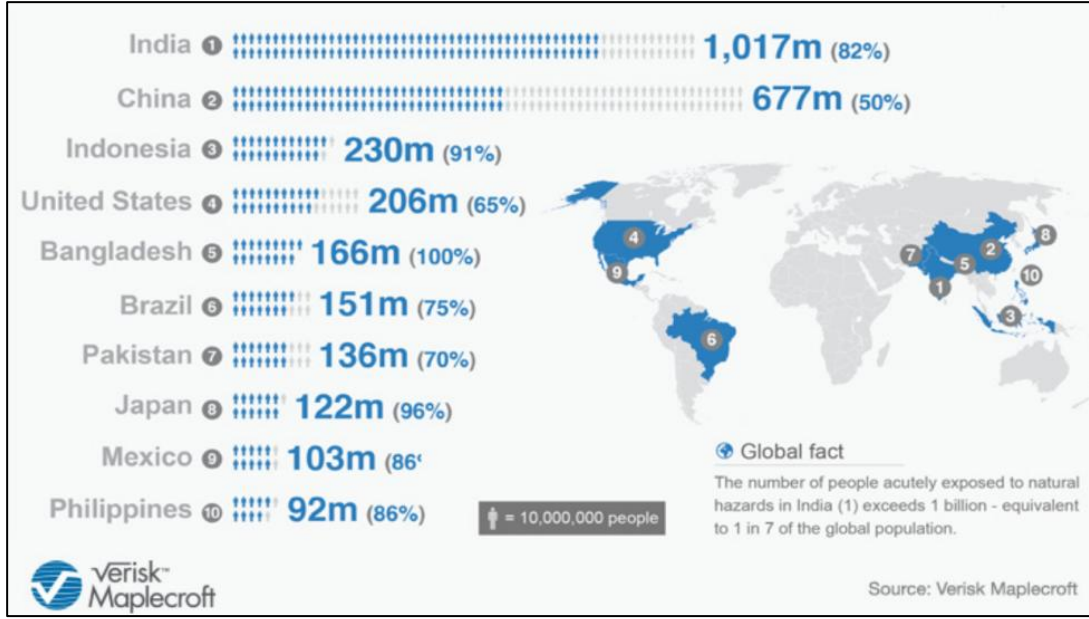
Doğa Kaynaklı Tehlikeler Riski Atlası (NHRA), 2015 yılından itibaren on yılda önemli ekonomi ve nüfus merkezleri olarak seçilen 1300'den fazla büyük şehrin doğa kaynaklı tehlike riskini değerlendirmektedir. Doğa kaynaklı afetlere en fazla maruz kalan 100 şehrin %56'sı Doğu Asya, Güney Asya ve Güneydoğu Asya'dadır. Riskli

şehirlerin 21'i Filipinlerde, 16'sı Çin'de, 11'i Japonya'da ve 8'i Bangladeş'te bulunmaktadır (Şekil 23). Analizde tropikal fırtınalar ve siklonlar, taşkınlar, depremler, tsunamiler, şiddetli fırtınalar, tropikal olmayan siklonlar, orman yangınları, fırtına dalgalanmaları, volkanlar ve heyelanların oluşturduğu birleşik riski dikkate almaktadır. Doğa kaynaklı afetlerden en fazla etkilenen bölge olan Güney Asya'daki 1.4 milyar insan (bölge nüfusunun %81'i), en az bir tür doğa kaynaklı tehlikeye maruz kalmaktadır. Japonya ve Filipinlerdeki en yüksek riskli şehirler; depremler, tayfunlar, şiddetli fırtınalar ve toprak kaymaları dahil olmak üzere çeşitli tehlikelere maruz kalmaktadır. Filipinler, küresel düzeyde doğa kaynaklı afetlere en fazla maruz kalan, en riskli şehirlerin bulunduğu ülkedir. Düşük gelirli şehirlerdeki altyapı zayıf olduğu için buralardaki afet müdahale mekanizmaları yetersiz kalmakta, afetlerin kalıcı etkileri her zaman çok büyük boyutlarda olmaktadır. Doğa kaynaklı afetlere yatkın bölgelerde bulunan şehirler büyük risk altındadır. Hızlı ve plansız kentleşme de birçok gelişmekte olan dünya kentinde afet riskini artırmaktadır [14,15,16,17,18].



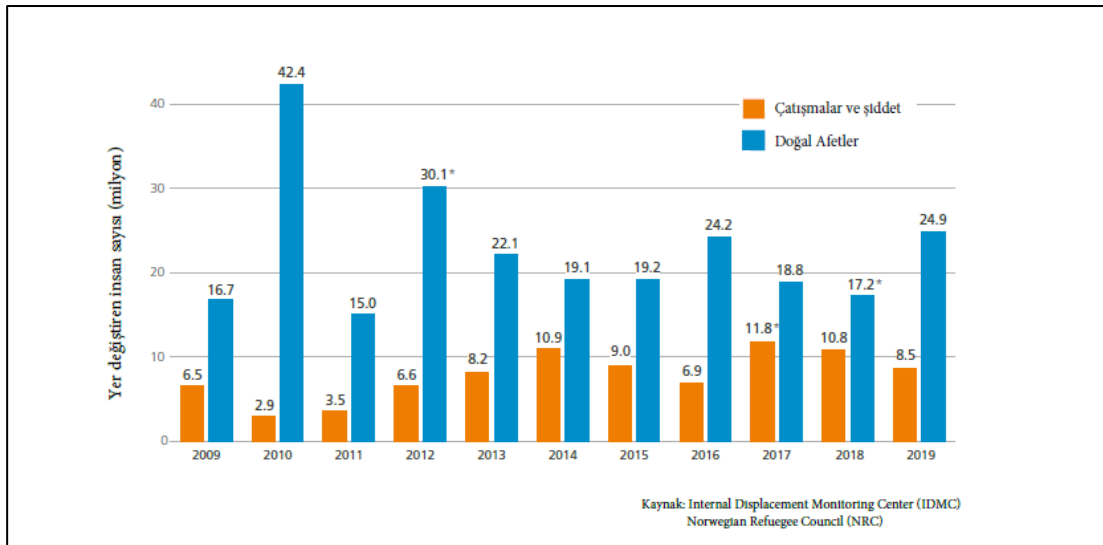
Şekil 23. Küresel Olarak Doğa Kaynaklı Afetlere Maruz Kalabilecek ve En Fazla Etkilenebilecek 100 Şehir

Şekil 24'de 198 ülke için gerçekleştirilen bir çalışmada, doğa kaynaklı afetlere en fazla maruz kalabilecek insan sayıları ülkeler bazında belirlenmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre, Hindistan, Çin, Endonezya, ABD ve Bangladeş ilk sıralarda yer almaktadır. Bunun yanı sıra Bangladeş (%100), Japonya (%96), Endonezya (%91), Filipinler (%86) ve Meksika (%86) nüfuslarının büyük çoğunluğu bu afetlere maruz kalabilecek bölgelerde yaşamaktadır [19].



Şekil 24. Doğa Kaynaklı Afetlere Maruz Kalabilecek İnsan Sayısı Bakımından İlk 10 Ülke

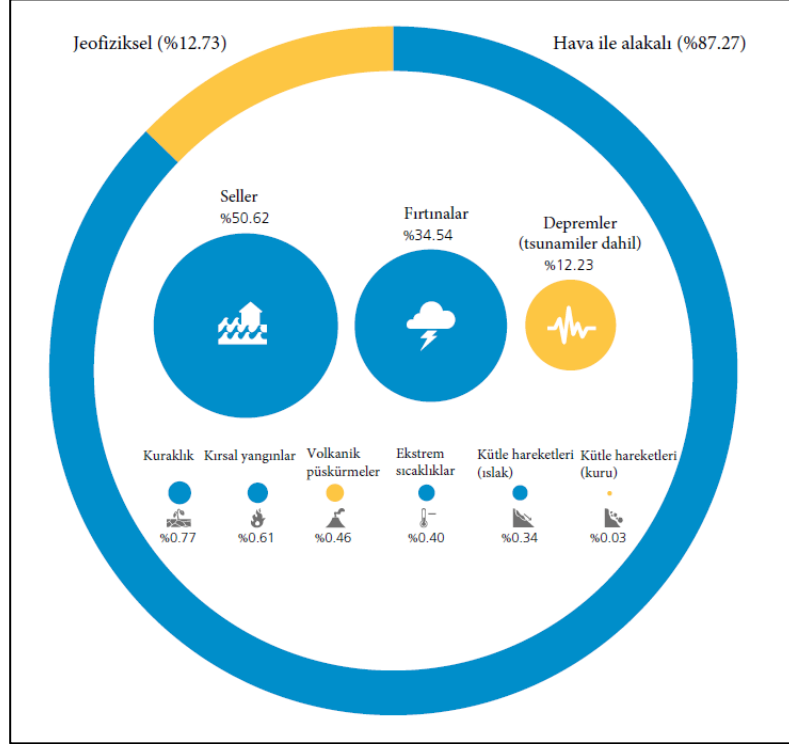
Doğa kaynaklı afetlere maruz kalan insanlar can ve mal kayıplarının yanı sıra yaşam alanlarını terk ederek daha güvenli bölgelere göç etmek zorunda kalmaktadır. Bunlara ek olarak, göç olaylarının ülke ekonomilerine getirdiği ekonomik zararlar çok büyük boyutlarda olmaktadır. Bazı yıllarda büyük çaplı doğa kaynaklı afetler sonucu gelişen yer değiştirme olayları milyonlarca insanı etkilemektedir. Nüfusu yoğun olan yerlerde yaşayan insanlar doğa kaynaklı afetlere maruz kalması durumunda daha güvenli bölgelere göç etmek durumunda kalmaktadır. İç göç İzleme Merkezi (IDMC) dünya genelindeki doğa kaynaklı afet, çatışma ve şiddet kaynaklı yer değiştirme olaylarını izlemektedir.



Şekil 25. 2009-2019 Periyodunda Dünya Geneline Doğal Kaynaklı Afetler, Çatışmalar ve Şiddet Olayları Sonucunda Meydana Gelen Göç Olayları

Şekil 25’de bu merkez tarafından hazırlanan 2009-2019 periyodunda Dünya genelinde doğa kaynaklı afetler, çatışmalar ve şiddet olayları neticesinde meydana gelen göç olayları görülmektedir. 2010, 2012, 2016 ve 2019 yılları doğal afet kaynaklı göç olaylarının yoğun olarak yaşandığı yıllardır [20].

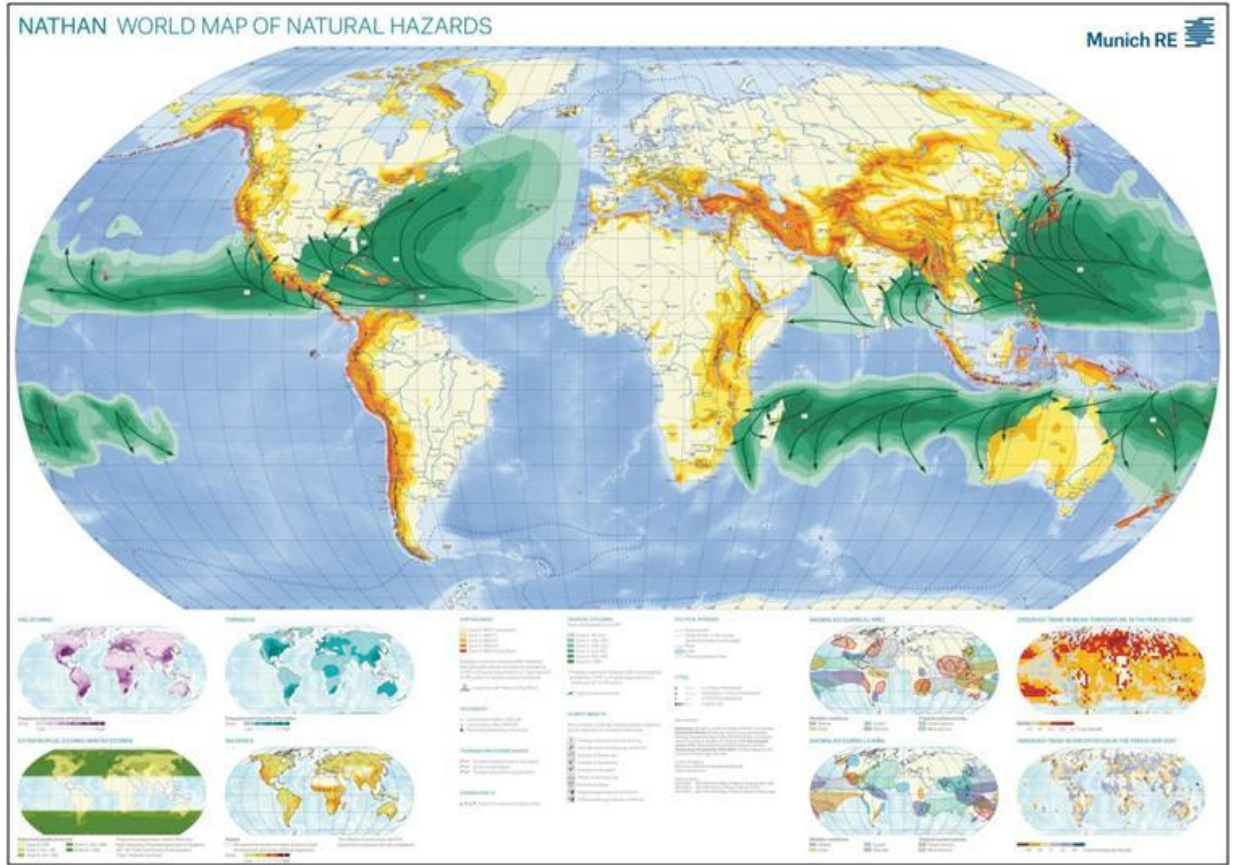
Şekil 26’da 2008-2018 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğa kaynaklı afetler ve yer değiştirme olaylarının dağılımları görülmektedir. Seller ve fırtınalar yer değiştirme olaylarına en fazla yol açan afetlerdir [21].



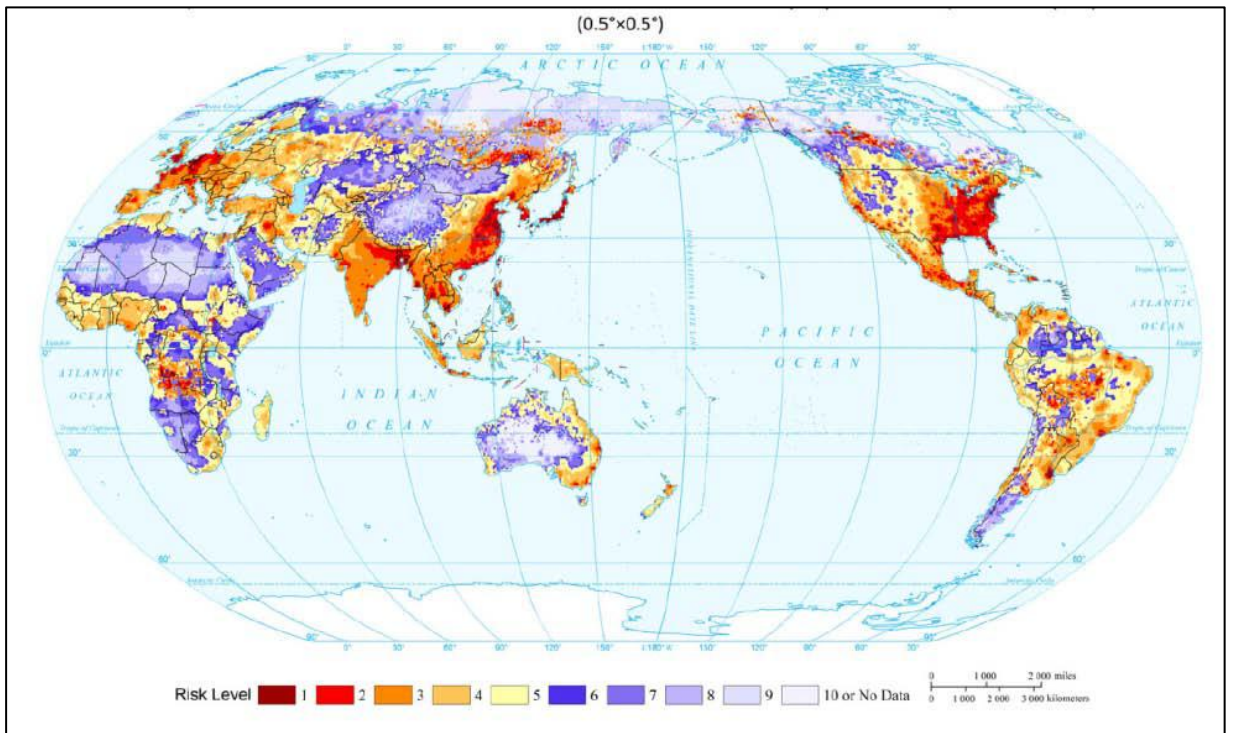
Şekil 26. 2008-2018 Yılları Arasında Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afetler Nedeniyle Yer Değiştirme Olaylarının Afet Cinslerine Göre Dağılımları (Internal Displacement Monitoring Centre)

NATHAN Doğa Kaynaklı Tehlikeler Dünya Haritası; deprem, tropikal siklon, volkan aktivitesi, tsunami, fırtına kabarması, dolu fırtınası, ekstremitropikal fırtına (kış fırtınası), tornado, kırsal yangın, şiddetli yağış, sıcak hava dalgası ve kuraklık afet veri tabanı kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 27) [22].

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 [23].



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)

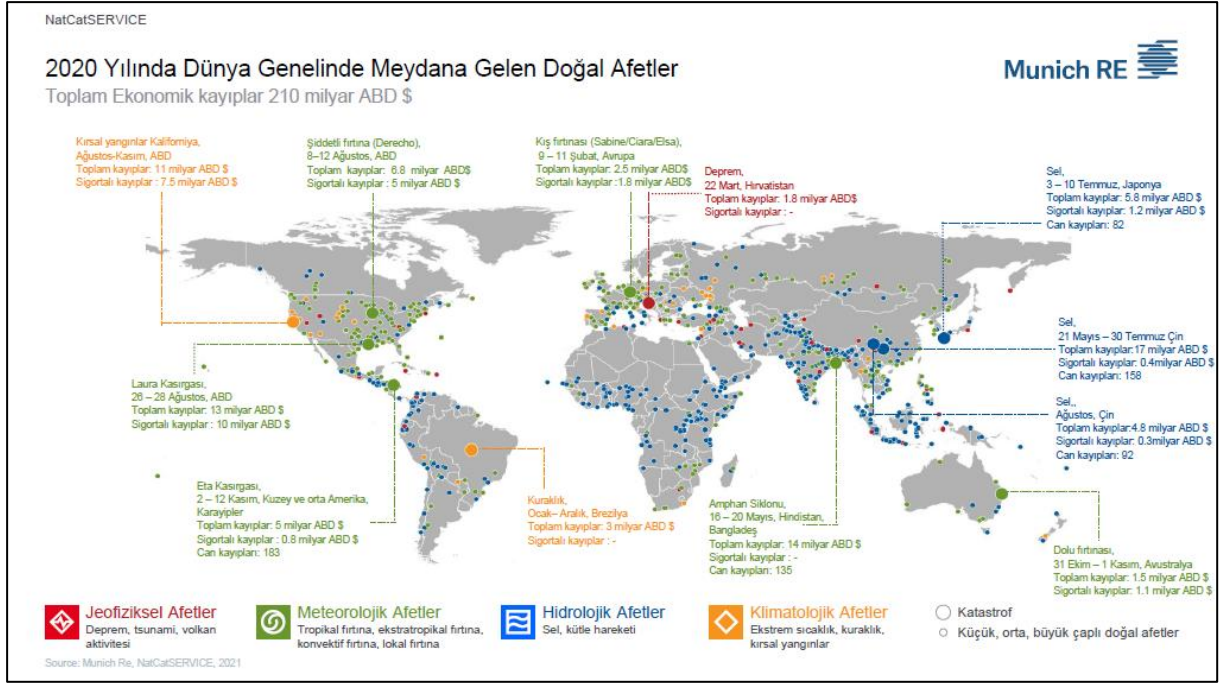
3. 2020 YILI DEĞERLENDİRMESİ

3.1. DÜNYA GENELİ

2020 yılı, dünyadaki milyonlarca insanı etkileyen, büyük can ve mal kayıplarına yol açan kasırgalar, siklonlar, tayfunlar, fırtınalar, sel felaketleri, orman yangınları ve kuraklık gibi meteorolojik karakterli doğal afetlerin yoğun olarak yaşandığı bir yıl olmuştur. Doğal afetlerden geniş alanlar etkilenmiş, milyonlarca insan yer değiştirmek zorunda kalmıştır. 2020 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetler içerisinde Karayipler, ABD, Meksika, Kanada, Kosta Rika, Bermuda ve Kolombiya'da kasırgalar; Hindistan, Bangladeş, Sri Lanka, Filipinler, Somali, Mozambik, Madagaskar, Tonga ve Fiji'de siklonlar; Çin, Tayvan, Japonya, Kore yarımadası, Tayland, Vietnam, Filipinler'de tayfunlar; ABD, Kanada, Brezilya, Bolivya, Arjantin, Peru, Kolombiya, Venezuela, İspanya, İtalya, Portekiz, Romanya, Türkiye, Yunanistan, Sırbistan, Bosna-Hersek, Fransa, İran, Irak, Mısır, Yemen, İsrail, Tanzanya, Rwanda, Kongo, Zambiya, Kenya, Uganda, Angola, Somali, Etopya, mali, Çad, Kenya, Sudan, Nijerya, Nijer, Pakistan, Afganistan, Bangladeş, Çin, Hindistan, Tayland, Japonya, Endonezya, Nepal, Vietnam ve Filipinler'de sel; ABD, Kanada, Güney-Orta Avrupa, Rusya, Japonya ve Çin'de kış fırtınaları; Avustralya, ABD, Brezilya, Bolivya, Paraguay, Arjantin, Çin, Ukrayna ve Yeni Zelanda'da kırsal yangınlar; ABD, Arjantin, Paraguay, Brezilya, Çin ve Vietnam'da kuraklık olayları önemli yer tutmaktadır [24,25,26,27].

Munich Re'nin 2020 yılı doğa kaynaklı afet değerlendirmesinde, Dünya genelinde toplam 980 doğa kaynaklı afet meydana geldiği, bu afetler sonucunda 8 200 kişinin yaşamını yitirdiği ve 210 milyar ABD Dolar'lık bir ekonomik kaybın olduğu belirtilmiştir. 2020 yılında hem genel kayıplar hem de sigortalı kayıplar önceki yıla göre önemli ölçüde daha yüksekti (2019 yılı küresel ekonomik kayıplar 166 milyar ABD Doları). 2020'deki doğal afet kayıplarının sigortalanmış kısmı yaklaşık 82 milyar ABD Doları (Genel kayıpların %40'ı) oldu [27].

2020 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetlerin dünya üzerindeki oluşum yerleri, afet türleri ve büyüklükleri Şekil 29'da görülmektedir. Afetlerden en fazla sırasıyla Asya, Kuzey Amerika (Orta Amerika ve Karayipler dahil), Avrupa, Avustralya ve Afrika kıtaları etkilenmiştir [27]. 2020 yılında her biri 1 milyar ABD Dolarından fazla maddi kayıplarla sonuçlanan 50 büyük doğa kaynaklı afet meydana gelmiştir. Büyük çaplı doğa kaynaklı afetler geniş alanları etkilemiş ve önemli zararlar oluşturmuştur [24,28].



Şekil 29. 2020 Yılında Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Kaynaklı Afetlerin Oluşum Yerleri (Munich RE NatCatSERVICE)

Tablo 5' de 2020 yılında meydana gelen ve en fazla can kaybına neden olan beş büyük doğa kaynaklı afet görülmektedir. 2020 yılındaki can kayıplarının yüksek olmasında ani taşkın ve sel olayları önemli rol oynamıştır. Temmuz-Ekim aylarında Pakistan'da, Mayıs ayında Uganda, Ruanda ve Kenya'da, Haziran-Ağustos aylarında Bangladeş'te ve Ağustos ayında Afganistan'da etkili olan ani taşkın ve sel olayları büyük can kayıplarıyla sonuçlanmıştır. Kasım ayında ABD ve Karayipler'i etkileyen Eta Kasırgası can kaybının yüksek olduğu diğer bir afet olarak sıralamada yer almıştır [27].

Tablo 5. 2020 Yılında Meydana Gelen En Fazla Can Kaybına Neden Olan Beş Doğal Afet

Tarih	Ülke/Bölge	Afet	Can kaybı
12.7-1.10.	Pakistan	Ani taşkın, sel	400
1.5-12.5.	Uganda, Ruanda, Kenya	Sel, Ani taşkın	281
Haziran - Ağustos	Bangladeş	Sel	257
24.8-31.8.	Afganistan	Ani taşkın	190
2.11-12.11.	ABD, Karayipler	Eta Kasırgası	183

Kaynak: Munich Re NatCatSERVICE

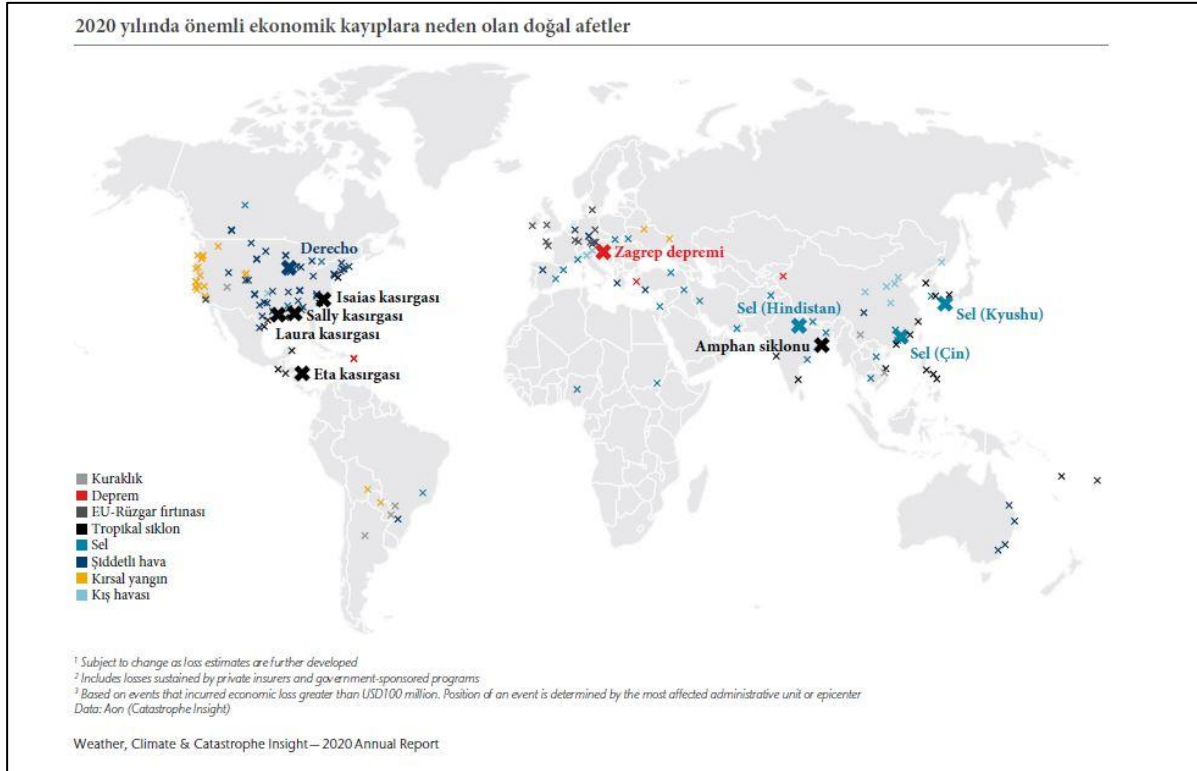
Tablo 6'da 2020 yılında en fazla ekonomik kayıpla sonuçlanan beş büyük doğa kaynaklı afet görülmektedir. 2020 yılında Çin'de meydana gelen sel olayları; Tayland, Bangladeş, Hindistan ve Sri Lanka'da etkili olan Amphan Siklonu; ABD'de etkili olan

Laura Kasırgası, kırsal yangınlar ve Ağustos ayında etkili olan konvektif fırtına maddi kaybın en yüksek olduğu afetler olarak bu sıralamada yer almaktadır [27]. En maliyetli afetlerin oluşum yerleri ise Şekil 30'da görülmektedir [24].

Tablo 6. 2020 Yılında Meydana Gelen ve En Yüksek Ekonomik Kayba Neden Olan Beş Büyük Doğa Kaynaklı Afet

Tarih	Ülke/Bölge	Afet	Can kaybı	Toplam kayıplar (milyon ABD\$)	Sigortalı kayıplar (milyon ABD\$)
21.5-30.7.	Çin	Sel	158	17,000	350
16.5-20.5.	Tayland, Bangladeş, Hindistan, Sri Lanka	Amphan Siklonu	135	14,000	-
26.8-28.8.	ABD	Laura Kasırgası	33	13,000	10,000
Ağustos - Kasım	ABD	Kırsal yangınlar (Kaliforniya)	32	11,000	7,500
8.8-12.8.	ABD	Konvektif fırtına	4	6,800	5,000

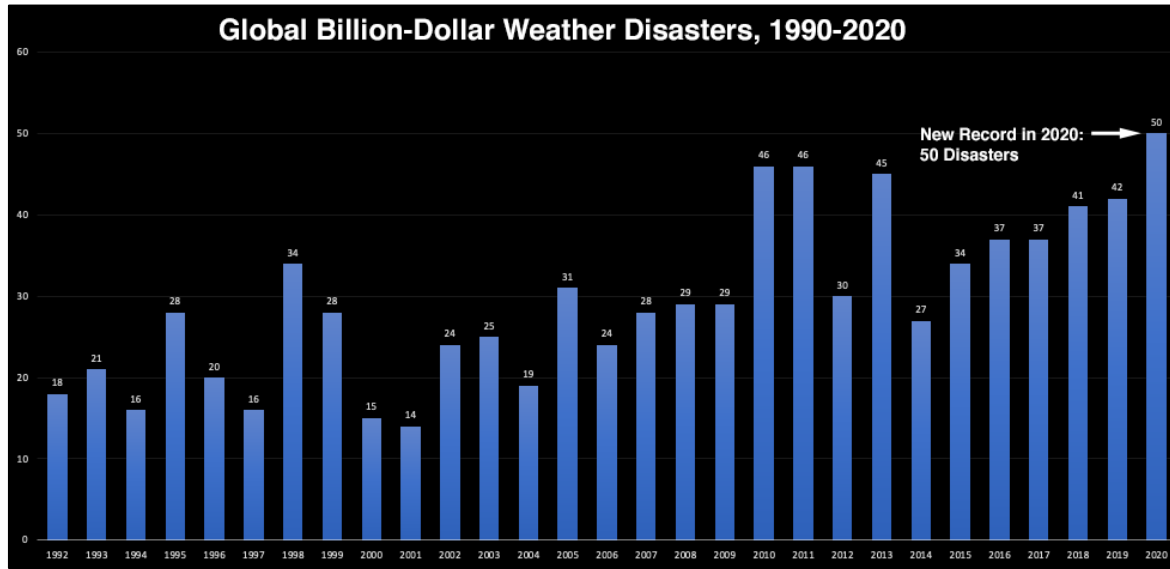
Kaynak: Munich Re NatCatSERVICE



Şekil 30. 2020 Yılında Dünya Geneline Meydana Gelen ve En Fazla Ekonomik Kayba Neden Olan Doğa Kaynaklı Afetlerin Oluşum Yerleri (Aon-Weather,Climate&Catastrophe Insight - 2020 Annual Report)

Şekil 31'de ABD merkezli bir sigortacılık şirketi olan Aon tarafından hazırlanan grafikte, 1992-2020 periyodunda dünya geneline meydana gelen hava-iklim kaynaklı doğal afetlerden ekonomik olarak en az 1 milyar ABD Dolarlık zarara neden olan afet sayıları görülmektedir. 2020 yılında, milyar ABD Doları ve üstü zarara neden olan 50 doğa kaynaklı afet meydana gelmiştir. Grafiğe göre 2020 yılında meydana gelen afet

sayısı bu periyot içerisindeki en yüksek değerdir. Özellikle 2010-2020 dönemi, Aon veri tabanındaki son yirmi dokuz 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. 2020 yılında en maliyetli hava-iklim kaynaklı afetlerin 28 tanesi ABD’de meydana gelmiş olup bunu 5 afet ile Çin, 3’er afet ile Hindistan ve Avustralya, 2’şer afet ile Japonya, Filipinler ve Kanada ve 1’er afet ile Fransa-İtalya, Pakistan, İran, Brezilya, Orta-batı Avrupa izlemektedir [28].



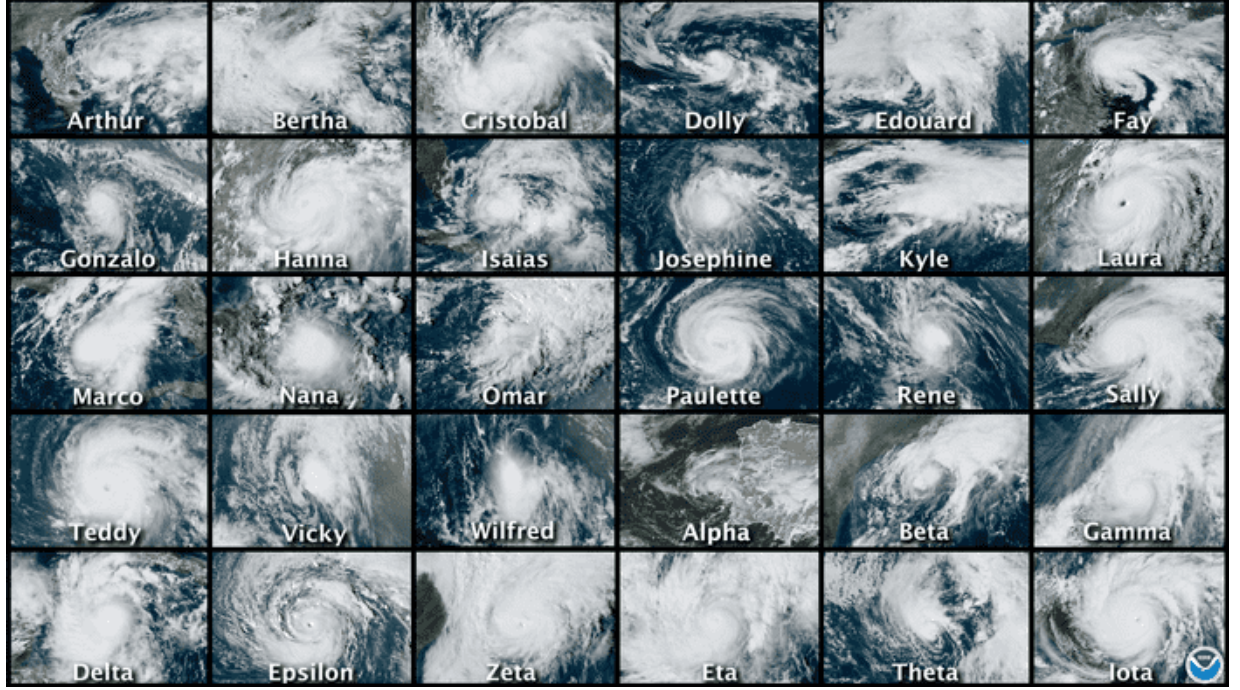
Şekil 31. Dünya Geneline 1992-2020 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı En Az 1 milyar ABD Doları Ekonomik Kayba Neden Olan Doğal Kaynaklı Afet Sayıları (Kaynak: Aon)

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

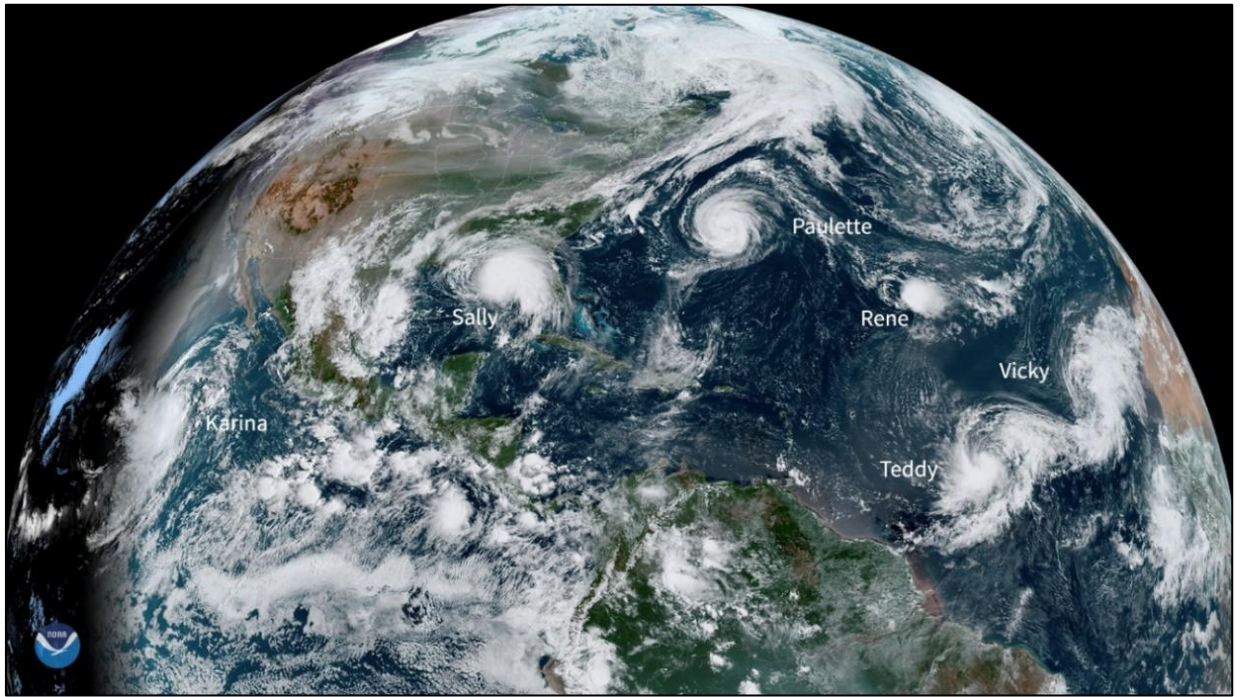
Kuzey Atlantik'teki 2020 kasırga sezonu, 13'ü kasırga durumuna ulaşan rekor kıran 30 fırtına ile hiperaktif (Şekil 32) [27,29,30]. ABD’nde 12 tropikal siklon bir sezonda karaya çıktı. Kuzey Amerika'daki kasırga sezonundan kaynaklanan toplam kayıplar 43 milyar dolara ulaştı (26 milyar ABD Doları sigortalı) (Şekil 33, Şekil 34) [27,31,32,33,34].

2020'deki en maliyetli on doğal afetten altısı Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana geldi. En yıkıcı olay, 27 Ağustos'ta Louisiana'nın batısındaki Charles Gölü yakınlarında 240 km/s rüzgâr hızıyla karaya çıkan Kategori 4 şiddetindeki Laura Kasırgası oldu. Laura Kasırgası, önemli ölçüde rüzgâr ve fırtına hasarına neden olarak

iç bölgelere uzanan geniş çaplı selleri tetikledi. Toplam kayıplar, 10 milyar ABD Dolar tutarında sigortalı zararlar 13 milyar ABD Dolarına ulaştı (Şekil 35, Şekil 36) [27].



Şekil 32. 2020 Yılında Atlantik Okyanusu Üzerinde Meydana Gelen Tropikal Fırtınalar (Ulusal Okyanus Ve Atmosfer İdaresi)



Şekil 33. Atlantik Okyanusu Üzerinde 5, Pasifik Okyanusu Üzerinde Meydana Gelen Bir Fırtınanın NOAA Uyduları Tarafından Uzaydan Çekilen Görüntüsü (15 Eylül 2020, NOAA)



Şekil 34. Atlantik Okyanusu Üzerinde Meydana Gelen Genevieve Kasırgasının Uluslararası Uzay İstasyonundan Tespit Edilen Batı Meksika Kıyıları Üzerindeki Görüntüsü (19 Ağustos 2020, NASA)



Şekil 35. Laura Kasırgası Sonucunda ABD'nin Louisiana Eyaletinde Oluşan Hasara Ait Bir Görüntü (27 Ağustos 2020) (<https://www.washingtonpost.com/weather/2021/01/08/billion-dollar-disasters-2020/>)



Şekil 36. ABD'de Lake Charles, Louisiana'da Laura Kasırgası Hasarına Ait Bir Görüntü (27 Ağustos 2020) (<https://www.theatlantic.com/photo/2020/08/photos-aftermath-hurricane-laura/615781/>)

Amerika Birleşik Devletleri'nde, yılın en maliyetli felaketlerinden biri, 10 Ağustos'ta ABD'nin Ortabatı bölgesini etkileyen ve 6,8 milyar ABD Doları zarara neden olan hızlı hareket eden şiddetli gök gürültülü fırtınalar dizisi olan güçlü bir "Derecho" oldu (Şekil 37) [27,35,36].



Şekil 37. Luther, Iowa'daki Heartland Co-Op Tahıl Silolarında Fırtına Sonrası Oluşan Hasara Ait Bir Görüntü (11 Ağustos 2020) (<https://abcnews.go.com/US/volunteers-iowa-step-devastating-derecho-storm/story?id=72450668>)

2020'de Amerika Birleşik Devletleri'nin batısında, Kaliforniya ve Kolorado'da yanan alan açısından rekor kıran büyük yangınlar çıktı. Özellikle Kuzey Kaliforniya ve Kuzeybatı Pasifik'te kuraklık koşulları, düzinelerce büyük yangının alevlenmesine neden oldu. Yangınlarda 47 kişi hayatını kaybetti [27].

2020 yılı Aralık ayı başı itibarıyla, Kaliforniya eyaletinde toplam 9.600 orman yangını kaydedildi. Bu yangınların çoğu küçük olmasına ve herhangi bir hasara neden olmamasına rağmen, en büyük yangının şiddeti ve boyutu yaklaşık 10.500 yapıya zarar verdi (Şekil 38). Tehlikeli yangınlar sadece Kaliforniya'da değil, ABD'nin Batı kesimlerinde de etkili oldu. Kolorado eyaleti, 2020 yılında yanan alan bakımından üç büyük orman yangını yaşadı (Şekil 39). Washington ve Oregon'daki orman yangınları da yeni rekorlar kırdı. Yalnızca Oregon'da yaklaşık 4.000 ev orman yangınları nedeniyle hasar görerek eyalet tarihindeki en kötü doğal afetlerden biri haline geldi. ABD'nin batısındaki orman yangınlarından kaynaklanan kayıplar, 11 milyar ABD Doları sigortalı olmak üzere toplamda, 16 milyar ABD Doları oldu (Şekil 40) [27,37,38,39,40].



Şekil 38. Kaliforniya, Chino Hills'de Blue Ridge orman yangını (27 Ekim 2020)
(<https://www.independent.co.uk/environment/climate-change/forest-fires-wildfires-climate-crisis-california-b1591680.html>)



Şekil 39. ABD'nin Batı Kesimlerinde Etkili Olan Orman Yangını Kaynaklı Duman Bulutunun Avrupa Uzay Ajansı (ESA) Tarafından Tespit Edilen Bir Uydu Görüntüsü (10 Eylül 2020) (<https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2020-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historical>)



Şekil 40. Kaliforniya'daki CZU Kompleksi Yangınında 3 Eylül 2020'de Meydana Gelen Hasar (<https://yaleclimateconnections.org/2021/01/world-hammered-by-record-50-billion-dollar-weather-disasters-in-2020/>)

- **Güney Amerika**

Şiddetli kuraklık 2020'de Güney Amerika'nın birçok bölümünü etkiledi. En kötü etkilenen bölgeler Kuzey Arjantin, Paraguay, Peru ve Brezilya'nın batı sınır bölgeleri oldu. Brezilya'da tarımsal kayıplar 3 milyar ABD Dolarına ulaştı. Artan sıcaklıkların etkisiyle yıl ortasından itibaren Brezilya'da şiddetli orman yangınları meydana geldi. Vejetasyonun etkilendiği alanlarda yaban hayatı da önemli zararlar yaşadı (Şekil 41) [26,41].



Şekil 41. Brezilya'nın Mato Grosso Eyaletindeki Porto Jofre Kasabasında Yangınların Sonrasında Görüntü (<https://www.theguardian.com/environment/2020/dec/30/floods-storms-and-searing-heat-2020-in-extreme-weather>)

- **Avrupa**

Avrupa'da, 2020 doğal afet rakamları nispeten daha az oldu. Genel kayıplar 12 milyar ABD Dolarına ulaştı. Sigortalı kayıplar ise 3,6 milyar ABD Doları oldu [27]. Bu yıl, Avrupa birkaç fırtına tarafından sarsıldı. Maliyetleri en yüksek olan ikisi Ciara ve Alex'ti. Şubat ayında bir dizi şiddetli ekstrasitropikal siklon kuzey, orta ve batı Avrupa'yı etkiledi. 10-11 Şubat'ta etkili olan Ciara fırtınası önemli rüzgar hasarı oluşturarak İrlanda'dan İsveç, Polonya ve İtalya'ya kadar uzandı. Fırtına Ciara, Batı ve Orta Avrupa'da etkili oldu. Sekiz ülkede 14 ölüme neden olurken ekonomik maliyeti 2,7 milyar ABD Doları oldu. Karayolu, havayolu ve demiryolu trafiği büyük ölçüde aksadı [24,25,26,27,42].

Alex fırtınası İngiltere, İspanya, Portekiz, Fransa, İtalya, Avusturya, Polonya, Çek Cumhuriyetinde etkili oldu. Ekim ayı başlarında Fransa'da 39 000 yapıya zarar veren Alex fırtınası 125 milyon ABD Dolarlık hasara neden oldu [25,26]. Ekim ayı başlarında Alex fırtınası, Batı Fransa'ya şiddetli rüzgarlar getirdi. Rüzgarın hızı 186 km/saate kadar yükselirken, şiddetli yağmur geniş bir alana yayıldı [26]. Bir gün içinde meydana gelen rekor yağışlar, Fransa-İtalya sınırının her iki tarafında ve Akdeniz kıyıları yakınlarında meydana geldi. 24 saat içinde meydana gelen yağış toplamı İtalya'da 600 mm'yi ve Fransa'da 500 mm'yi aştı. İsviçre'nin Güneyinde Càmèdo'da 24 saatte 421 mm yağış meydana geldi. Her üç ülkede de ani sel olayları meydana geldi. Sonbahar mevsimi için tipik olan bölgesel aşırı kayıplar, güney Fransa ve İtalya'nın Akdeniz kıyılarındaki şiddetli yağışlarla tetiklendi. Ortaya çıkan ani seller yüzlerce evi, köprüyü ve yolu yok etti. Fransa'nın Alpes-Maritimes departmanında meydana gelen sel binaları, köprüleri ve yolları tahrip etti (Şekil 42, Şekil 43). Bazı köyler izole oldu [27,42]. 16 can kaybının meydana geldiği Fransa ve İtalya'da ekonomik kayıplar yaklaşık 3,2 milyar ABD Dolarını buldu (Şekil 44, Şekil 45) [26,42,43,44,45].



Şekil 42. Fransa-Saint-Martin-Vesubie'de sel ve heyelan hasarı (3 Ekim 2020)
(<https://www.theatlantic.com/photo/2020/10/photos-flooding-southeastern-france/616629/>)



Şekil 43. Fransa-Saint-Martin-Vesubie'de Sel Hasarı (3 Ekim 2020)
(<https://www.theatlantic.com/photo/2020/10/photos-flooding-southeastern-france/616629/>)



Şekil 44. Atlantik Kıyısındaki La Faute-Sur-Mer'in Sular Altında Kalmış Sokaklara Ait Bir Görüntü (1 Mart 2020) (<https://www.euronews.com/2020/02/26/extreme-weather-exiles-how-climate-change-is-turning-europeans-into-migrants>)



Şekil 45. Ani Seller Hem Fransa'da Hem De İtalya'da Heyelanları Tetikledi
(<https://www.bbc.com/news/world-europe-54417223>)

- **Asya**

2020 yılında Asya'da, doğal afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıplar 2019 yılına göre daha düşüktü. Asya'daki toplam ekonomik kayıplar 67 milyar ABD Doları'na, sigortalı zararlar ise 3 milyar ABD Doları'na ulaştı [27,46]. Çin'deki yaz selleri dünya çapında en maliyetli afetler oldu (Şekil 46, Şekil 47). Çin'de 279 can kaybının rapor edildiği bu afetler sonucu yaklaşık 15 milyar ABD Dolarlık zarar meydana geldi [26,27].

Kuzey Hint Okyanusu'nda, 20 Mayıs'ta Hindistan ile Bangladeş arasındaki sınırda karaya çıkan Amphan Siklonu, yılın en pahalı tropik siklonuydu (Şekil 48). 129 can kaybının meydana geldiği siklon sonucu oluşan ekonomik kayıplar yaklaşık 14 milyar ABD doları oldu [24,26,27,47].

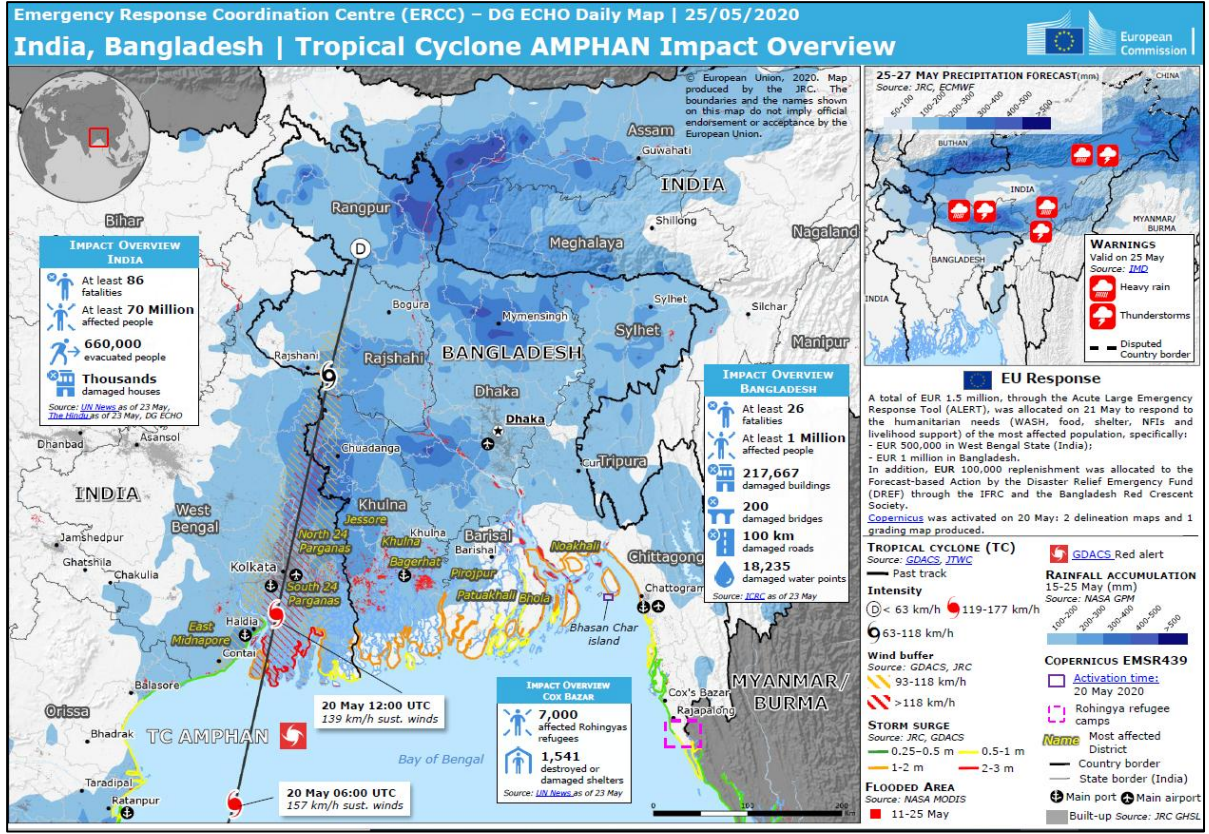
Kuzeybatı Pasifik'te tropikal kasırga Haishen, 2020 Pasifik sezonunun ilk süper tayfununa dönüştü. Japonya'nın güneybatı kıyılarını etkileyerek şiddetli yağış, fırtına dalgalanmaları, sel ve toprak kaymaları getirdi. 7 Eylül'de Güney Kore kıyılarında karaya çıktı. Toplam kayıplar 1,2 milyar ABD Dolarına ulaştı [25,26].



Şekil 46. Çin'in Güney Guangwi Bölgesindeki Yangshuo'da Selden Etkilenen Alanlar (7 Haziran 2020) (<https://www.theatlantic.com/photo/2020/08/photos-chinas-summer-of-floods/615661/>)



Şekil 47. Çin Chongqing 'De Aşırı Yağış Kaynaklı Çamur Akışı Sonucu Tahrip Olan Altyapıya Ait Bir Görüntü (4 Temmuz 2020) (<https://www.theatlantic.com/photo/2020/08/photos-chinas-summer-of-floods/615661/>)



Şekil 48. Hint Okyanusunda Meydana Gelen Amphan Siklonundan Etkilenen Bölgeler (25 Mayıs 2020) (<https://reliefweb.int/map/india/india-bangladesh-tropical-cyclone-amphan-impact-overview-dg-echo-daily-map-25052020>)

Hindistan, 2020 yılında 1994 yılından bu yana en yağışlı iki muson mevsiminden birini yaşadı. Sezon boyunca Hindistan, Pakistan, Nepal ve Bangladeş'te 2000'den fazla ölüm rapor edildi. Afganistan'da Ağustos sonunda meydana gelen sel felaketinde 145, Myanmar'da ise Temmuz ayı başlarında bir madende şiddetli yağmurun ardından meydana gelen toprak kaymasında 166 can kaybı rapor edildi [26].

Muson yağmurları, Asya'nın çeşitli ülkelerinde büyük sel felaketlerine yol açarak barajların çökmesine, nehirlerin kıyılarını aşmasına, toprak kaymalarına ve çamur akışlarına yol açtı. Bangladeş, Çin, Hindistan, Japonya, Pakistan, Nepal, Güney Kore ve Vietnam'da milyonlarca insan yaşam ve geçim alanlarını terk ederek yer değiştirmek zorunda kaldı [48].

Pakistan'da Ağustos ayında Sindh eyaletinde 2,4 milyon kişi selden dolayı göç etmek zorunda kaldı. Şehirlerde etkili olan sel olaylarının yanı sıra çiftlikler ve milyonlarca dönüm arazi sular altında kaldı (Şekil 49) [48,49].



Şekil 49. Pakistan'ın Karaçi Kentinde Sel Sularından Etkilenen İnsanlara Ait Bir Görüntü (26 Ağustos 2020) (http://www.xinhuanet.com/english/2020-08/31/c_139331012.htm)

Ekim ve Kasım aylarında, Vietnam ve Kamboçya arka arkaya meydana gelen 13 tropik fırtına ile sarsıldı ve bu da benzeri görülmemiş sel ve toprak kaymalarına yol açtı [50].

Vietnam'da Kasım 2020 sonu itibariyle, etkilenen illerde 235 kişi hayatını kaybetti. Yaklaşık 35.000 dönümlük (14.097 hektar) tarım arazisinin yanı sıra en az 400.000 ev sular altında kaldı veya hasar gördü. Sellerde 690.000'den fazla kümes hayvanı ve çiftlik hayvanı kaybedildi [50].

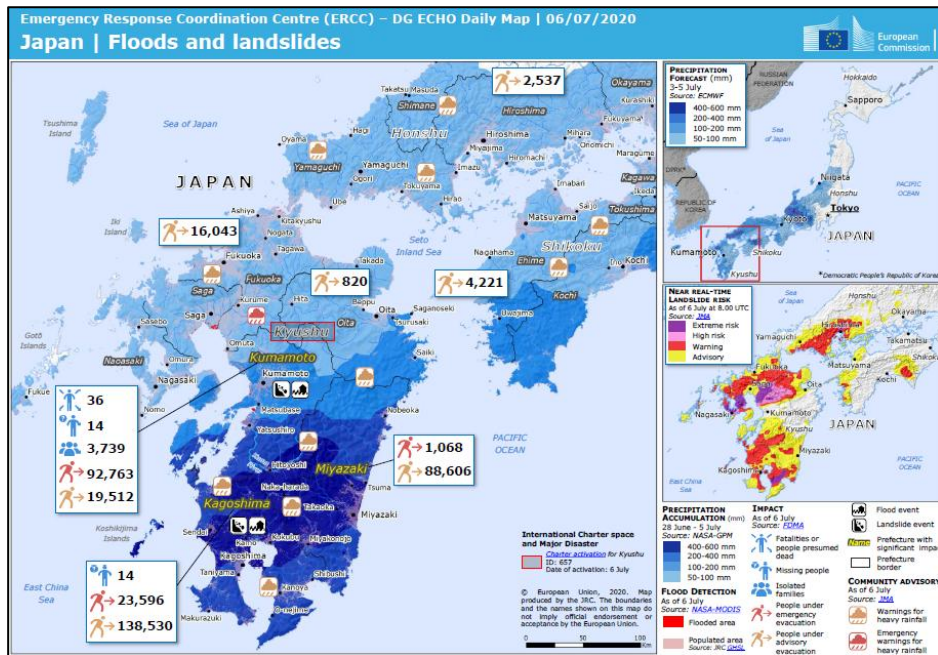
Kamboçya'da selden dolayı 42 kişi öldü, 161.552 ev hasar gördü veya yıkıldı. 14.300 hane geçici barınaklara yerleştirildi. Yaklaşık 80.000 hektar pirinç tarlaları da dahil olmak üzere 120.000 hektardan fazla tarım arazisi sular altında kaldı [50].

Ekim ve Kasım aylarında Filipinler'de etkili olan üç güçlü tayfun (Vamko, Goni ve Molave) 100 'den fazla can kaybına neden oldu. Oluşan sel ve heyelanlar sonrası altyapı ve çiftlik alanları önemli ölçüde zarar gördü. Yaklaşık 518,5 milyon ABD Dolarlık ekonomik zarar meydana geldi (Şekil 50) [50,51,52].



Şekil 50. Filipinlerin Marikina Şehrindeki Su Baskını Sonucu Kurtarma Çalışmalarına Ait Bir Görüntü
12 Kasım 2020
(<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-16/philippines-logs-100-deaths-25b-peso-losses-from-recent-storms>)

Güney Japonya'nın Kyushu bölgesinde, Temmuz ayının başında rekor yağışlar sel, toprak kayması ve çamur kaymalarına neden oldu. 80'den fazla insan hayatını kaybetti. Bir milyondan fazla kişi bölgeyi boşaltmak zorunda kaldı (Şekil 51, Şekil 52) [50,53,54].



Şekil 51. Japonya'da Sel Ve Toprak Kaymalarından Etkilenen Bölgeler (6 Temmuz 2020)
https://ercportal.jrc.ec.europa.eu/ercmaps/ECDM_20200706_Japan_Floods.pdf



Şekil 52. Hitoyoshi, Kumamoto Vilayeti, Güneybatı Japonya'daki Sellerin Havadan Görünümü 4 Temmuz 2020 (<https://www.independent.co.uk/climate-change/news/japan-floods-record-rainfall-landslides-deaths-2020-a9601651.html>)

- **Avustralya**

2019 yılında başlayan ve 2020 yılında da devam eden Avustralya orman yangını sezonu, altı aydan uzun süren yıkımlardan sonra sona erdi. Yangınlarda 33 can kaybı meydana gelirken, 3.000 ev harap oldu, 10 milyon hektardan fazla ormanlık alan ve tarım alanı zarar gördü (Şekil 53). Yaklaşık 1 milyardan fazla memeli, kuş ve sürüngen ile yüz milyarlarca böcek hayatını kaybetti. Yaban hayatı büyük zarar gördü. Eylül 2019'un başından 23 Şubat 2020'ye kadar süren orman yangınları esnasında 434 milyon ton karbondioksit atmosfere salındı. Bu karbondioksit salınımı Avustralya endüstrisinin deşarjlarının yaklaşık dörtte üçüne eşdeğerdi [24,26,55].

2020'de ülkenin çeşitli bölgelerinde; Sidney, Brisbane ve Melbourne (19-20 Ocak), Yeni Güney Galler (4-11 Şubat), Doğu Queensland (19 Nisan) ve Queensland'ın Brisbane bölgesi (31 Ekim) dolu fırtınaları etkili oldu. Sidney, Brisbane ve Melbourne 2020'de büyük dolu fırtınaları yaşadı. En büyük dolu boyutu, Hillscrest'te (13 cm) ve Forestdale'de (14 cm) görüldü. Büyük çaplı dolu ve güçlü rüzgarlardan konutlar, işyerleri, motorlu araçlar, güneş panelleri ve tarım alanları büyük zarar gördü (Şekil 54, Şekil 55, Şekil 56) [24,25,56,57,58].



Şekil 53. Avustralya, Canberra Yakınlarındaki Tidbinbilla Tepelerindeki Ormanlık Alan Yangını 6 Şubat 2020
(<https://eos.org/research-spotlights/australias-most-extreme-bushfire-season-statistically-speaking>)



Şekil 54. Avustralya'nın Canberra Kentinde Etkili Olan Dolu Hasarına Ait Bir Görüntü (20 Ocak 2020)
(<https://www.nytimes.com/2020/01/20/world/australia/weather-hail-sydney-canberra.html>)



Şekil 55. Avustralya'nın Canberra Kentinde Etkili Olan Dolu Yağıışı Sonrası Oluşan Bir Görüntü (20 Ocak 2020) (<https://www.npr.org/2020/01/20/797948411/destructive-hail-and-a-massive-dust-storm-descend-on-fire-ravaged-australia>)



Şekil 56. Dolu Fırtınası Sonucu Canberra'da Seralarda Meydana Gelen Dolu Hasarı (21 Ocak 2020) (<https://www.smh.com.au/politics/federal/years-of-crop-research-lost-in-hail-storm-like-a-tornado-20200121-p53tbu.html>)

Ülkenin doğusundaki Dubbo kenti ve çevresinde ise 107 kilometre/saat hıza ulaşan ve İngiltere'den daha büyük bir alanı kaplayan kum fırtınası meydana geldi (Şekil 57). 106.000 mil kareden fazla bir alanı kaplayan toz bulutları, gökyüzünü koyu turuncuya çevirdi ve saatte 60 mil hızla esen rüzgârların evleri ve arabaları sarmasıyla görüşü tehlikeli seviyelere düşürdü. 300 kilometrelik bir alanda etkili olan fırtına, yaşamı olumsuz etkiledi [59,60].



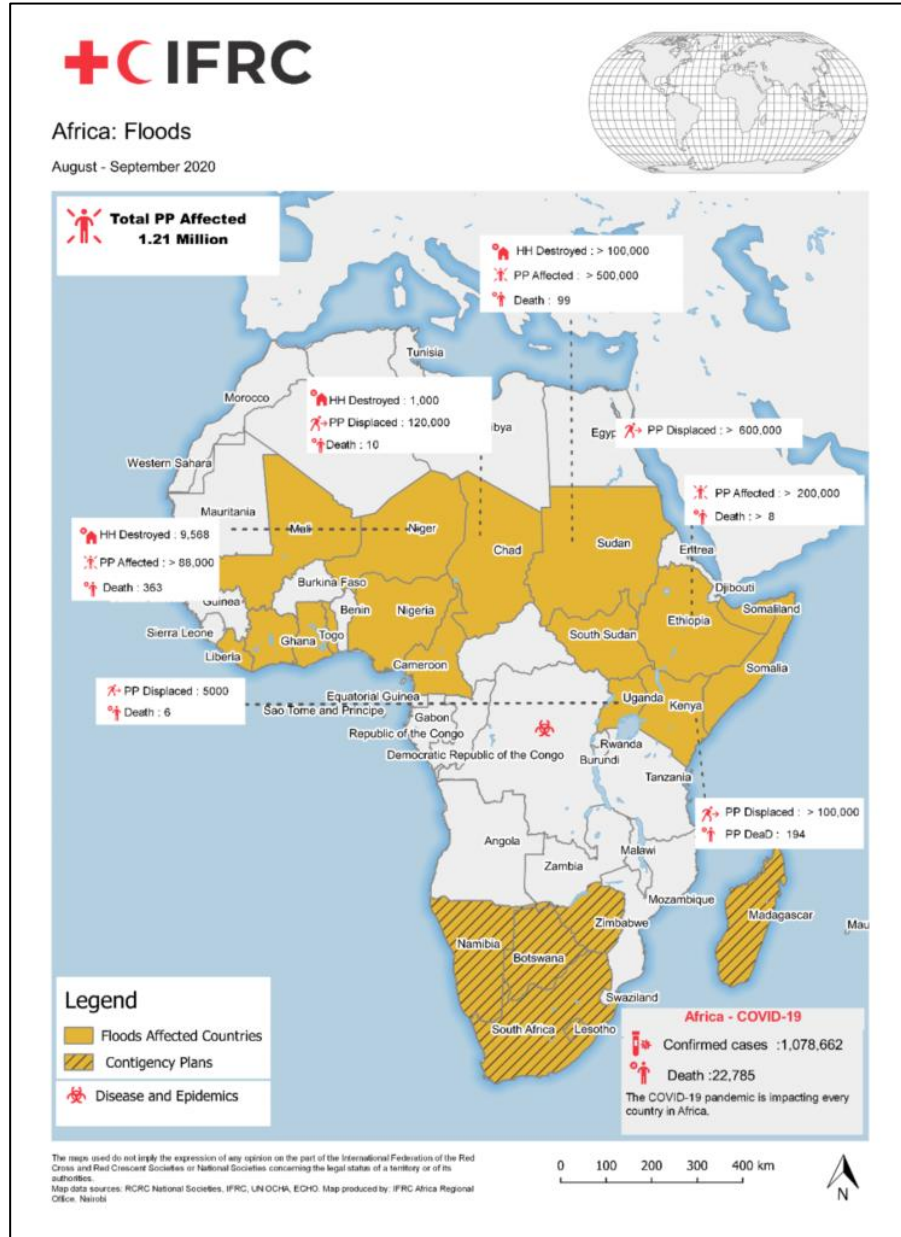
Şekil 57. Avustralya'nın Dubbo Kenti Civarında Etkili Olan Kum Fırtınası
(<https://tr.sputniknews.com/asya/202001201041154690-yanginlardan-nefes-alamayan-avustralyayi-bu-kez-de-kum-firtinasi-dolu-ve-ani-sel-vurdu/>)

- **Afrika**

2020'de Afrika'nın büyük kesimlerinde çok şiddetli sel felaketleri meydana geldi. En kötü etkilenen ülkeler Sudan ve Kenya olmasına rağmen, sel baskınları bölgenin birçok yerinde yaygındı. Sudan, Güney Sudan, Etiyopya, Somali, Kenya, Uganda, Çad, Nijerya, Nijer, Benin, Togo, Senegal, Kamerun, Burkina Faso, ve Côte d'Ivoire sel olayları sonucu meydana gelen can ve mal kayıplarının yanı sıra oluşan hastalıklardan etkilendi (Şekil 58). Binlerce insan yaşam alanlarını terk ederek başka bölgelere göç etmek zorunda kaldı [26,61].

Bir ay (Ağustos-Eylül) 2020 içinde, 12 farklı ülkede 1,21 milyondan fazla insan Afrika'daki sellerden etkilendi. Sudan'da, Kuzey Darfur, Sennar, Batı Ordoan ve Kassala en kötü etkilenen bölgeler olmak üzere, ülkenin 18 eyaletinden 17'si sel

olaylarını yaşadı. 500.000'den fazla insan etkilenirken 99 kişi hayatını kaybetti ve 100.000'den fazla ev hasar gördü. Birleşmiş Milletlere (BM) göre Güney Sudan'da ise 600.000'den fazla insan sel nedeniyle yerinden edildi. Kenya'da yağmurlar 100.000'den fazla insanın yerinden olmasına ve 194 kişinin hayatını kaybetmesine neden oldu. Etiyopya'da yağmurlar 200.000'den fazla insanı etkiledi ve 8 kişinin ölümüne neden oldu. Uganda'daki sel, Victoria Gölü'ndeki artan su seviyesi nedeniyle Mayuga Bölgesi'nde etkili oldu. Batı Kıyısı, Togo, Fildişi Sahili, Nijerya ve Gana'da da Ağustos-Eylül 2020 boyunca sel yaşandı [61,62,63].



Şekil 58. 2020 Yılında Afrika Kıtasında Sel Afetinden Etkilenen Ülkeler (IFRC - 6 Eylül 2020)
(<https://desdemonadespair.net/2020/09/africas-record-flooding-stretches-resources-already-struggling-with-covid-19-and-conflict-sudan-is-experiencing-the-worst-flooding-in-100-years.html>)

3.2. TÜRKİYE GENELİ

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 fakat yerel imkânlar ile baş edilemeyen doğa olayları olarak tanımlanmıştır [1].

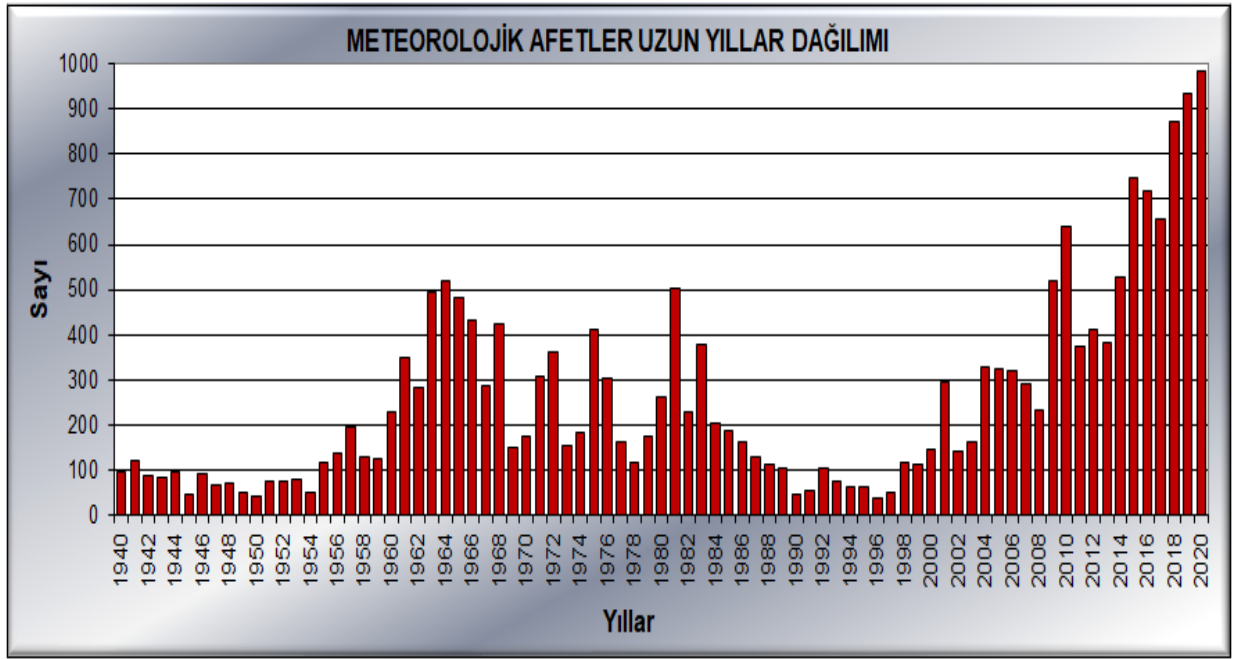
Doğa kaynaklı afetler sonucunda, can ve mal kayıplarının yanı sıra milyonlarca insan yer değiştirmek zorunda kalmaktadır. Bunun ülke ekonomilerine getirdiği zarar çok yüksek miktarlara ulaşmaktadır.

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 direk olarak oluşturulan afetlerdir. Meteorolojik şartlar ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olan doğa kaynaklı afetlerin tümü, meteorolojik afetler veya meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetler olarak adlandırılır [1, 2, 3, 4].

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.

2020 yılında ülkemizin farklı kesimlerini farklı ölçülerde etkileyen meteorolojik afetler yaşanmıştır. Ülkemizde, 2020 yılı içerisinde toplam 984 meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afet rapor edilmiştir [64]. Uzun yıllar dağılımına bakıldığında 2020 yılı içerisinde meydana gelen meteorolojik afet sayısı 1940-2020 periyodu içerisindeki en yüksek değer olarak kayıtlara geçmiştir (Şekil 59).

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



Şekil 59. Türkiye’de 1940-2020 Periyodunda Gözlenen Meteorolojik Karakterli Doğa Kaynaklı Afetlerin Yıllık Dağılımları

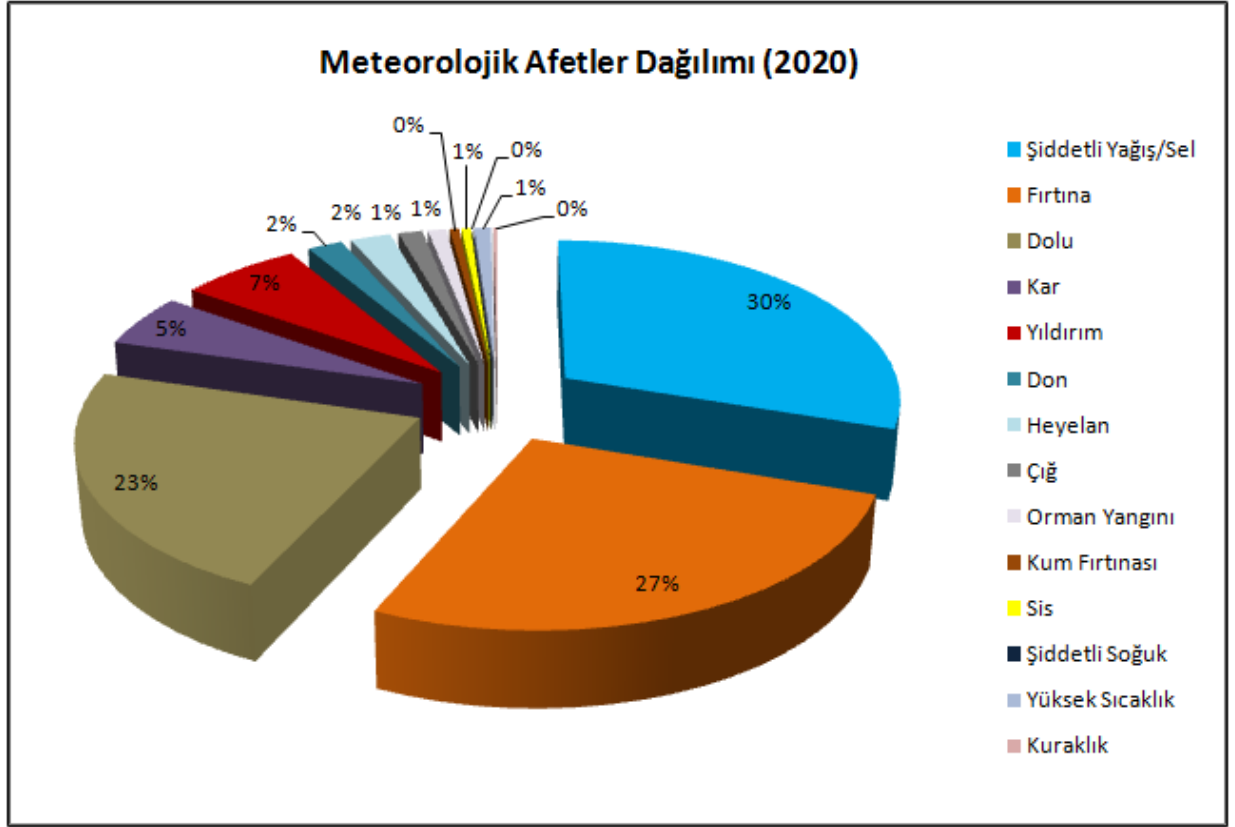
Ülkemizde 2020 yılı içinde en fazla meydana gelen meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afet şiddetli yağış/sel olayıdır. 2020 yılı içerisinde toplam 297 adet şiddetli yağış/sel afeti rapor edilmiştir. İkinci sırada ise fırtına afeti yer almaktadır. 2020 yılında fırtına ve sel afeti ülkemizin büyük bir kısmında görülmüştür.

2020 yılında 223 dolu afeti meydana gelmiş olup, görülen afetler içerisinde üçüncü sırada yer almaktadır. Kar afeti ise tüm yıl içinde toplam 52 kez görülmüş olup meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetlerin %5’ini oluşturmaktadır [64].

2020 yılında gözlenen ve ülkemizi etkileyen meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetler içinde;

- Şiddetli Yağış/Sel (%30),
- Fırtına (%27),
- Dolu afeti (%23)

Görülme sayısı ile ilk sıralarda yer almakta olup tüm afetlerin oransal dağılımları Şekil 60’da görülmektedir.



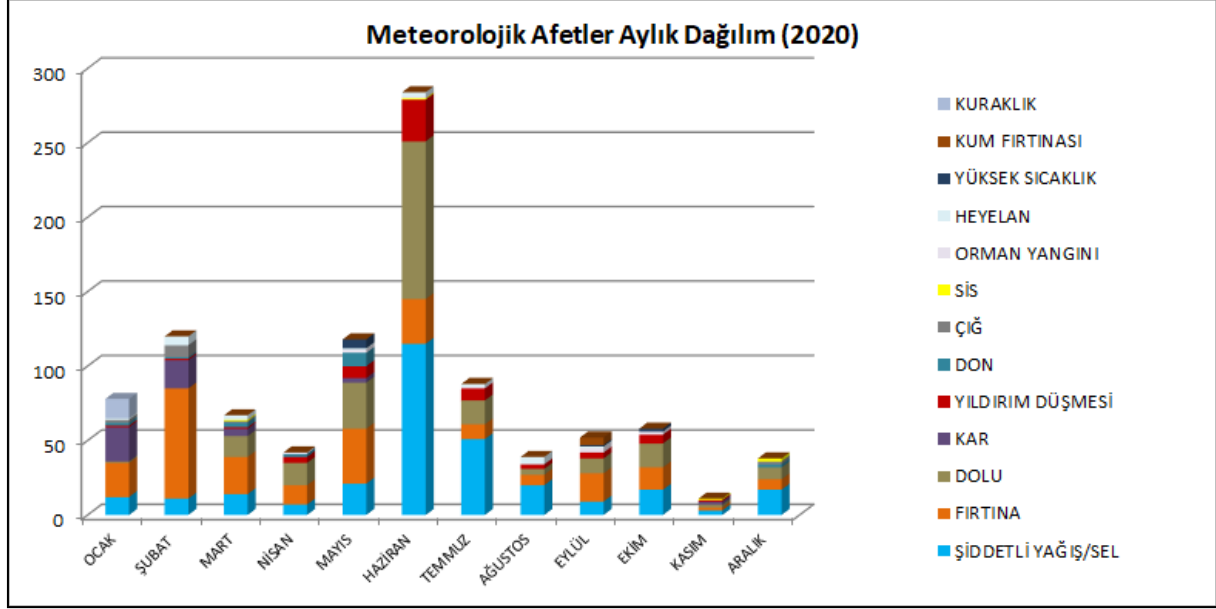
Şekil 60. Türkiye’de 2020 Yılı Meteorolojik Karakterli Doğa Kaynaklı Afetlerin Oluşum Yüzdeleeri

2020 yılında meteorolojik afetler en fazla yaz mevsiminde, ikinci olarak da kış mevsiminde meydana gelmiştir (Şekil 61).



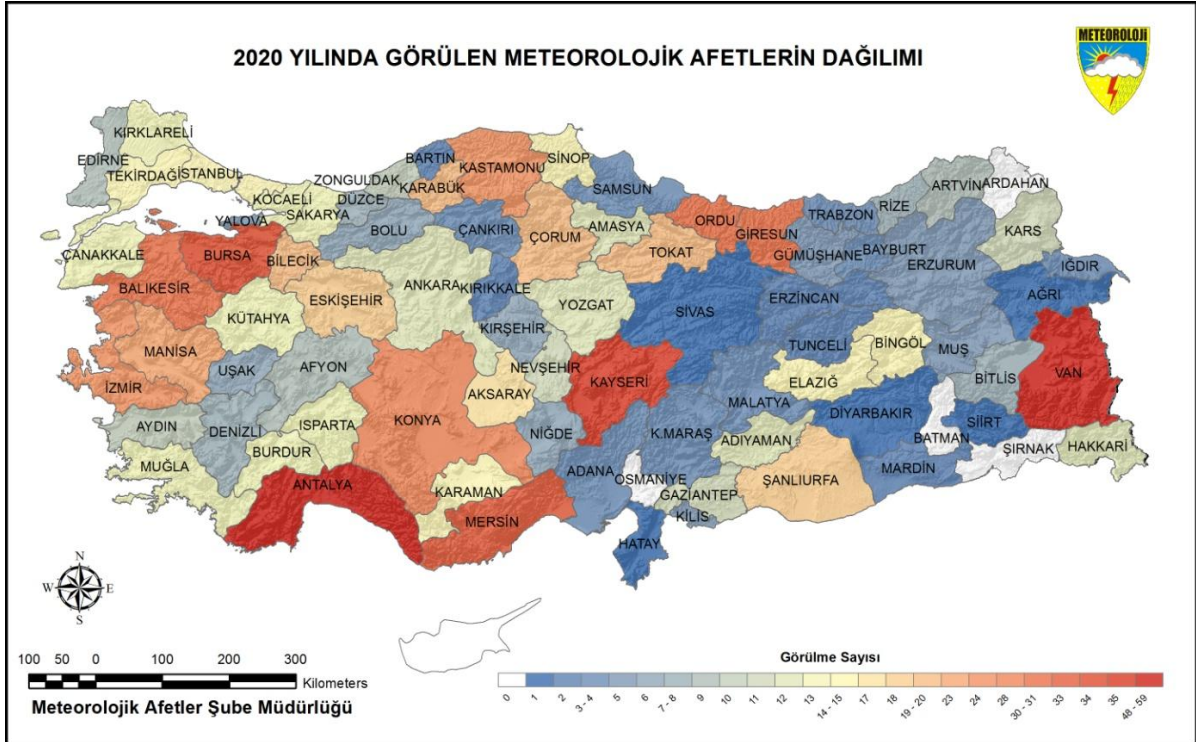
Şekil 61. Türkiye’de 2020 Yılı Meteorolojik Karakterli Doğa Kaynaklı Afetlerin Mevsimlik Dağılımı

2020 yılında meteorolojik afetler en fazla Haziran ayında meydana gelmiştir. Şiddetli yağış/sel afeti en fazla Haziran ayında, fırtına afeti en fazla Şubat ayında, dolu afeti en fazla Haziran ayında görülmüştür. Yıldırım afeti ise en fazla Haziran ayında görülmüştür (Şekil 62).



Şekil 62. Türkiye’de 2020 Yılı Meteorolojik Karakterli Doğa Kaynaklı Afetlerin Aylık Dağılımı

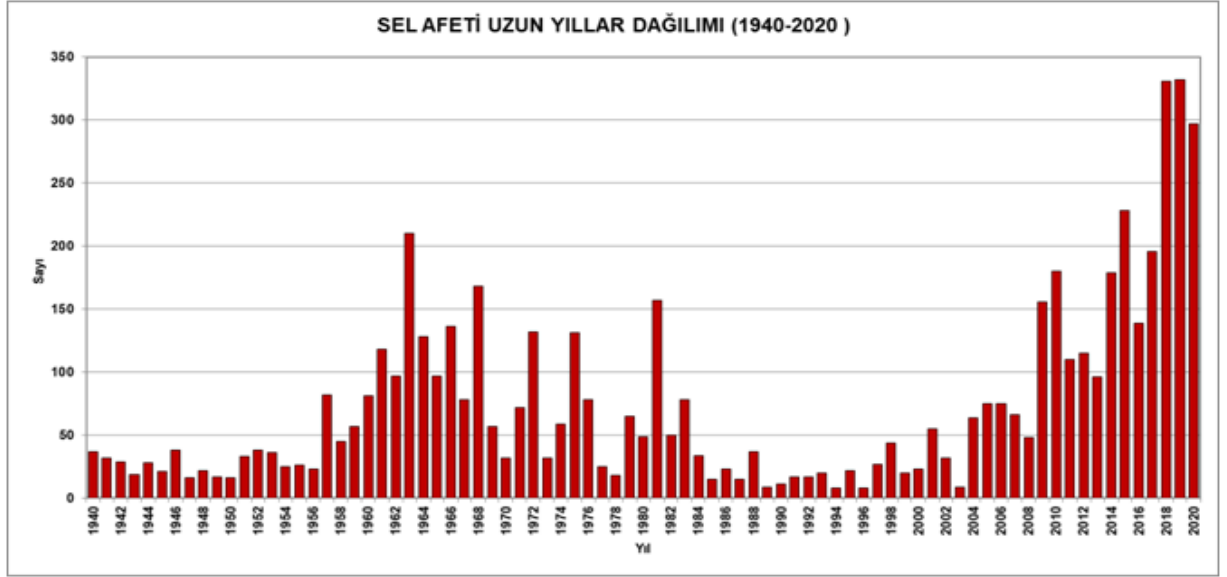
MGM kayıtlarına göre; ülkemizde 2020 yılında meteorolojik afetler en fazla Antalya, Van, Kayseri, Bursa ve Mersin illerinde meydana gelmiştir (Şekil 63).



Şekil 63. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Karakterli Doğa Kaynaklı Afetlerin İllere Göre Dağılımı

3.2.1. Şiddetli Yağış, Sel ve Su Baskını

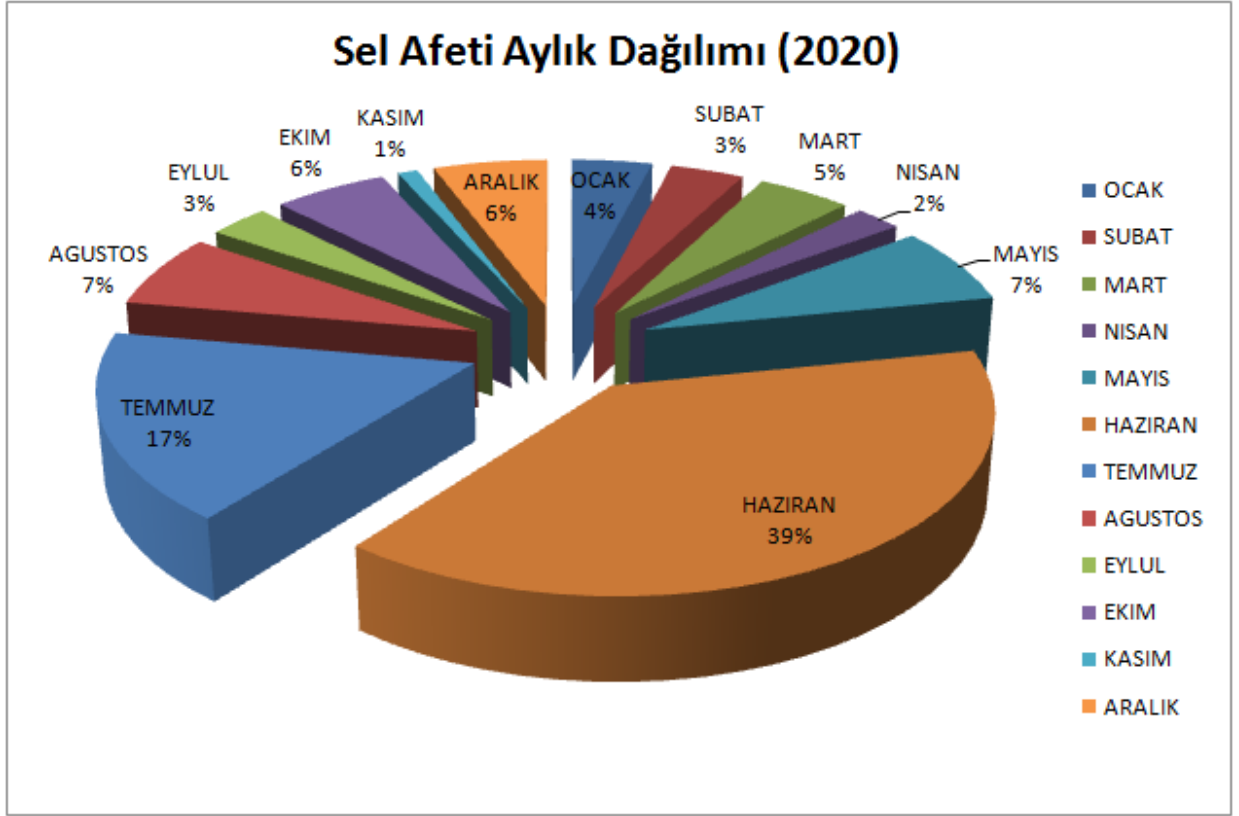
2020 yılında yurdumuzun birçok bölgesi sel afetinden etkilenmiştir. 2020 yılı sel afeti değerlendirmesinde yıl içerisinde meydana gelen sel afet sayıları kullanılmıştır. Bu değerlendirme kapsamında sel afet sayılarının Türkiye'deki alansal ve zamanla değişimleri incelenmiştir.



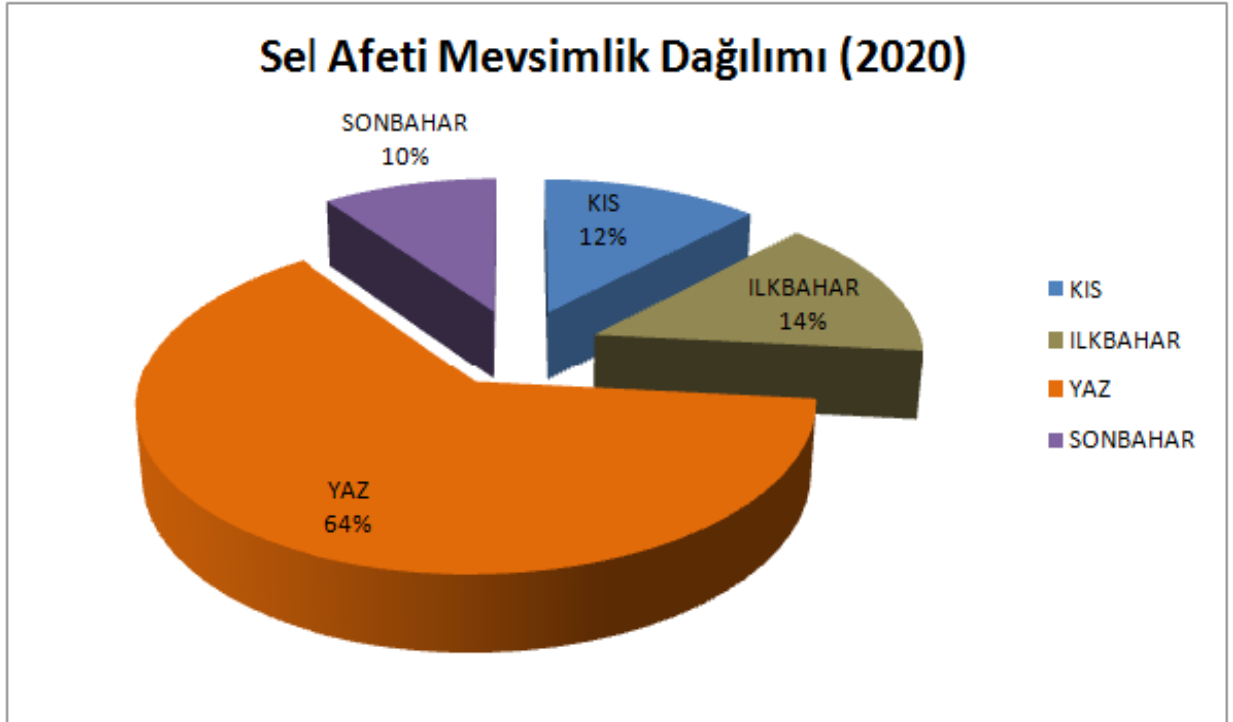
Şekil 64. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Sel Afetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

2020 yılında meydana gelen sel olay sayısı 297’dir. 2000’li yıllardan itibaren sel olaylarında artışlar görülmektedir. Son 10 yılda her yıl yaklaşık olarak 100 ve daha fazla sayıda sel olayı gerçekleşmiştir. 2020 yılı 1940 yılından bu zamana kadar sel afetinin en fazla görüldüğü 3. yıl olmuştur (Şekil 64).

2020 yılında şiddetli yağış ve sel afeti en fazla Haziran ayında meydana gelmiştir. Haziran ayında meydana gelen sel olayının oranı % 39’dur. Sel afetinin en fazla görüldüğü ikinci ay %17 görülme oranı ile Temmuz ayıdır. Şekil 65’de görüldüğü üzere Mayıs ve Ağustos ayında şiddetli yağış ve sel afeti oranı %7’dir. 2020 yılında en az sel olayı Kasım ayında meydana gelmiştir (Şekil 65).



Şekil 65. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Şiddetli Yağış/Sel Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

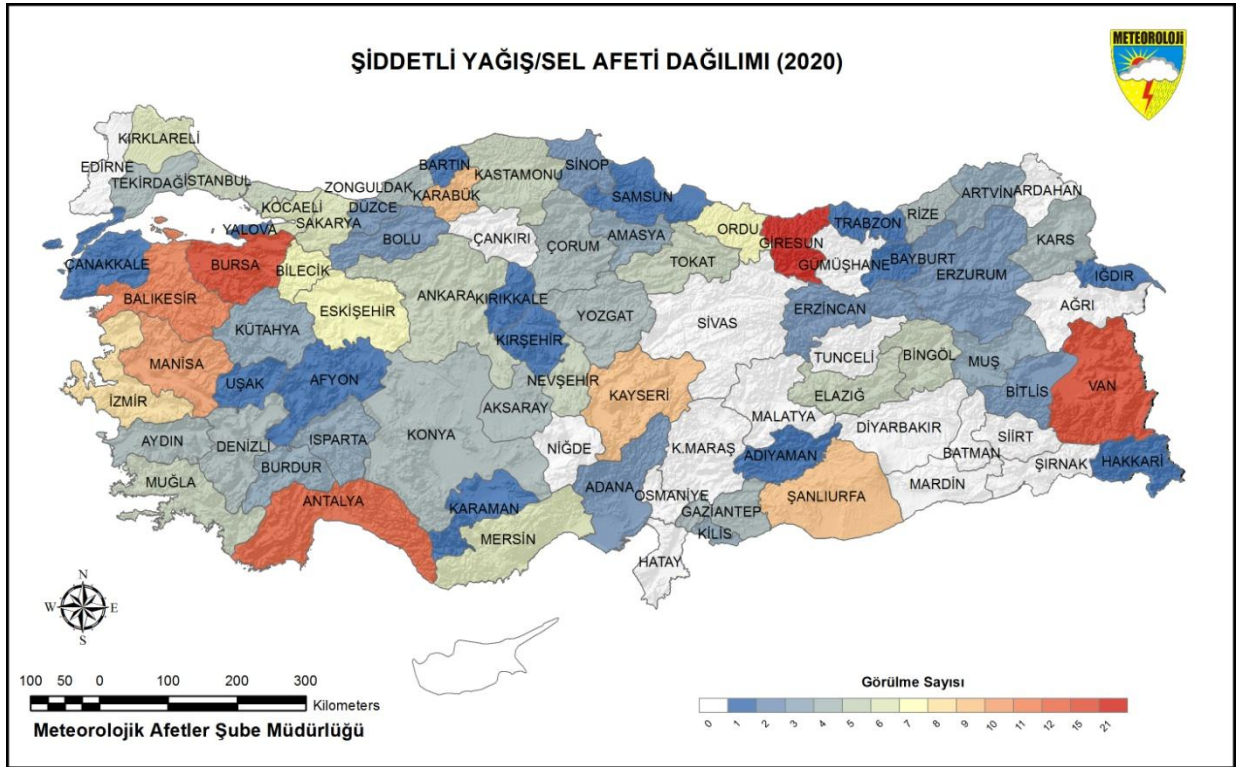


Şekil 66. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Şiddetli/Yağış Sel Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2020 yılında meydana gelen sel olayının mevsimsel dağılımı incelendiğinde, Şekil 66'da görüldüğü gibi en fazla sel olayı yaz mevsiminde gerçekleşmiştir. Yaz mevsiminde meydana gelen sel olayı 186'dır. 2020 yılındaki sel olaylarının %64'ü yaz mevsiminde yaşanmıştır.

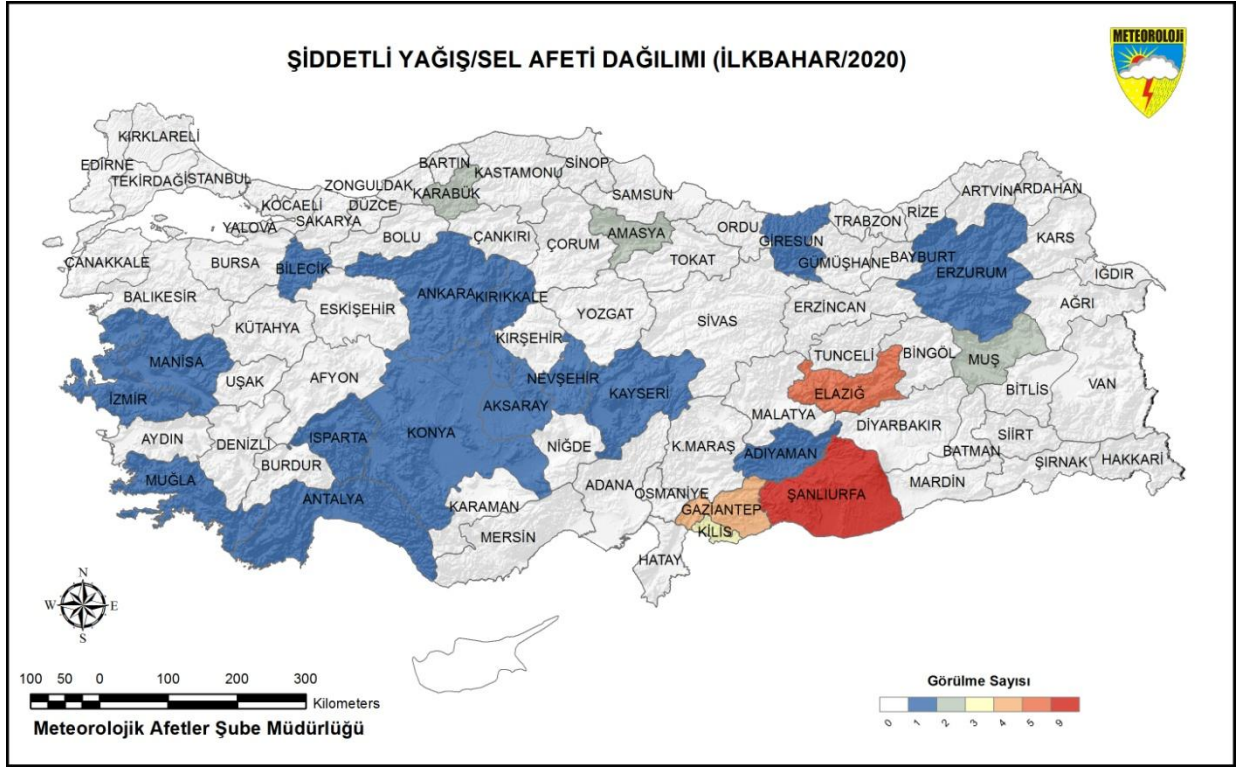
Sel olaylarının %12'si kış mevsiminde meydana gelmiştir. 2020 yılında sel olaylarının %14'ü ilkbahar mevsimindedir. En az sel olayının yaşandığı mevsim sonbahar mevsimi olmuştur. Toplam sel olaylarının %10'u sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir.

2020 yılı içinde en fazla şiddetli yağış/sel afeti Giresun, Van, Antalya ve Bursa'da meydana gelmiştir (Şekil 67). 2020 yılında ülkemizde meydana gelen şiddetli yağış/sel afeti Marmara, Karadeniz ve Akdeniz kıyı kesimlerinde daha fazla meydana gelmiştir.



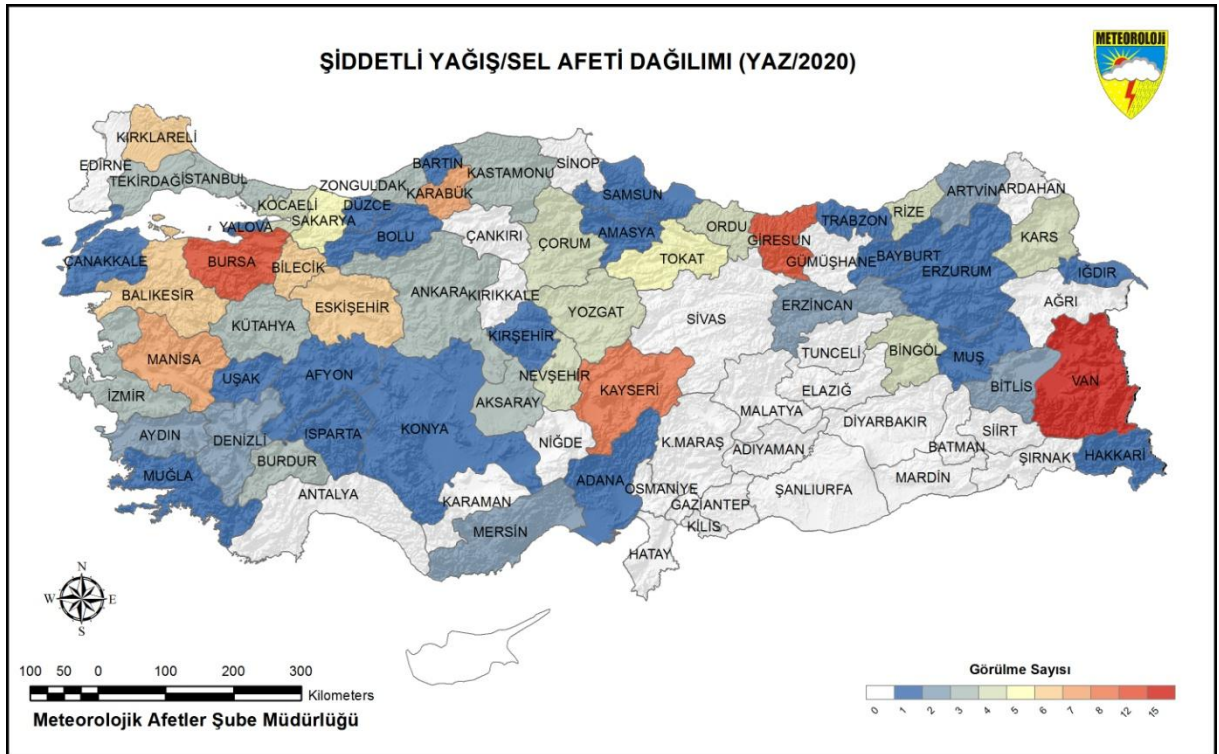
Şekil 67. Türkiye'de 2020 Yılında Meydana Gelen Şiddetli Yağış/Sel Afetinin İllere Göre Dağılımı

İlkbahar mevsiminde en fazla şiddetli yağış/sel afeti Şanlıurfa, Elazığ ve Gaziantep'te meydana gelmiştir (Şekil 68). Şanlıurfa'da meydana gelen sel afeti 9'dur. 2020 ilkbahar mevsiminde, Ege, Akdeniz kıyıları ile iç kesimlerde de sel olayları meydana gelmiştir.



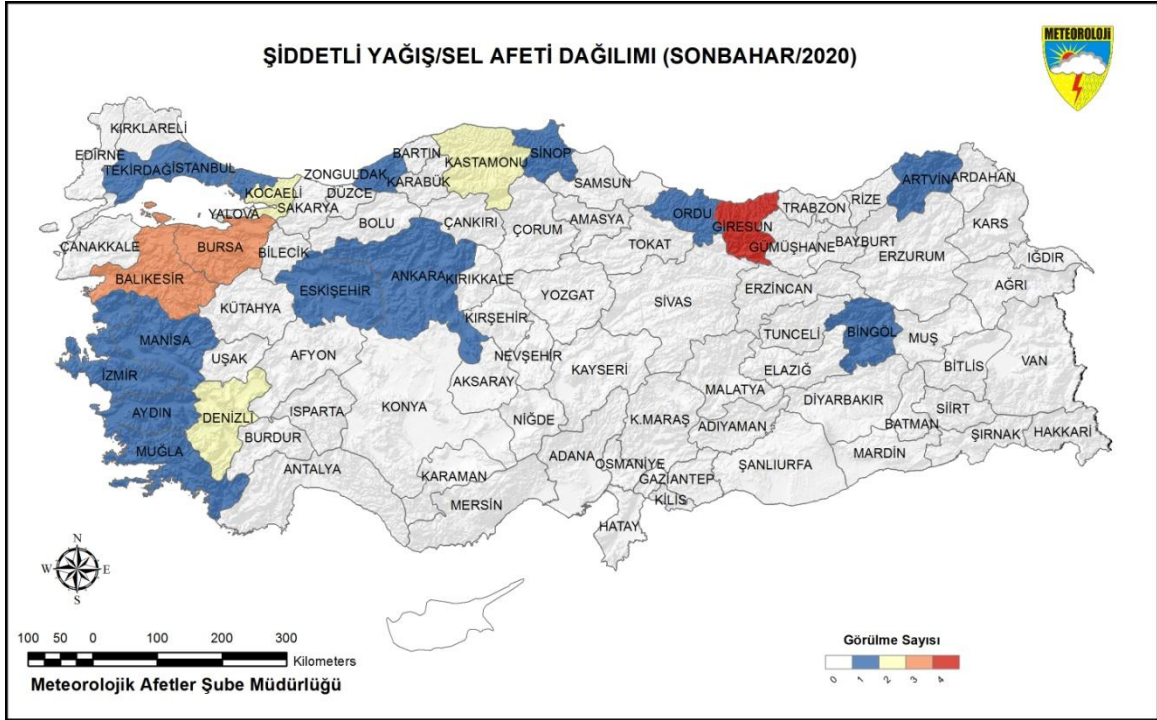
Şekil 68. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

2020 yaz mevsiminde şiddetli yağış/sel afeti yurdumuzun Ege, Marmara, Karadeniz ve İç Anadolu’nun iç kesimleri ile Doğu Anadolu Bölgesi’nde meydana gelmiştir (Şekil 69).



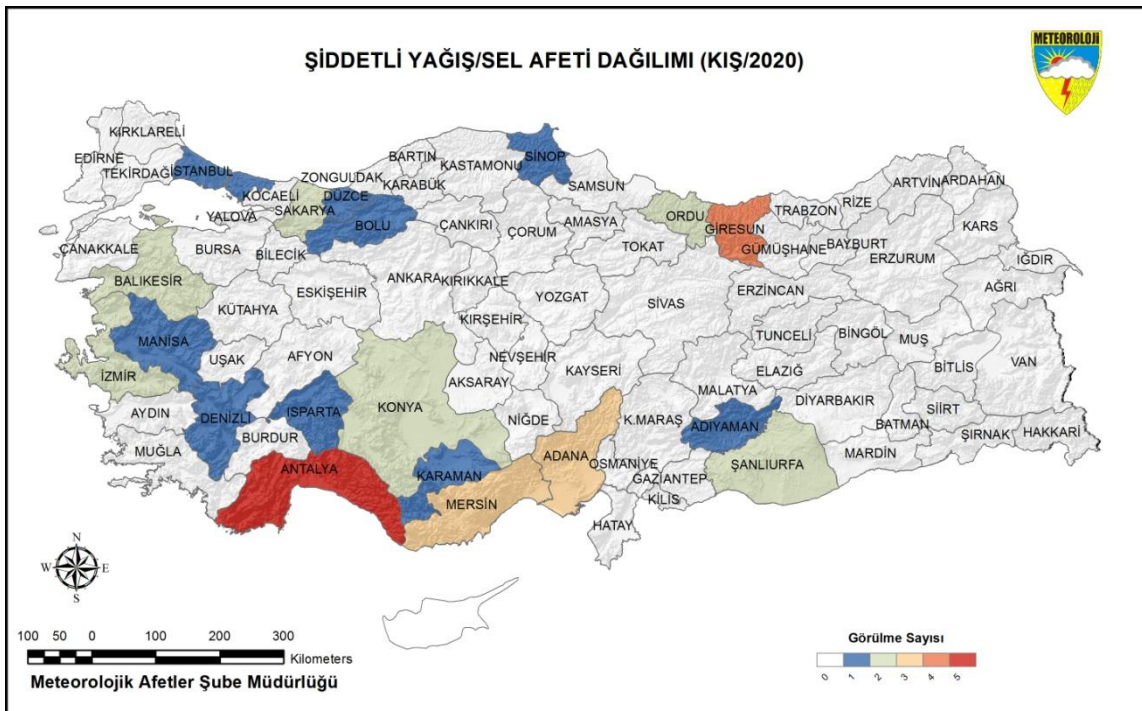
Şekil 69. Türkiye’de 2020 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

2020 yılı sonbahar mevsiminde şiddetli yağış/sel afeti genel olarak Ege, Marmara Bölgesi ve Karadeniz kıyı kesiminde yer alan illerde meydana gelmiştir. Sonbaharda en fazla sel afeti Giresun'da gözlenmiştir (Şekil 70).



Şekil 70. Türkiye’de 2020 Yılı Sonbahar Mevsiminde Görülen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

2020 kış mevsiminde genel olarak şiddetli yağış/sel afeti Ege ve Akdeniz kıyı kesimlerinde daha fazla meydana gelmiştir (Şekil 71). Kış mevsiminde en fazla şiddetli yağış/sel afeti Antalya ve Giresun’da meydana gelmiştir.



Şekil 71. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Görülen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

3.2.2. Kuraklık

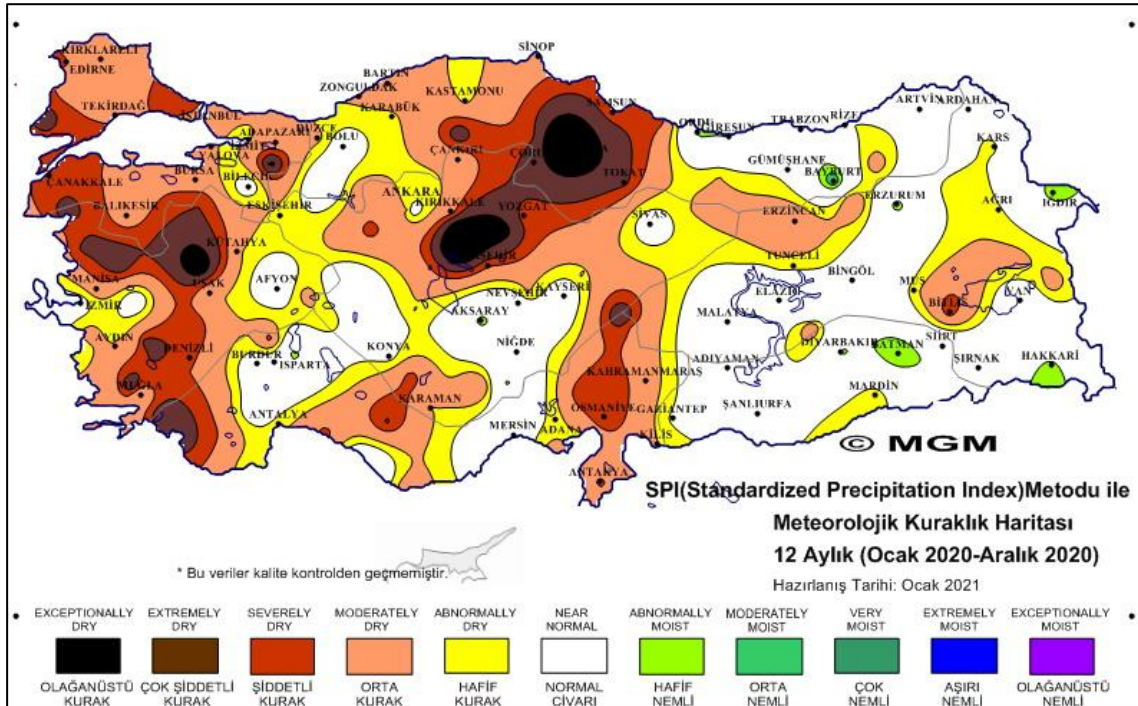
Türkiye'nin büyük çoğunluğu yarı kurak iklim şartlarının etkisi altındadır. Türkiye'de kurak ve yarı kurak alan miktarı 51 milyon hektardır. Yani, Türkiye'nin %37,3'ünde yarı kurak iklim şartları hüküm sürmektedir. Bu nedenle hem su kaynakları, hem de genelde yağışa bağımlı olan kuru tarım nedeniyle 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 2020 yılı için Standart Yağış İndeksi (SPI) ve Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) metotları kullanılarak yapılan meteorolojik kuraklık haritaları (Şekil 72, Şekil 73) ve kuraklık değerlendirmeleri aşağıda verilmektedir [65].

SPI Metodu

Standart Yağış İndeksi (Standardized Precipitation Index - SPI) metodu ile yapılan kuraklık analizi sonuçlarına göre, 2020 yılında; Marmara Bölgesi'nde Bilecik ve çevresi hariç diğer kesimlerinde, Ege Bölgesi'nde İzmir, Afyonkarahisar ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde, Akdeniz Bölgesi'nde Burdur, Isparta, Mersin ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde, İç Anadolu Bölgesi'nde Konya, Niğde, Aksaray, Nevşehir, Kayseri ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde, Karadeniz Bölgesi'nin ortası ile batısında, Doğu Anadolu Bölgesi'nde kuzeybatısı ile orta kesimlerinde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Mardin ve çevresinde değişen şiddetlerde kuraklık görülmüştür.



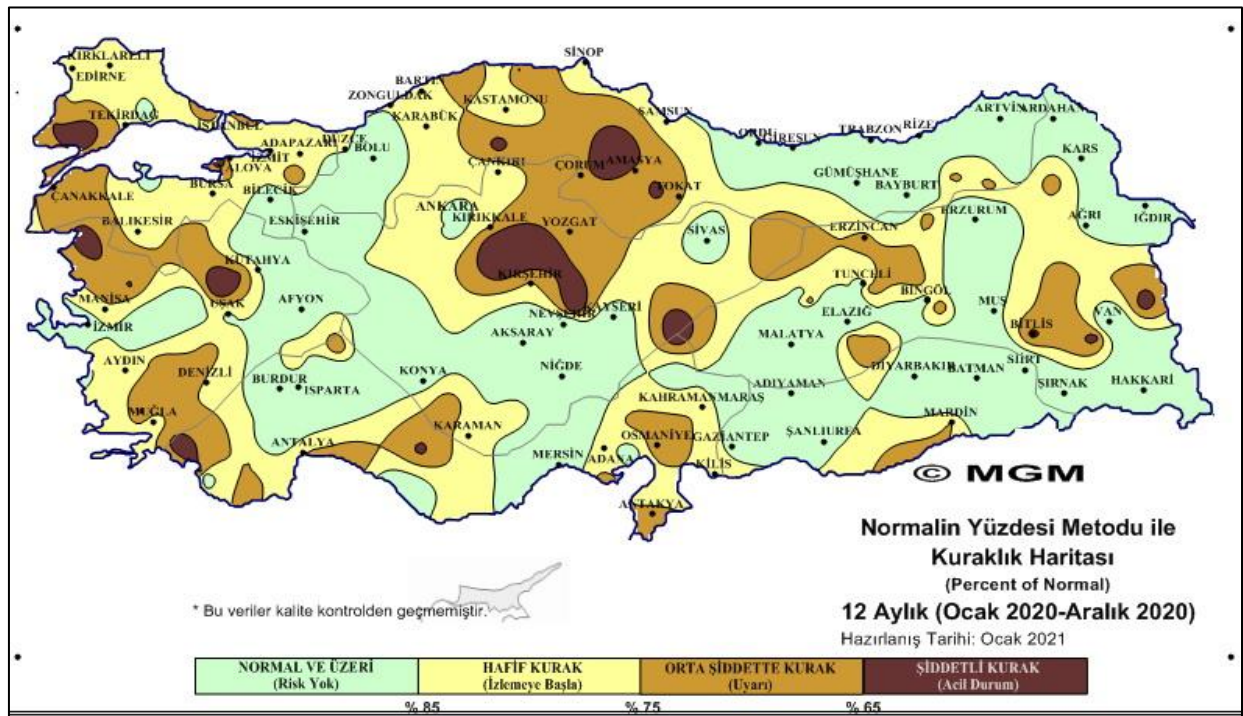
Şekil 72. Türkiye'de 2020 Yılı Standart Yağış İndeksine Göre Kuraklık Haritası

PNI Metodu

Normalin Yüzdesi İndeksi (Percent of Normal Index - PNI) metoduna göre yapılan 2020 yılı kuraklık analizinde;

- Marmara Bölgesi'nde Bilecik ve çevresi hariç diğer kesimlerinde,
- Ege Bölgesi'nde İzmir, Afyonkarahisar ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde,
- Akdeniz Bölgesi'nde Burdur, Isparta, Mersin ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde,
- İç Anadolu Bölgesi'nde Konya, Niğde, Aksaray, Nevşehir, Kayseri, Eskişehir, Ankara, Sivas ve çevreleri hariç diğer kesimlerinde,
- Karadeniz Bölgesi'nin ortası ile batısında,
- Doğu Anadolu Bölgesi'nde kuzeybatısı ile orta kesimlerinde,
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Mardin ve çevresinde,

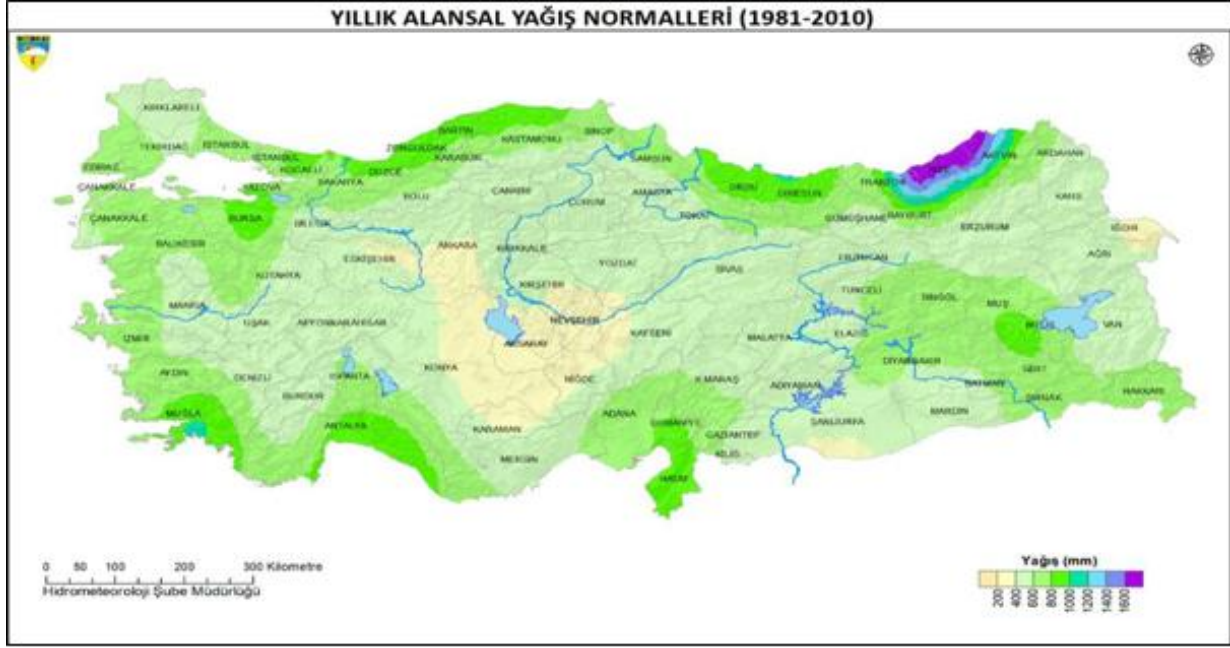
değişen şiddetlerde kuraklık görülmüştür.



Şekil 73. Türkiye'de 2020 Yılı Normalin Yüzdesi İndeksine Göre Kuraklık Haritası

3.2.2.2. 2020 Yılı Yağış Değerlendirmesi

Türkiye yıllık ortalama alansal yağış miktarı 574 mm'dir. Uzun yıllar değerlendirmelerine 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 74) [66].



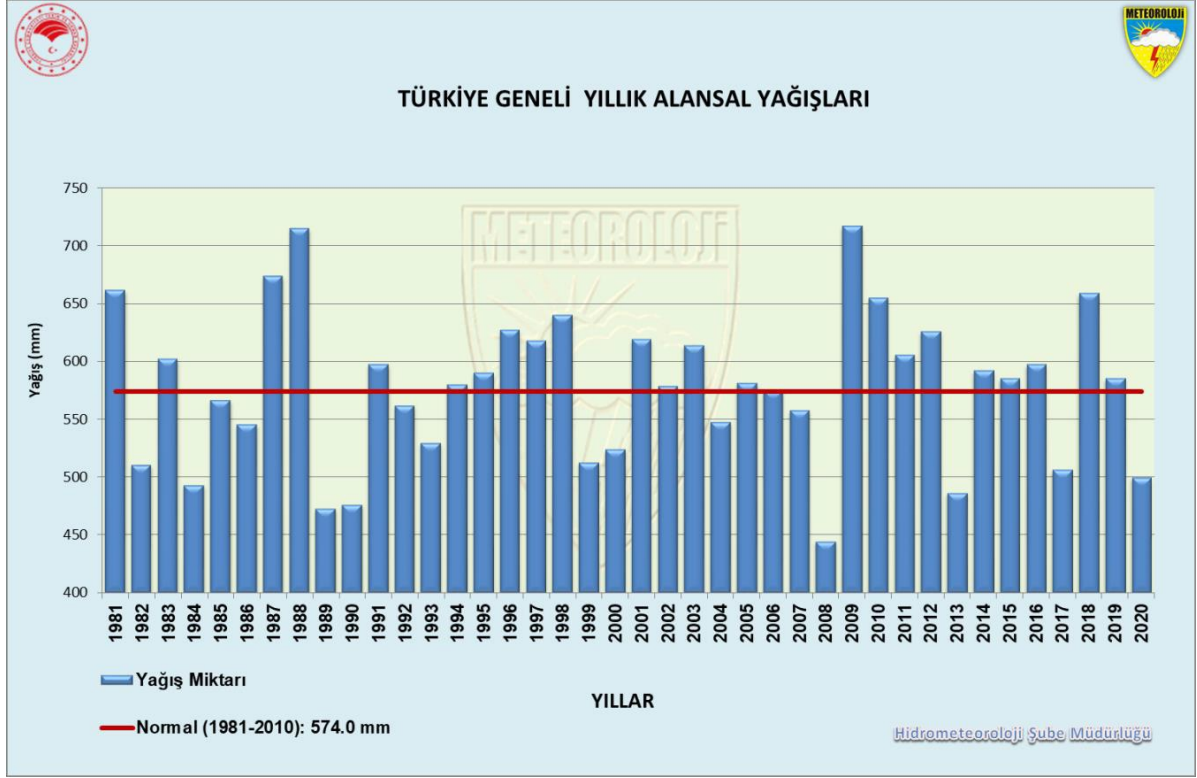
Şekil 74. Türkiye'de 1981-2010 Yılları Alansal Yağış Normalleri

Ülkemiz 2020 yılında ortalama 500,1 mm yağış aldı. Yağışlarda normaline ve geçen yıl yağışlarına göre azalma gözlemlendi. Ülke geneli yıllık yağışlarda normaline göre %12,9 geçen yıl yağışlarına göre %14,5 azalma gerçekleşti (Tablo 7).

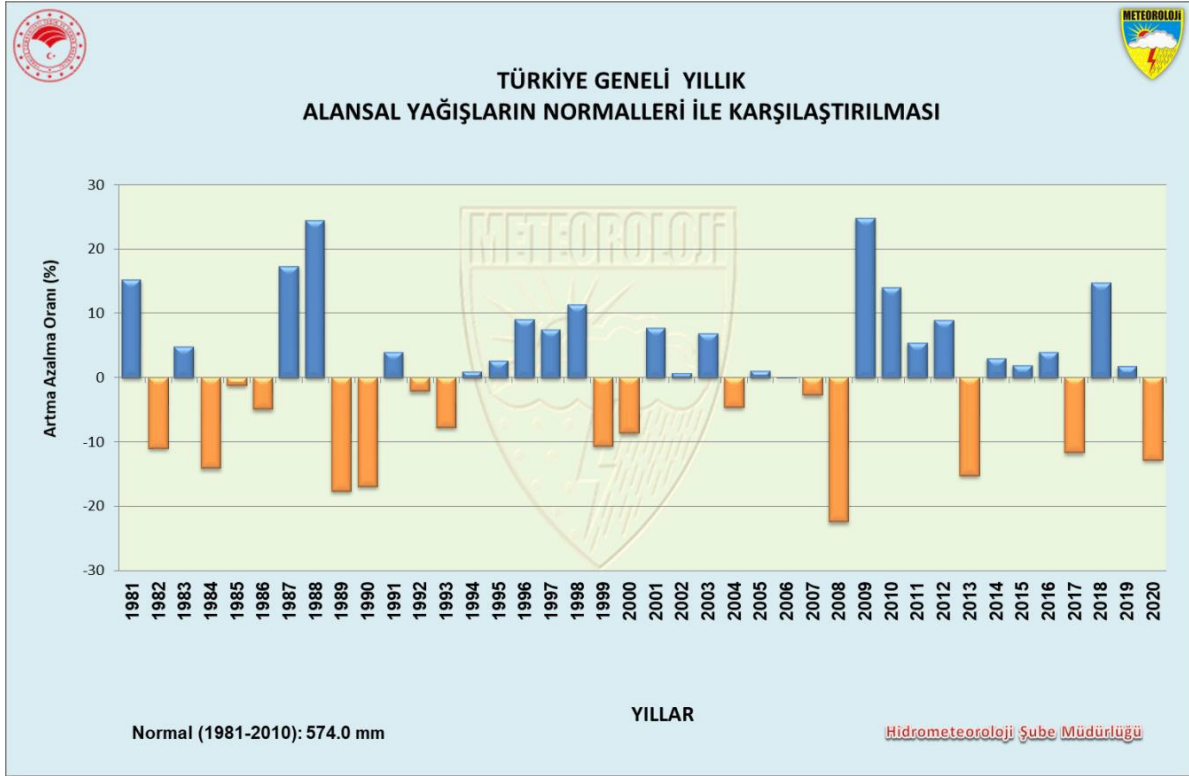
Tablo 7. Türkiye Geneli alansal yağış dağılımı ve geçmiş dönem karşılaştırması

ALANSAL YAĞIŞ DURUMU (1 Ocak 2020 - 31 Aralık 2020)					
	2020 Yılı Yağışı (mm)	Normali 1981-2010 (mm)	2019 Yılı Yağışı (mm)	Normale Göre Değişim (%)	2019 Yılına Göre Değişim (%)
Türkiye Geneli	500.1	574.0	585.2	-12.9 Azalma	-14.5 Azalma

2008 yılı, 1981 yılından günümüze kadar görülen en kurak yıl olurken, 2020 yılı en az yağışlı altıncı yıl olmuştur (Şekil 75, Şekil 76).



Şekil 75. Türkiye Geneli Yıllara Göre Yağış Dağılımı



Şekil 76. Türkiye Geneli Yıllık Yağışların Normallerine Göre Değişim Oranları

2020 yılında Giresun ve Trabzon'un doğusundan itibaren Rize ve Artvin sahil kesimi 1000 mm'nin üzerinde yağış alırken; İç Anadolu'nun tamamı, Denizli, Afyonkarahisar, Gümüşhane, Erzurum'un kuzeyi, Şanlıurfa, Gaziantep'in güneyi, Malatya'nın batı kesimleri, Van ve Ağrı'nın doğusu ile Iğdır'da 200-400 mm aralığında yağış gerçekleşti (Şekil 77).



Şekil 77. 2020 Yılı Alansal Yağış Dağılışı

2020 yılı yağışları, Giresun ve Mersin'in doğusunda normallerine göre %40'tan daha fazla artış gösterirken yurdun büyük bölümünde normallerine göre azalma gözlemlendi. Özellikle Kırıkkale ve Çorum'un doğusunda yer yer %60'ın üzerinde azalma gerçekleşti (Şekil 78).



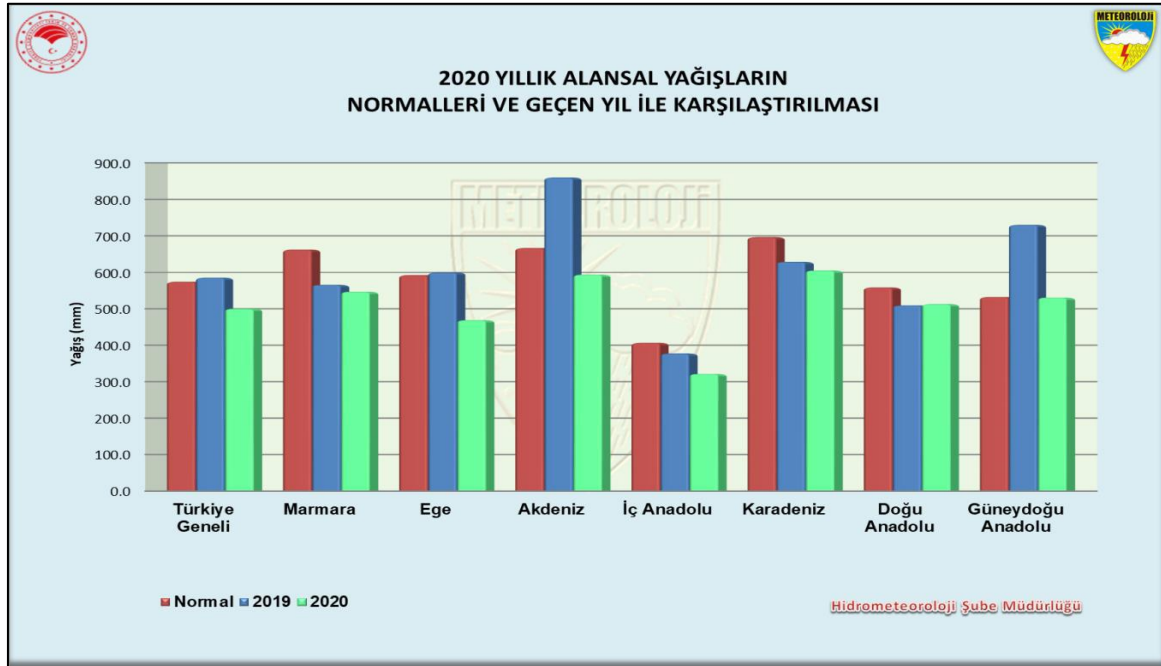
Şekil 78. Türkiye 2020 Yılı Yağışının Normalleriyle ile Karşılaştırılması

Bölgelere Göre Yağışlar

Bölge geneli yağışlarda; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde normal civarında, diğer bölgelerde normalinin altında yağış kaydedildi (Şekil 79, Şekil 80). Marmara ve Ege Bölgeleri 2008 yılı kuraklığından bu yana en düşük yağışını alırken, Karadeniz 605 mm ile en yağışlı bölge, İç Anadolu ise 321 mm ile en az yağış alan bölgemiz oldu. Oransal olarak en fazla azalma %21 ile Ege ve İç Anadolu Bölgeleri'nde gerçekleşti.

BÖLGELERİN ALANSAL YAĞIŞ DURUMLARI (1 Ocak 2020 - 31 Aralık 2020)						
BÖLGELER	2020 Yılı Yağış (mm)	Normali (1981-2010) (mm)	2019 Yılı Yağış (mm)	Normale Göre Değişim (%)		2019 Yılına Göre Değişim (%)
Marmara	546.7	662.3	565.5	-17.5	Azalma	-3.3 Azalma
Ege	468.7	592.2	599.5	-20.9	Azalma	-21.8 Azalma
Akdeniz	593.4	666.5	859.9	-11.0	Azalma	-31.0 Azalma
İç Anadolu	321.2	406.5	377.3	-21.0	Azalma	-14.9 Azalma
Karadeniz	604.9	696.5	628.6	-13.2	Azalma	-3.8 Azalma
Doğu Anadolu	512.9	558.3	509.1	-8.1	Azalma	0.7 Civarı
Güneydoğu Anadolu	530.6	532.2	730.0	-0.3	Normali Civarı	-27.3 Azalma

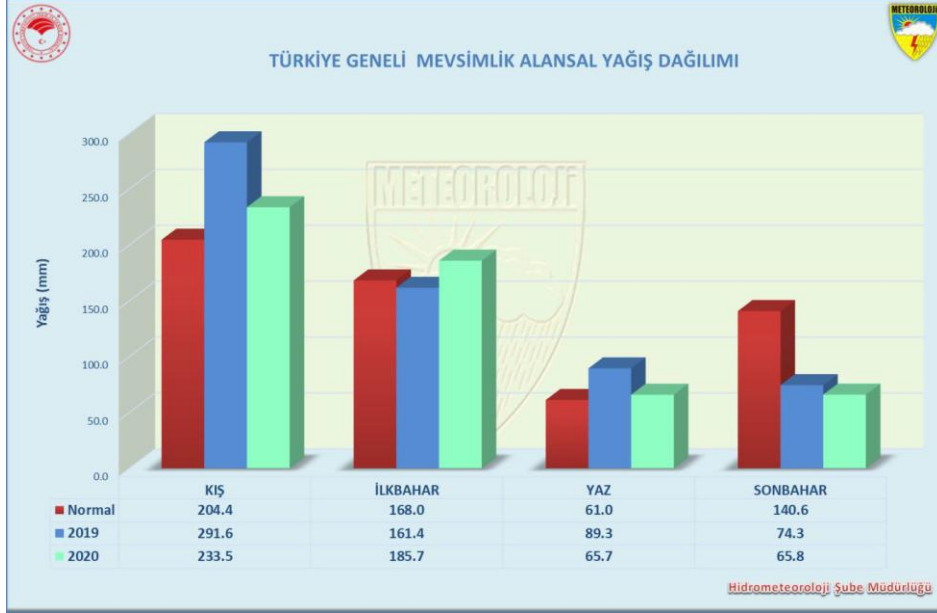
Şekil 79. 2020 Yılı Bölgelerin Normali Ve Geçen Yıl Yağışlarıyla Mukayesesi



Şekil 80. 2020 Yılı Yağışlarının Bölgelere Göre Durumu

Mevsimlik Yağış Değerlendirmesi

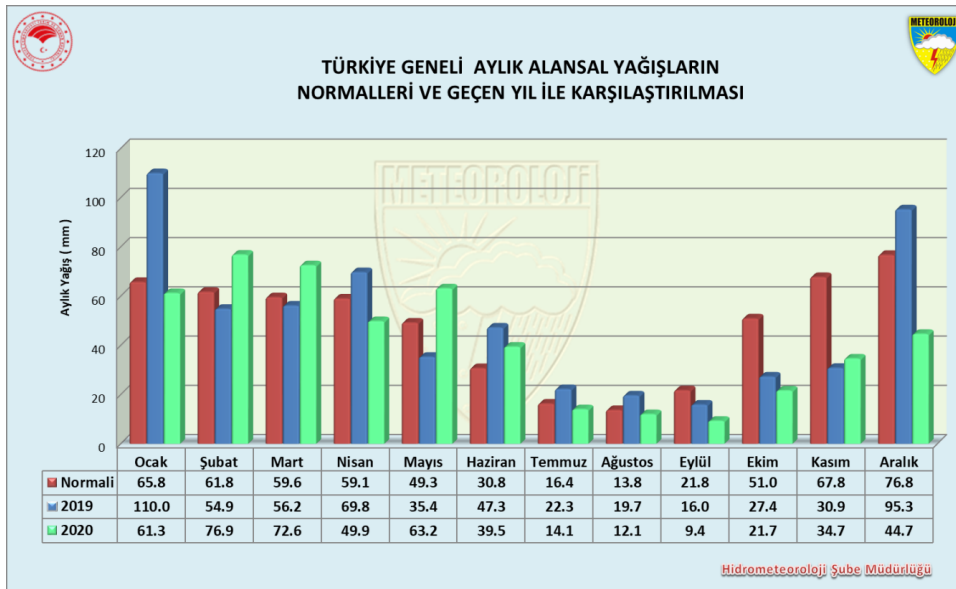
Ülke genelinde kış ve ilkbahar mevsimi yağışları normallerinin üzerinde gerçekleşirken, özellikle sonbahar mevsimi yağışlarının normalinin çok altında kaldığı ve yarı yarıya azaldığı gözlemlendi. Geçen yıl mevsim yağışlarına göre ise sadece ilkbahar mevsiminde artış gerçekleşti (Şekil 81).



Şekil 81. Mevsimlik Alansal Yağış Dağılımı

Aylık Yağış Değerlendirmesi

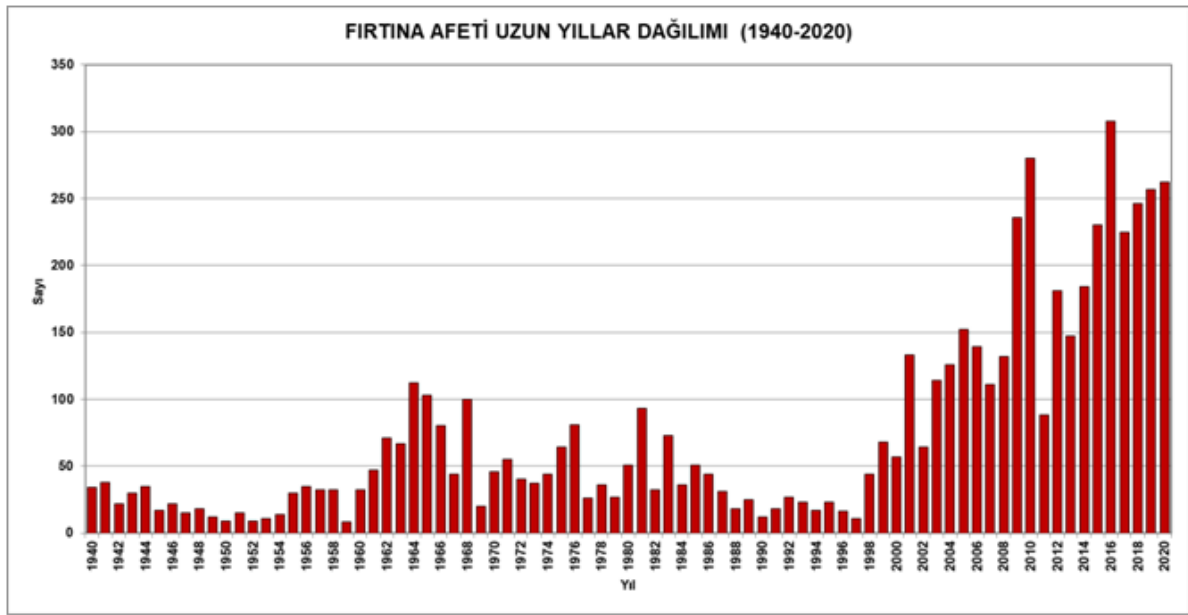
Türkiye Geneli alansal yağışları 2020 yılının Şubat, Mart, Mayıs ve Haziran aylarında normallerinin üzerinde gerçekleşirken, en yüksek yağışlı ay 77 mm ile Şubat ve en düşük yağışlı ay 9 mm ile Eylül olmuştur (Şekil 82).



Şekil 82. Türkiye Geneli aylık alansal toplam yağışlar

3.2.3. Fırtına

Fırtına afetleri, her yıl binlerce insanın etkilenmesine direk ya da dolaylı yollarla sebep olmaktadır. Kara, deniz ve hava yolu ulaşımın aksaması, hayvanların zarar görmesi, 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 başlangıcına yol açmasıdır.

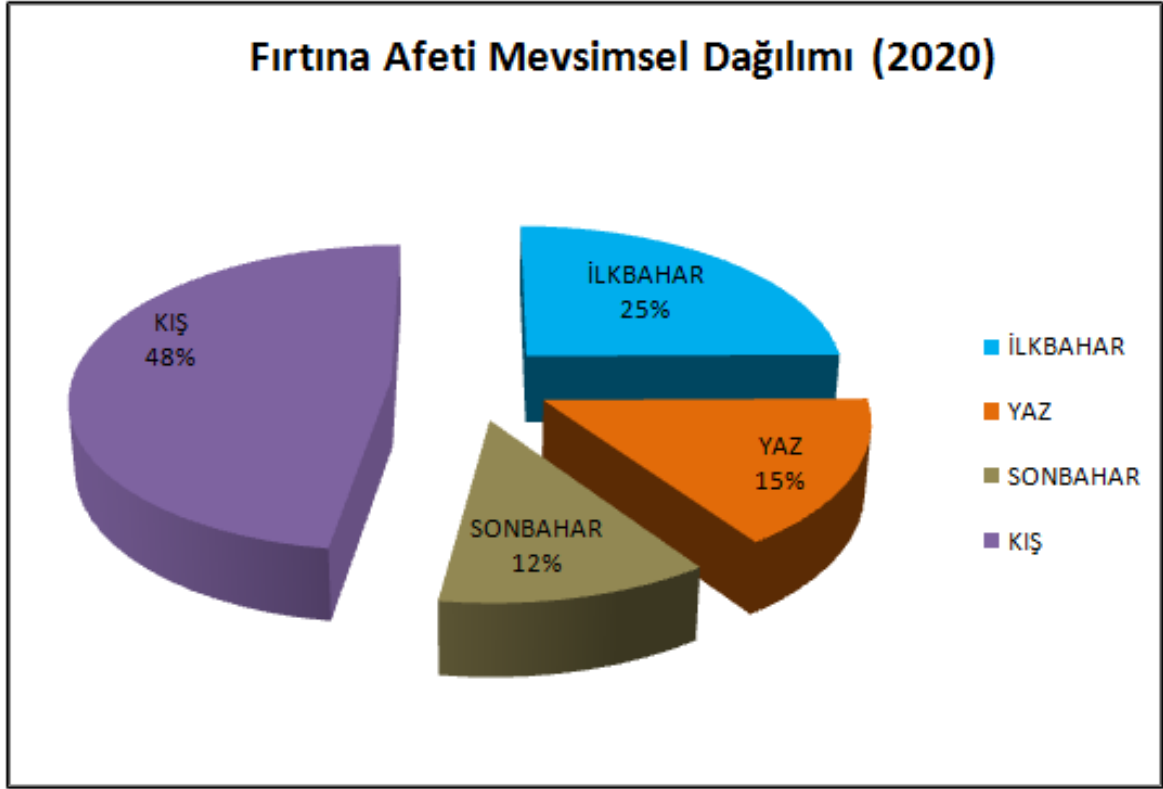


Şekil 83. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Fırtına Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

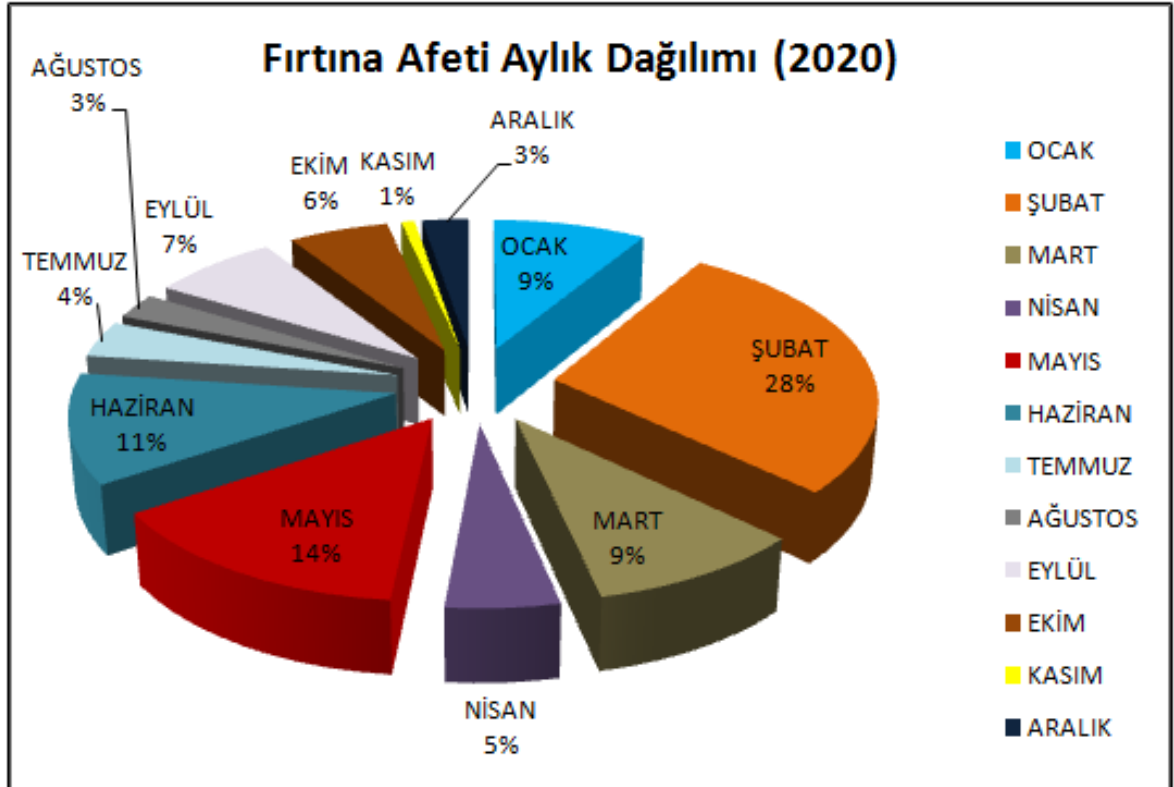
Uzun yıllar fırtına afeti sayılarına bakıldığında, son 10 yıl içerisinde fırtına afet sayısının önceki yıllara göre daha fazla olduğu görülmektedir.

2020 yılında yaşanan 262 fırtına afeti uzun yıllar sayılarına bakıldığında yüksek bir rakam olarak karşımıza çıkmaktadır. 2020 yılı fırtına afetinin en fazla görüldüğü 3. yıl olmuştur (Şekil 83).

Fırtına afetinin 2020 yılında mevsimlere göre dağılımına bakıldığında en çok gözlemlendiği dönemin kış mevsimi olduğu görülmektedir. Yıl boyunca kayıt altına alınan fırtına afetlerinin %48’i kış, %25’i ilkbahar, %15’i yaz, %12’si ise sonbahar mevsiminde gerçekleşmiştir (Şekil 84).

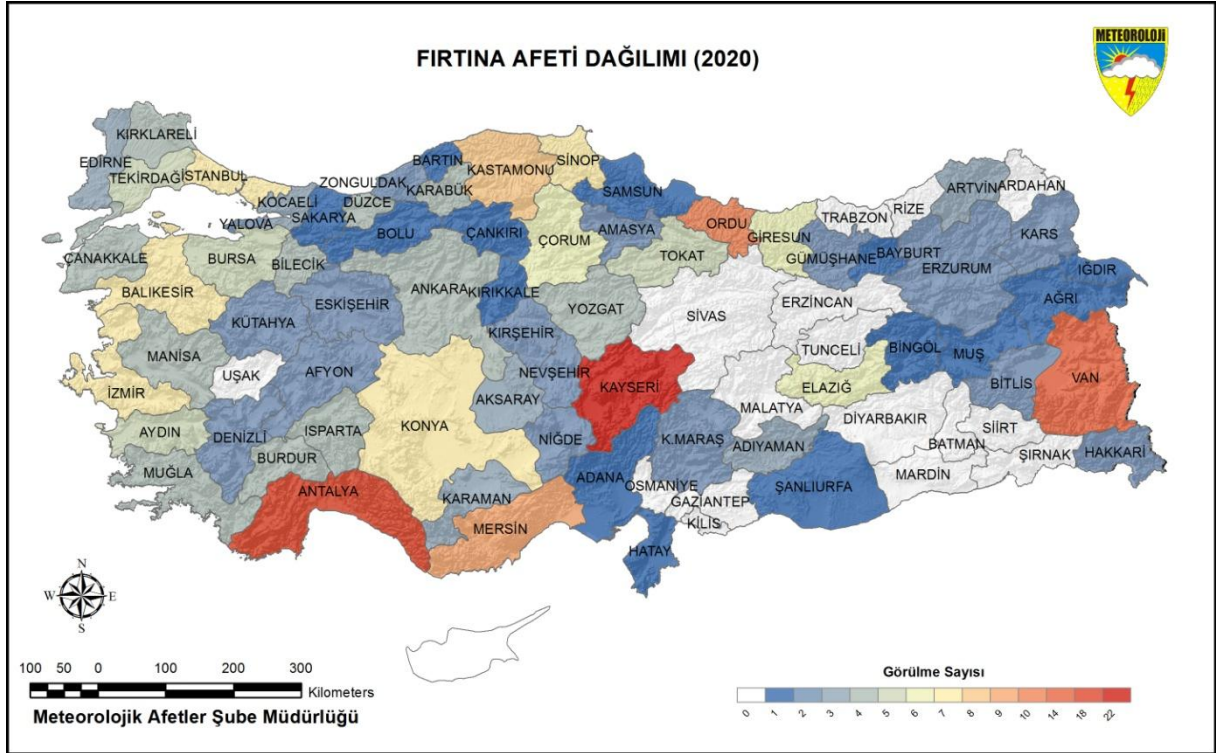


Şekil 84. Türkiye’de 2020 Yılı Fırtına Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri



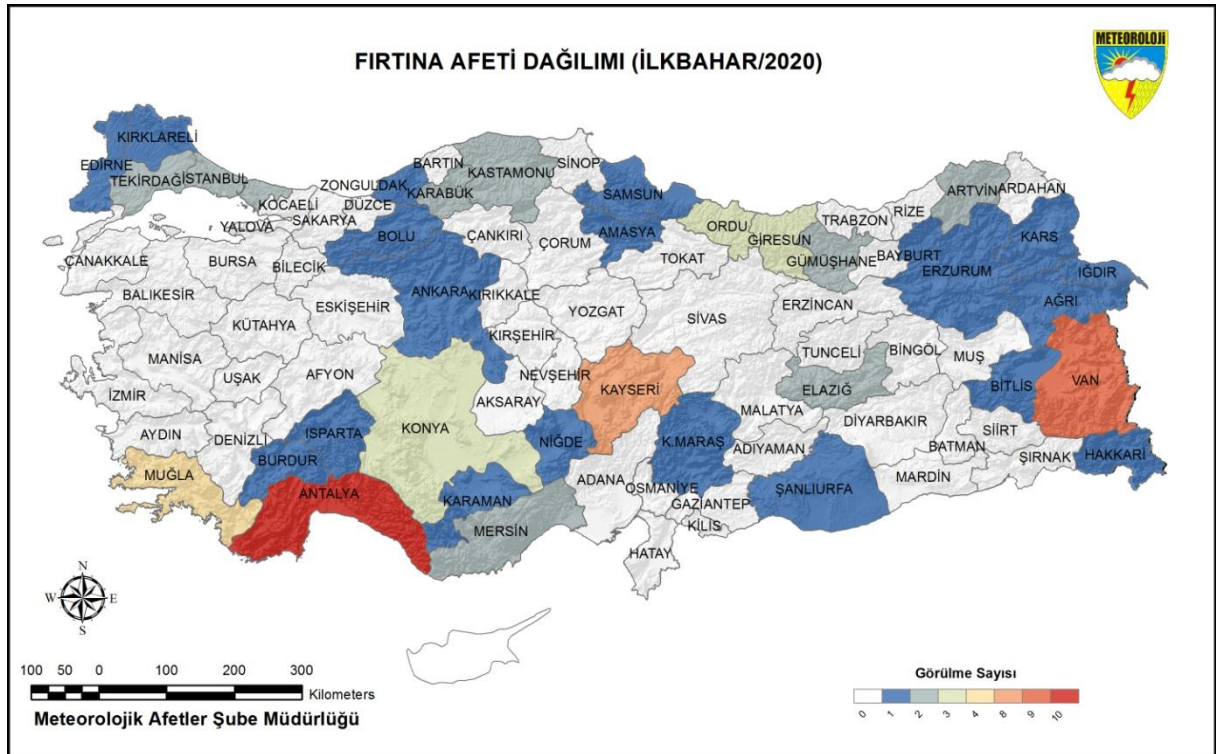
Şekil 85. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Fırtına Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Fırtına afetinin 2020 yılında aylara göre dağılımına bakıldığında en çok gözlemlendiği ayın Şubat ayı olduğu görülmüştür. İkinci sırada en çok görüldüğü ay Mayıs, üçüncü sırada ise Haziran ayı olarak kayıtlara geçmiştir (Şekil 85).



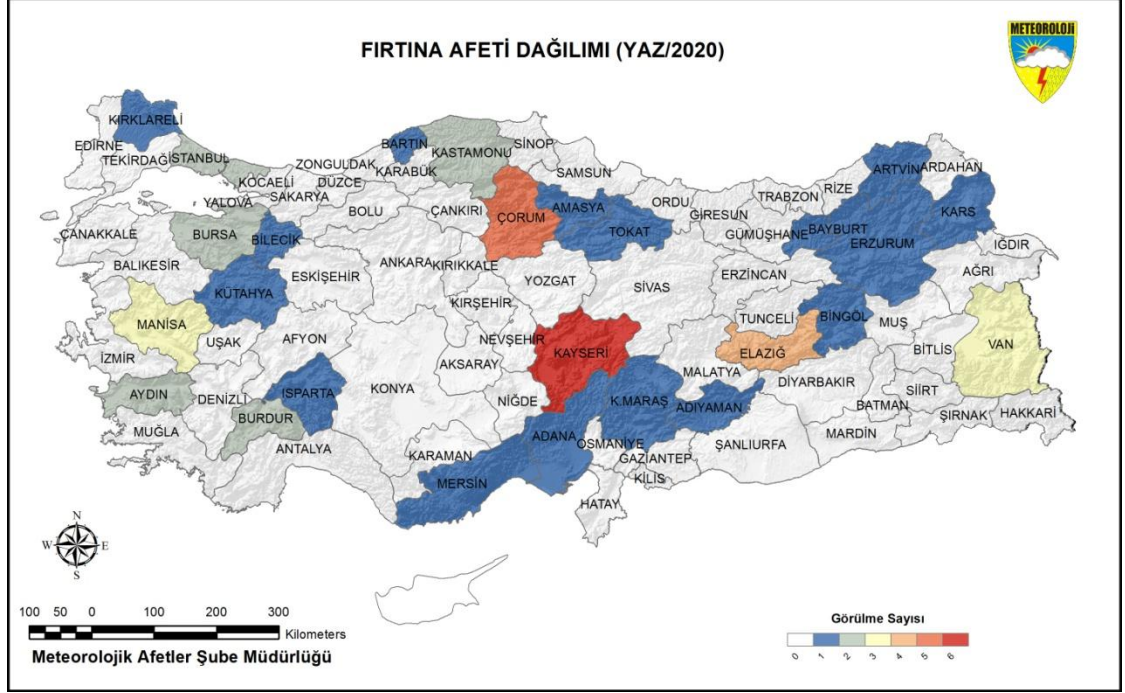
Şekil 86. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Fırtına Afetinin İllere Göre Dağılımı

Ülkemizde 2020 yılı boyunca elde edilen verilere göre, 262 fırtına afeti meydana gelmiştir (Şekil 86). Antalya ve Kayseri en çok afetin görüldüğü iller olurken, Van, Ordu, Mersin, Kastamonu en çok fırtına afetinin gözlemlendiği diğer iller olarak kayıtlara geçmiştir.



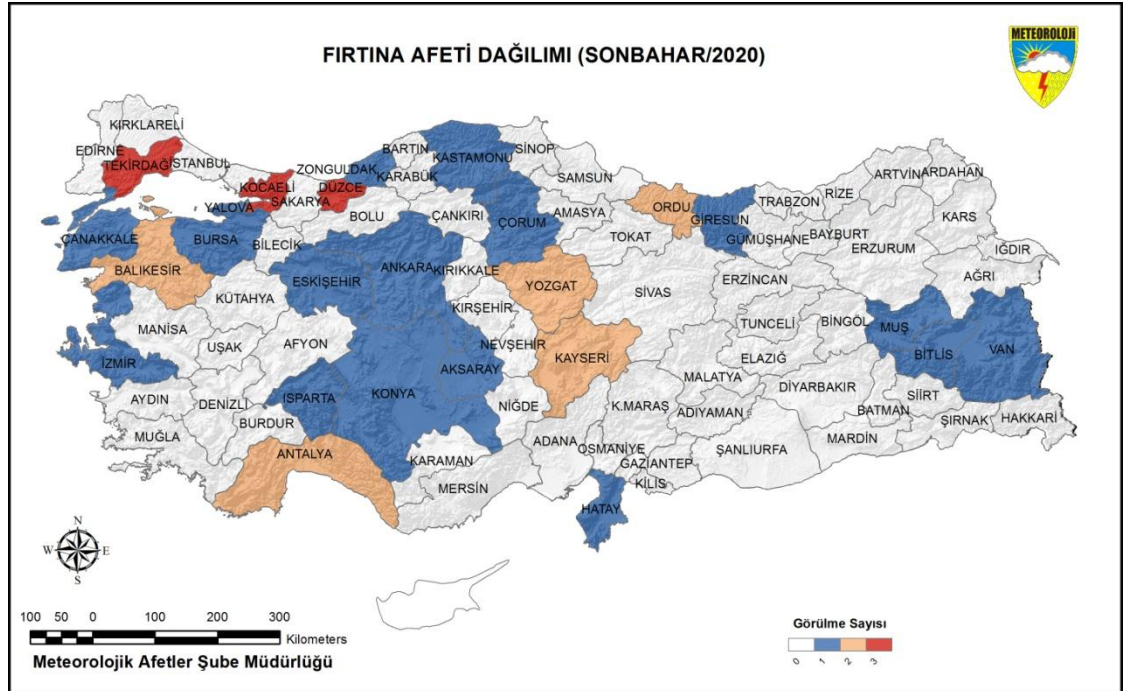
Şekil 87. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

2020 yılı ilkbahar mevsiminde fırtına afetinin en fazla görüldüğü yerler Antalya, Van ve Kayseri illerimiz olmuştur (Şekil 87).



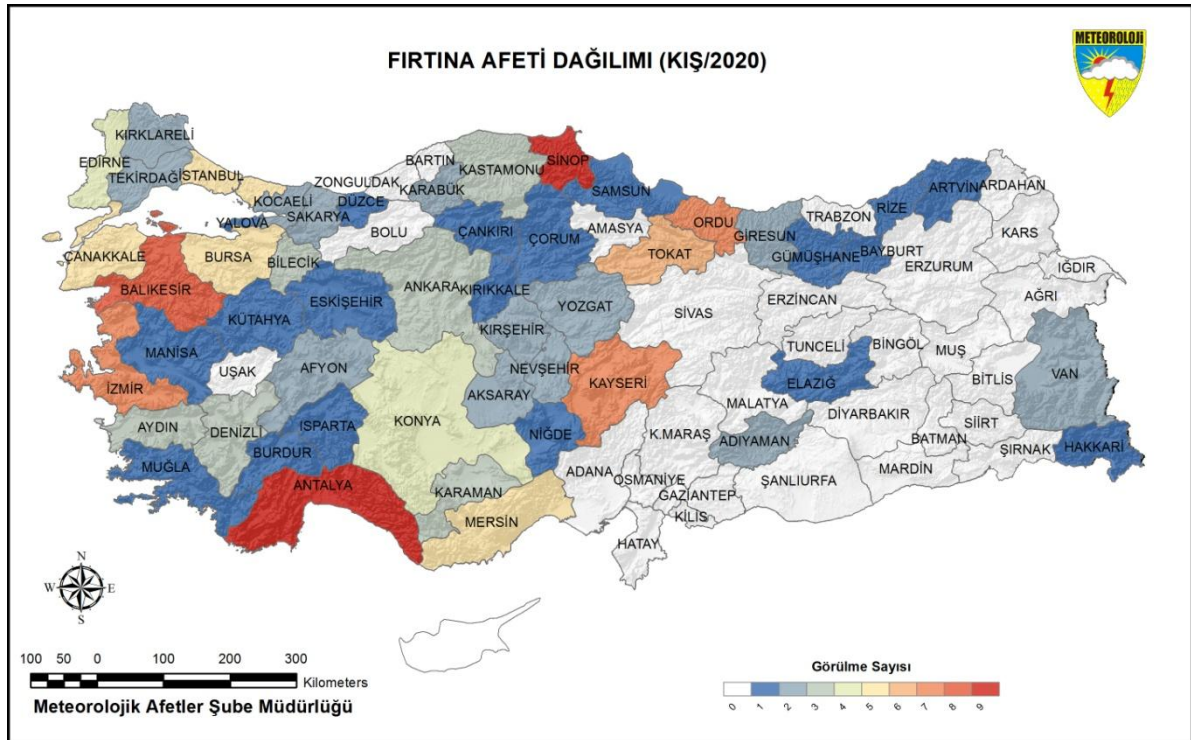
Şekil 88. Türkiye’de 2020 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

2020 yılının yaz mevsimine Kayseri, Çorum, Elazığ, Van ile Manisa yaz mevsiminde fırtına afetinden en çok etkilenen illerimiz olmuştur ve meydana gelen afet olaylarında insan, hayvan, ulaşım ve yerleşim yerleri, özellikle ağaçlar zarar görmüştür (Şekil 88).



Şekil 89. Türkiye’de 2020 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

Tekirdağ, Kocaeli ve Düzce sonbahar mevsiminde en fazla fırtına afeti görülen illerimizdir (Şekil 89).



Şekil 90. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

Antalya, Sinop, Balıkesir, Ordu, Kayseri, Tokat ve İzmir kış mevsiminde fırtına afetinin en fazla görüldüğü iller olmuştur (Şekil 90).

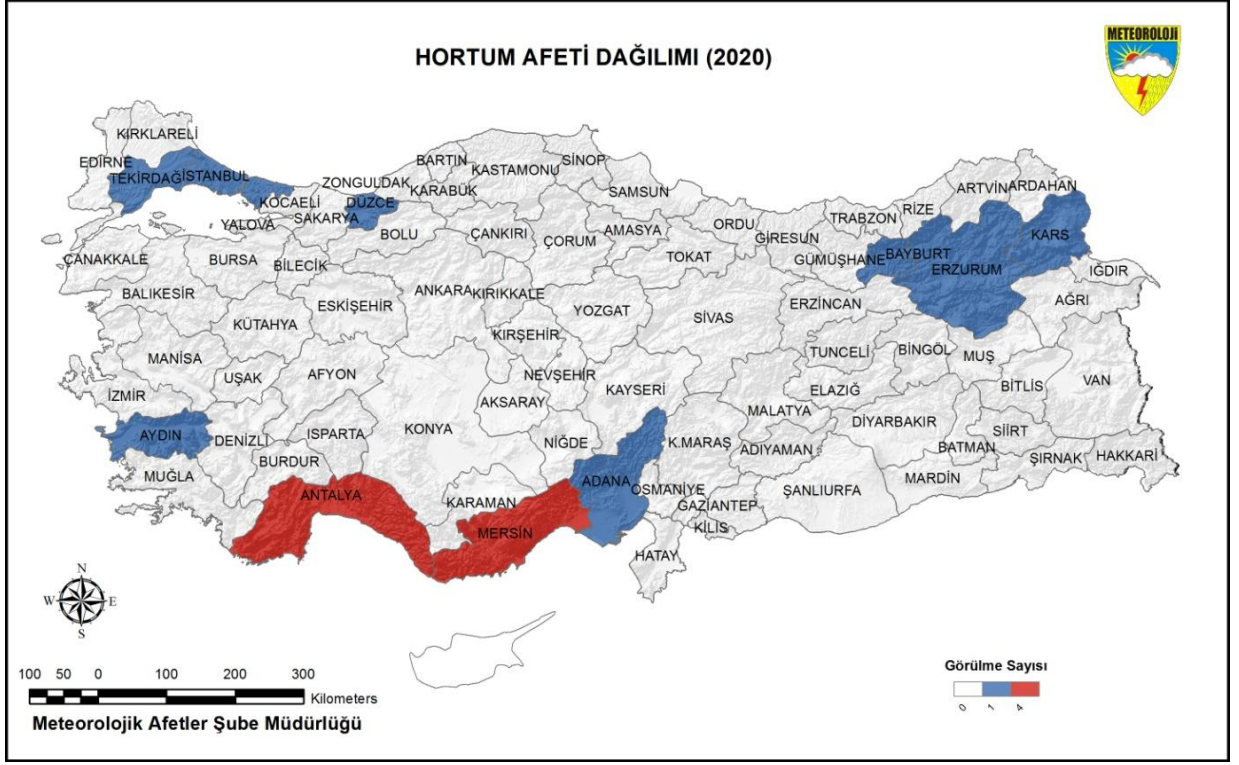
Hortum

Hortum Kümülönimbus bulutundan aşağı doğru sarkan ve yere dokunan, kendi dar eksenini etrafında şiddetli bir şekilde dönerek çok uzun yol kat edebilen hava kolonu olarak tanımlanmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü hortum afeti kayıtları (1952-2020)
değerlendirmesine göre;

Ülkemizde hortum görülme sayılarında 2000’li yıllar özellikle 2010 yılından itibaren bir artış söz konusudur. Ülkemizde hortum afeti en fazla 2019 yılında görülmüştür. Ülkemizde hortum afeti en fazla Antalya, Mersin ve Muğla illerimizde meydana gelmiştir. Antalya hortum afetinin görülme sayısı bakımından diğer illerden çok fazla olması ile dikkat çekmektedir.

Ülkemizde 2020 yılında Antalya, Mersin, Aydın, Adana, Tekirdağ, İstanbul, Düzce, Bayburt, Erzurum, Kars illerimizde hortum afeti meydana gelmiştir (Şekil 91).



Şekil 91. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Hortum Afetinin İllere Göre Dağılımı

Kum Fırtınası

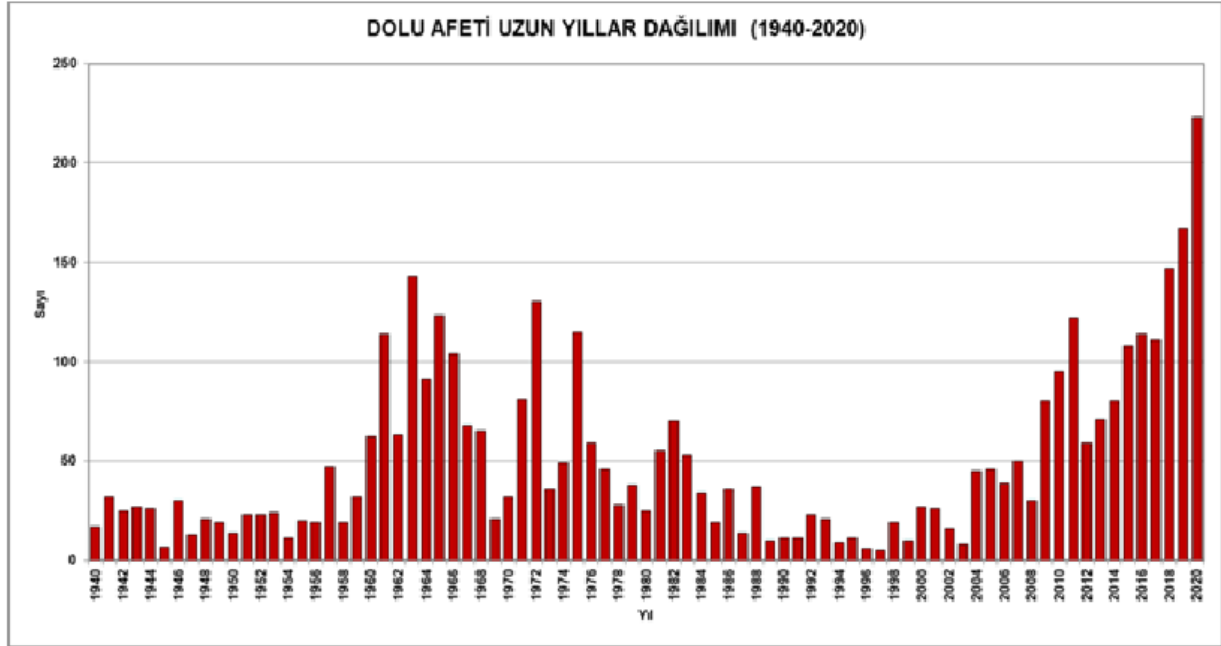
Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün kayıtlarına göre ülkemizde 2020 yılında Ankara, Konya, Niğde, Nevşehir ve Aksaray’da görülen kum fırtınası afetlerinin tümü sonbahar mevsiminde gerçekleşmiştir (Şekil 92).



Şekil 92. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Kum Fırtınası Afetinin İllere Göre Dağılımı

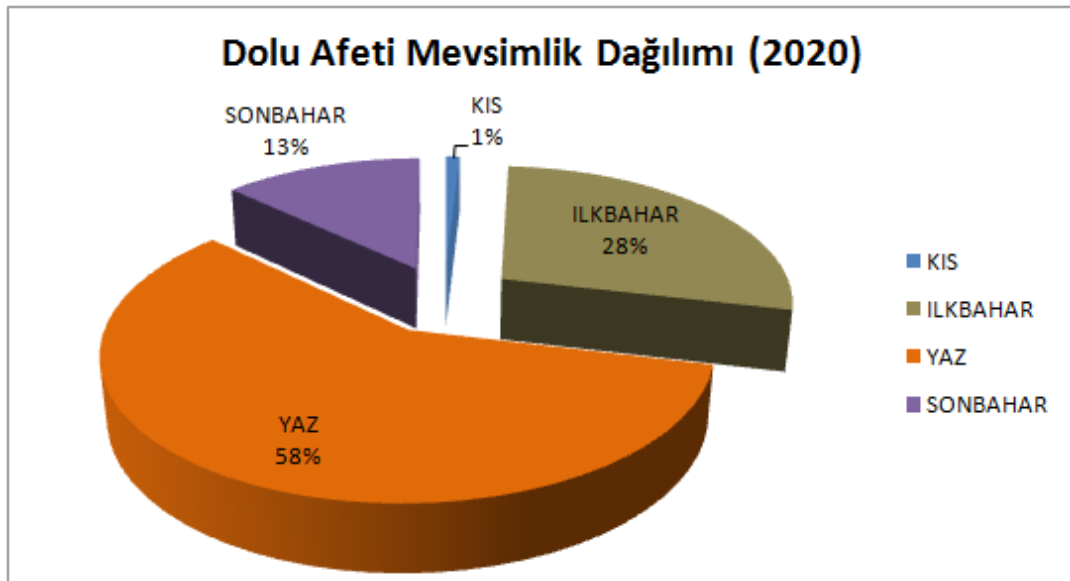
3.2.4. Dolu

Dolu olayı ülkemizde çok sık görülen bir meteorolojik afet olup özellikle tarım sektörü başta olmak üzere birçok alanda önemli zararlara neden olmaktadır. Uzun yıllar değerlendirmelerine göre; son on yılda kayıtlara geçen dolu afeti sayılarında artış trendi görülmektedir. 2020 yılı kayıt tutulan yıllar içerisinde en fazla dolu afetinin gözlemlendiği yıl olmuştur (Şekil 93).



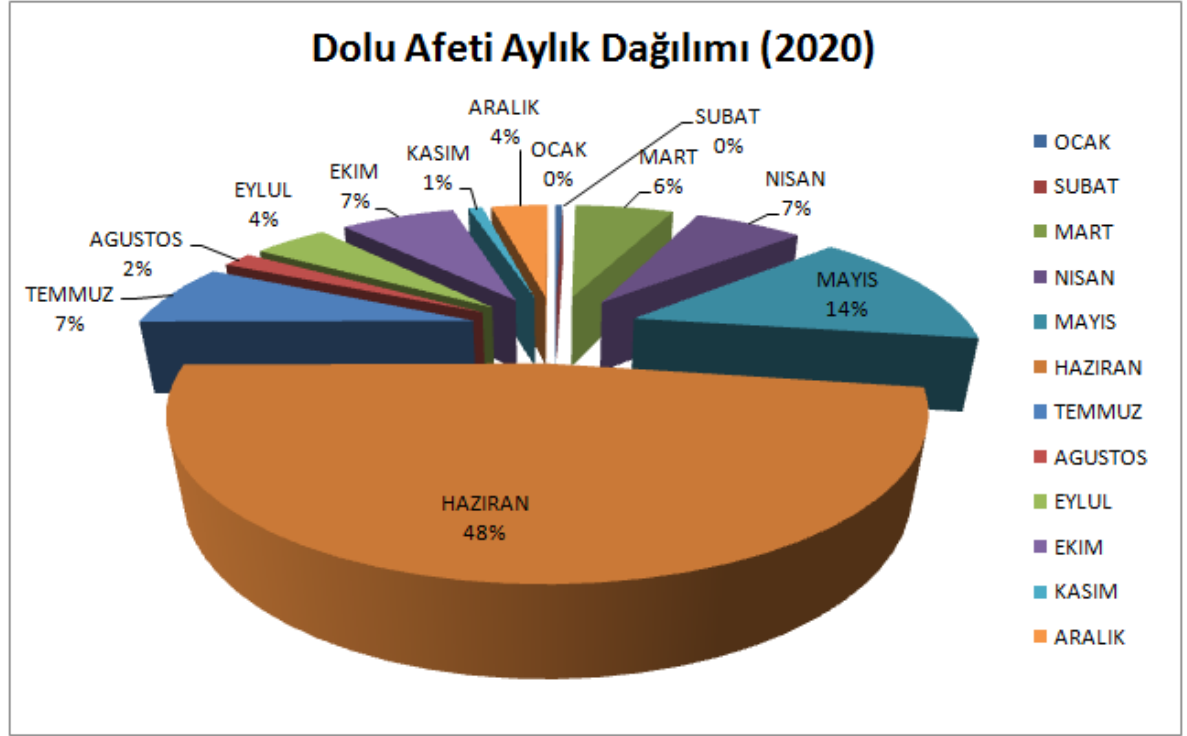
Şekil 93. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Dolu Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2020 yılında ülkemizde görülen dolu afetlerinin; %58’i yaz, %28’i ilkbahar, %13’ü sonbahar mevsiminde gözlenmiştir. Dolu afeti an az kış mevsiminde görülmüştür. Kış mevsiminde %1 oranında dolu afeti görülmüştür (Şekil 94).

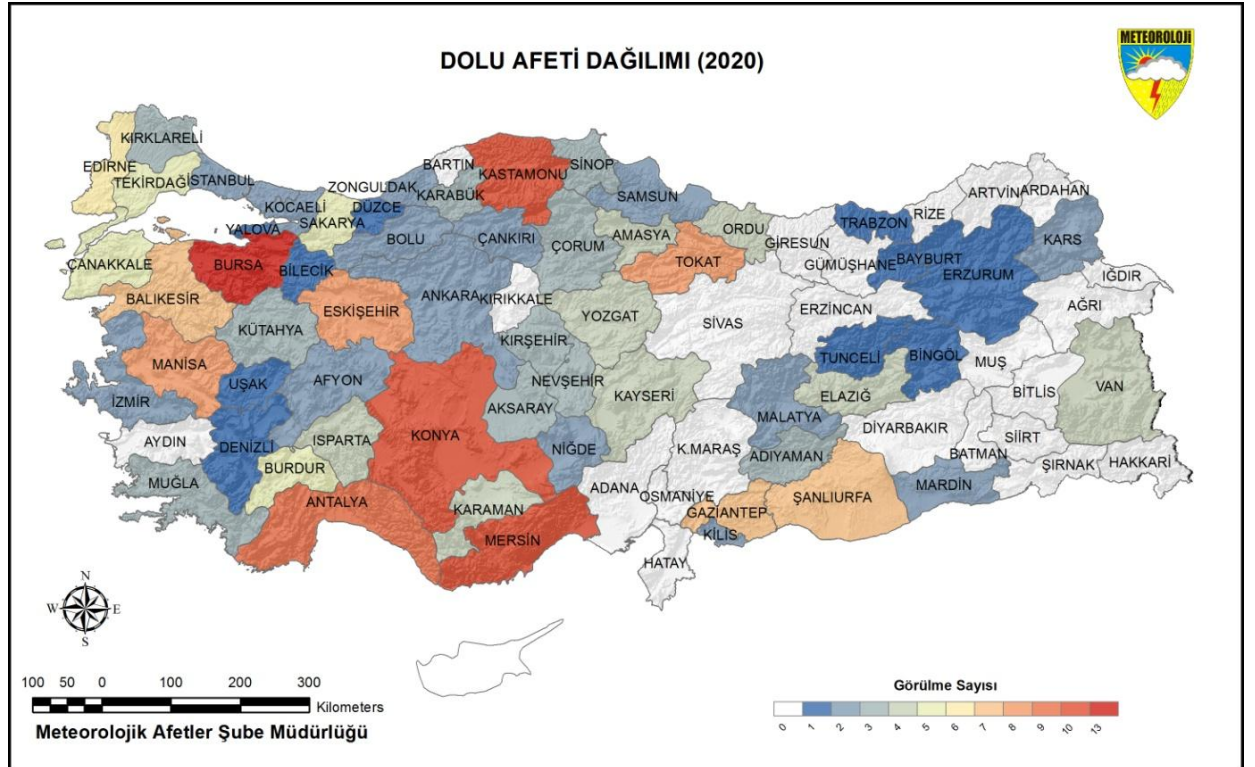


Şekil 94. Türkiye’de 2020 Yılı Dolu Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2020 yılında, dolu afeti Haziran (%48) ve Mayıs (%14) aylarında yoğun olarak gözlemlenmiştir. 2020 yılında her ay dolu afeti kayıtlara geçmiştir (Şekil 95). 2020 yılında Nisan ve Temmuz aylarında ise dolu afeti oranı %7'dir.

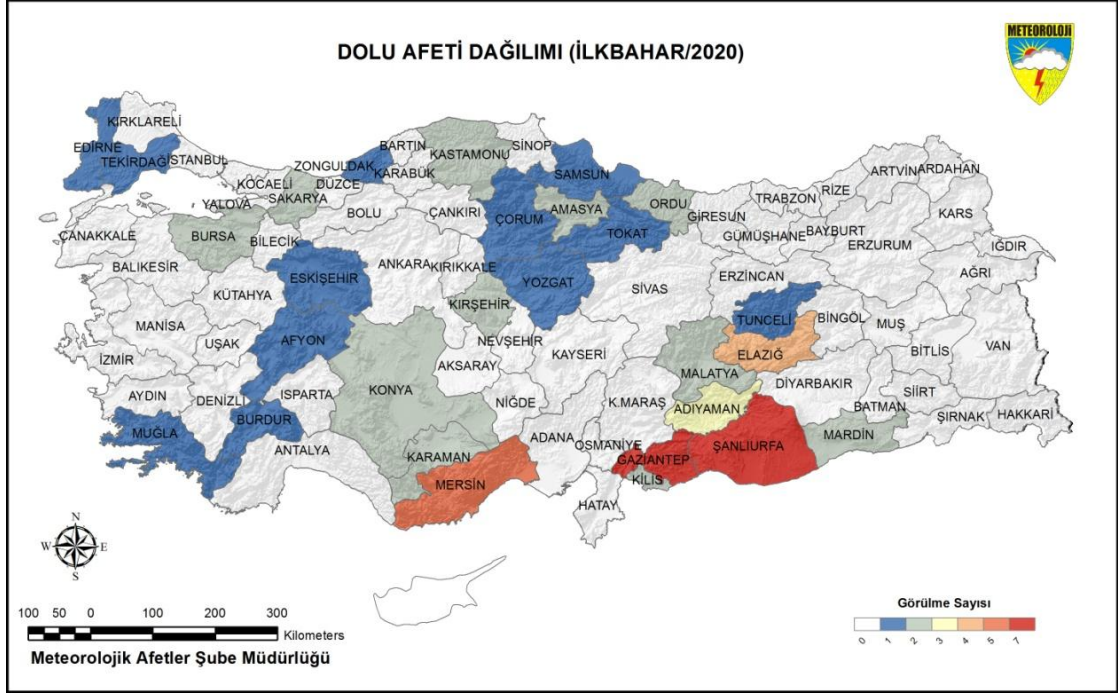


Şekil 95. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Dolu Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri



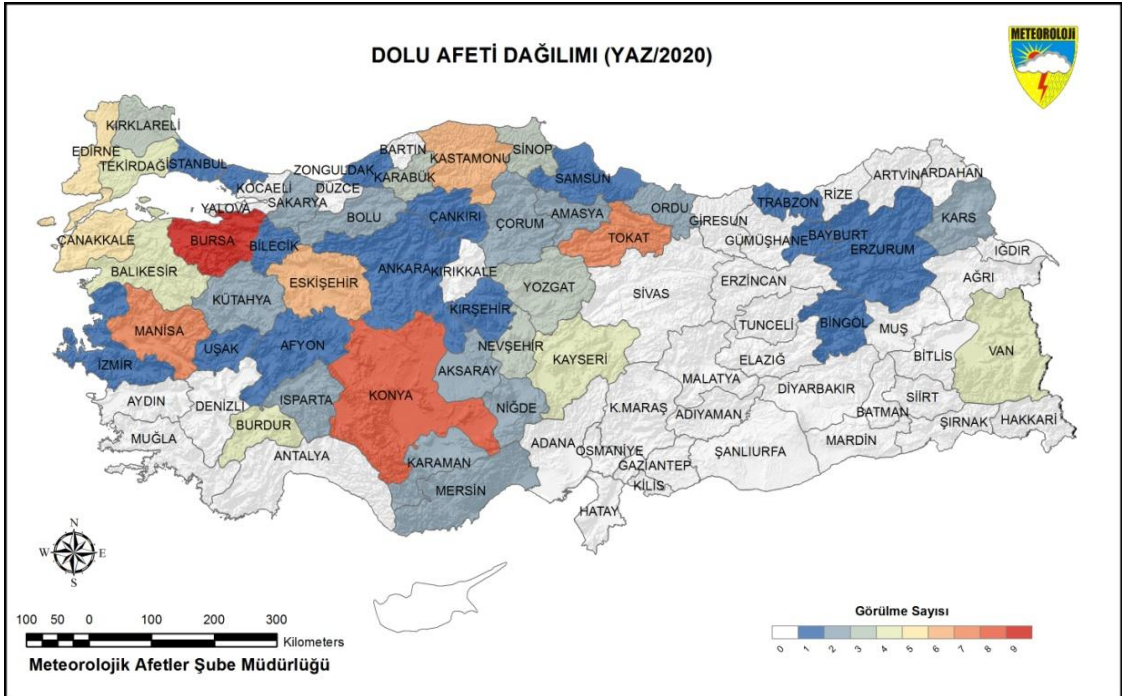
Şekil 96. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Dolu Afetinin İllere Göre Dağılımı

Ülkemizde 2020 yılı boyunca elde edilen verilere göre, dolu afeti yurdumuzda en fazla Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri ile iç kesimlerde görülmüştür. Dolu afeti 2020 yılında en fazla Bursa ilimizde görülmüştür. (Şekil 96)



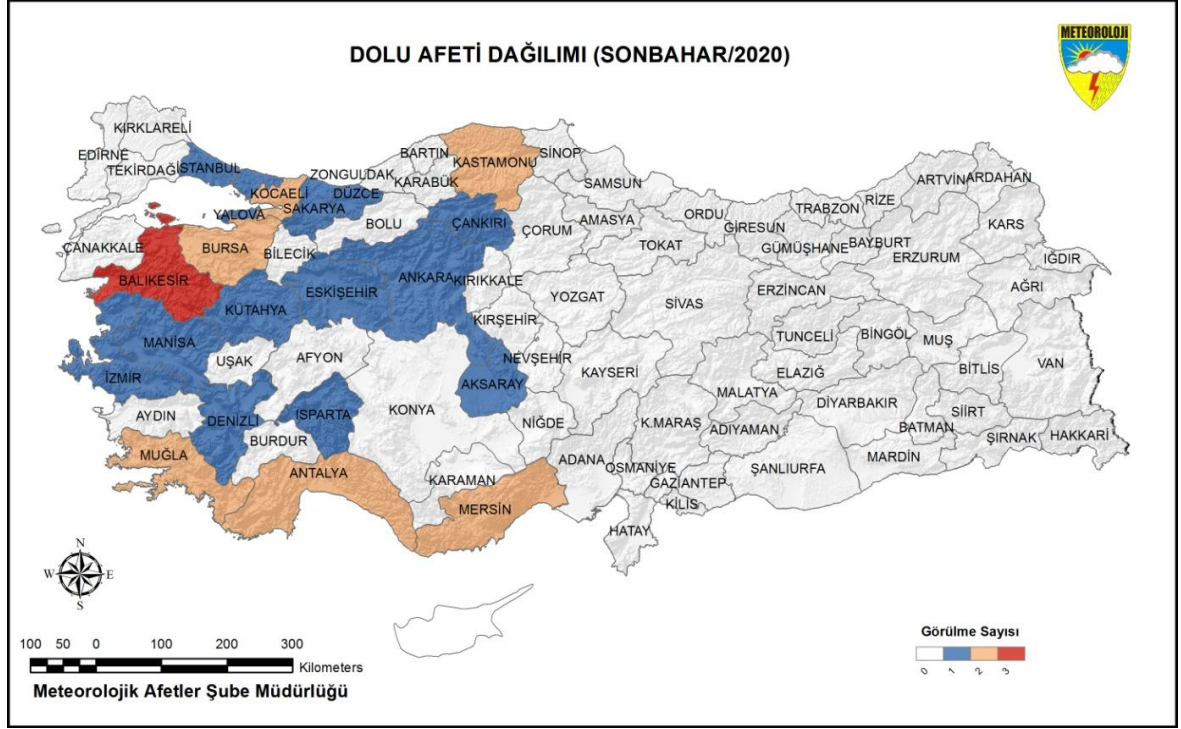
Şekil 97. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2020 yılı ilkbahar mevsiminde dolu afeti en fazla Gaziantep, Şanlıurfa, Mersin ve Elazığ’da meydana gelmiştir (Şekil 97).



Şekil 98. Türkiye’de 2020 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2020 yılında, yaz mevsiminde en fazla dolu afeti Marmara, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesi’nde meydana gelmiştir (Şekil 98).



Şekil 99. Türkiye’de 2020 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2020 yılı sonbaharda en fazla dolu afeti Marmara ve Akdeniz kıyı kesimlerinde meydana gelmiştir. Bu mevsimde en fazla Balıkesir’de meydana gelmiştir (Şekil 99).

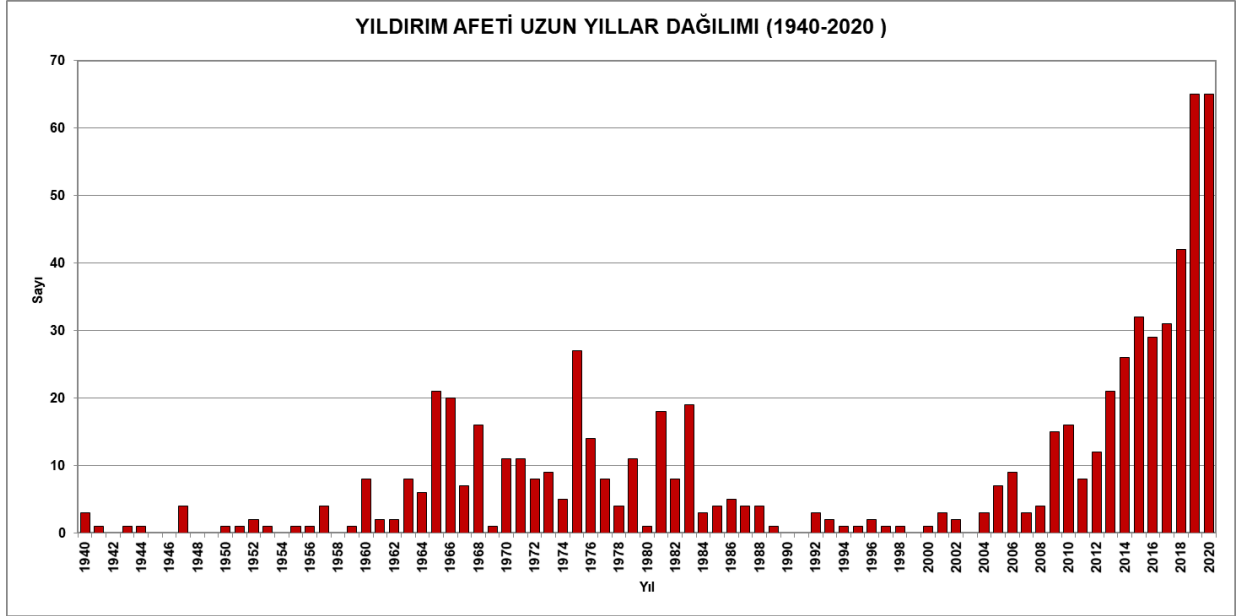


Şekil 100. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2020 yılı kış mevsiminde dolu afeti görülen illerimiz Antalya ve Mersin olmuştur (Şekil 100).

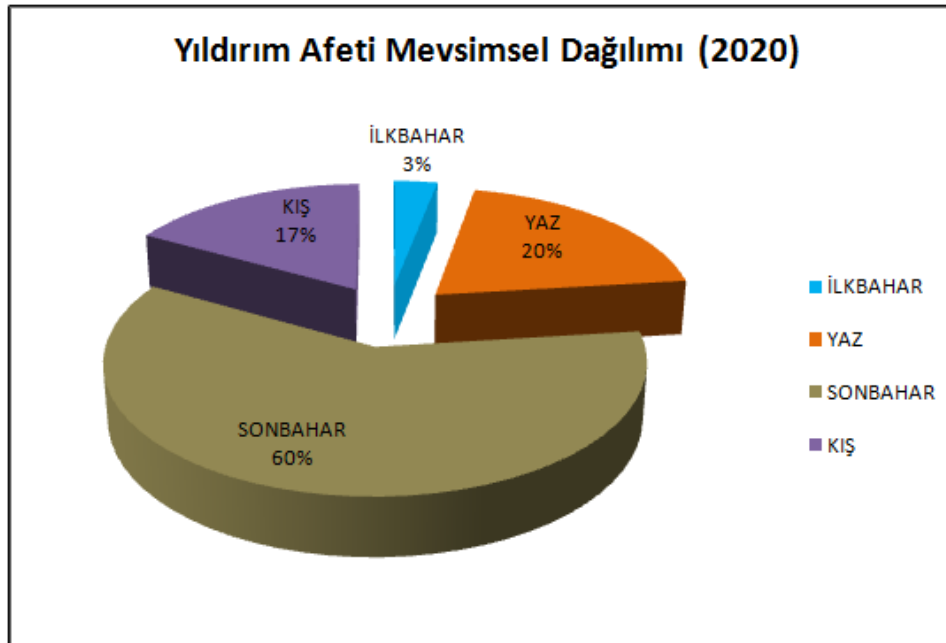
3.2.5. Yıldırım

Uzun yıllar değerlendirmelerine göre; son yıllarda yıldırım afet sayılarında artış trendi görülmektedir. 2019 ve 2020 en fazla yıldırım afetinin görüldüğü yıllar olmuştur (Şekil 101).

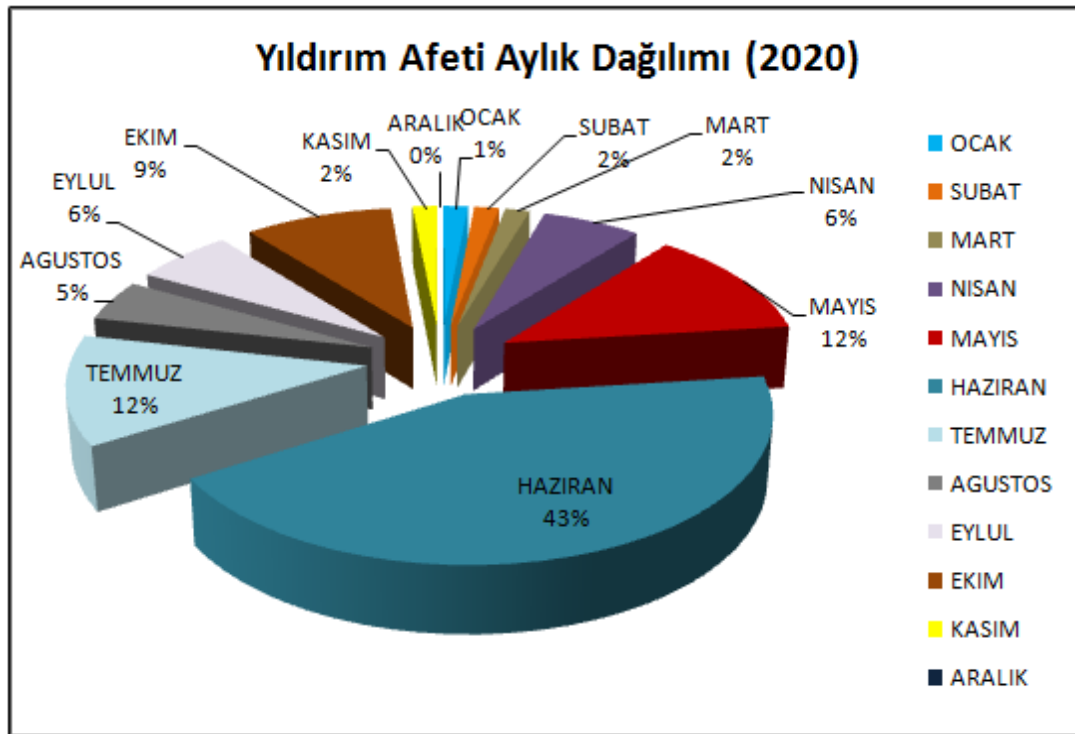


Şekil 101. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Yıldırım Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2020 yılında meydana gelen yıldırım afetinin mevsimsel dağılımına baktığımızda ilk sırayı %60 ile yaz mevsimi aylık dağılımlarda ise %43 ile Haziran ayı ilk sırada yer almaktadır (Şekil 102, 103).

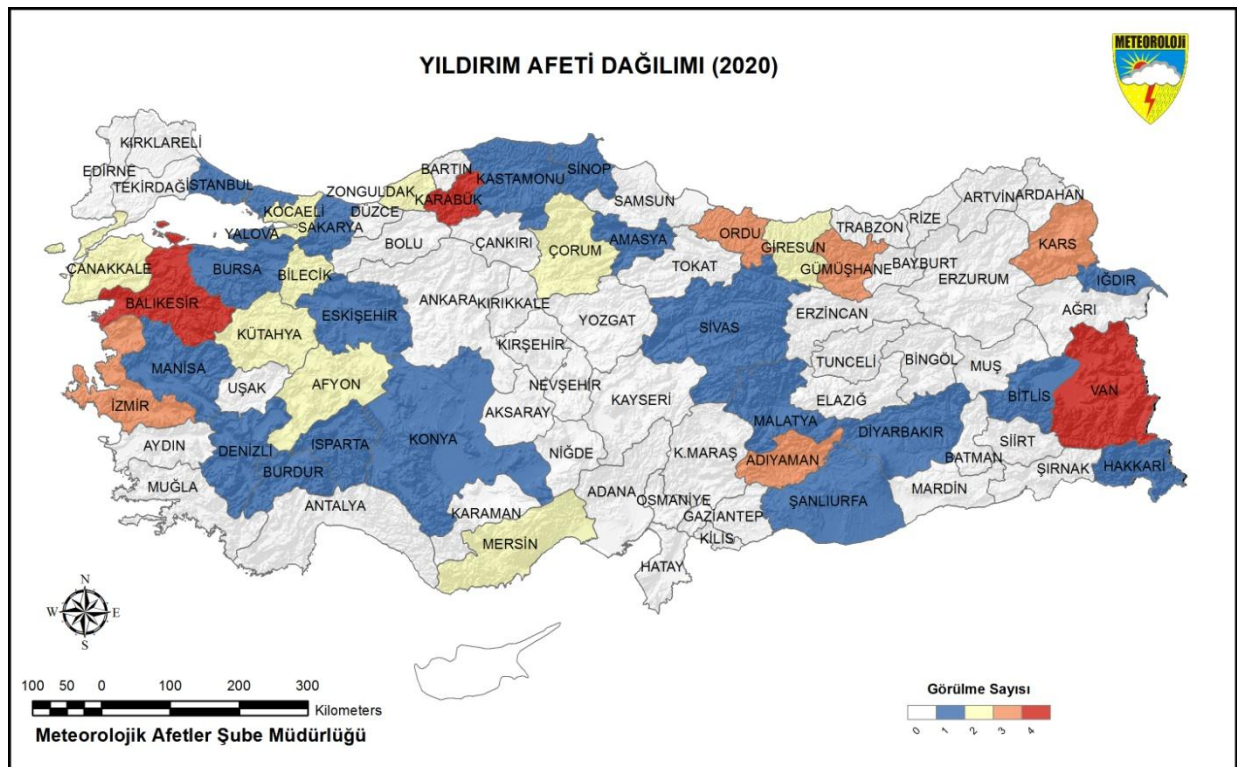


Şekil 102. Türkiye’de 2020 Yılı Yıldırım Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri



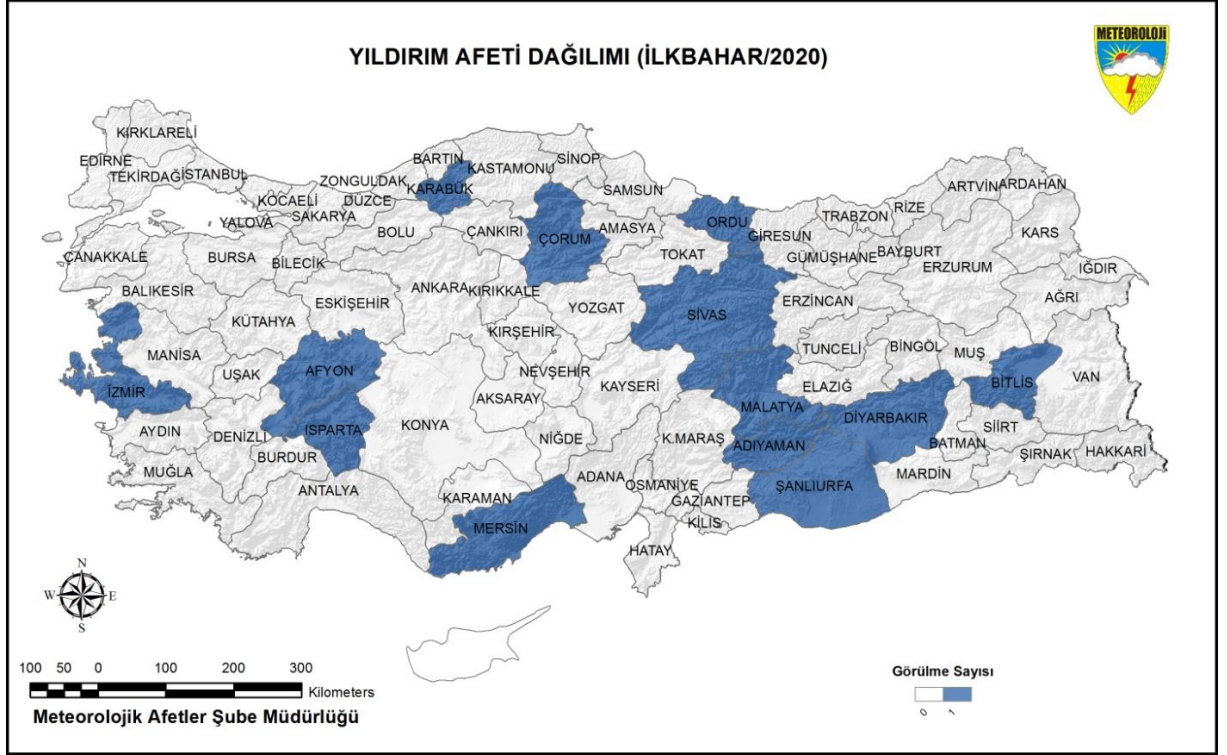
Şekil 103. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Yıldırım Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Yıldırım afeti 2020 yılında en fazla Balıkesir, Karabük ve Van illerinde görülmüştür (Şekil 104).

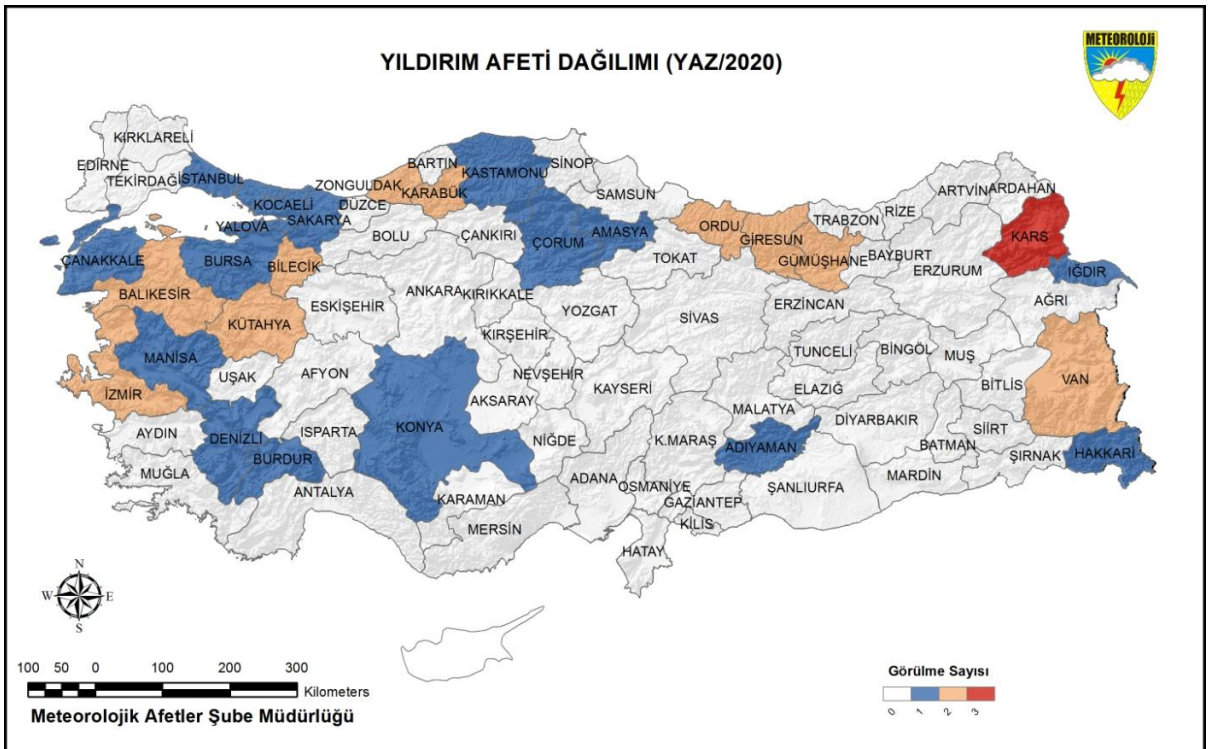


Şekil 104. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Yıldırım Afetinin İllere Göre Dağılımı

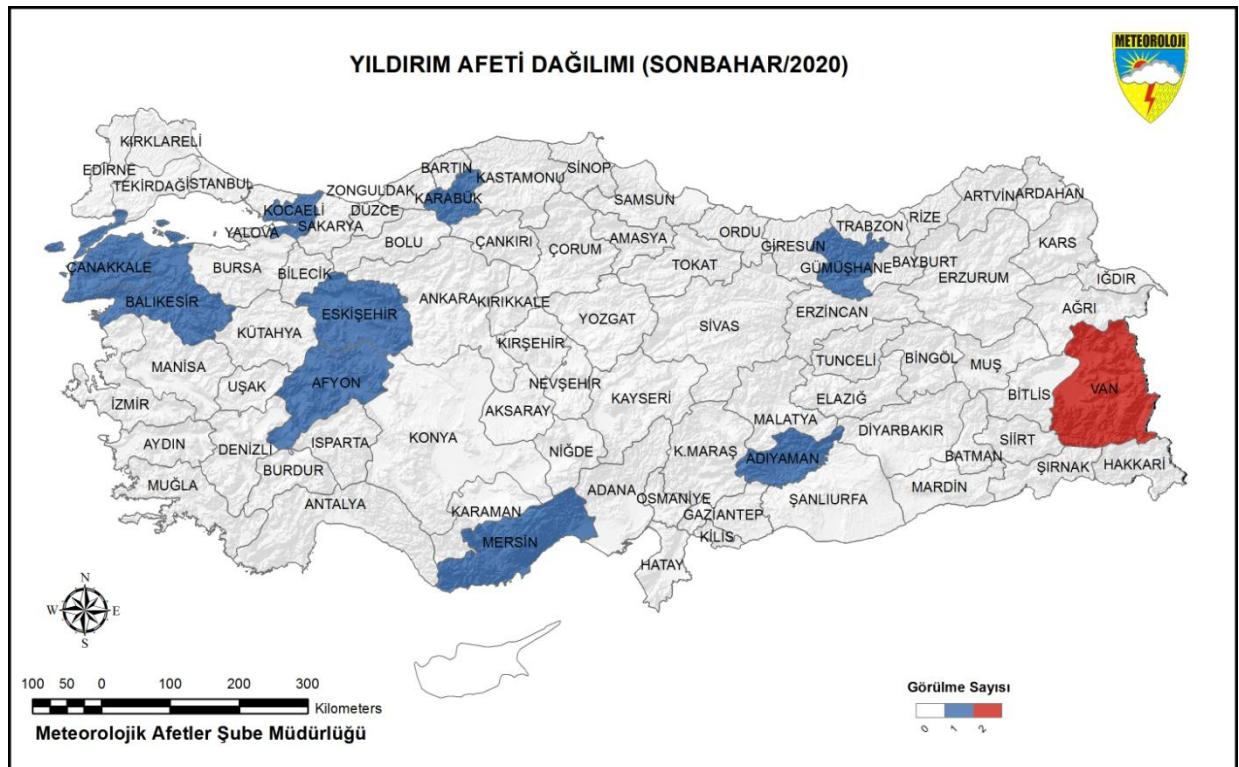
2020 yılında yıldırım afeti ilkbahar mevsiminde İzmir, Afyon, Isparta, Karabük, Çorum, Mersin, Ordu, Sivas, Malatya, Adıyaman, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Bitlis illerinde, yaz mevsiminde Kars, sonbahar mevsiminde Van, kış mevsiminde ise Balıkesir ve Sinop'ta en fazla rapor edilmiştir (Şekil 105, 106, 107, 108).



Şekil 105. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



Şekil 106. Türkiye’de 2020 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



3.2.6. Orman Yangınları

Günümüzde ormanları tehlikeye sokan etkenlerin başında insanlar ve yangınlar gelmektedir. Özellikle yaz aylarında ormanlar için büyük tehdit oluşturan yangınlar, çok uzun bir sürede yetişebilen ağaçların bir anda elden gitmesine, doğal dengenin bozulmasına, ormanda yaşayan tüm canlı türlerinin ve doğal yaşam ortamlarının yok olmasına, topraktaki organik maddelerin yitirilmesine neden olmaktadır [1].

Orman yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları itibarıyla bütün ülkeleri ilgilendiren afetlerin en önemlilerinden biridir. Yangınlar, dünya çapında her yıl milyonlarca hektar orman alanının kaybolmasına, can ve mal kayıplarına neden olan önemli bir tehdittir.

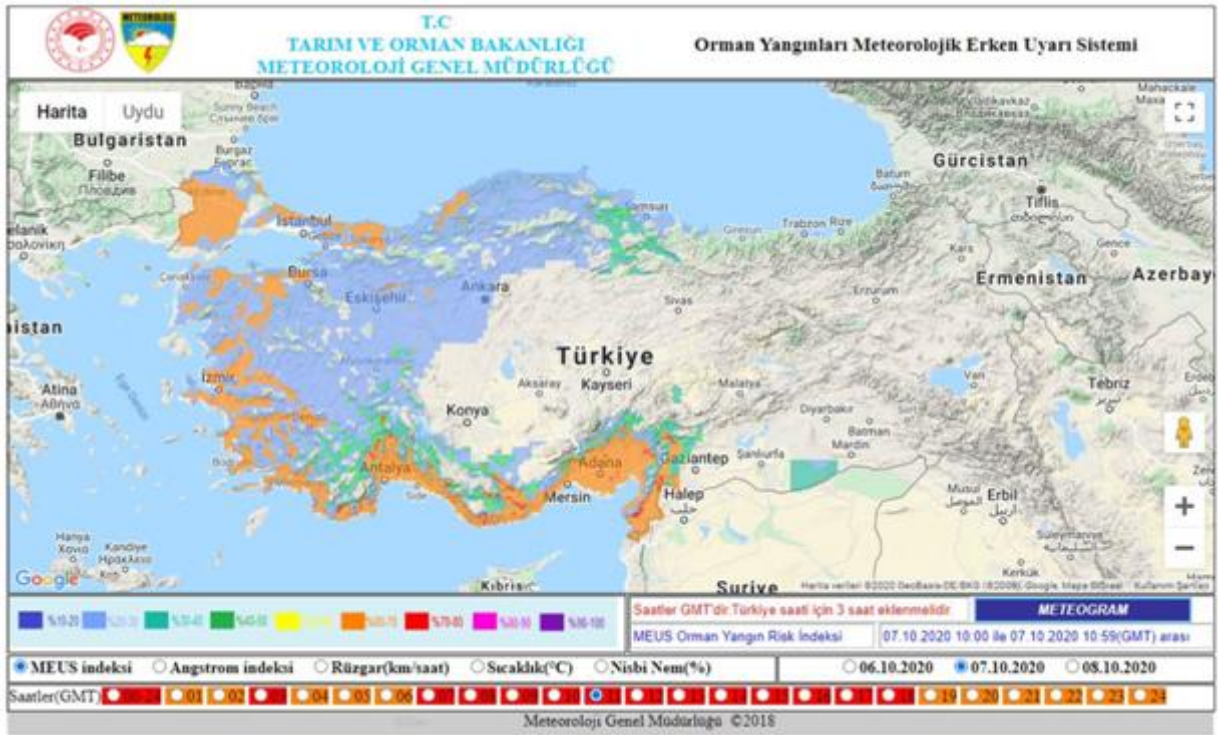
Meteorolojik koşullar orman yangınlarının oluşumu, şiddeti ve süresi üzerinde son derece etkili olmaktadır. Gerek insan kaynaklı gerekse nedeni doğaya bağlı orman yangınları ancak meteorolojik koşullar uygun olduğu zaman meydana gelebilir. Yangınla mücadele amacıyla geliştirilen model ve sistemler de hassas olarak ölçülen meteorolojik verilerle işlerlik kazanmaktadır [67] .

Bu kapsamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yerli ve milli bir yazılım olarak; Orman yangınları için önceden tedbir alınabilmesine yönelik “Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS)” hazırlanmıştır.

Geliştirilen sistem ile sayısal hava tahmin modelinden alınan veriler kullanılarak, ülkemiz için gelecek üç günü kapsayan orman yangını tehlike haritaları saatlik olarak hazırlanmaktadır.

Sistemdeki ürünler her gün operasyonel olarak hazırlanmakta ve Orman Genel Müdürlüğü ile paylaşılmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü, meteorolojik açıdan yangın tehlikesi durumuna göre lojistik önlemler alarak, olası yangınlarla daha etkin mücadele için Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemini (MEUS) aktif olarak kullanmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü hazırlamış olduğu Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) ile orman yangınlarıyla mücadeleye destek vermektedir.



Şekil 109. Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) Genel Görünüm

Ülkemizde 2020 yılında çıkan 3399 adet orman yangınında toplam 20971 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür. 2020 yılı çıkan orman yangınları, son 16 yıllık kayıtlar içerisinde yangın sayısı bakımından %9 ve yanan alan miktarı bakımından ise %14'lük kısmı ile ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 110).

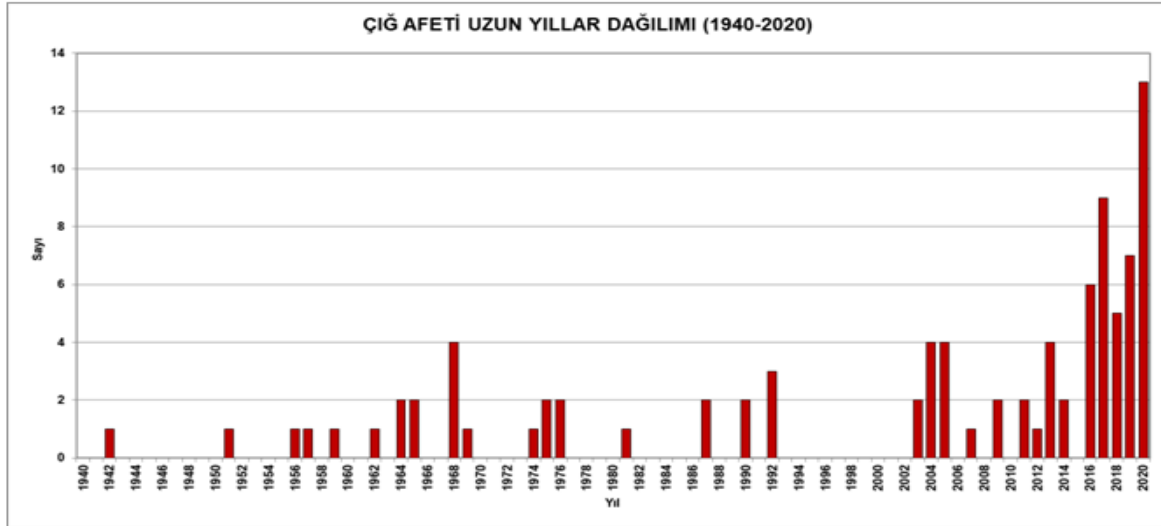


Şekil 110. Türkiye Geneli Yıllık Toplam Orman Yangın Sayısı ve Yanan Alan Miktarı

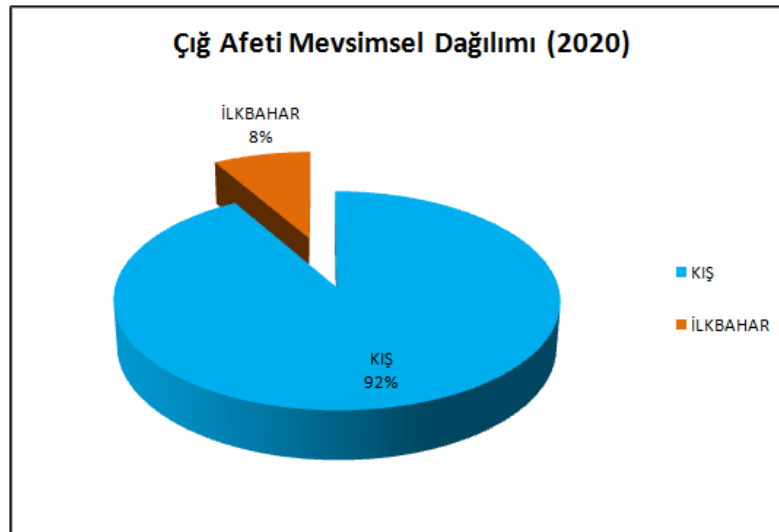
3.2.7. Çığ

Çığ eğimli bir kayma yüzeyi boyunca gerçekleşen oldukça hızlı kar akışına verilen addır [68]. Meydana gelen çığlar, insanlar, yerleşim yerleri, yollar, turistik tesisler ve diğer altyapı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır [69,70].

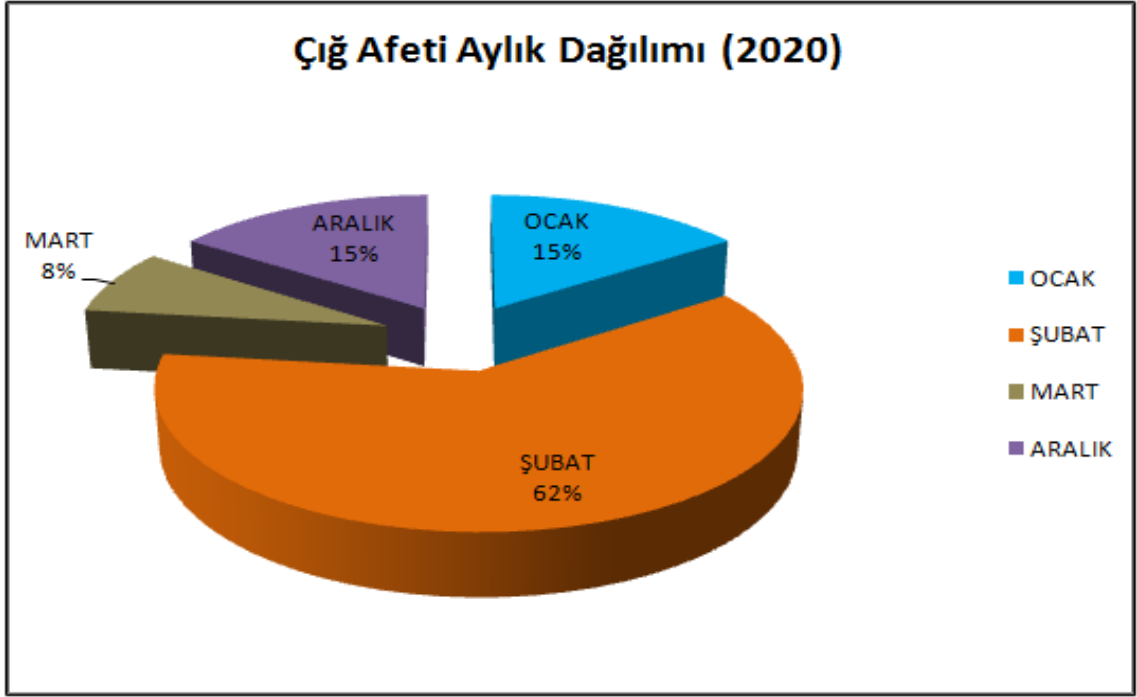
Çığ, yurdumuzun topografik yapısı sebebiyle özellikle dağlık bölgelerinde hemen her yıl meydana gelen bir tabii afet olma özelliği taşır. Fakat bu hadise genellikle yerleşim yerlerinin olmadığı bölgelerde meydana geldiği için can veya mal kaybına yol açmadığı sürece çok az rapor edilebilmektedir. MGM fevk kayıtlarına göre, 2020 yılında 13 çığ afeti rapor edilmiştir. Uzun yıllar kayıtlarına göre çığ afeti en fazla 2020 yılında görülmüştür (Şekil 111). 2020 yılında ülkemizde çığ afeti kış ve ilkbahar mevsiminde görülmüştür (Şekil 112).



Şekil 111. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Çığ Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

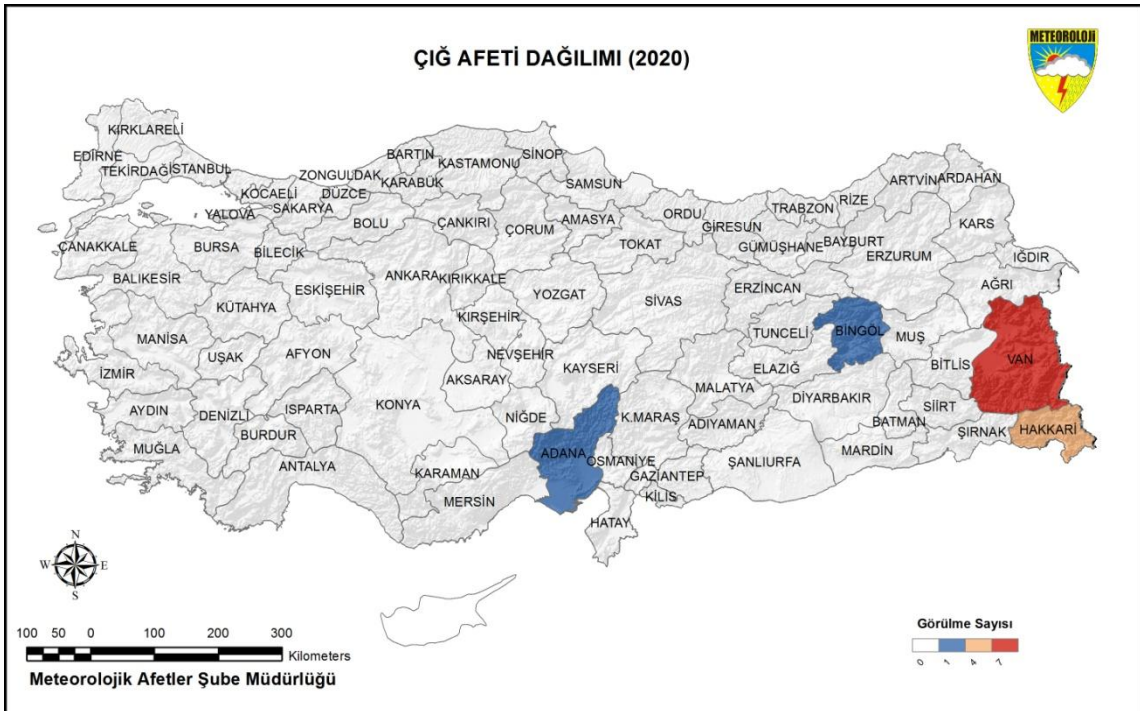


Şekil 112. Türkiye’de 2020 Yılı Çığ Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri



Şekil 113. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Çığ Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2020 yılında ülkemizde çığ afeti en fazla Şubat ayında sonrasında Ocak, Aralık ve Mart aylarında görülmüştür (Şekil 113).



Şekil 114. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Çığ Afetinin İllere Göre Dağılımı

2020 yılında Van, Hakkâri, Bingöl ve Adana çığ afetinin görüldüğü illerdir (Şekil 114).



Şekil 115. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Çiğ Afeti Dağılımı

Ülkemizde 2020 yılı ilkbahar mevsiminde Van’da çiğ yaşanmıştır (Şekil 115).

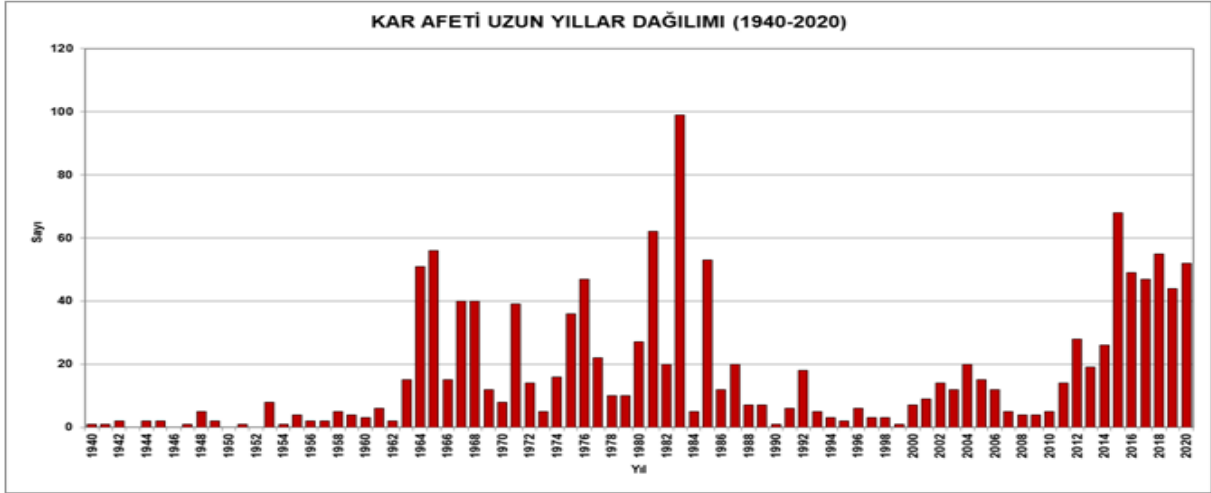


Şekil 116. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Çiğ Afeti Dağılımı

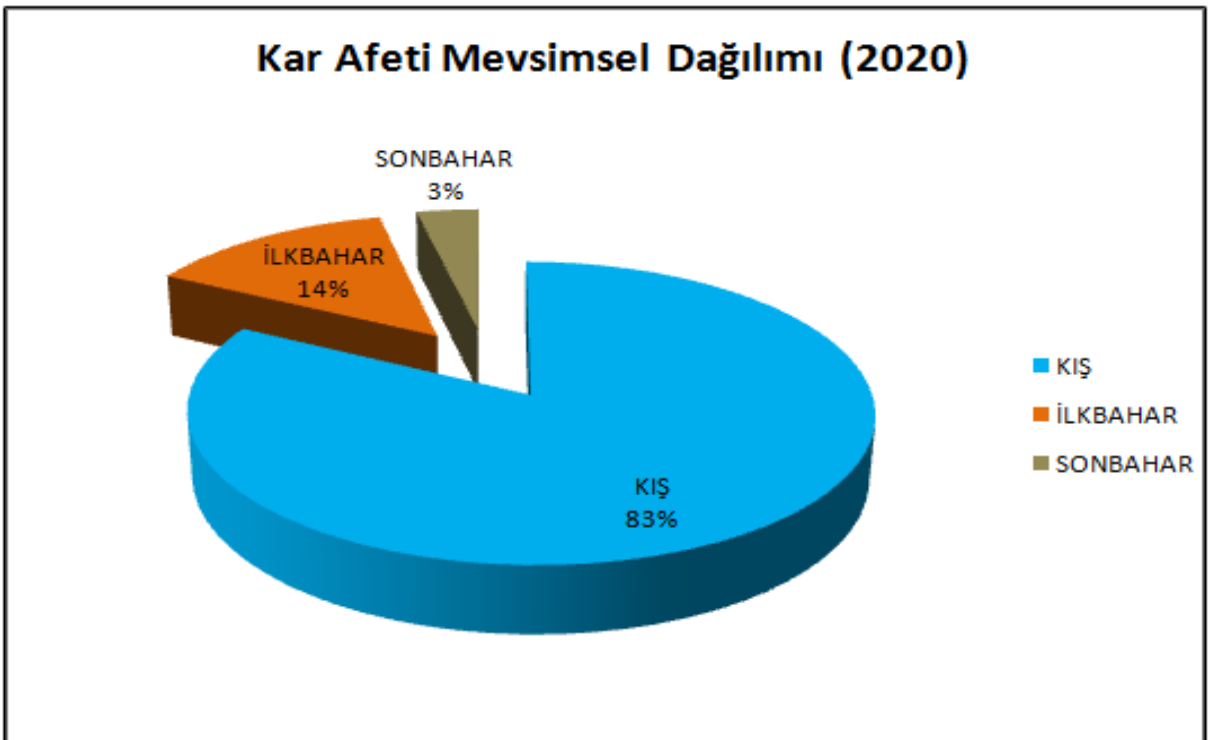
Ülkemizde 2020 yılı kış mevsiminde Van, Hakkâri, Bingöl ve Adana illerimizde çiğ afeti yaşanmıştır (Şekil 116).

3.2.8. Kar

2020 yılında Türkiye’de kar afeti 52 kez görülmüştür ve tüm afetlerin %5’ini oluşturmaktadır (Şekil 117).

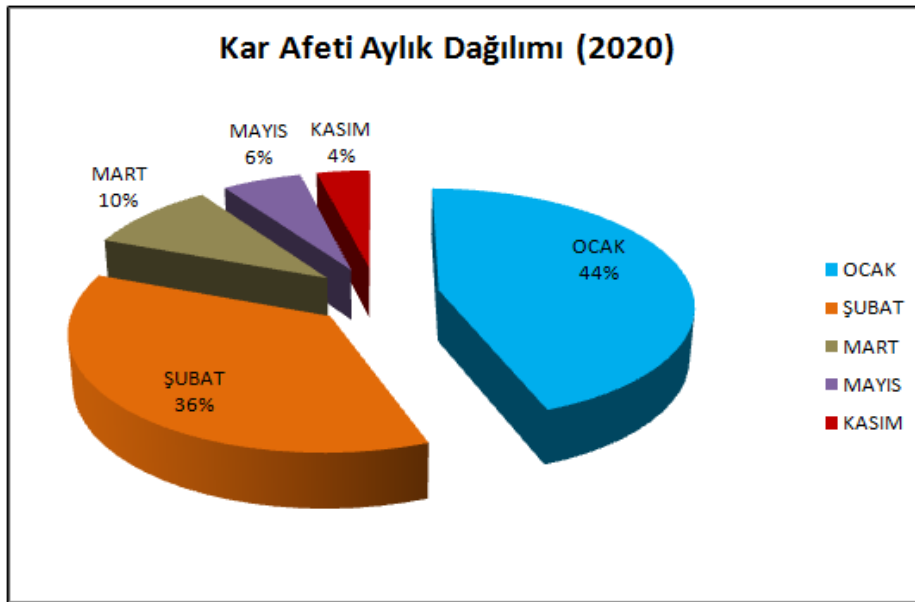


Şekil 117. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Kar Afetinin Yıllara Göre Dağılımı



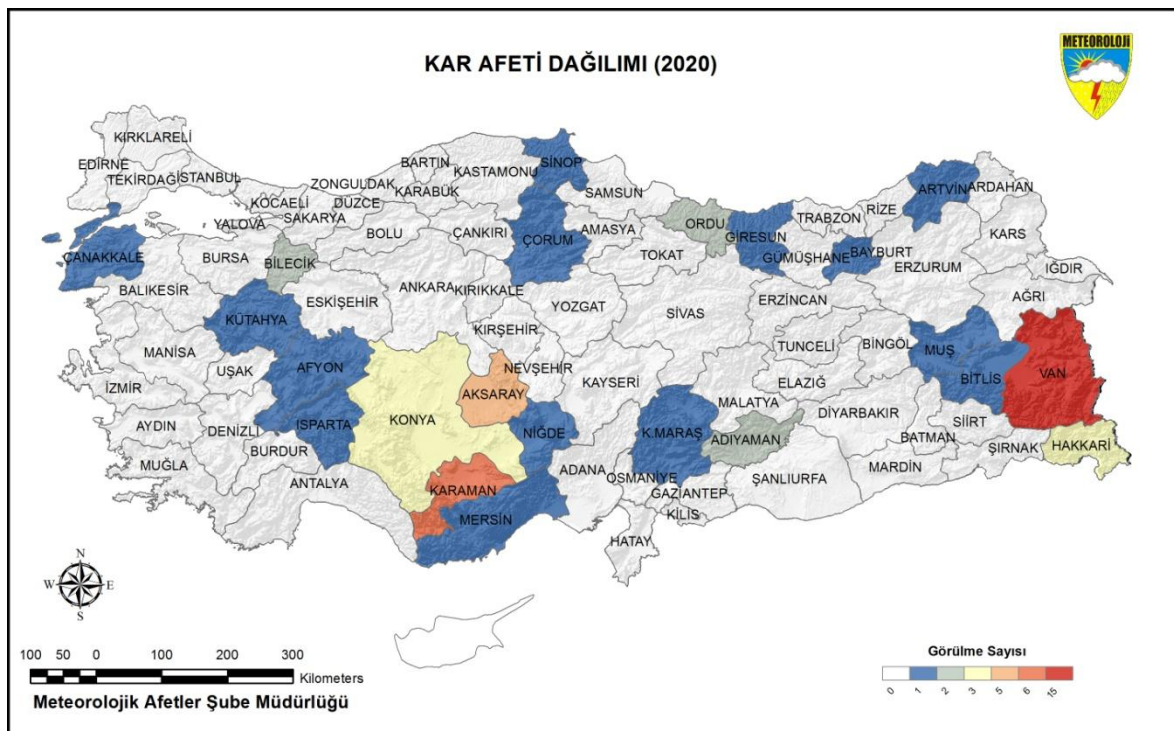
Şekil 118. Türkiye’de 2020 Yılı Kar Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2020 yılında kar afetinin görüldüğü mevsimler kış, ilkbahar ve sonbahardır (Şekil 118).



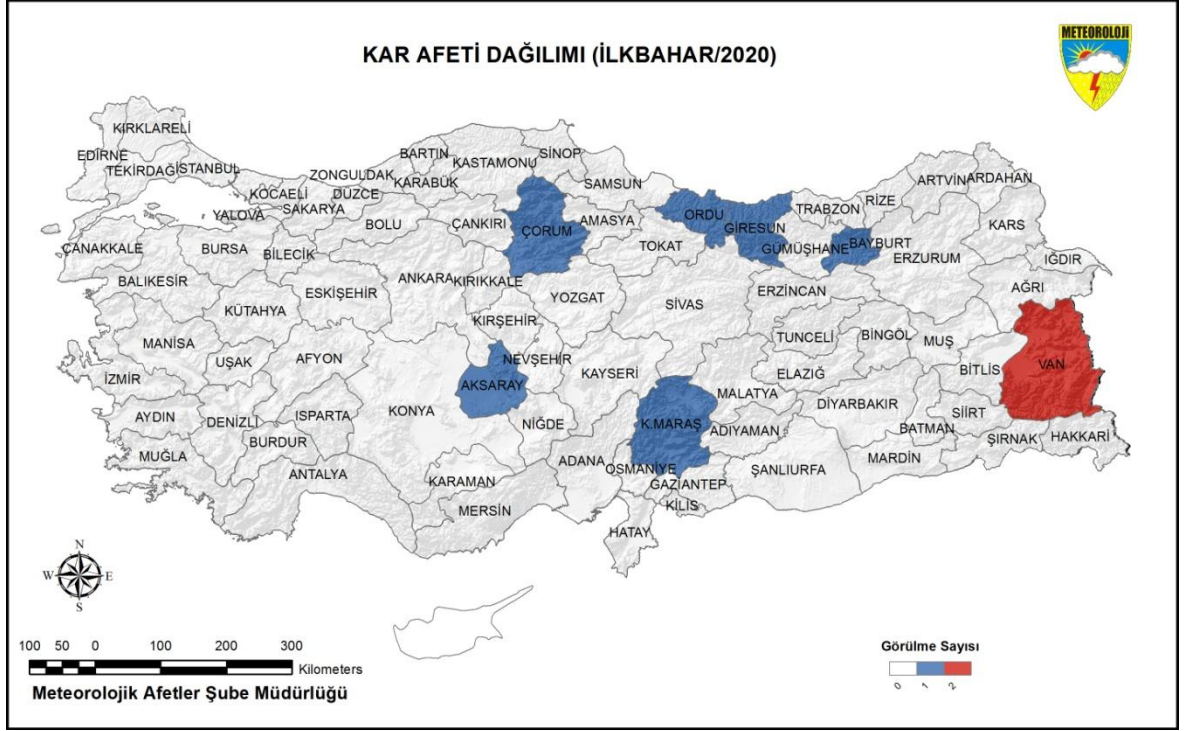
Şekil 119. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Kar Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2020 yılında Ocak ayı, sonrasında Şubat ve Mart ayları en yoğun kar afetinin görüldüğü aylardır. Mayıs ve Kasım ayları kar afetinin görüldüğü diğer aylardır (Şekil 119).



Şekil 120. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Kar Afetinin İllere Göre Dağılımı

2020 yılında Van, Karaman, Aksaray, Konya, Niğde, Mersin, Hakkâri, Bitlis, Adıyaman, Kahramanmaraş, Afyonkarahisar, Isparta, Çanakkale, Çorum, Sinop, Ordu, Giresun, Bayburt, Artvin, Bilecik, Muş ve Kütahya illerimizde kar afeti meydana gelmiştir (Şekil 120).



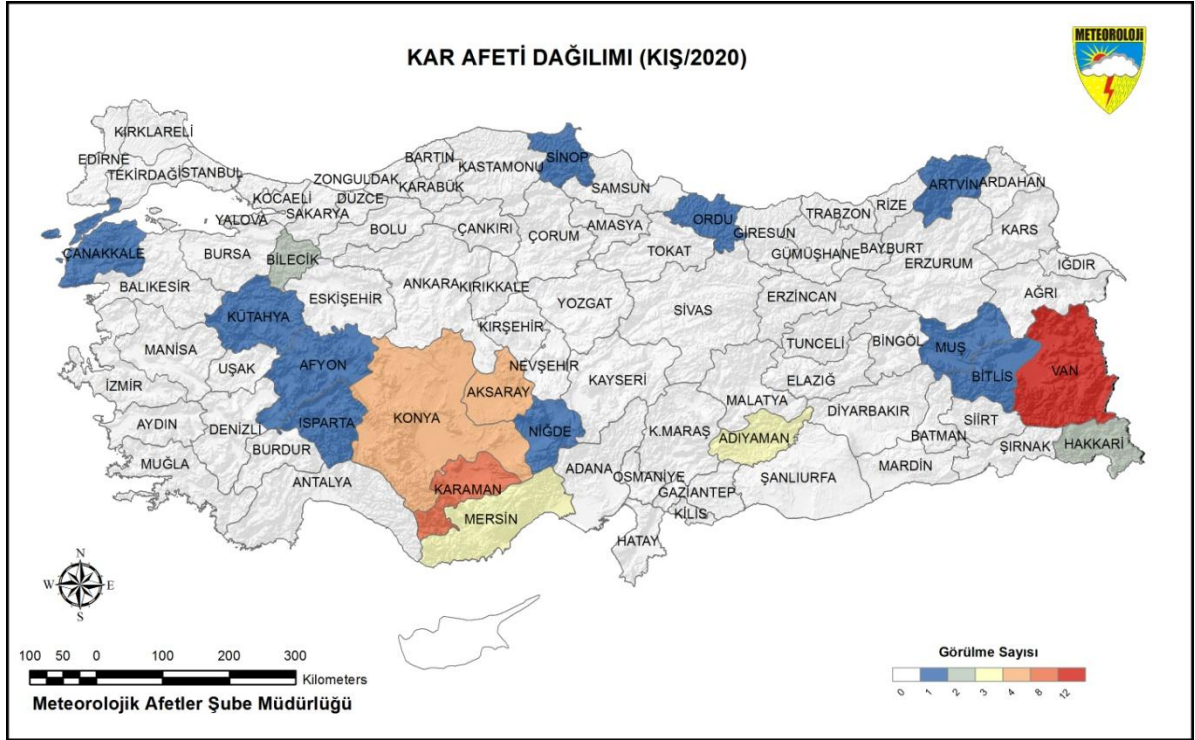
Şekil 121. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2020 yılı ilkbahar mevsiminde kar afeti Van, Aksaray, Kahramanmaraş, Çorum, Ordu, Giresun, Bayburt’ta görülmüştür (Şekil 121).



Şekil 122. Türkiye’de 2020 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2020 yılı sonbahar mevsiminde kar afeti Hakkâri ve Van’da görülmüştür (Şekil 122).

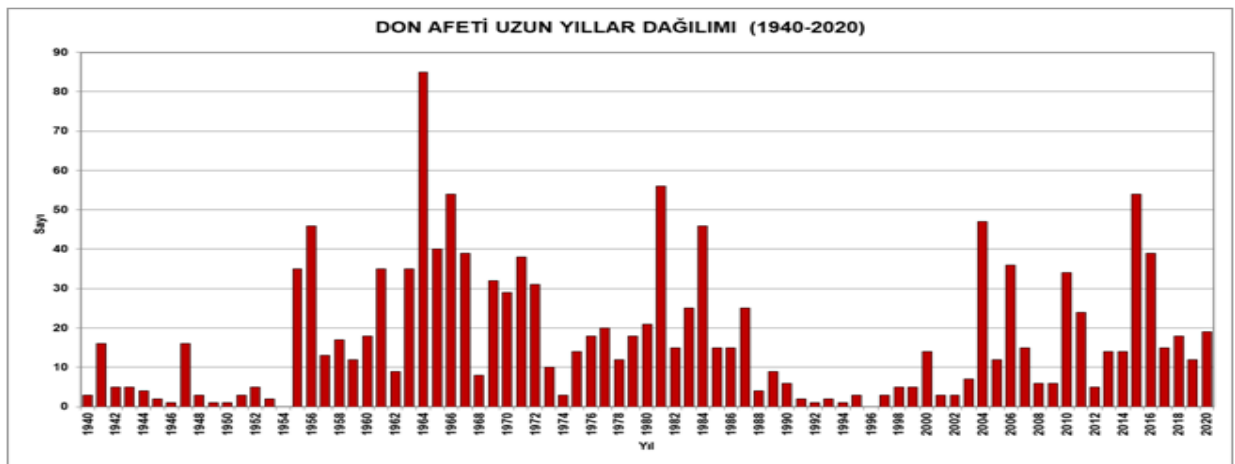


Şekil 123. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2020 yılı kış mevsiminde en fazla kar afeti Van, Karaman, Konya, Aksaray illerimizde meydana gelmiştir (Şekil 123).

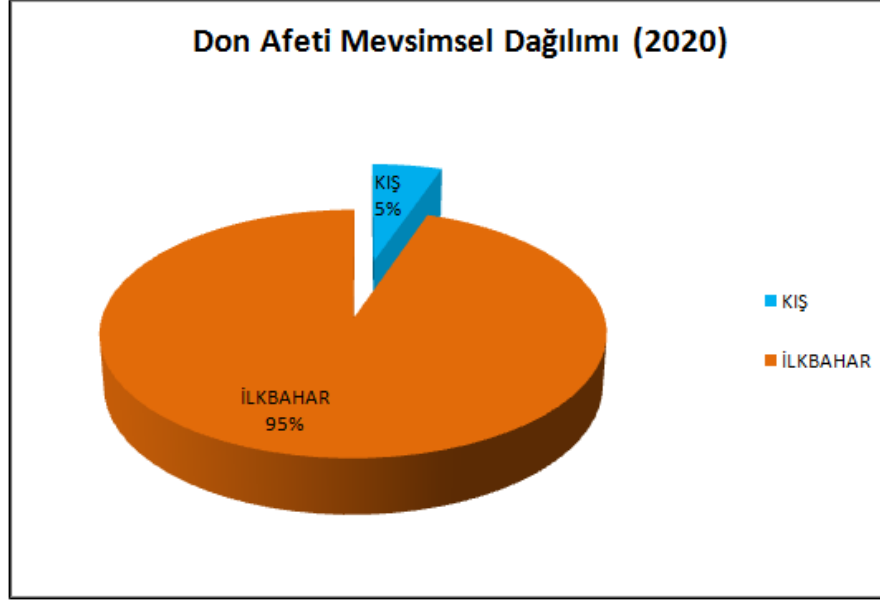
3.2.9 Don

Don olayı bitkisel üretimi olumsuz olarak etkileyen en önemli doğal afetlerdendir. Kritik değerlerin altına düşen hava sıcaklıkları bitkilerin hayatını devam ettirmesine zorlaştırarak, özellikle meyve ve sebze yetiştiriciliğinde zararlara neden olur [1].



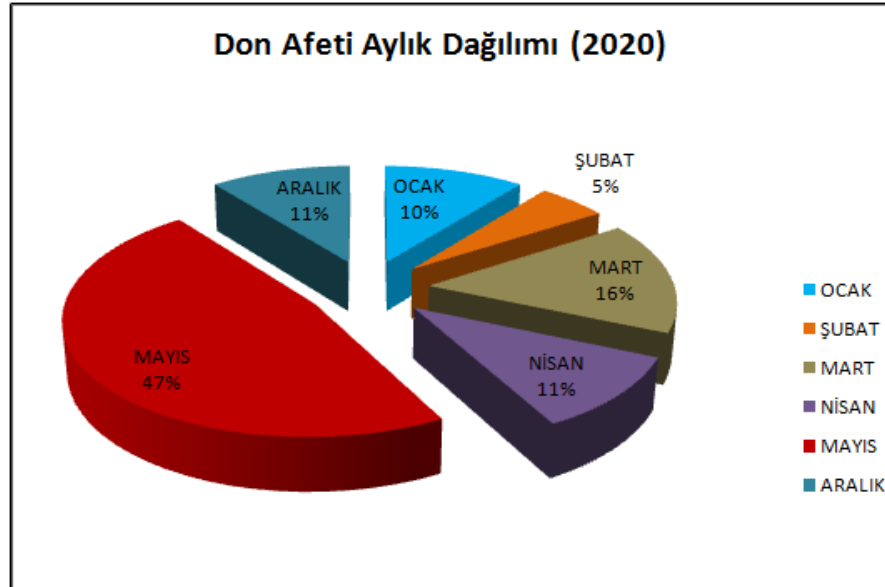
Şekil 124. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Don Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2020 yılında Türkiye’de meteorolojik kaynaklı toplam afet sayısı 984’dür. Bu afetlerden don afeti 2020 yılı içinde 19 kez görülmüştür ve tüm afetlerin % 2’sini oluşturmaktadır (Şekil 124).



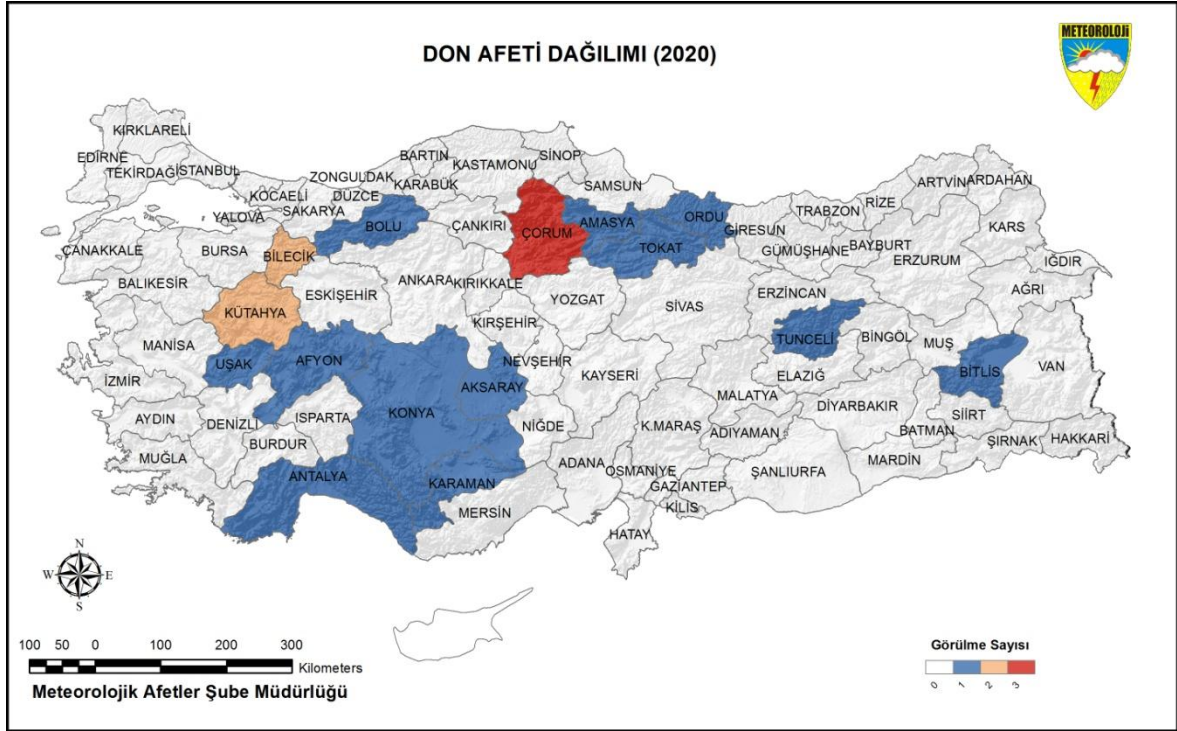
Şekil 125. Türkiye’de 2020 Yılı Don Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2020 yılında don afeti ilkbahar ve kış mevsiminde görülmüştür (Şekil 125). Don afetlerinin %95’i ilkbahar mevsiminde meydana gelmiştir.



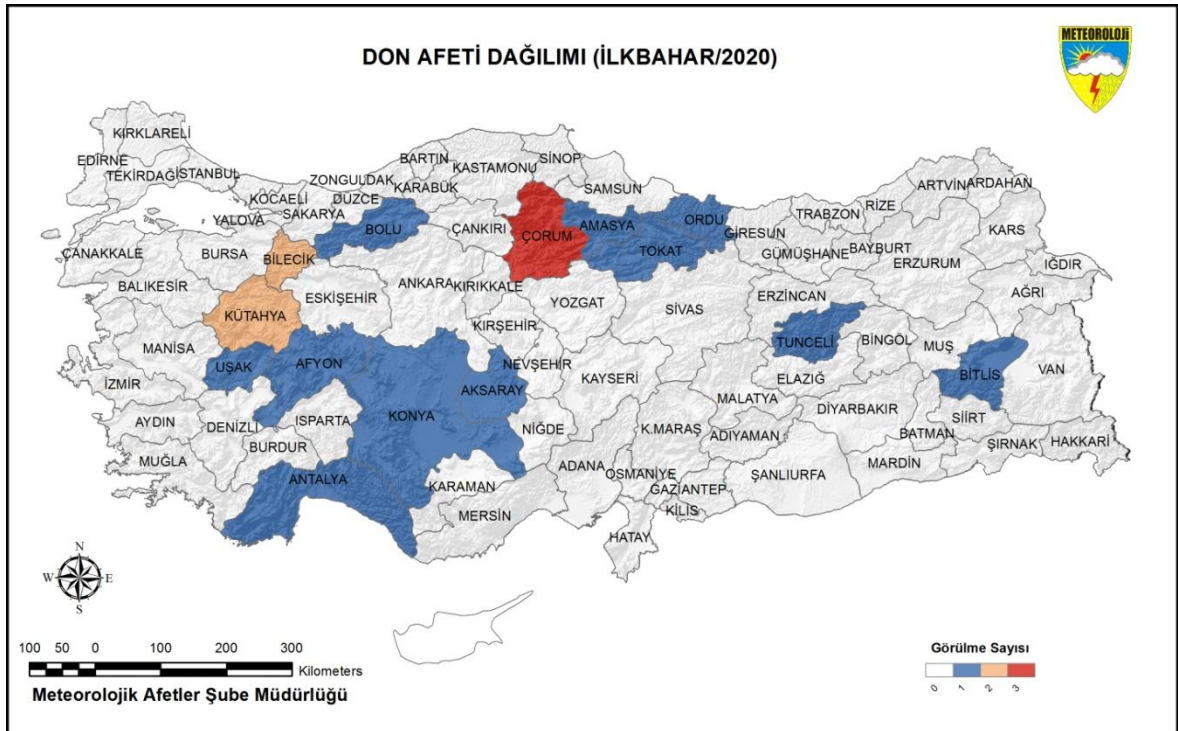
Şekil 126. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Don Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2020 yılı Mayıs ayı en çok don afetinin görüldüğü aydır. Mart, Nisan, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında da don afeti yaşanmıştır (Şekil 126).



Şekil 127. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Don Afetinin İllere Göre Dağılımı

2020 yılında en fazla don afeti Çorum ilimizde yaşanmıştır. Bilecik, Kütahya, Bolu, Uşak, Afyonkarahisar, Karaman, Konya, Amasya, Tokat, Ordu, Aksaray, Antalya, Tunceli, Bitlis illerimizde don afeti gözlenmiştir (Şekil 127).



Şekil 128. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Don Afeti Dağılımı

2020 yılında ilkbahar mevsiminde en fazla Çorum, Bilecik ve Kütahya’da don afeti görülmüştür (Şekil 128).



Şekil 129. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Don Afeti Dağılımı

2020 yılı kış mevsiminde Karaman ilimizde don afeti görülmüştür (Şekil 129).

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 [71]. 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. Bu nedenlerden dolayı, iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi, sıcak hava dalgalarına bağlı sağlık problemleri bağlamında da değerlendirilmektedir [1].

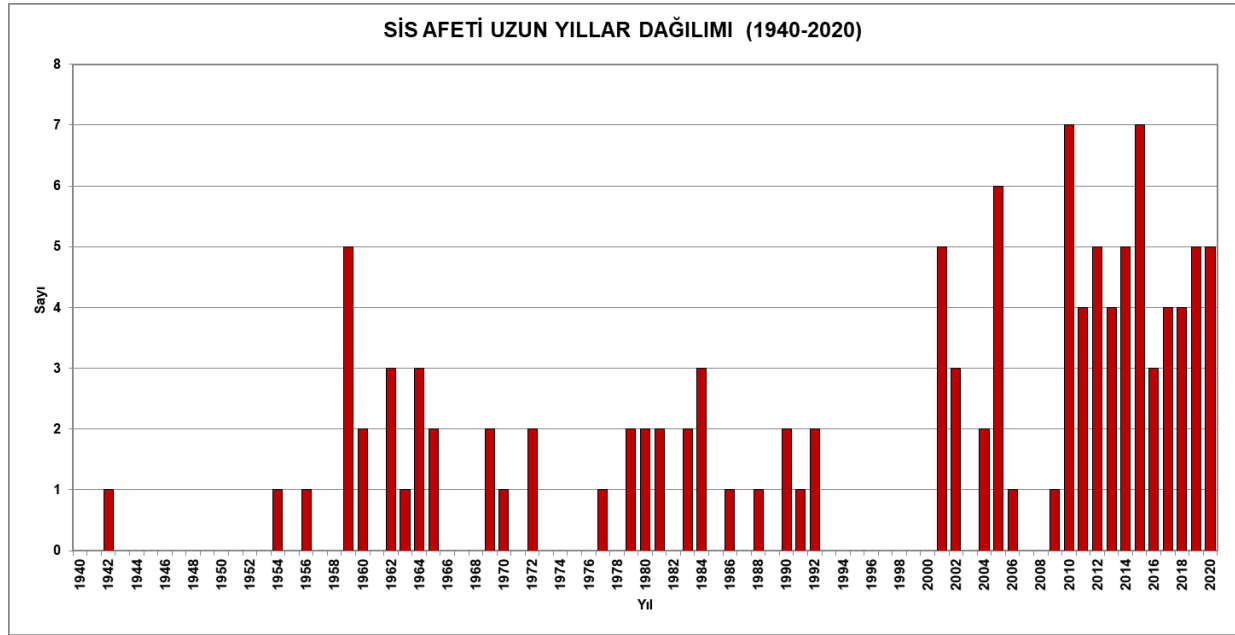
Soğuk Hava Dalgası

Günlük minimum sıcaklığın, ardı ardına 5 gün boyunca uzun yıllar ortalama minimum sıcaklığın 5°C altında gerçekleşmesi Soğuk Hava Dalgası olarak adlandırılmaktadır [71].

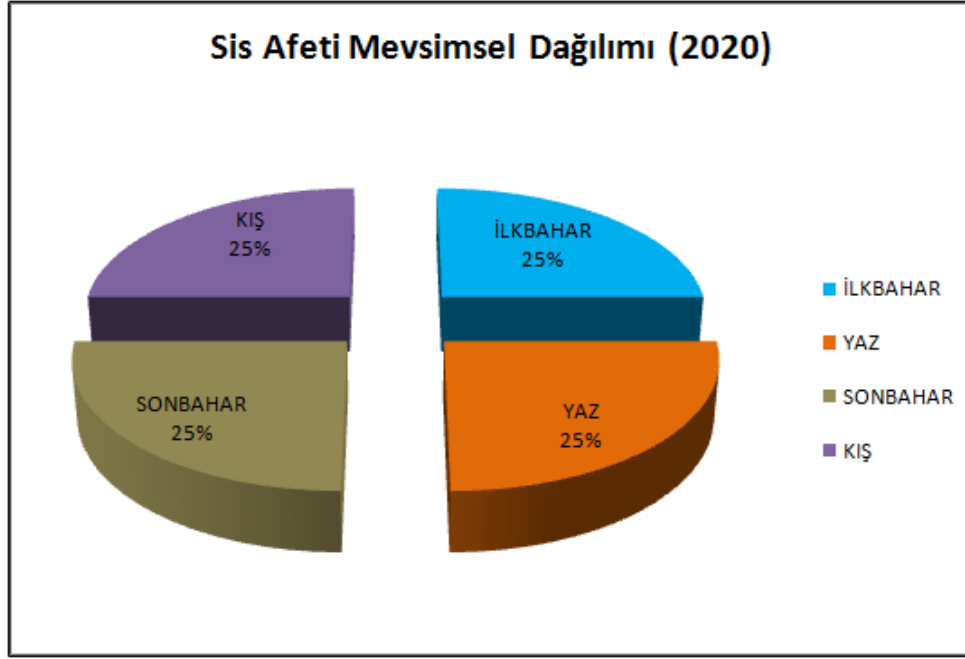
Soğuk hava dalgası, genellikle yeryüzünde hava sıcaklığının son derece düşük değerlere keskin bir şekilde düşmesi, basıncın yükselmesi ve rüzgâr hızının güçlenmesi veya don ve buzlanma gibi tehlikeli havalarla birlikte ortaya çıkabilecek bir meteorolojik olaydır. Genellikle insan sağlığı, tarım ve yüksek ısınma talebi gibi durumlar üzerinde ciddi etkilere neden olur, hatta insanlar ve hayvanların ölümü ile sonuçlanabilir [72].

3.2.11. Sis

Uzun yıllar dağılımına göre sisin yaşamı en fazla olumsuz olarak etkilediği yıllar 2010 ve 2015 yıllarıdır (Şekil 130). 2020 yılında sis afeti her mevsim görülmüştür (Şekil 131).

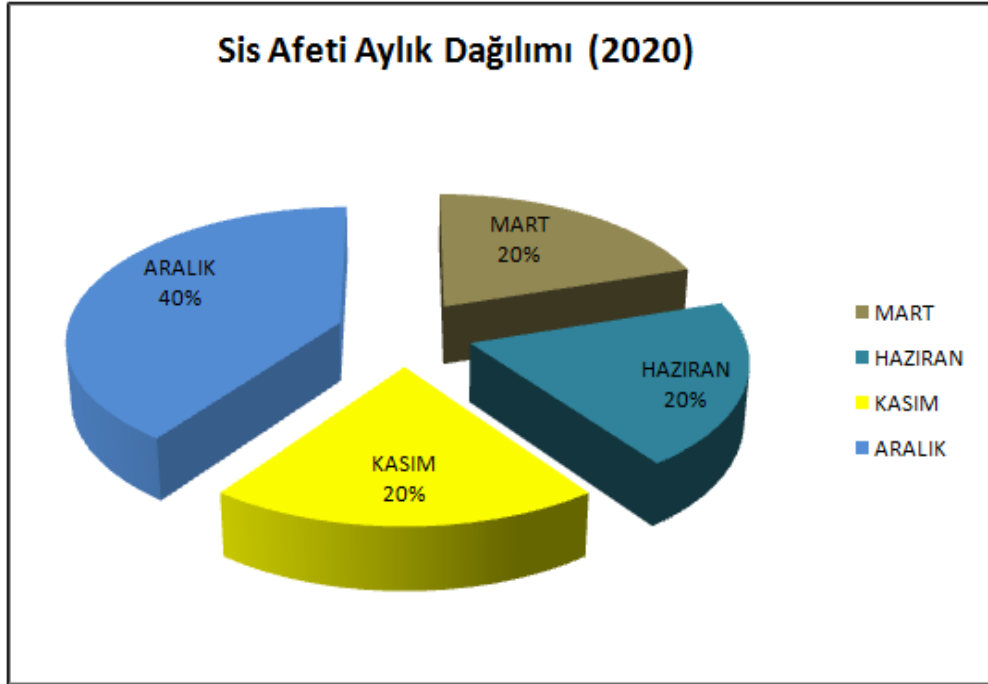


Şekil 130. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Sis Afetinin Yıllara Göre Dağılımı



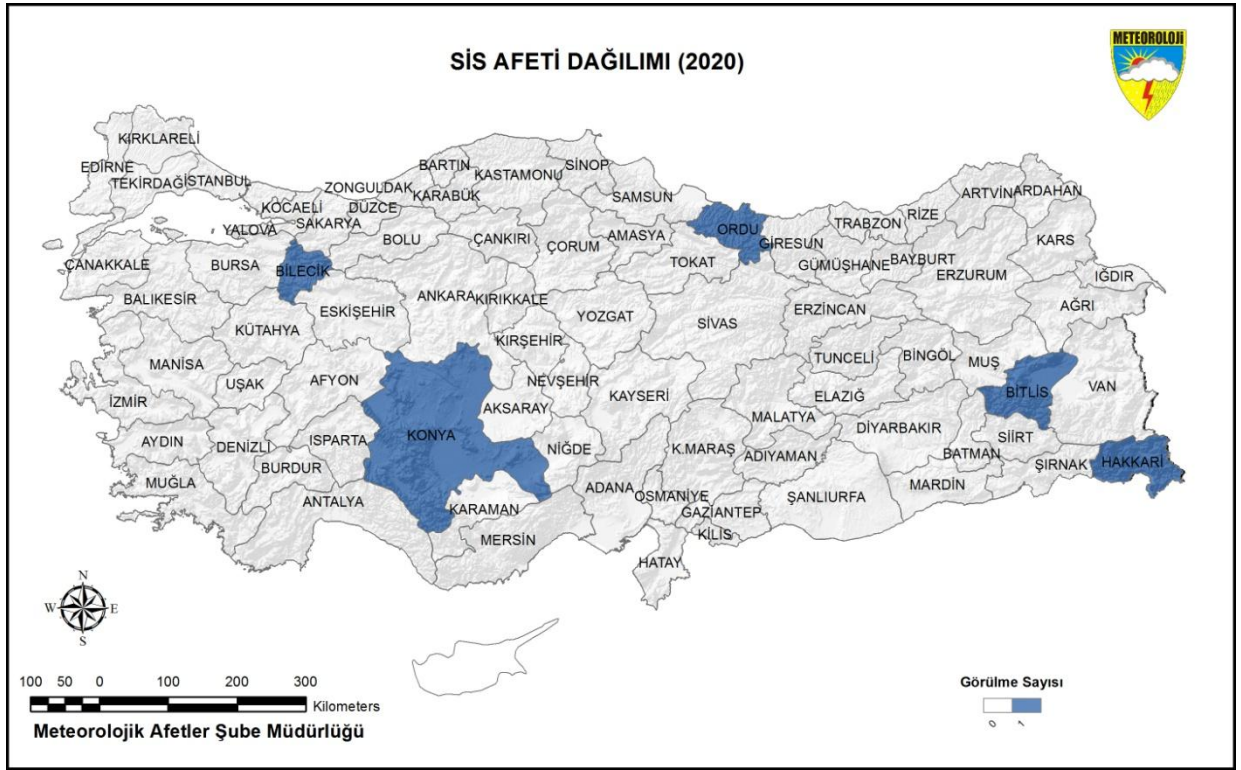
Şekil 131. Türkiye’de 2020 Yılı Sis Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2020 yılında sisin yaşamı olumsuz olarak etkilediği aylar Aralık, Mart, Haziran ve Kasım aylarıdır (Şekil 132).



Şekil 132. Türkiye’de 2020 Yılında Meydana Gelen Sis Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2020 yılında Bilecik, Ordu, Konya, Bitlis ve Hakkâri’ de sis afeti rapor edilmiştir. Sonbahar mevsiminde Konya, kış mevsiminde Aksaray, ilkbahar mevsiminde Ordu, yaz mevsiminde Bilecik’te sisin neden olduğu olumsuz durumlar yaşanmıştır (Şekil 133, 134, 135, 136, 137).



Şekil 133. Türkiye’de 2020 Meydana Gelen Sis Afetinin İllere Göre Dağılımı



Şekil 134. Türkiye’de 2020 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı



Şekil 135. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı



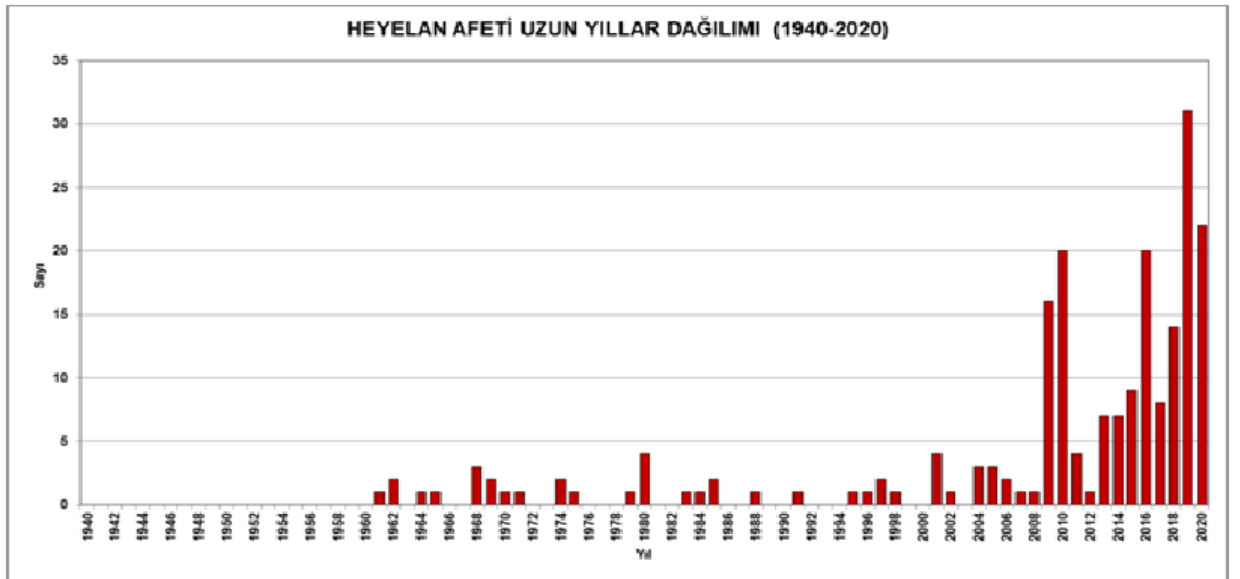
Şekil 136. Türkiye’de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı



Şekil 137. Türkiye’de 2020 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı

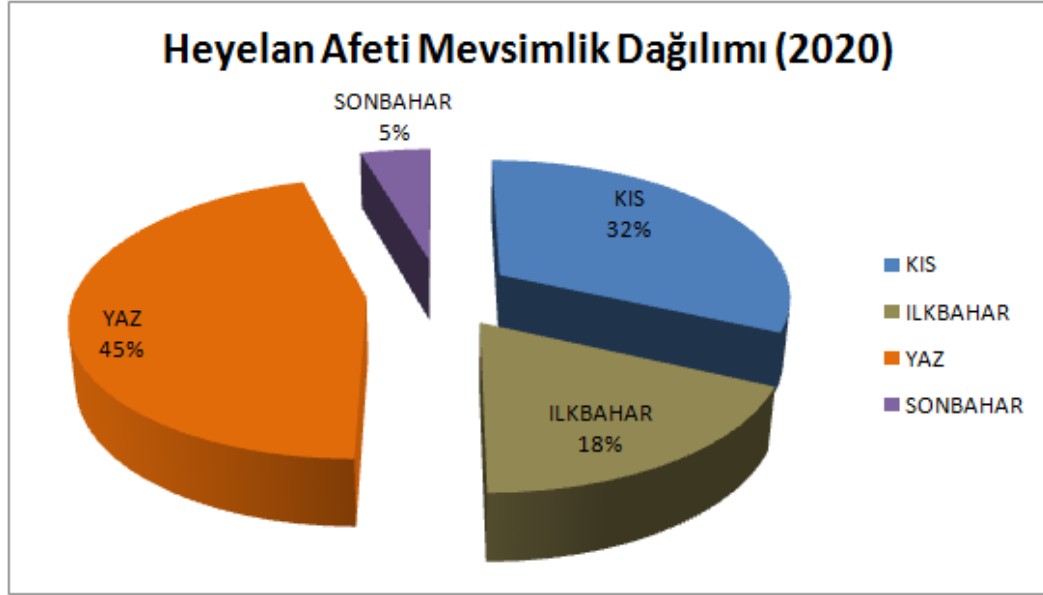
3.2.12. Heyelan

2020 yılı fevk kayıtlarına göre ülkemizde 22 heyelan afeti meydana gelmiştir. 2020 yılı, 1961 yılından bugüne kadar ki dönemde en fazla heyelan afetinin yaşandığı 2. yıl olmuştur. Heyelan afetinin en fazla görüldüğü yıllar 2010, 2016 ve 2019 yıllarıdır (Şekil 138).



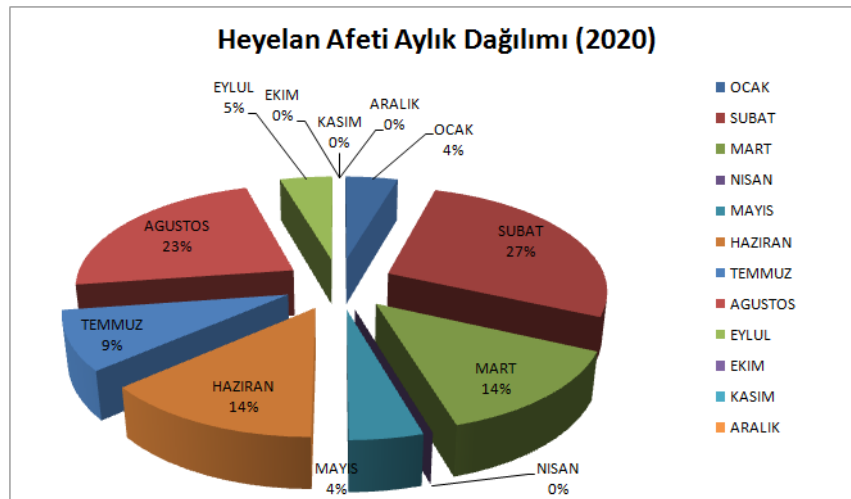
Şekil 138. Türkiye’de 1940-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Heyelan Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2020 yılında heyelan afeti en fazla yaz mevsiminde meydana gelmiştir. Heyelan afetinin %45'i yaz mevsiminde, %32'si kış mevsiminde, %18'i ilkbahar mevsiminde, %5'i sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir (Şekil 139).



Şekil 139. Türkiye'de 2020 Yılı Heyelan Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

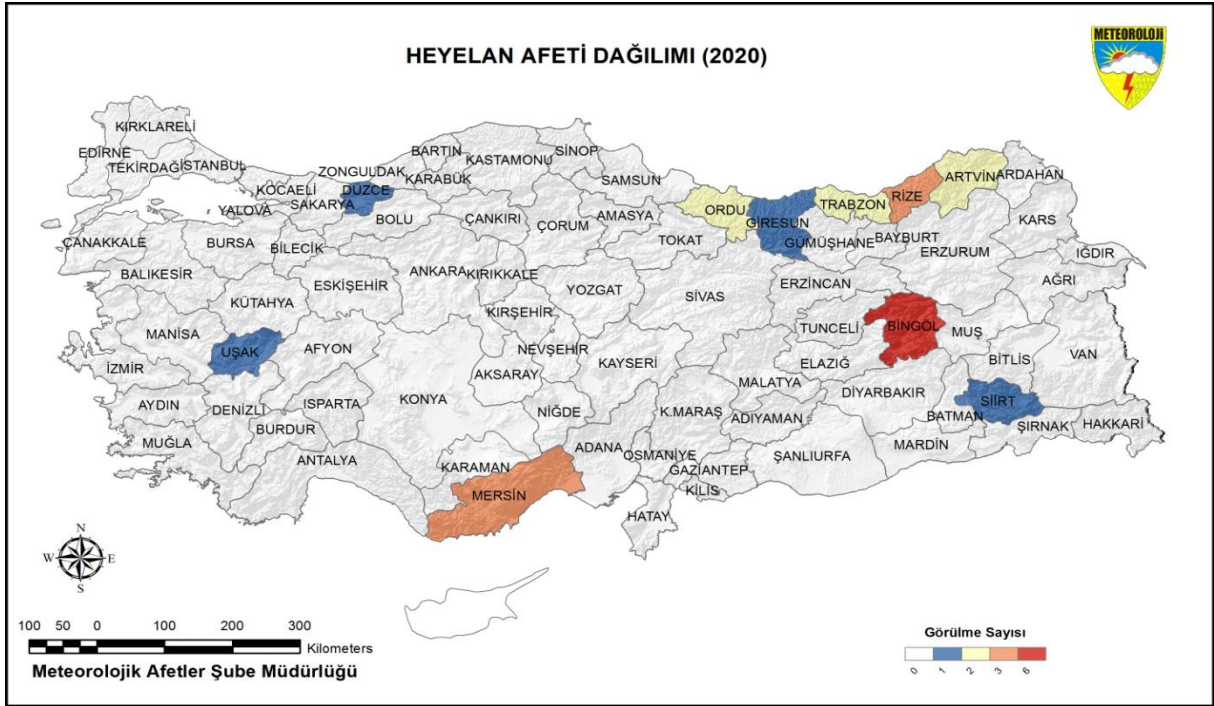
2020 yılında en fazla heyelan Şubat ayında meydana gelmiştir (Şekil 140). Şubat ayındaki heyelan afetinin görülme oranı %27 olmuştur. 2020 yılında yine heyelan afetinin %23'ü Ağustos ayında, %14'ü Haziran ve Mart ayında meydana gelmiştir.



Şekil 140. Türkiye'de 2020 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Şekil 141'de 2020 yılı fevk kayıtlarına göre ülkemizde meydana gelen heyelan olaylarının iller bazında dağılımı görülmektedir. 2020 yılında en fazla heyelan olayı

Bingöl'de meydana gelmiştir. Bingöl'de heyelan sayısı 6 olmuştur. 2020'de yine heyelan afeti Mersin ve Rize'de 3'er defa yaşanmıştır.



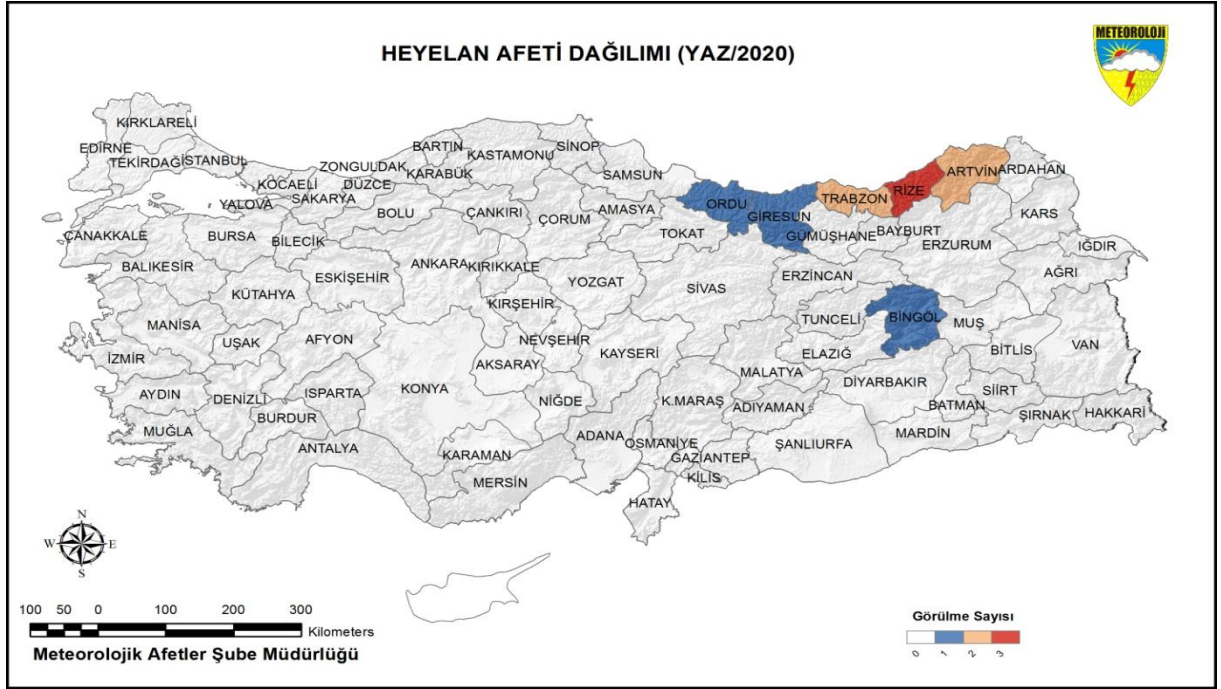
Şekil 141. Türkiye'de 2020 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin İllere Göre Dağılımı

Şekil 142'de görüldüğü gibi 2020 yılı ilkbahar mevsiminde heyelan afeti Bingöl ve Siirt'te meydana gelmiştir. Bingöl'de 3, Siirt'te 1 heyelan afeti meydana gelmiştir.



Şekil 142. Türkiye'de 2020 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

Şekil 143'te görüldüğü gibi 2020 yılı yaz mevsiminde heyelan olayı Karadeniz Bölgesi'nde Ordu, Trabzon, Artvin, Giresun ve Rize ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde Bingöl'de meydana gelmiştir.



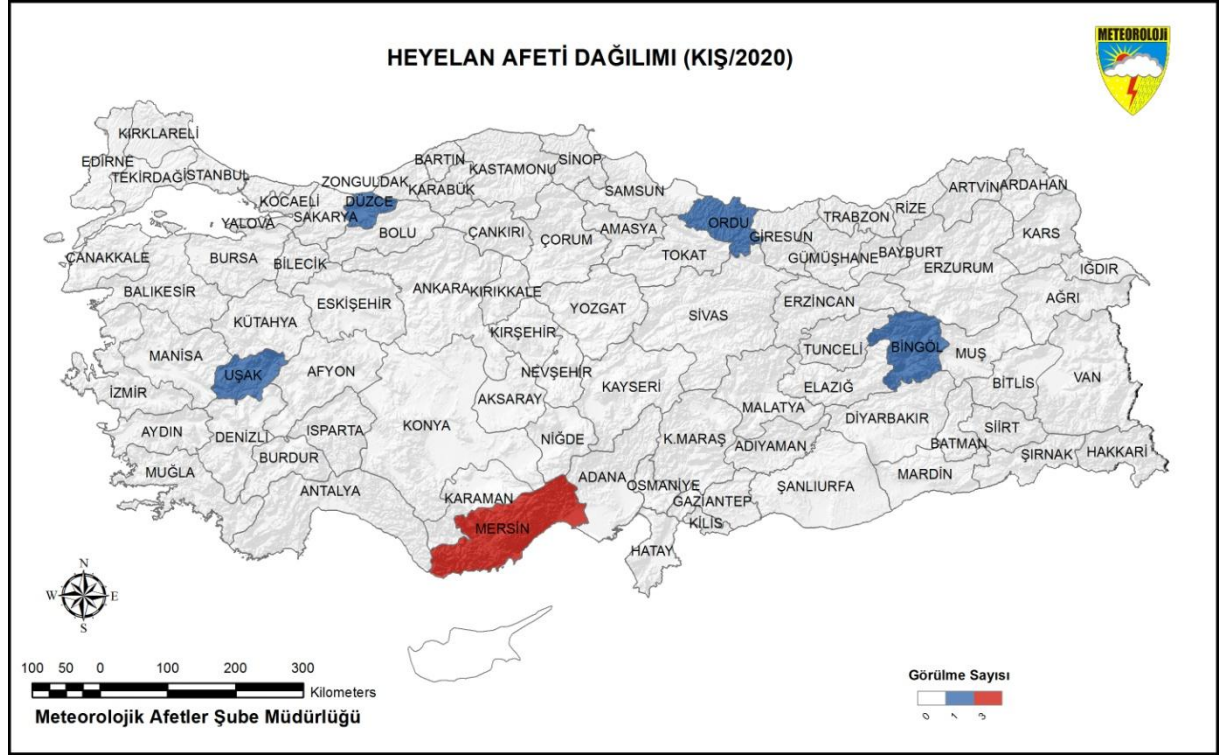
Şekil 143. Türkiye'de 2020 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

2020 yılı sonbahar mevsiminde heyelan afeti yurdumuzda Bingöl'de yaşanmıştır (Şekil 144).



Şekil 144. Türkiye'de 2020 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

2020 yılı kış mevsiminde heyelan afeti en fazla Mersin’de yaşanmıştır. Ayrıca heyelan Düzce, Ordu, Uşak ve Bingöl illerinde de görülmüştür (Şekil 145).



Şekil 145. Türkiye’de 2020 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

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] 2020 State of Climate Services. Risk Information and Early Warning Systems Report, 2020, WMO – No.1252
- [10] World Disaster Report 2020. The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
- [11] <https://cityriskindex.lloyds.com/about/>
- [12] https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/risk/downloads/crs-lloydsworldcities-pt1-overviewresults.pdf
- [13] <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/risk/>
- [14] <https://weather.com/news/news/worlds-riskiest-cities-for-natural-disasters>
- [15] <https://www.strategic-risk-europe.com/more-than-half-of-100-cities-most-exposed-to-nat-cats-are-concentrated-in-four-countries/1412046.article>
- [16] <https://www.maplecroft.com/insights/analysis/which-cities-are-most-exposed-to-natural-hazards/>
- [17] <http://www.un-spider.org/news-and-events/news/atlas-cities-risk-natural-disasters-published>
- [18] <http://www.artemis.bm/news/asia-home-to-worlds-most-vulnerable-cities-to-natural-disasters-verisk-maplecroft/>
- [19] <https://www.maplecroft.com/insights/analysis/south-asia-faces-severe-risks-as-struggles-to-build-resilience/>

- [20] Global Report on Internal Displacement, 2019. Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), Norwegian Refugee Council (NRC).
- [21] Disaster Displacement. A global review, 2008-2018. Thematic report. Internal Displacement Monitoring Centre.
- [22] http://catalogue.unccd.int/Map_NATHAN%20-%20World%20map%20of%20natural%20hazards.pdf
- [23] Shi ,Peijun. Kasperson, Roger. 2015. World Atlas of Natural Disaster Risk. Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Beijing Normal University Press
- [24] Aon. Weather, Climate & Catastrophe Insight, 2020 Annual Report
- [25] Willis Re. Summary of Natural Catastrophe Events 2020
- [26] State of the Global Climate 2020. Provisional report. WMO
- [27] <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2021/2020-natural-disasters-balance.html#1026930253>
- [28] <https://yaleclimateconnections.org/2021/01/world-hammered-by-record-50-billion-dollar-weather-disasters-in-2020/>
- [29] <https://www.buzzfeednews.com/article/zahrahirji/2020-record-hurricanes-storms>
- [30] <https://disasterphilanthropy.org/disaster/2020-atlantic-hurricane-season/>
- [31] <https://www.space.com/hurricane-sally-6-storms-satellite-photos.html>
- [32] <https://www.nasa.gov/image-feature/station-crew-spots-hurricane-genevieve>
- [33] <https://www.washingtonpost.com/weather/2021/01/08/billion-dollar-disasters-2020/>
- [34] <https://www.theatlantic.com/photo/2020/08/photos-aftermath-hurricane-laura/615781/>
- [35] <https://disasterphilanthropy.org/disaster/midwest-derecho/>
- [36] <https://abcnews.go.com/US/volunteers-iowa-step-devastating-derecho-storm/story?id=72450668>
- [37] <https://disasterphilanthropy.org/disaster/2020-california-wildfires/>
- [38] <https://www.independent.co.uk/environment/climate-change/forest-fires-wildfires-climate-crisis-california-b1591680.html>
- [39] <https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2020-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historical>
- [40] <https://yaleclimateconnections.org/2021/01/world-hammered-by-record-50-billion-dollar-weather-disasters-in-2020/>
- [41] <https://the-guardian.digital/environment/2020/dec/30/floods-storms-and-searing-heat-2020-in-extreme-weather>

[42] Counting the cost 2020. Christian aid.

[43] <https://www.theatlantic.com/photo/2020/10/photos-flooding-southeastern-france/616629/>

[44] <https://www.euronews.com/2020/02/26/extreme-weather-exiles-how-climate-change-is-turning-europeans-into-migrants>

[45] <https://www.bbc.com/news/world-europe-54417223>

[46] <https://www.theatlantic.com/photo/2020/08/photos-chinas-summer-of-floods/615661/>

[47] <https://reliefweb.int/map/india/india-bangladesh-tropical-cyclone-amphan-impact-overview-dg-echo-daily-map-25052020>

[48] <https://disasterphilanthropy.org/disaster/2020-monsoon-floods/>

[49] http://www.xinhuanet.com/english/2020-08/31/c_139331012.htm

[50] <https://disasterphilanthropy.org/disaster/vietnam-and-cambodia-floods/>

[51] <http://floodlist.com/tag/philippines>

[52] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-16/philippines-logs-100-deaths-25b-peso-losses-from-recent-storms>

[53] https://ercportal.jrc.ec.europa.eu/ercmaps/ECDM_20200706_Japan_Floods.pdf

[54] <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/japan-floods-record-rainfall-landslides-deaths-2020-a9601651.html>

[55] <https://eos.org/research-spotlights/australias-most-extreme-bushfire-season-statistically-speaking>

[56] <https://www.nytimes.com/2020/01/20/world/australia/weather-hail-sydney-canberra.html>

[57] <https://www.npr.org/2020/01/20/797948411/destructive-hail-and-a-massive-dust-storm-descend-on-fire-ravaged-australia>

[58] <https://www.smh.com.au/politics/federal/years-of-crop-research-lost-in-hail-storm-like-a-tornado-20200121-p53tbu.html>

[59] <https://tr.sputniknews.com/asya/202001201041154690-yanginlardan-nefes-alamayan-avustralyayi-bu-kez-de-kum-firtinasi-dolu-ve-ani-sel-vurdu/>

[60] <https://www.thetimes.co.uk/article/dust-storm-larger-than-britain-sweeps-across-australia-rh39fsskc>

[61] <https://reliefweb.int/report/chad/africa-floods-and-multiple-disasters-information-bulletin-06-september-2020>

[62] <https://desdemonadespair.net/2020/09/africas-record-flooding-stretches-resources-already-struggling-with-covid-19-and-conflict-sudan-is-experiencing-the-worst-flooding-in-100-years.html>

- [63] <https://www.voanews.com/africa/record-flooding-kills-100-sudan>
- [64] MGM, 2020 yılı fevk kayıtları, Ankara
- [65] <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfB>
- [66] <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagis-degerlendirme.aspx>
- [67] Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik Veriler Işığında İncelenmesi., Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü., 2008., İzmir
- [68] Çığ Temel Kılavuzu, AFAD, 2015, Ankara.
- [69] Taştekin, T., Kömüşcü, A., Ü., Çığ Oluşumu ve Meteoroloji., Şubat 2002, Ankara.
- [70] Çığ El Kitabı, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1999, Ankara.
- [71] <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2017-iklim-raporu.pdf>
- [72] http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/documents/GUIDELINESONTHEDEFINTIONANDMONITORINGOFEXTREMEWEATHERANDCLIMATEEVENTS_09032018.pdf