



T.C.

ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



2024 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi

Araştırma Dairesi Başkanlığı
Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü

2025

ANKARA

TAKDİM



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

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

Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde afetlere dönüşen çok sayıda ve türde şiddetli meteorolojik olaylar gözlenmektedir. Ülkemizde, başta fırtına, sel, dolu, don, kar ve kuraklık olmak üzere, bu hadiselerin yol açtığı meteorolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve önemli ölçüde can ve mal kayıplarına neden olmaktadır.

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

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

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

Genel Müdürlüğümüz tarafından her yıl hazırlanan, Türkiye’de ve dünyada 2024 yılında yaşanan meteorolojik afetlerin kapsamlı olarak değerlendirildiği bu raporun, afet yönetimi kapsamındaki çalışmalar için faydalı olmasını temenni ediyor, emeği geçen tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Murat KURUM

ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANI

ÖNSÖZ



Geçmişten günümüze hava, iklim ve su kaynaklı şiddetli olayları sonucunda oluşan sel, taşkın, fırtına, kuraklık, don, dolu, çığ, aşırı sıcak ve soğuk hava dalgaları gibi meteorolojik afetler, ülke, bölge ve şehir ayrımı yapmaksızın dünyanın her yerinde görülmekte; insanları, yaşadıkları çevreyi, doğal yaşamı ve diğer canlıları etkilemektedir.

Dünya Meteoroloji Teşkilatı tarafından hazırlanan raporlarda, meteorolojik afetlerin oluşma sıklıkları, etkileri ve dünya genelindeki yaygınlığı açısından doğal afetler arasında önemli bir yer tuttuğu, fırtına, sel ve taşkınlar ile kuraklığın en çok yaşanan

ve en fazla zarara sebep olan afetler olduğu belirtilmektedir.

İnsan hayatını ve doğayı; hava, iklim ve suyla ilgili afetlere karşı korumak, ulusal ve küresel sürdürülebilir kalkınmada da kritik bir görev olmuştur ve olmaya devam etmektedir.

Bizler de bu mücadelede kendimizi yeniliyor, geliştiriyor ve hazırladığımız tahmin ve erken uyarılar ile üzerimize düşen sorumluluğu yerine getirmeye azami gayret gösteriyoruz.

Tüm ülkeyi kapsayan meteoroloji radar ağıımız, otomatik meteoroloji gözlem sistemlerimiz ile meteorolojik hadiselerin afetlere dönüşmeden tedbir alınabilmesine yönelik yedi gün yirmi dört saat çalışıyoruz.

Doğa olayları ve meteorolojik hadiseler hayatımızın bir parçasıdır. Meteorolojik koşullar açısından çok farklı iklim özelliklerine sahip olan ülkemizde, şiddetli meteorolojik hadiselerin yol açtığı afetlerin oluşum sayıları yıllar içinde artış göstermekte, birçok sektörü ve günlük yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir.

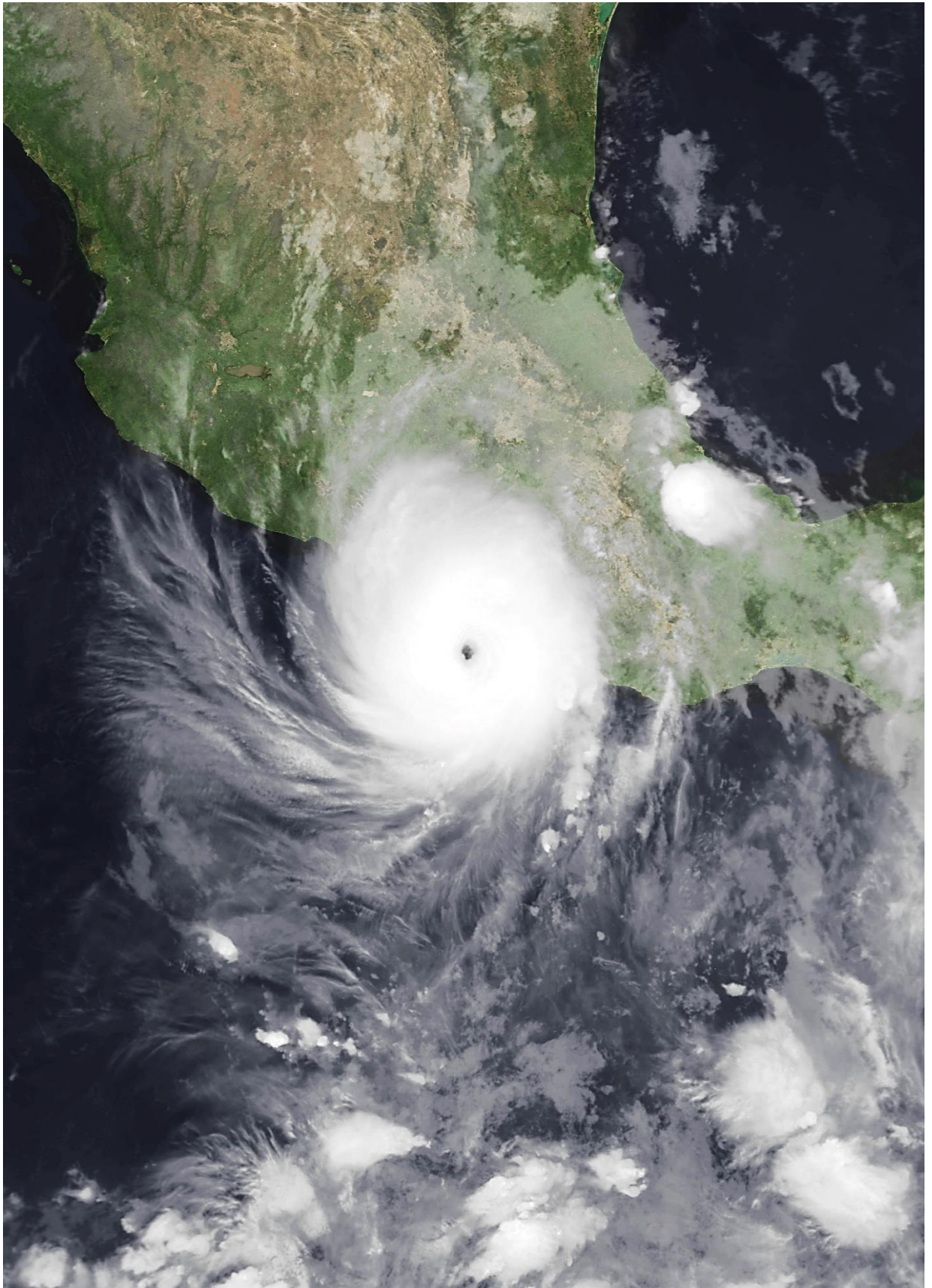
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü olarak, kamuoyunun bilgilendirilmesi amacıyla, ülkemiz ve dünya geneli değerlendirmelerini içeren meteorolojik afetler analizleri hazırlamaktayız ve her yıl düzenli olarak yayımlamaktayız.

Kurumumuz tarafından hazırlanan, 2024 yılında meydana gelen meteorolojik afetlerin; küresel ölçekte ve Türkiye genelinde yıllık, mevsimlik ve aylık olarak değerlendirildiği bu raporun, meteorolojik afetlerle ilgili çalışmalara önemli bir katkı sağlayacağını değerlendiriyoruz.

Volkan Mutlu COŞKUN
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRÜ

İÇİNDEKİLER

TAKDİM.....	ii
ÖNSÖZ.....	iv
1. GİRİŞ	3
2. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ	4
3. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN 2024 YILI DEĞERLENDİRMESİ	25
3.1. DÜNYA GENELİ.....	25
3.2. TÜRKİYE GENELİ.....	61
3.2.1. Şiddetli Yağış, Sel ve Su Baskını.....	61
3.2.2. Kuraklık	69
3.2.2.1. Meteorolojik Kuraklık Değerlendirmesi	70
3.2.2.2. 2024 Yılı Yağış Değerlendirmesi	74
3.2.3. Fırtına	79
3.2.4. Dolu.....	87
3.2.5. Yıldırım	91
3.2.6. Orman Yangınları.....	95
3.2.7. Çığ.....	98
3.2.8. Kar.....	103
3.2.9. Don.....	107
3.2.10. Sıcak ve Soğuk Hava Dalgası	111
3.2.10.1. Sıcak Hava Dalgası.....	111
3.2.10.2. Soğuk Hava Dalgası	111
3.2.11. Sis.....	111
3.2.12. Heyelan	115
4. KAYNAKLAR	120



1. GİRİŞ

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

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

Doğa kaynaklı afetlerin büyük bölümünü meteorolojik afetler oluşturmaktadır. Orman yangınları, tarımsal zararlıların istilaları, kuraklık, çölleşme, göl ve deniz suyu seviyesi yükselmeleri, çığ ve seller, hava şartları ile çok yakından ilişkili olan doğa kaynaklı afetlerdir. Yağışlar, şiddetli yerel fırtınalar, tropikal fırtınalar, fırtına kabarması, şiddetli kış şartları, kırağı ve 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 afetler olarak adlandırılır [1,2,3,4].

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

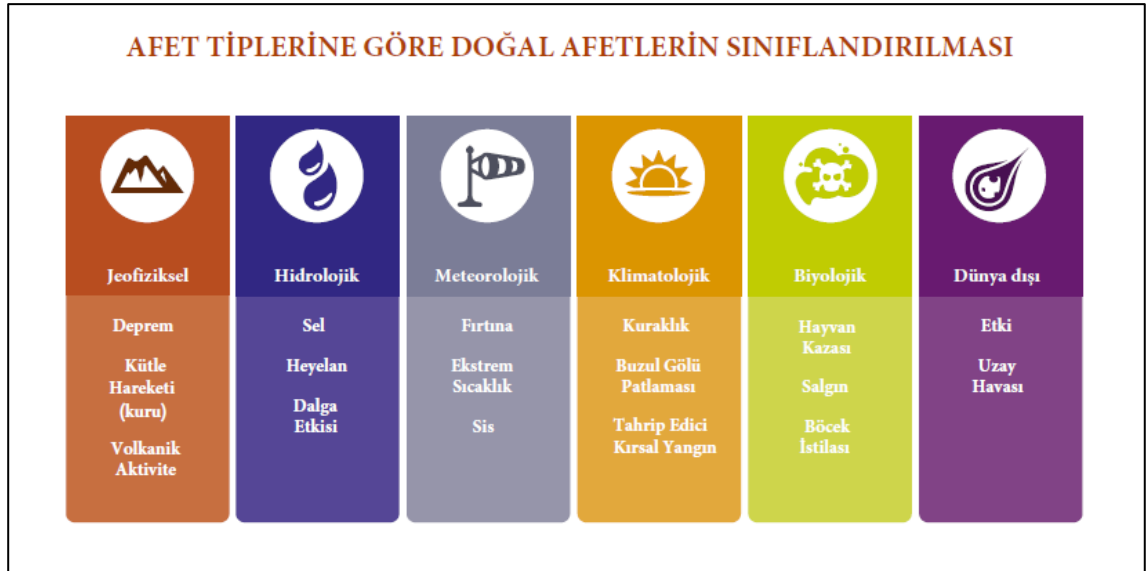
Büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde, afetlere dönüşen çok sayıda ve türde, şiddetli meteorolojik olaylar gözlenmektedir. Ülkemizde başta fırtına, sel, dolu, orman yangınları, don, kar, çığ ve kuraklık olmak üzere meteorolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve önemli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

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

2. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

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

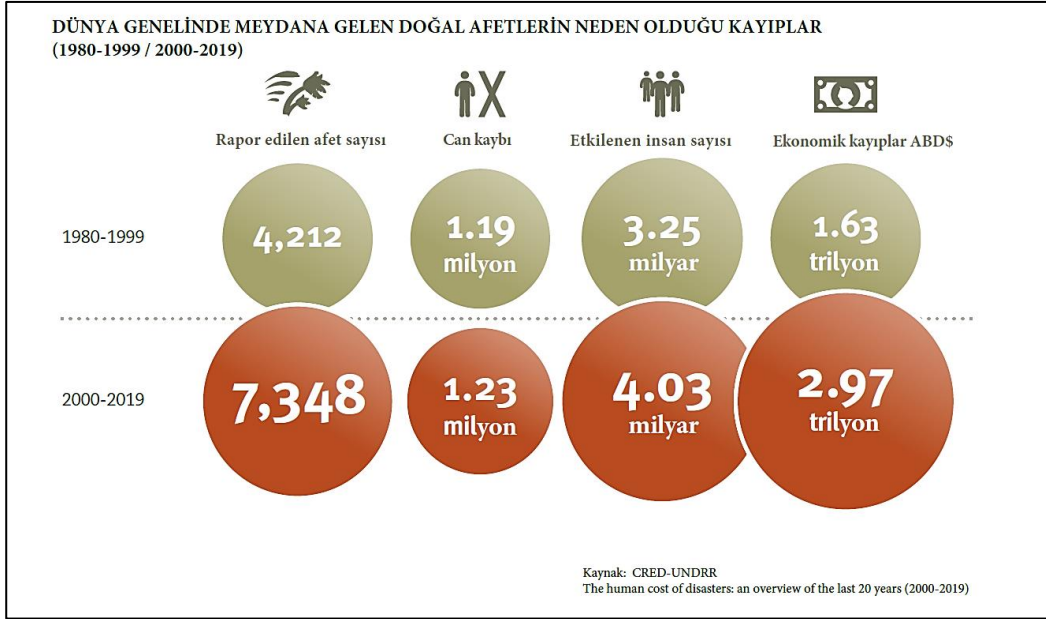
Uluslararası ölçekte afet veri tabanı bulunan Afet Araştırma ve Epidemiyoloji Merkezi (CRED) tarafından doğa kaynaklı afetler; jeofiziksel, hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, biyolojik ve uzay kaynaklı olmak üzere altı ana grupta sınıflandırılmaktadır (Şekil 1) [6,7].



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

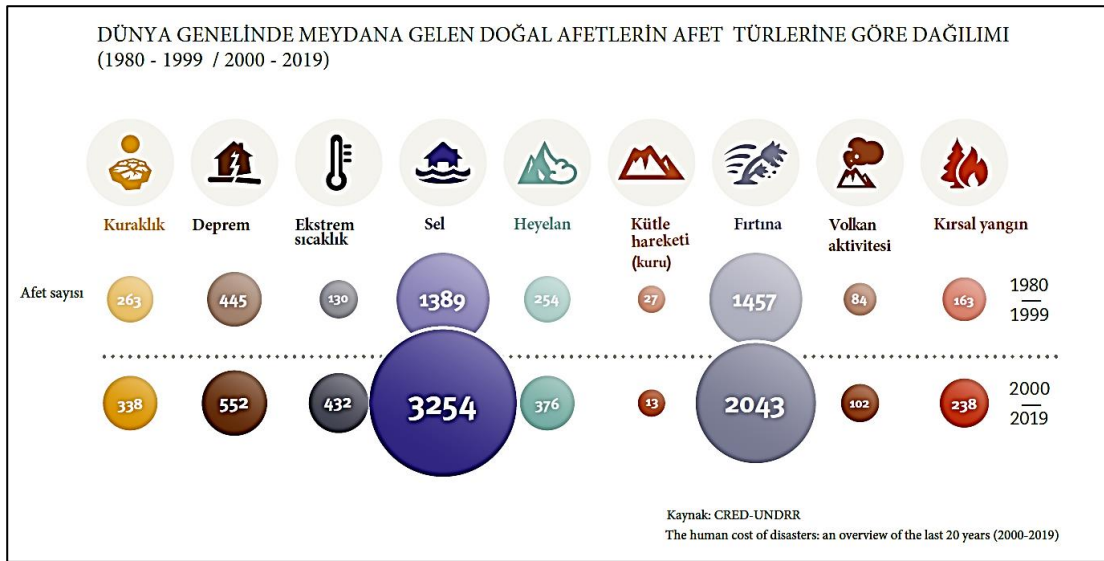
CRED' in acil durumlar veri tabanında (EM-DAT), son yirmi yılda (2000-2019) dünya çapında 7348 doğal afet olayının rapor edildiği belirtilmektedir. Şekil 2' de görüldüğü gibi, afetler yaklaşık 1,23 milyon (yıllık ortalama 60.000) can kaybına neden olurken, toplamda 4 milyardan fazla insan bu afetlerden etkilenmiştir. 2000-2019 periyodunda afetlerin dünya çapında oluşturduğu ekonomik kayıplar ise 2,97 trilyon ABD Dolarına ulaşmıştır. Bir önceki yirmi yıllık periyotta (1980-1999) ise kaydedilen 4.212 afet olayının 1,19 milyon can kaybı ve 1,63 trilyon ABD Dolarlık ekonomik kayıpla sonuçlandığı ve yaklaşık 3,25 milyar insanın etkilendiği belirtilmektedir. Bu iki periyottaki rakamlar karşılaştırıldığında, keskin bir artışın olduğu görülmektedir. 2000-2019 periyodunda meydana gelen doğal afetlerin 6.681 adedi iklim kaynaklıdır ve 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 3.656 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 Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Olduğu Kayıplar
(1980-1999 / 2000-2019)

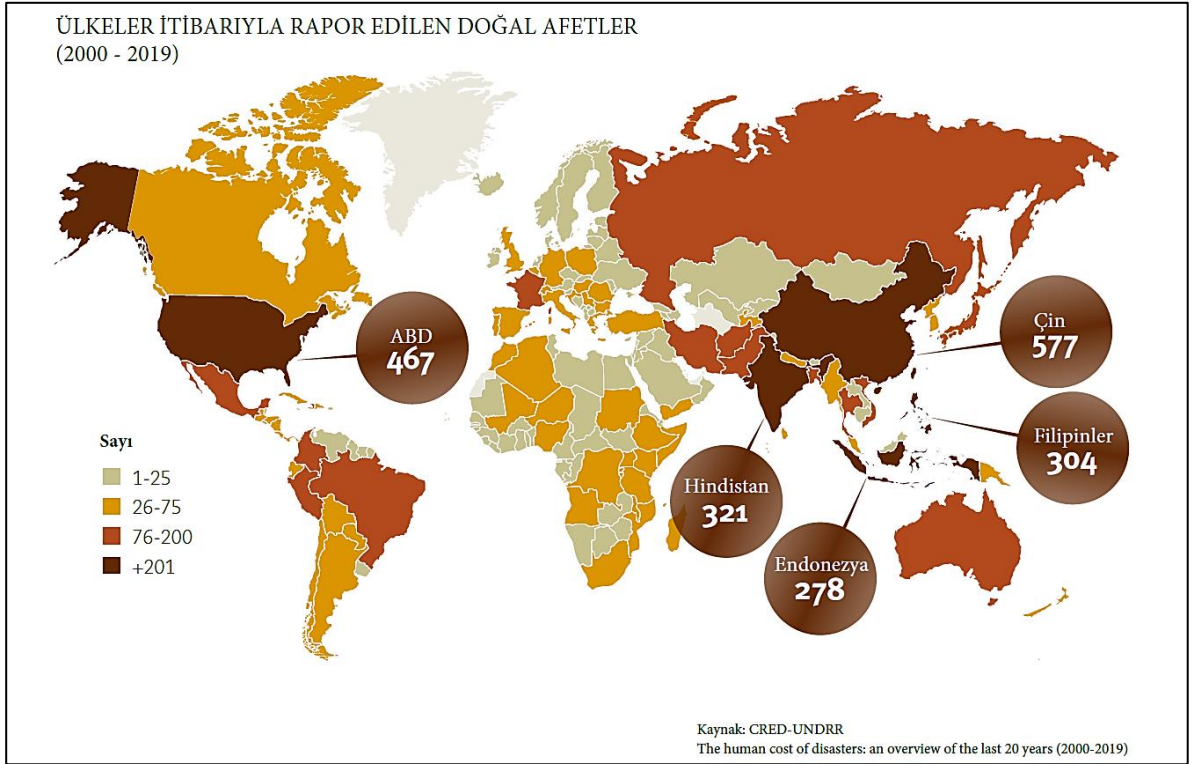
Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin afet türlerine göre dağılımına bakıldığında ise; 2000-2019 periyodunda meydana gelen sel, fırtına, ekstrem sıcaklık, kuraklık, kırsal yangın ve heyelan sayılarında, 1980-1999 periyodunda meydana gelen afetlere göre önemli artışlar olduğu görülmektedir (Şekil 3) [8].



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

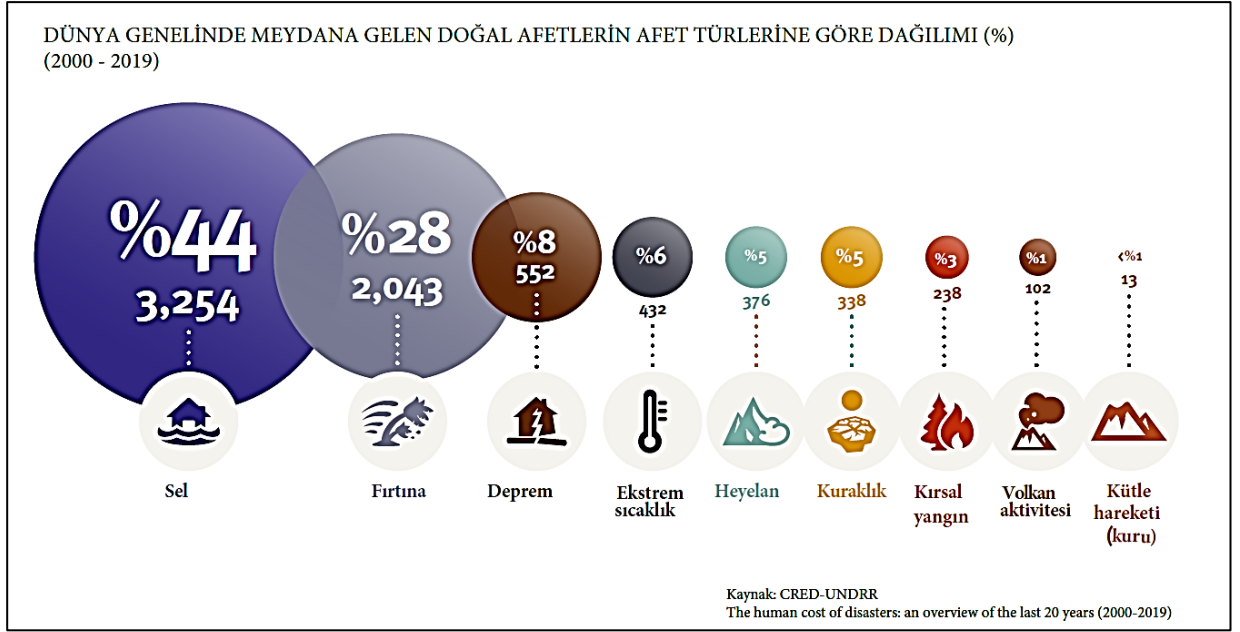
2000-2019 periyodunda Asya Kıtası 3.068 afet olayı ile afetlerden en fazla etkilenen kıta olmuştur. Bunu, 1.756 afet ile Amerika ve 1.192 afet ile Afrika kıtaları izlemiştir. Asya Kıtasındaki afetlerin etkinliğinin yüksek olması; kıtanın boyutu, nehir havzaları, sel gibi doğal tehlike riski yüksek olan ovalar, sismik fay hatları ve afete meyilli birçok bölgedeki nüfus yoğunluklarının büyüklüğü ile ilişkilendirilmektedir.

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



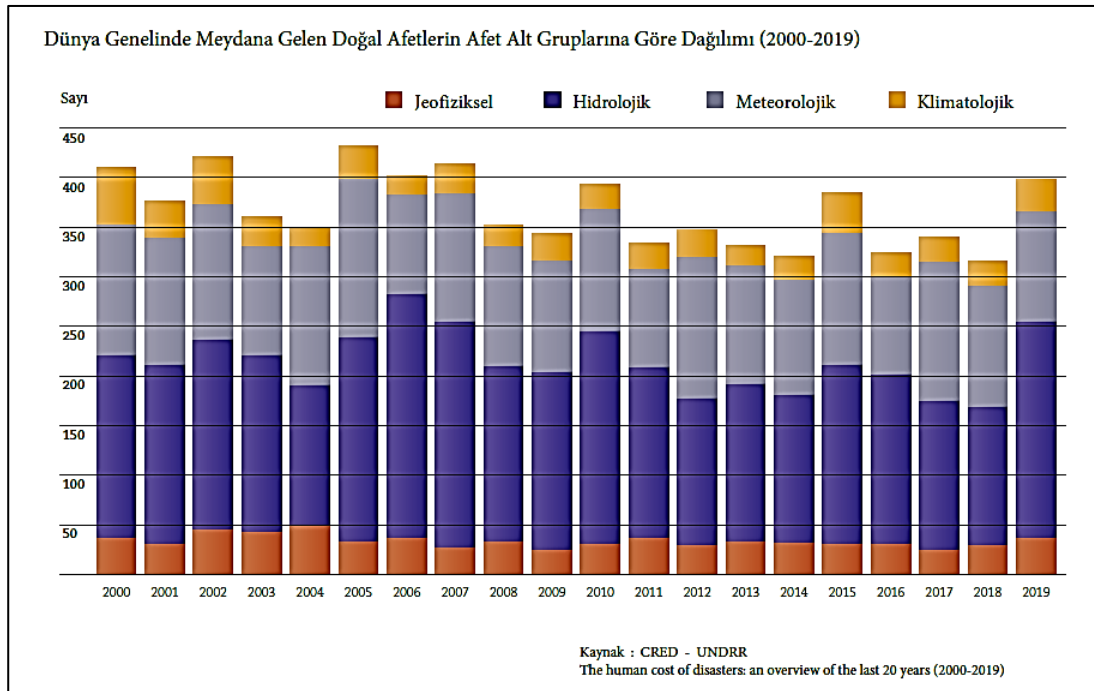
Şekil 4. Ülkeler İtibarıyla Rapor Edilen Doğal Afetler (2000-2019)

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



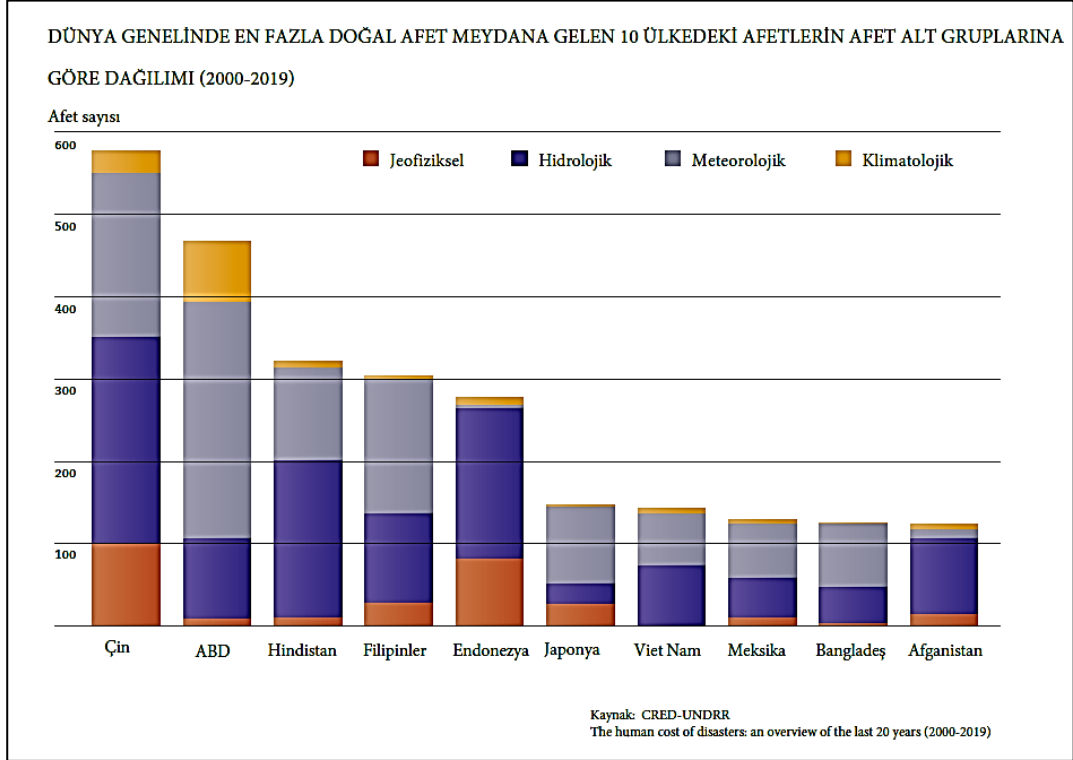
Şekil 5. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Türlerine Göre Dağılımları (%)
(2000-2019)

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 artış yaşanmıştır. Periyot içinde, 2005 yılında meydana gelen doğal afetler sayı bakımından en yüksek değere ulaşmıştır. Bunu, 2002 ve 2007 yılları takip etmektedir [8].



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

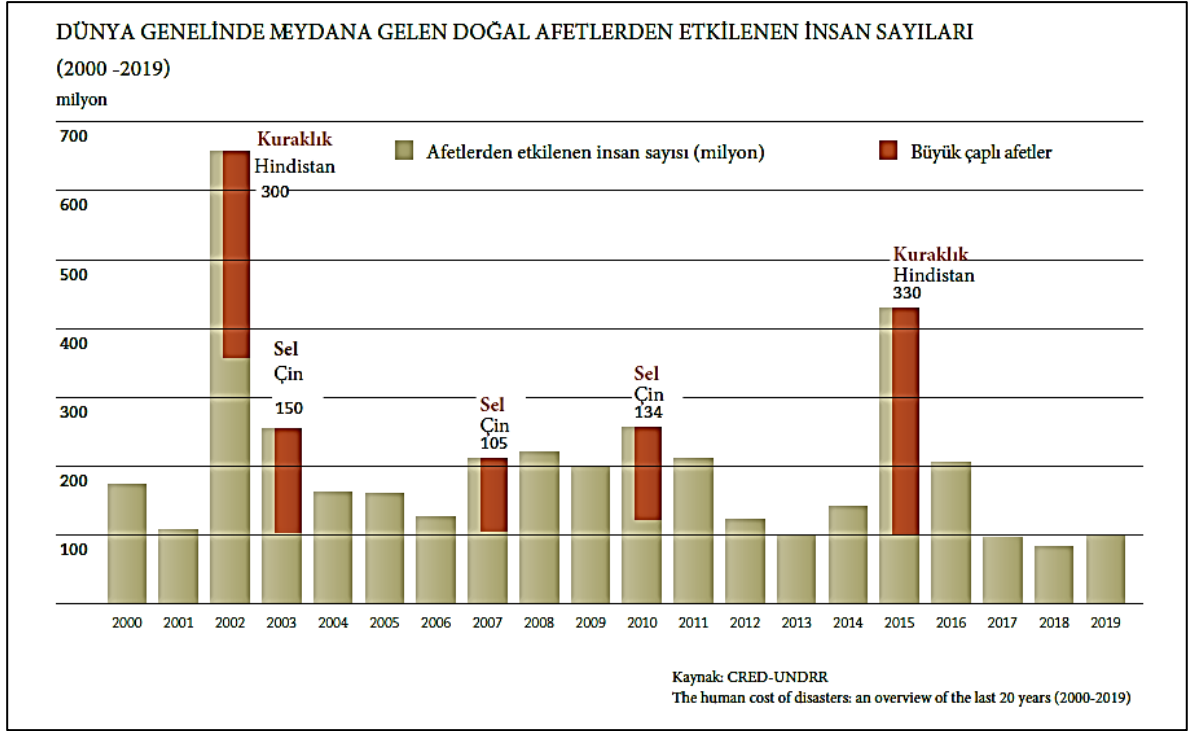
2000-2019 periyodunda, dünya genelinde en fazla doğal afetin meydana geldiği ilk 10 ülke; sırasıyla, Çin, ABD, Hindistan, Filipinler, Endonezya, Japonya, Vietnam, Meksika, Bangladeş ve Afganistan olmuştur (Şekil 7). Bu ülkelerin sekizi Asya Kıtası'ndadır. Çin, bu sıralamada, bütün afet gruplarını da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



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

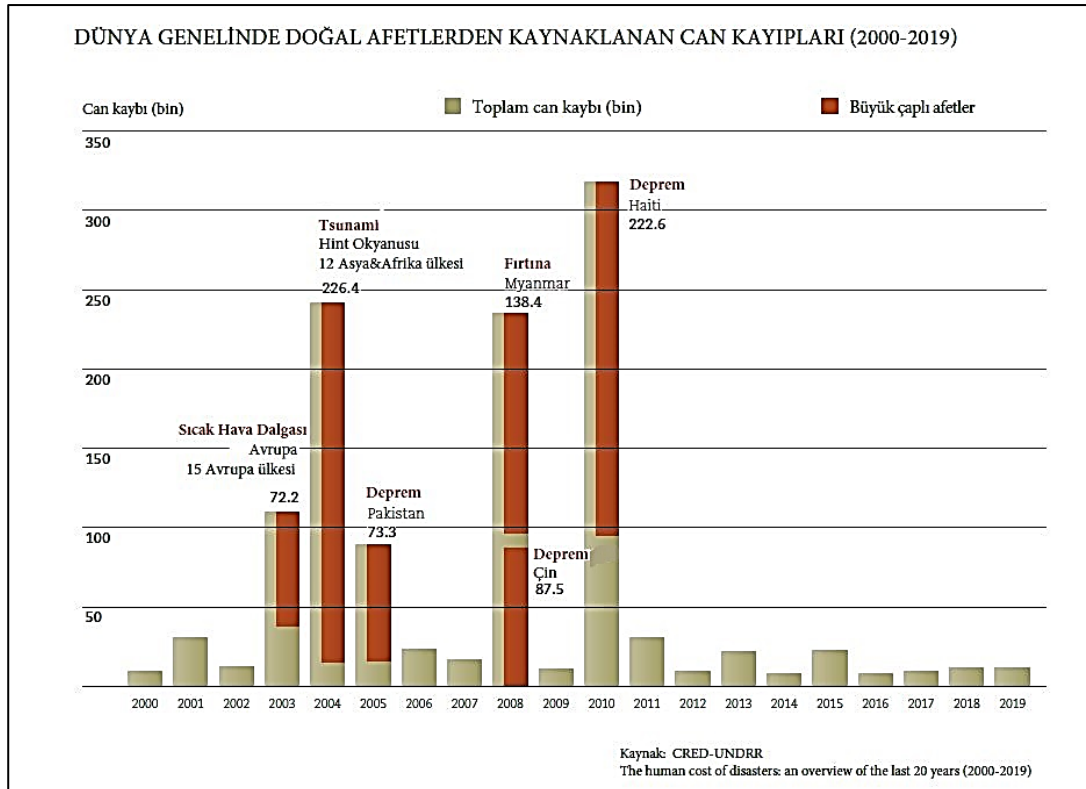
Afet alt grupları içerisinde ülkelere göre değişmekle beraber, hidrolojik ve meteorolojik olaylar önemli yer tutmaktadır. Bu periyot içerisinde ABD, diğer ülkelere göre klimatolojik afetlerden daha fazla etkilenen ülke olmuştur. Tektonik hareketlerin yoğun olarak görüldüğü Çin, Endonezya, Filipinler 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 ve bunun sonucunda 1,2 milyondan fazla insan hayatını kaybetmiştir (Şekil 8). Bu periyot içerisinde afetlerden en fazla insanın etkilendiği yıllar 2002 yılı (658 milyon) ve 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 yıllarında Çin'de meydana gelen sel afetleri büyük rol oynamıştır [8].

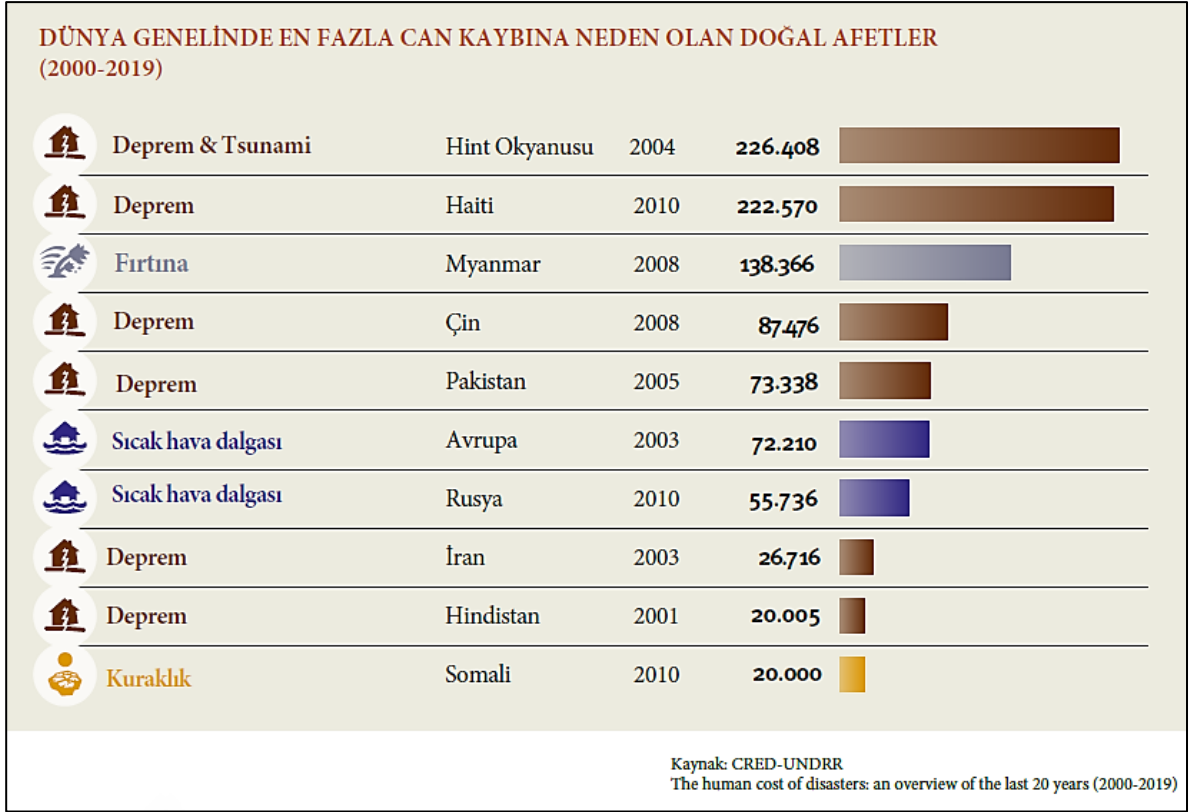


Şekil 8. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerden Etkilenen İnsan Sayıları (2000-2019)

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.

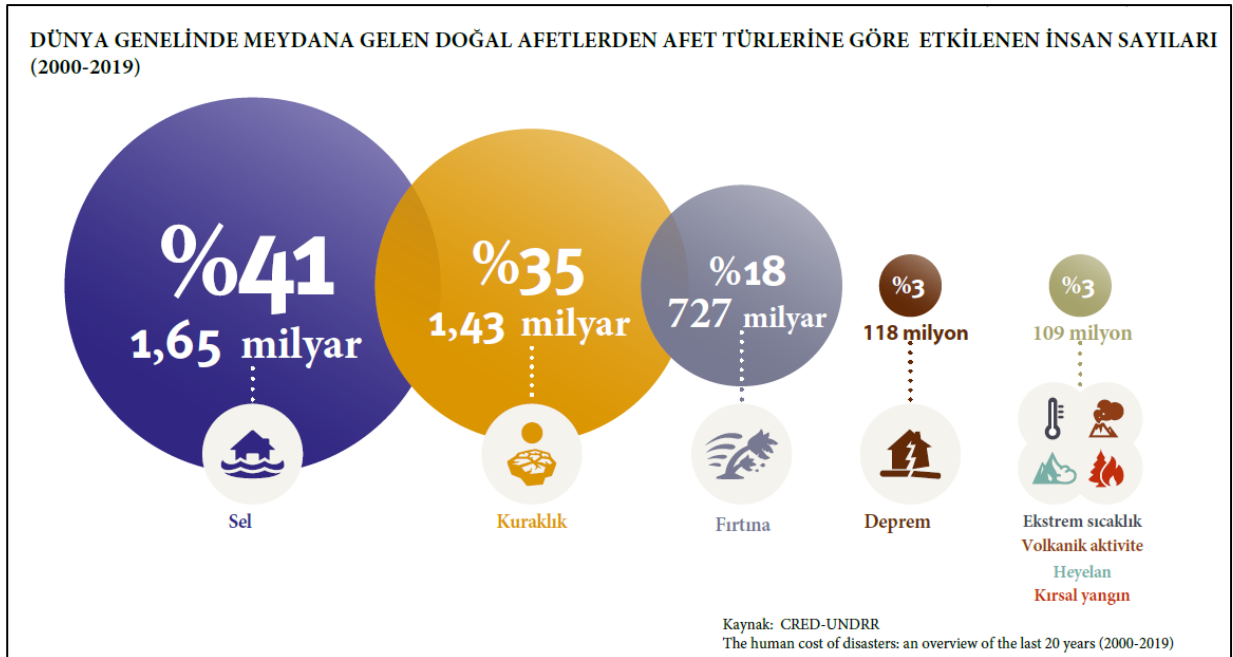


Şekil 9. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerden Kaynaklanan Can Kayıpları (2000-2019)



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

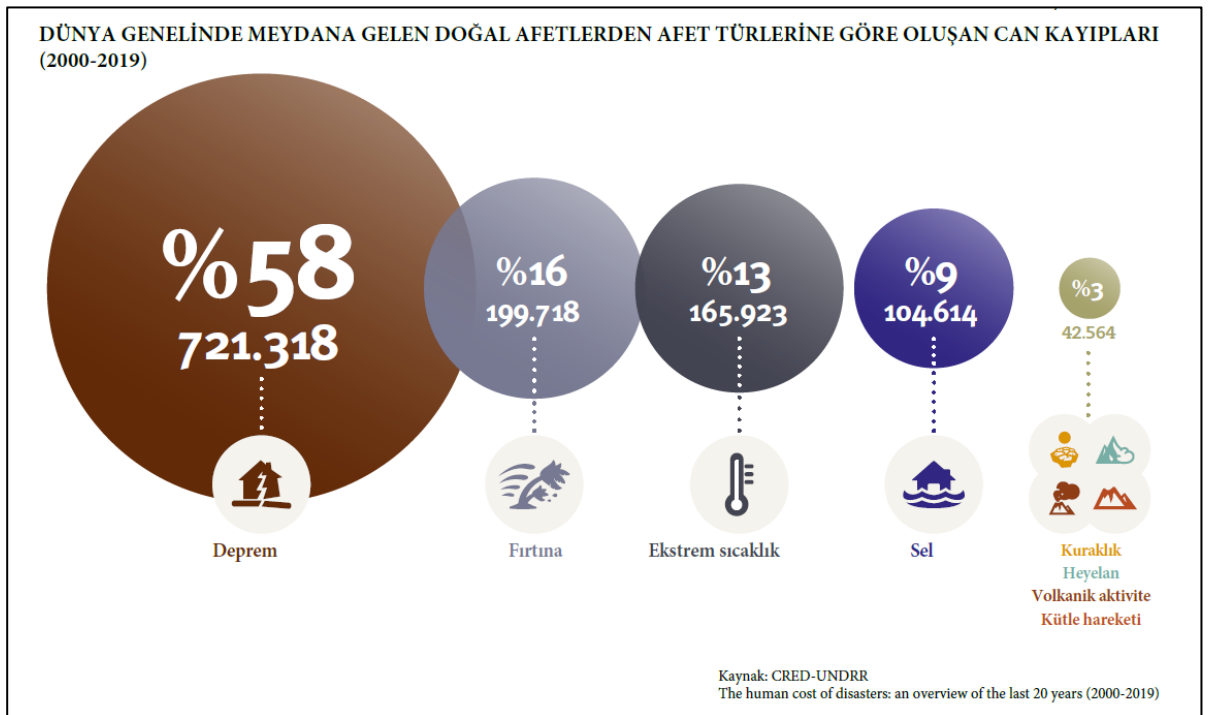
Şekil 10'da, 2000-2019 periyodu içerisinde en büyük can kayıplarına neden olan 10 büyük doğal afet görülmektedir. Bu afetlerin ilk 3 tanesi mega afet (100.000'den fazla can kaybı) karakterindedir. En fazla can kayıplarına neden olan bu 10 doğal afet, tüm can kayıplarının %76'sını oluşturmaktadır [8].



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

Şekil 11’de, 2000-2019 periyodunda dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerden, afet türlerine göre etkilenen insan sayısı görülmektedir. Sel, tüm afetler içerisinde sel en yaygın görülen afet türüdür. Bu periyot içerisinde sel, dünya çapında yaklaşık 1,65 milyar insanın etkilenmesine neden olmuş ve tüm afetler içerisinde %41’lik bir oran ile ilk sırada yer almıştır. Sel olaylarından en fazla etkilenen ülke yaklaşık 900.000 kişi ile Çin olup; Hindistan ise 345.000 kişi ile sellerden en fazla etkilenen ikinci ülke olmuştur. 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 izlemiştir.

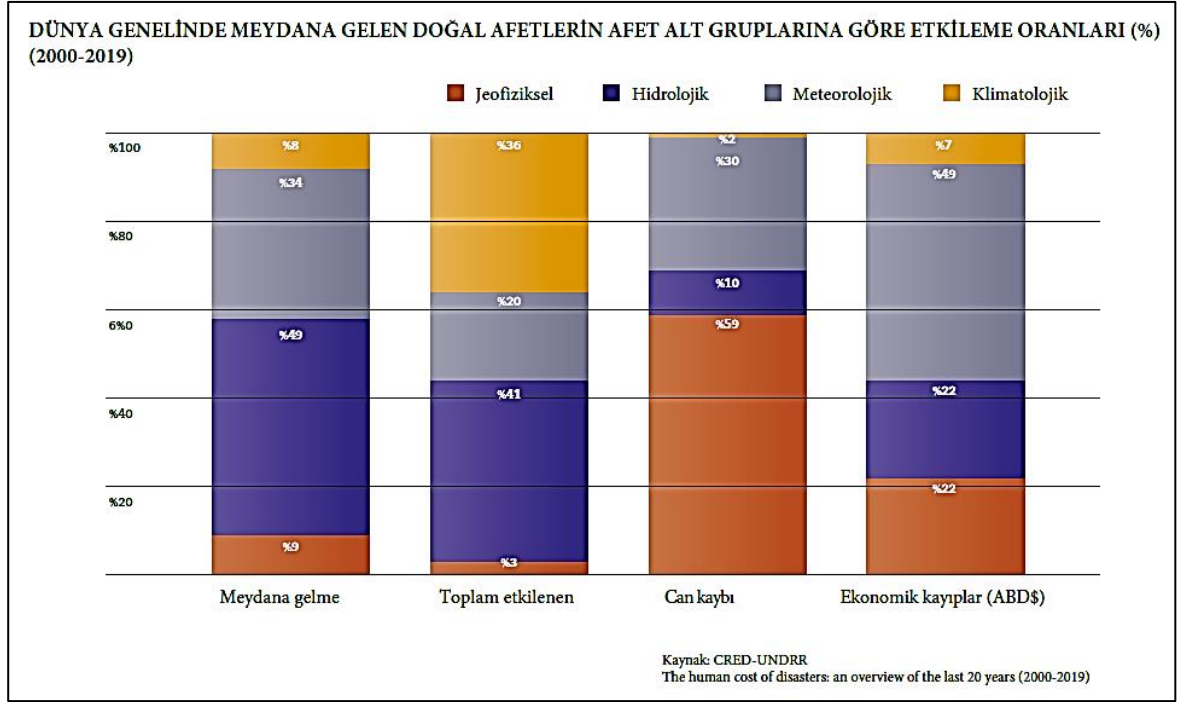
Doğal afet kaynaklı can kayıplarına afet türleri açısından bakıldığında, en fazla can kaybı 721.318 kişi ile (%58) deprem afeti olmuştur (Şekil 12). Deprem afetini, 199.718 can kaybı (%16) ile fırtına, 165.923 can kaybı (%13) ile ekstrem sıcaklık ve 104.614 can kaybı (%9) ile sel afetleri izlemiştir.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



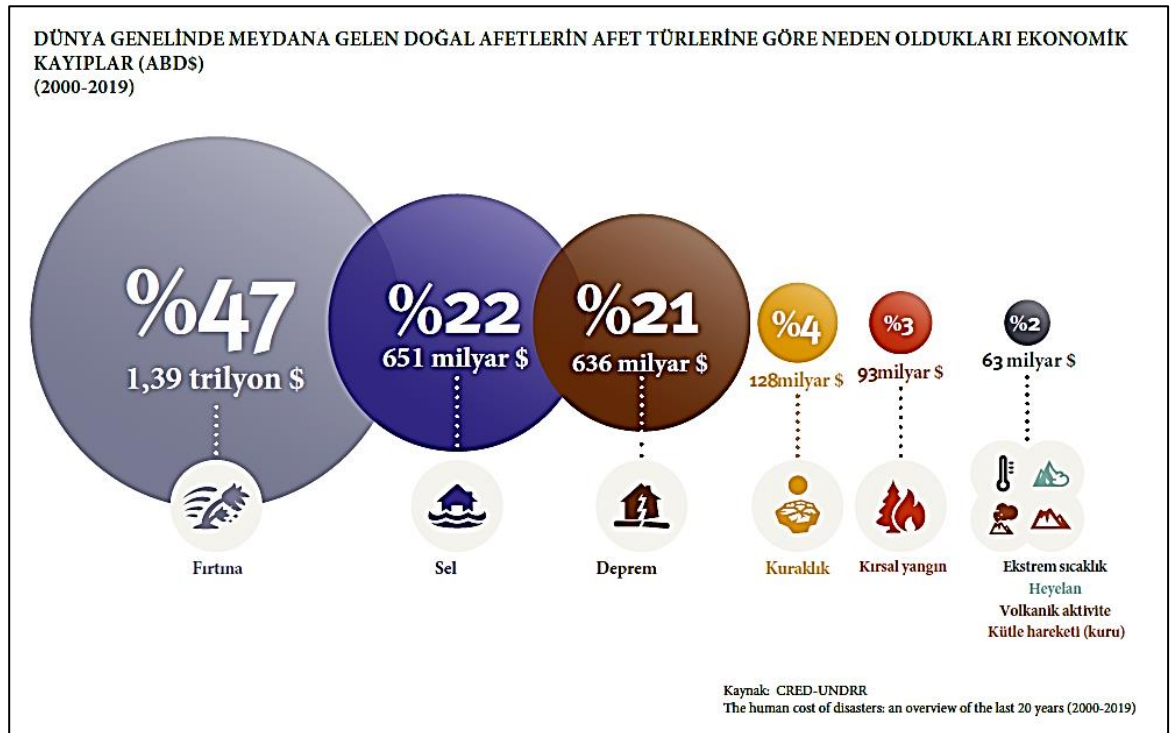
Şekil 12. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerden Afet Türlerine Göre Oluşan Can Kayıpları (2000-2019)

Şekil 13’te, dünya genelinde meydana gelen afetlerin afet alt gruplarına göre çeşitli etkilene oranları görülmektedir. Buna göre hidrolojik olaylar; toplam olayların %49’unu oluştururken, toplam can kayıplarının %10’una sebep olmaktadır. Etkiledikleri insan sayısı olarak, hidrolojik olaylar, doğal afetler içerisinde %41’lik bir paya sahiptir. Toplam olayların %34’ünü kapsayan meteorolojik afetler ise can kayıplarının %30’una sebep olmaktadır.

Etkiledikleri insan sayısı bakımından klimatolojik afetler, %36'lık bir oran ile hidrolojik afetleri izlemektedir [8].



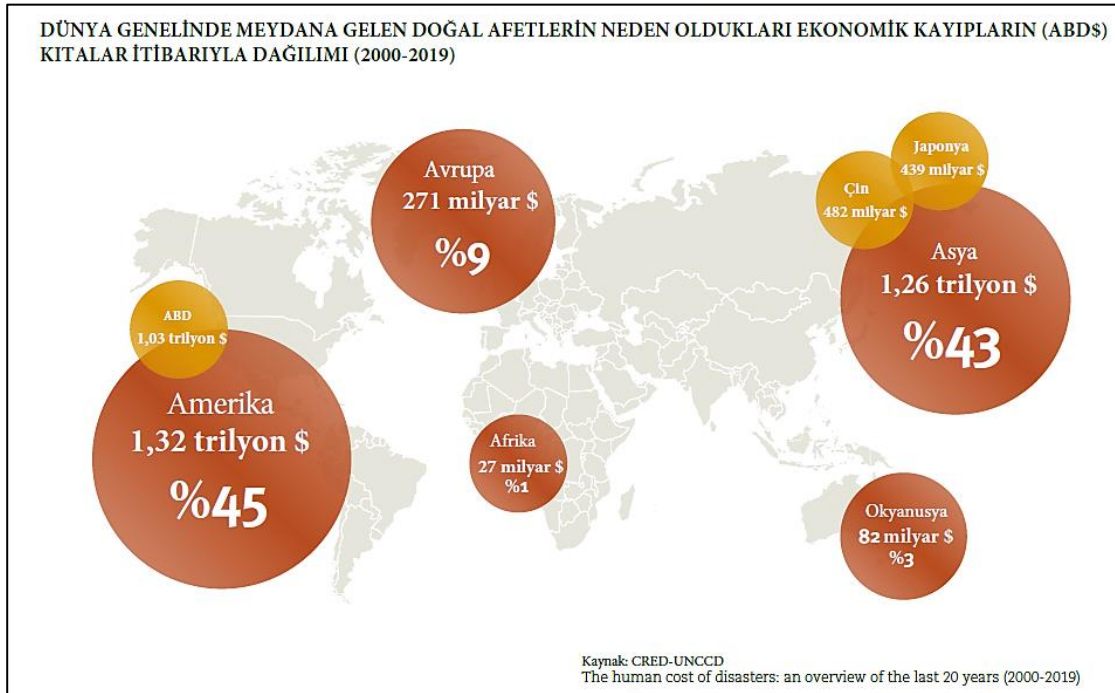
Şekil 13. Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Afet Alt Gruplarına Göre Etkileme Oranları (2000-2019)



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

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

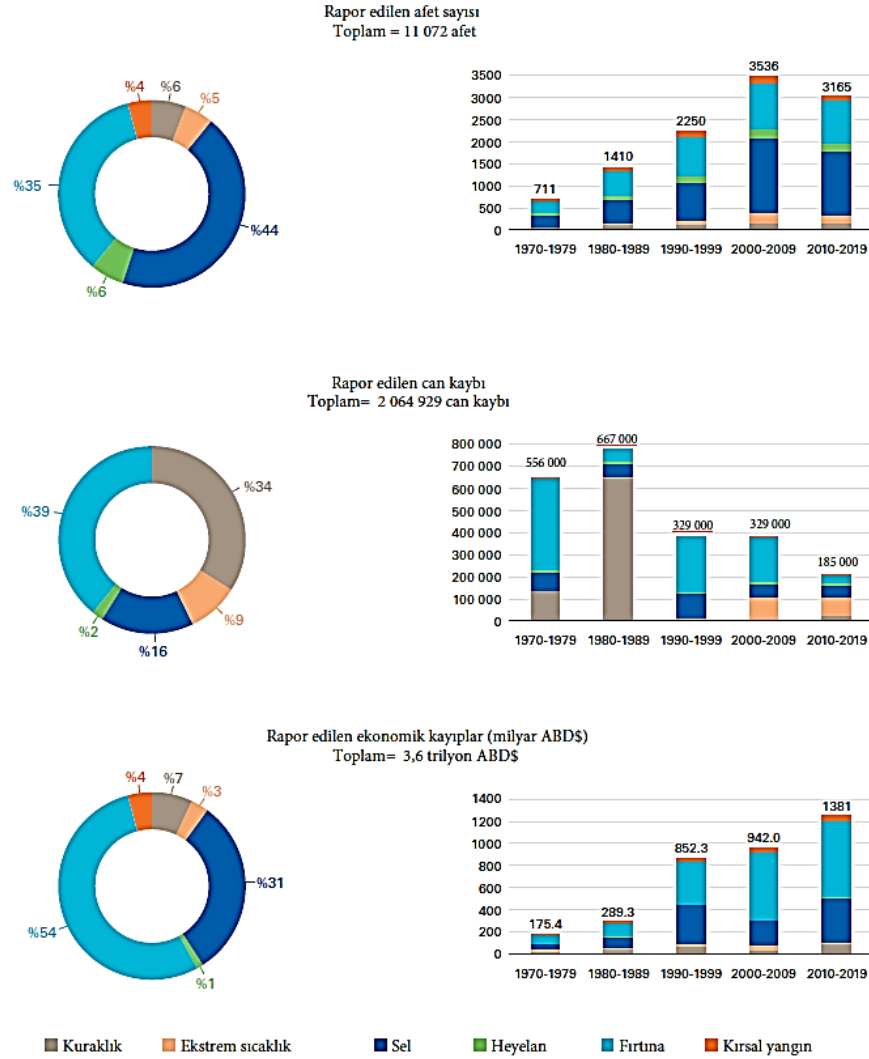


Şekil 15. Dünya Genelinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Oldukları Ekonomik Kayıpların Kıtalar İtibarıyla Dağılımı (ABD Doları) (2000-2019)

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından, 2021 yılında, **“WMO Atlas of Mortality and Economic Losses From Weather, Climate and Water Extremes”** raporu yayımlanmıştır. Rapor; hava, iklim ve su ile ilgili tehlikelerden kaynaklanan doğal afetler sonucu meydana gelen can kayıplarının ve ekonomik kayıpların, günümüze kadar olan en kapsamlı incelemesidir. Raporda; son 50 yıllık periyot, 10’ar yıllık dönemler halinde değerlendirilmektedir

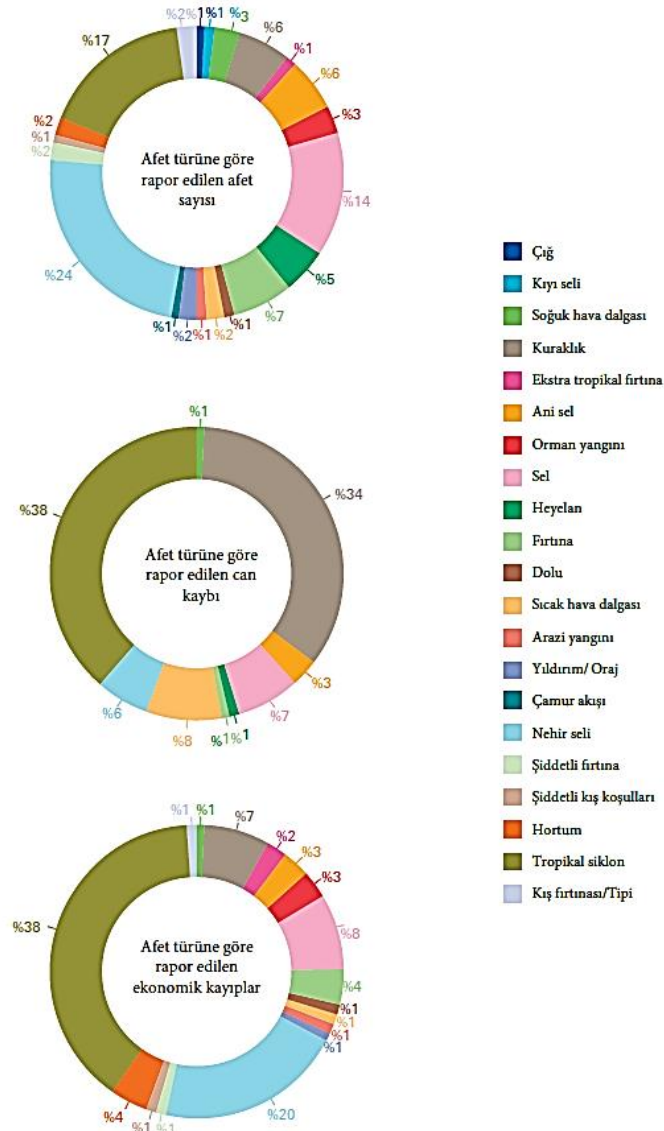
(Şekil 16). Atlas'taki istatistikler, Afetler Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED) tarafından sağlanan Acil Durum Veri Tabanından (EM-DAT) alınmıştır. EM-DAT; jeofizik, meteorolojik, klimatolojik, hidrolojik, biyolojik ve dünya dışı olmak üzere, çeşitli doğal tehlike türleri ile ilişkili afetler ve başlangıcı 1900 yılına kadar dayanan teknolojik afetler hakkında veriler içermektedir [9]. Şekil 17’de, dünya genelinde, 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim kaynaklı afetlerin; sayısı, can kaybı ve ekonomik kayıplar olarak afet türlerine göre dağılımları görülmektedir.

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



Şekil 16. Dünya Genelinde 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetlerin Afet Türlerine Göre Yüzde ve 10’ar Yıllık Periyotlar Halinde Sayı, Can Kaybı Ve Ekonomik Kayıplar Olarak Dağılımı

Son 50 yılda ortalama olarak her gün; hava, iklim veya su tehlikesiyle ilgili bir felaket meydana gelmiştir. Bu olaylar, günde 115 kişinin ölümüne ve günlük 202 milyon ABD Doları ekonomik kayba neden olmuştur. Dünya Meteoroloji Örgütü, dünyayı etkileyen hava kaynaklı afetlerin sayısının son 50 yılda beş kat arttığını açıklamıştır. Bu periyotta can kayıpları yaklaşık üç kat azalırken, ekonomik kayıplar ise yedi kat artmıştır. 2010-2019 arasındaki on yılda rapor edilen kayıplar, 1970-1979 arasındaki günlük 49 milyon ABD Dolarına göre yedi kat artışla, günde 383 milyon ABD Doları civarına çıkmıştır. Hava felaketlerine bağlı ölümlerin %90'ından fazlası, gelişmekte olan ülkelerde meydana gelmiştir. Can kayıplarının azalması, uyarı sistemlerindeki iyileştirilmelere bağlanmaktadır. Şekil 18 - 24'te, kıtalar bazında 1970-2019 periyodunda meydana gelen hava-iklim ve su kaynaklı afetler ile can kayıpları ve ekonomik kayıplar görülmektedir [9,10].



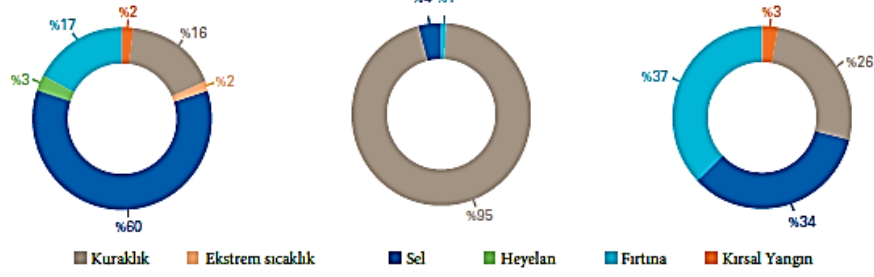
Şekil 17. Dünya Geneline 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetlerin Sayı, Can Kaybı ve Ekonomik Kayıplar Olarak Afet Türlerine Göre Dağılımları

Afrika

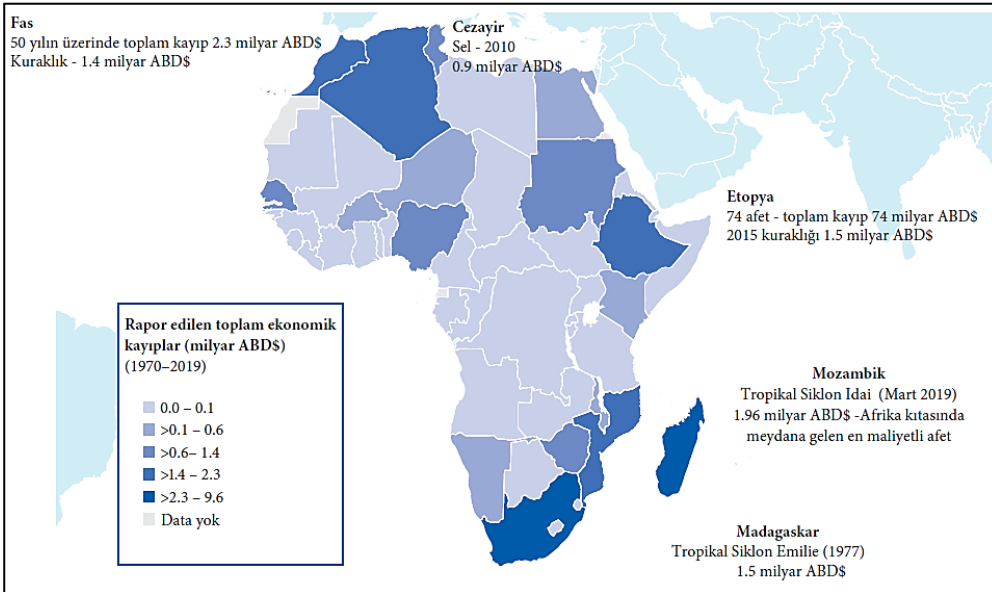
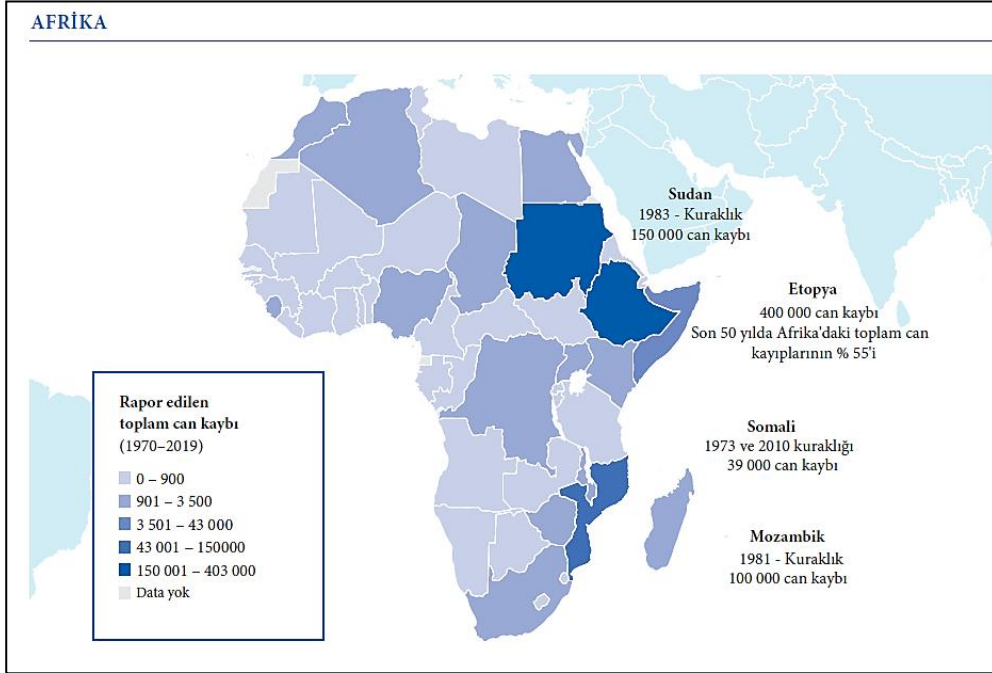
Rapor edilen afet sayısı = 1 695

Rapor edilen can kaybı sayısı = 731 747

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 38.5 milyar ABD\$



AFRİKA



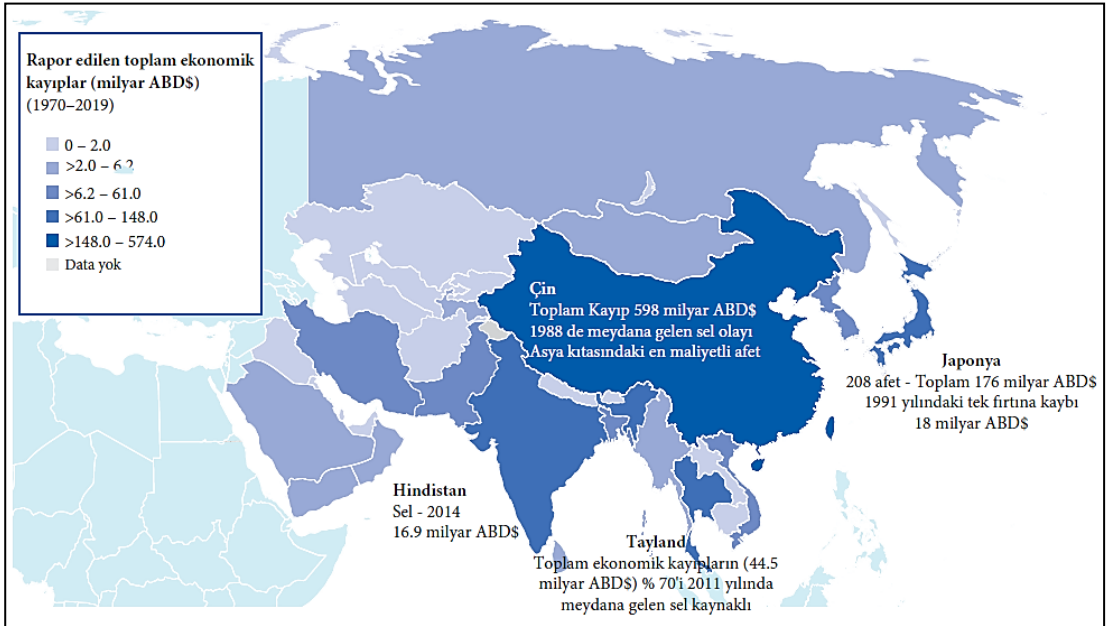
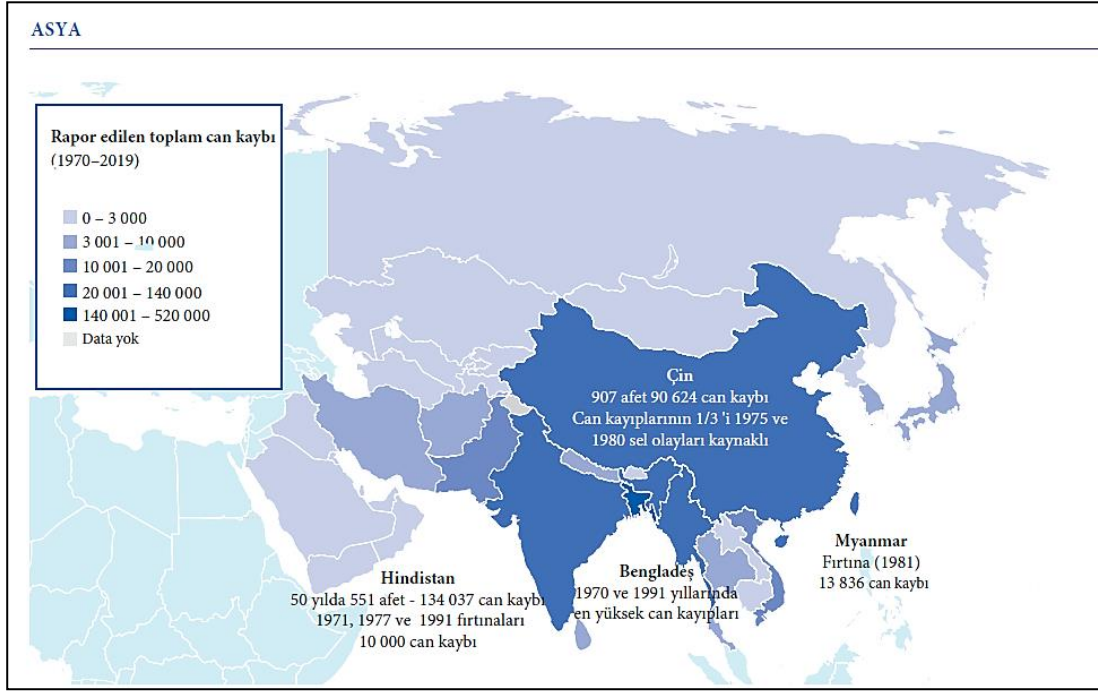
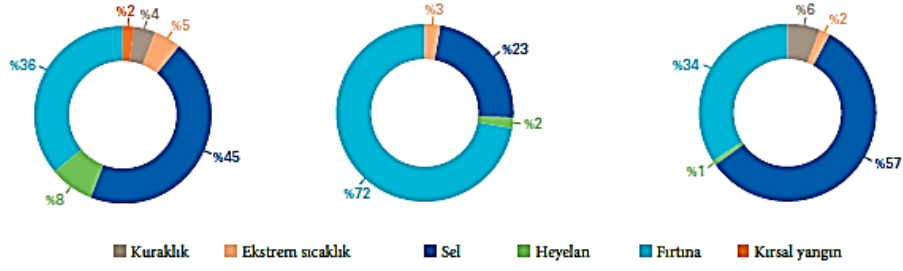
Şekil 18. Afrika Kıtasında 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetler, Can Kayıpları ve Ekonomik Kayıplar

Asya

Rapor edilen afet sayısı = 3 454

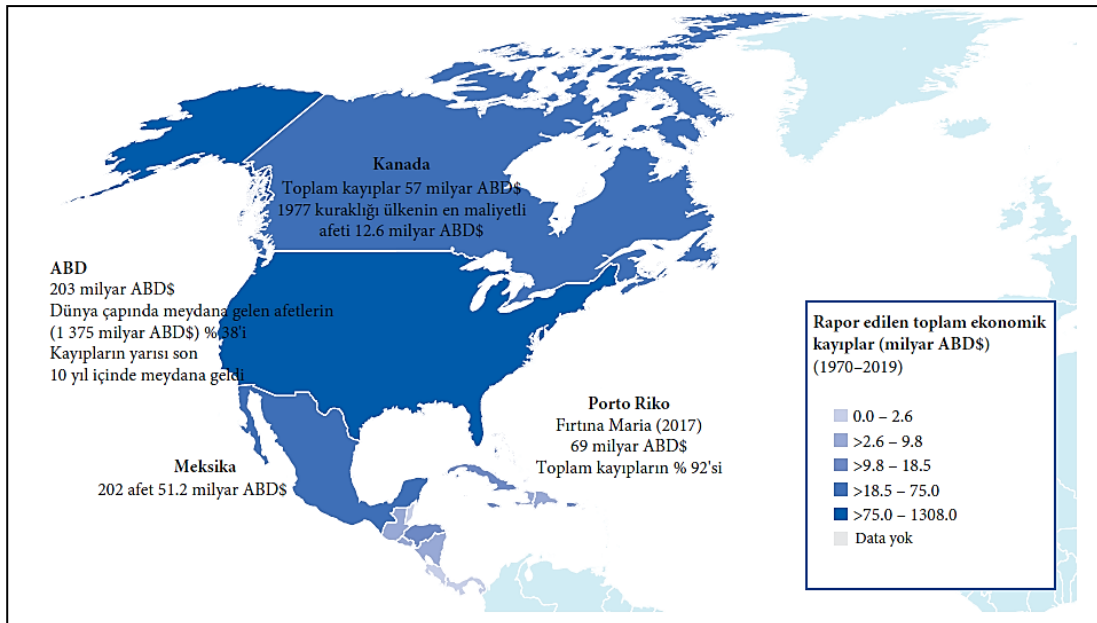
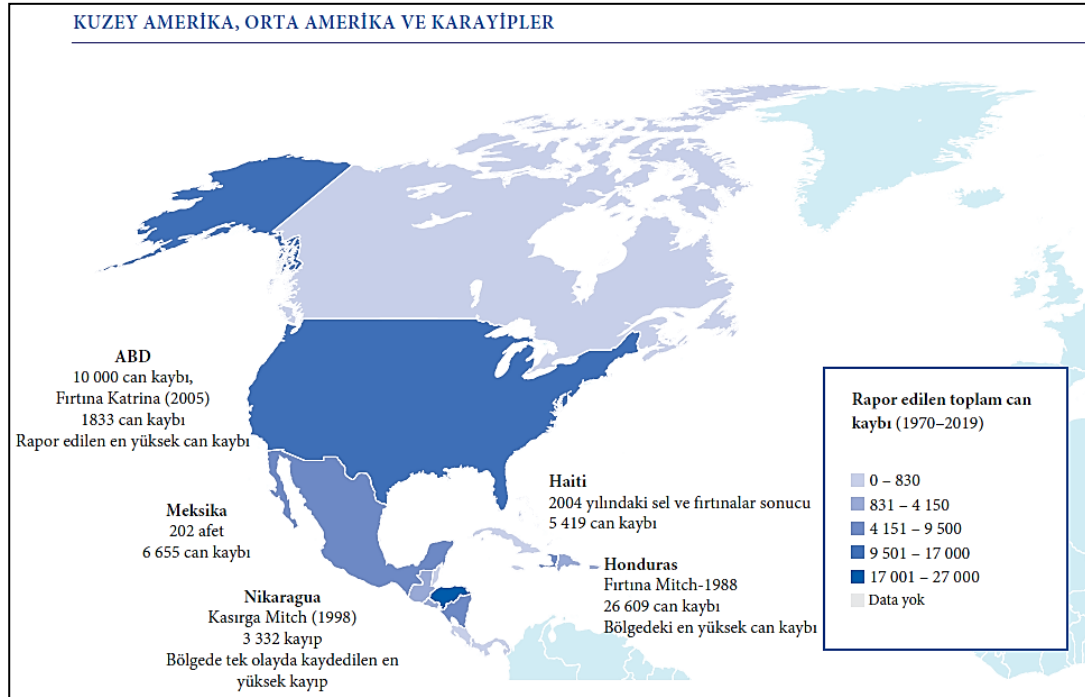
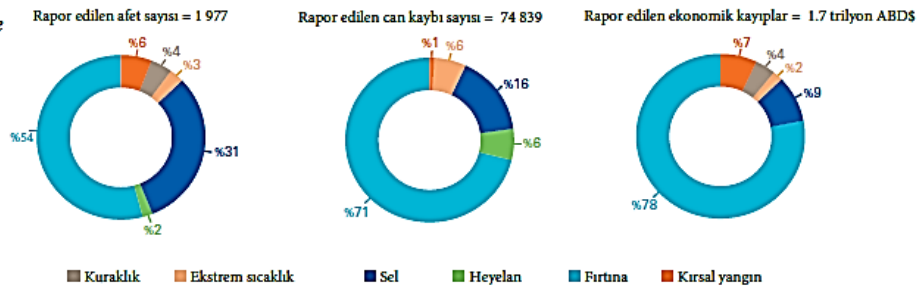
Rapor edilen can kaybı sayısı = 975 622

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 1.2 trilyon ABD\$



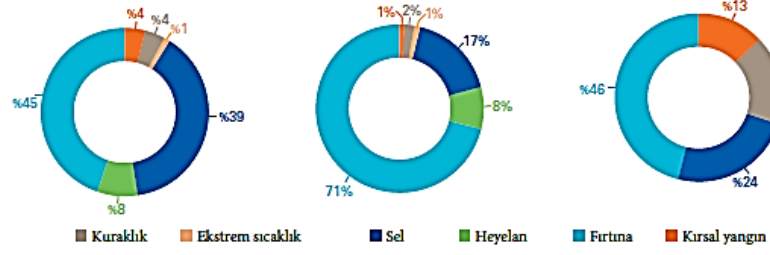
Şekil 19. Asya Kıtasında 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetler, Can Kayıpları ve Ekonomik Kayıplar

**Kuzey Amerika,
Orta Amerika ve
Karayipler**

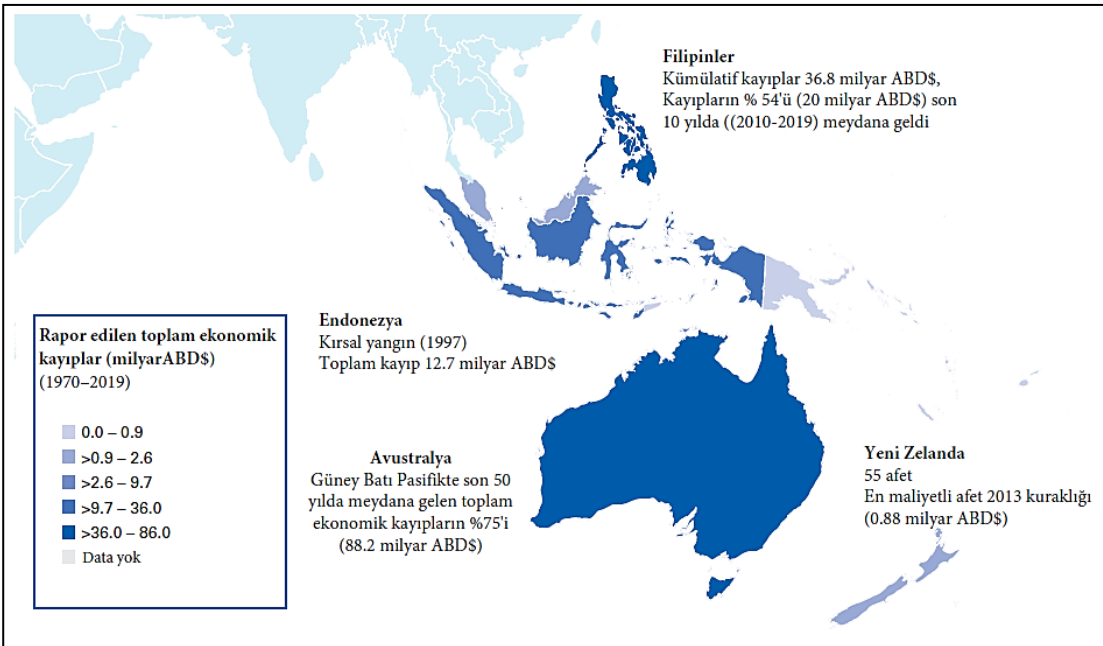
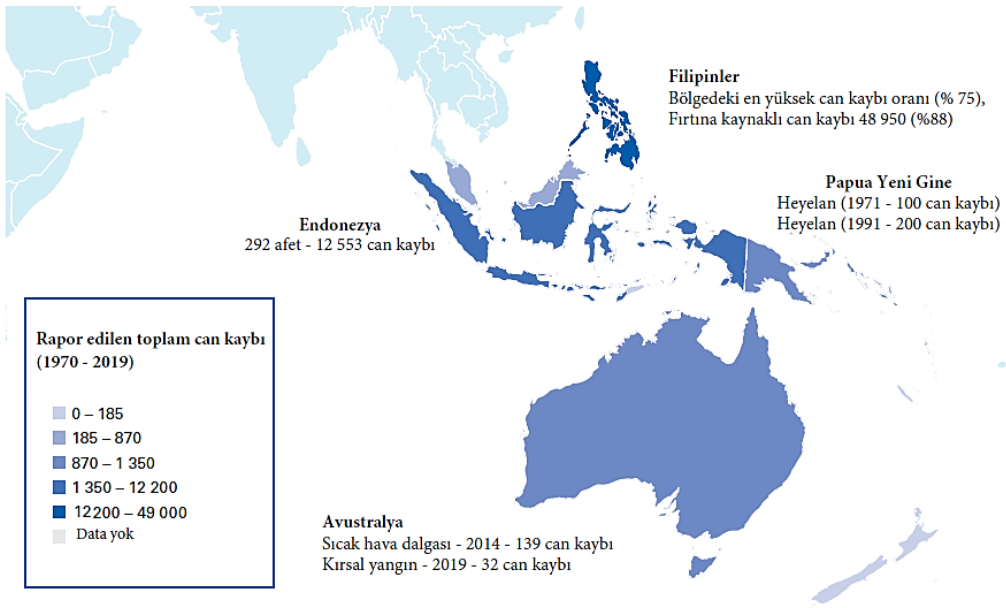


Şekil 20. Kuzey Amerika, Orta Amerika ve Karayipler’de 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetler, Can Kayıpları ve Ekonomik Kayıplar

Güney-Batı Pasifik Rapor edilen afet sayısı= 1 407 Rapor edilen can kaybı sayısı= 65 391 Rapor edilen ekonomik kayıplar = 163.7 milyar ABD\$



GÜNEY-BATI PASİFİK



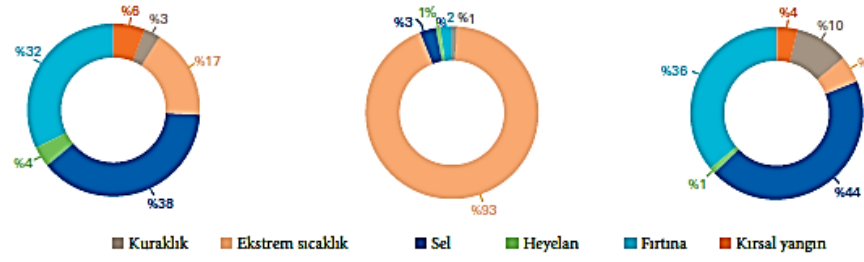
Şekil 21. Güney-Batı Pasifikte 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetler, Can Kayıpları ve Ekonomik Kayıplar

Avrupa

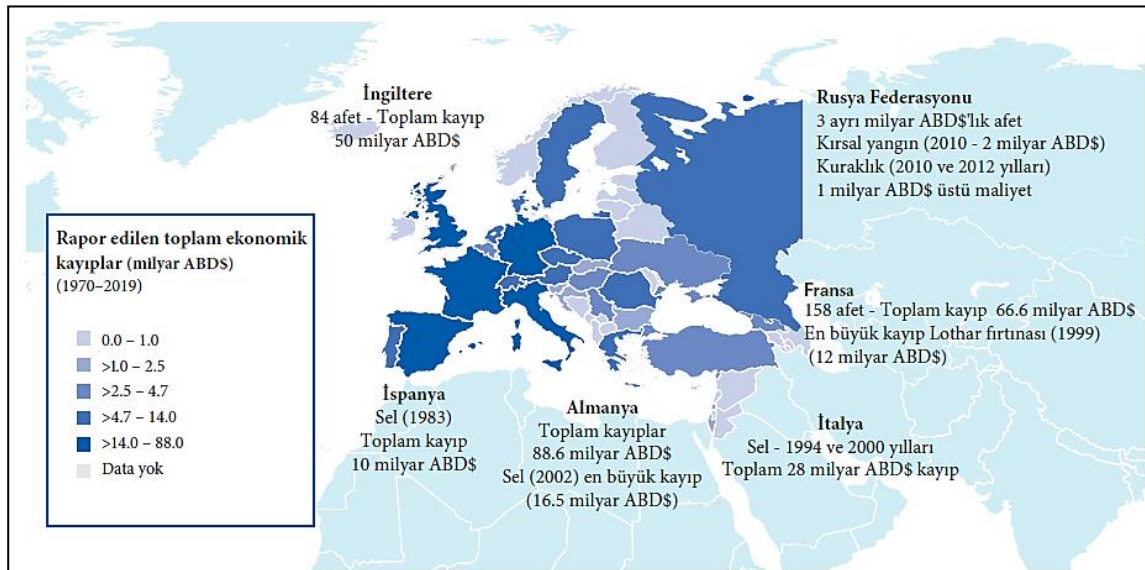
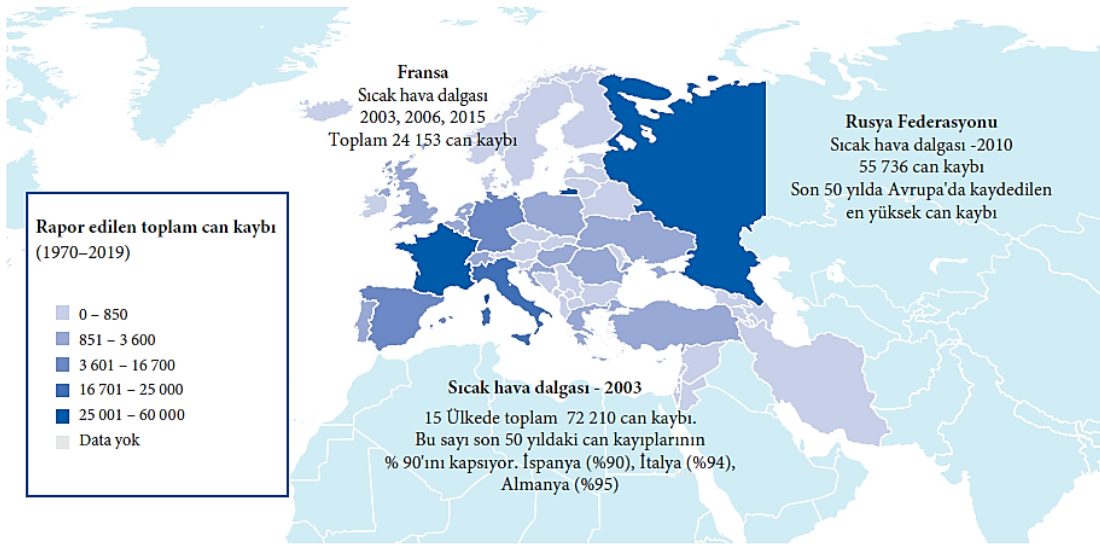
Rapor edilen afet sayısı = 1 672

Rapor edilen can kaybı sayısı = 159 438

Rapor edilen ekonomik kayıplar = 476.5 milyar ABD\$

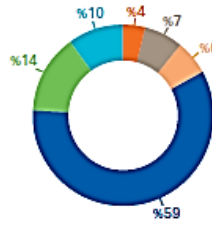


AVRUPA

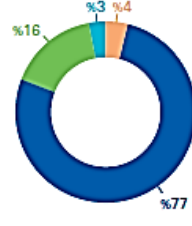


Şekil 22. Avrupa Kıtasında 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetler, Can Kayıpları ve Ekonomik Kayıplar

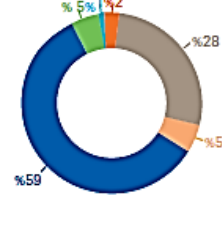
Güney Amerika Rapor edilen afet sayısı = 867



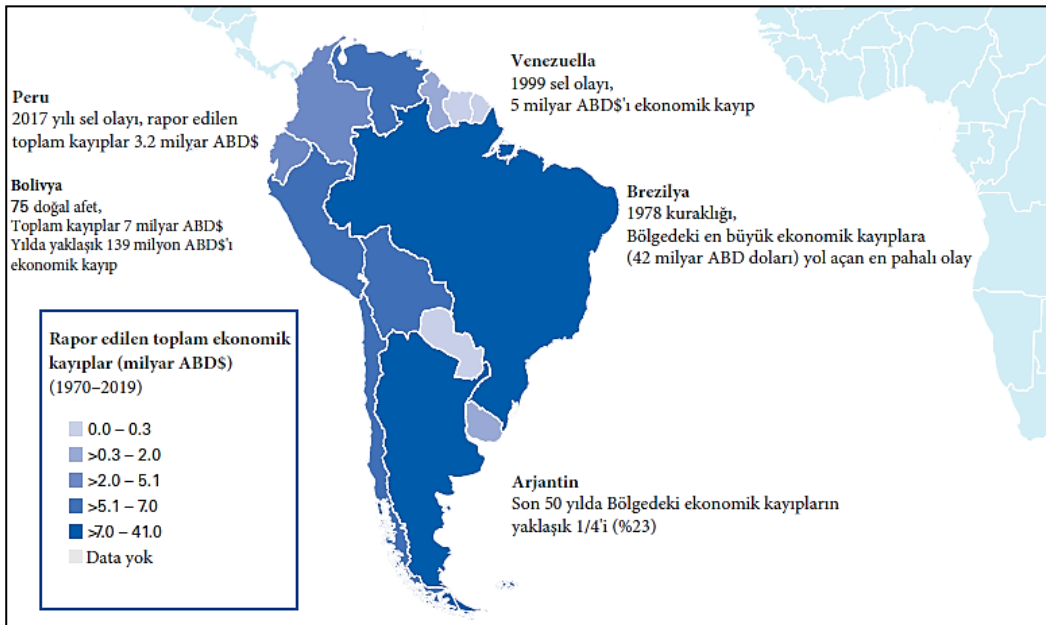
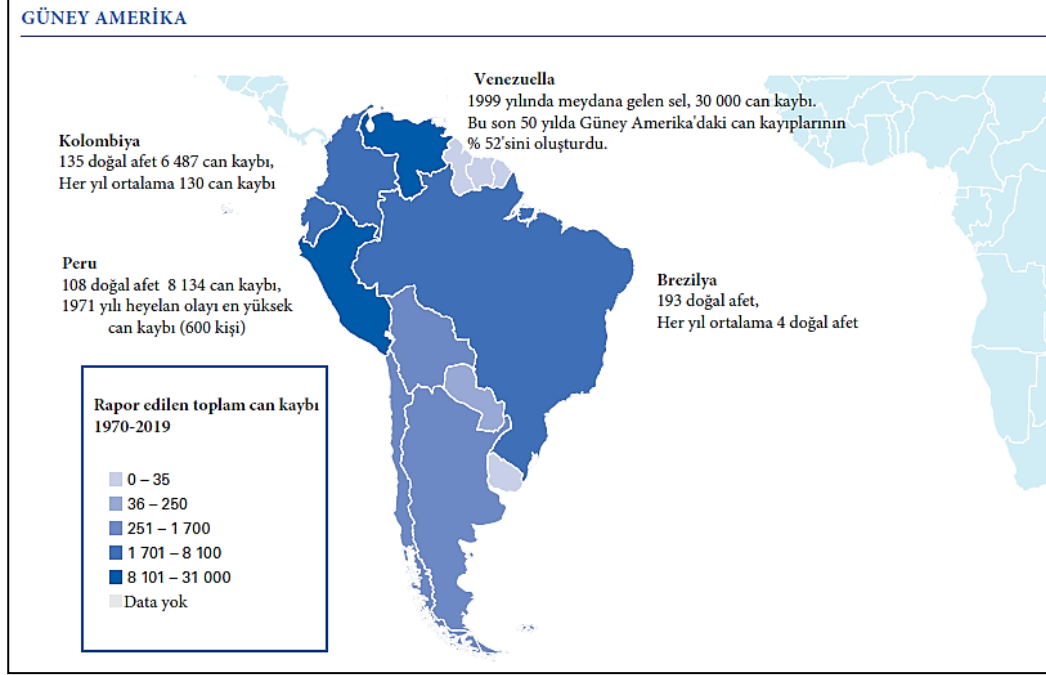
Rapor edilen can kaybı sayısı = 57 892



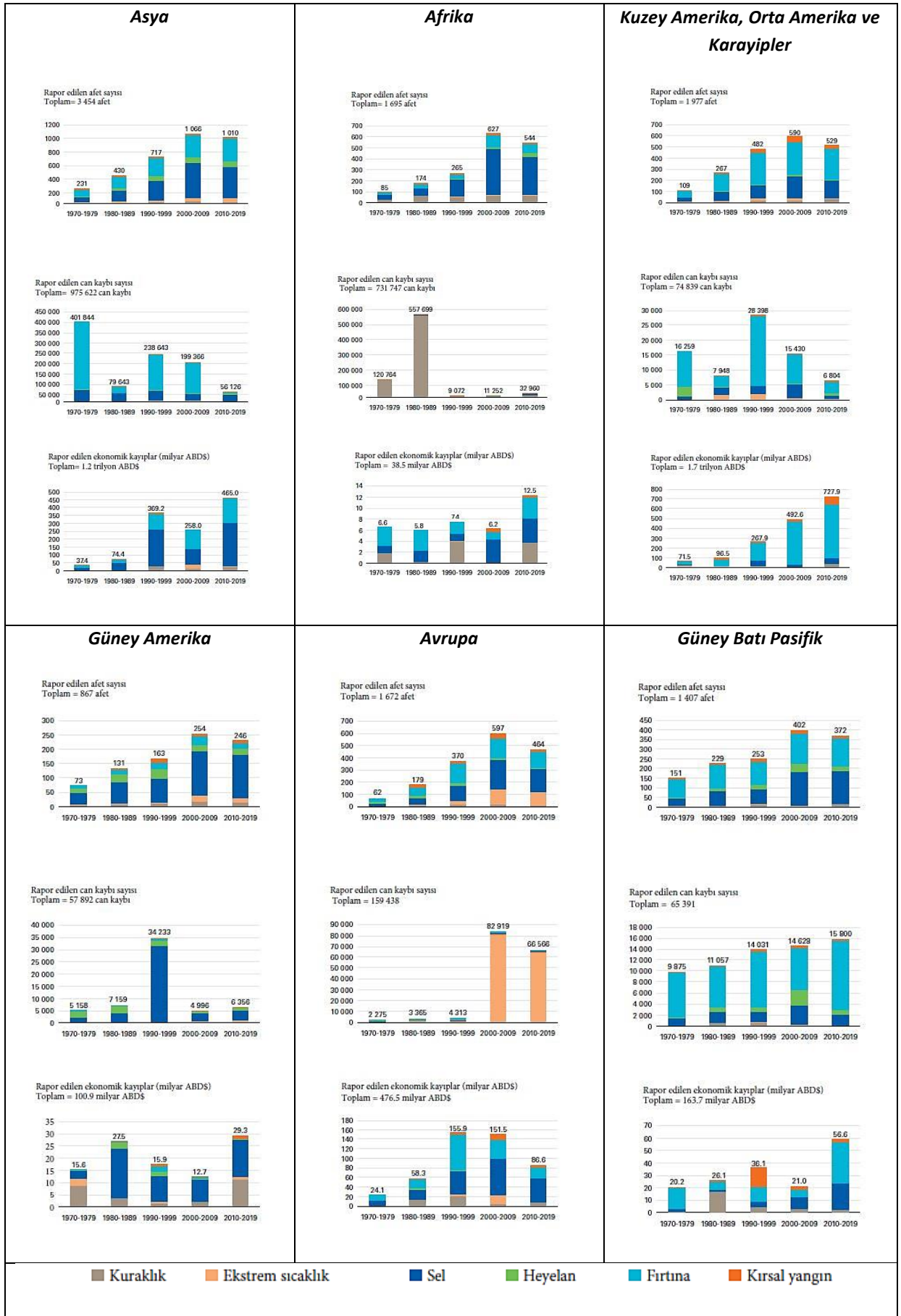
Rapor edilen ekonomik kayıplar = 100.9 milyar ABD\$



Kuraklık Ekstrem sıcaklık Sel Heyelan Fırtına Kırsal yangın



Şekil 23. Güney Amerika Kıtasında 1970-2019 Periyodunda Meydana Gelen Hava-İklim Kaynaklı Afetler, Can Kayıpları ve Ekonomik Kayıplar



Şekil 24. Kıtalar-Bölgeler İtibarıyla Hava, İklim ve Su Ekstremleri Kaynaklı Doğal Afetlerin Sayı, Can Kaybı ve Ekonomik Kayıplar Olarak 10’ar Yıllık Dönemler Halinde Dağılımı (1970-2019)

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

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

Atlas'a göre, can kayıpları açısından en kötü on afet Etiyopya, Bangladeş, Sudan, Myanmar, Mozambik, Rusya Federasyonu ve Venezuela Cumhuriyeti'ni etkilemiş; bu ölümlere kuraklık, fırtına, sel ve aşırı sıcaklık olayları neden olmuştur (Tablo 1). 1970-2019 periyodunda en fazla can kaybına neden olan ilk 10 afet içerisinde; kuraklık (650.000), fırtına (577.232), sel (58.700) ve ekstrem sıcaklık olayları (55.736) yer almıştır.

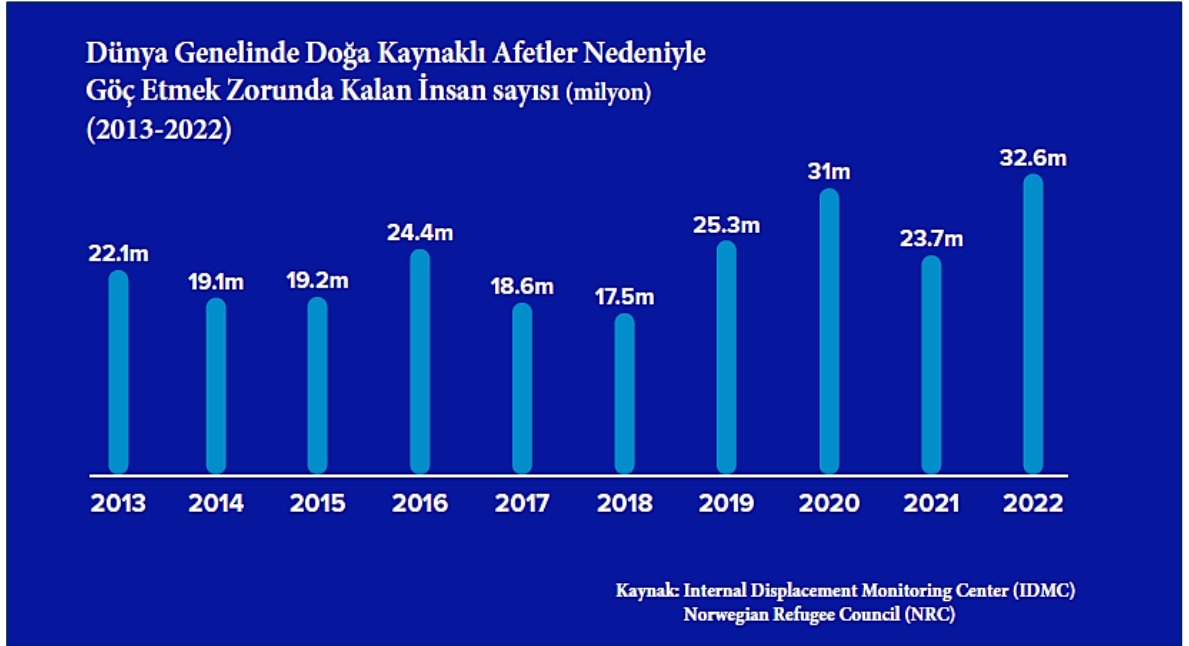
Tablo 2. Dünya Geneline Meydana Gelen ve En Fazla Ekonomik Kayba Neden Olan Hava, İklim ve Su Ekstremleri Kaynaklı 10 Doğal Afet (1970-2019)

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

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

Doğa kaynaklı afetlere maruz kalan insanlar, can ve mal kayıplarının yanı sıra, yaşam alanlarını terk ederek daha güvenli bölgelere göç etmek zorunda kalmaktadır. Afet kaynaklı göç olaylarının ülke ekonomilerine getirdiği ekonomik zararlar çok büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bazı yıllarda, büyük çaplı doğa kaynaklı afetler sonucu gelişen yer değiştirme olayları milyonlarca insanı etkilemektedir. Ülke İçi Göç İzleme Merkezi (IDMC); dünya genelindeki doğa kaynaklı afet, çatışma ve şiddet kaynaklı yer değiştirme olaylarını izlemektedir.

Şekil 25'te, IDMC tarafından hazırlanan grafikte, 2013-2022 periyodunda dünya genelinde doğa kaynaklı afetler neticesinde meydana gelen göç olayları görülmektedir. 2022, 2020, 2019, 2016 ve 2021 yılları sırasıyla, doğal afet kaynaklı göç olaylarının yoğun olarak yaşandığı yıllardır. 2022 yılında meydana gelen göç olayları, son 10 yıllık ortalamanın % 41 üzerinde gerçekleşmiştir [11].



Şekil 25. 2013-2022 Periyodunda Dünya Geneline Doğal Kaynaklı Afetler Nedeniyle Meydana Gelen Göç Olayları

3. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN 2024 YILI DEĞERLENDİRMESİ

3.1. DÜNYA GENELİ

2024 yılı, dünyadaki milyonlarca insanı etkileyen, büyük can ve mal kayıplarına yol açan; kasırgalar, siklonlar, tayfunlar, tropikal fırtınalar, şiddetli hava olayları, sel felaketleri, kış fırtınaları, kırsal yangınlar, heyelan, kuraklık ve sıcak hava dalgaları gibi meteorolojik karakterli doğal afetlerin yoğun olarak yaşandığı bir yıl olmuştur. Doğal afetlerden geniş alanlar etkilenmiş, can kaybı ve ekonomik kayıpların yanı sıra milyonlarca insan, bulundukları yaşam ortamlarından ayrılmak zorunda kalmıştır. 2024 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetler içerisinde; ABD, Kanada, Karayipler, Meksika, Küba ve Kolombiya’da **kasırgalar**; ABD, Madagaskar, Güneydoğu Afrika, Hindistan, Pakistan ve Bangladeş’te **siklonlar**; Çin, Filipinler, Japonya, Tayvan ve Güneydoğu Asya’da **tayfunlar**; ABD, Meksika, Karayipler, Mauritius, Filipinler, Vietnam, Çin, Japonya, Güney Kore, Güneydoğu Asya ve Hindistan’da **tropikal fırtınalar**; ABD, Kanada, Brezilya, Şili, Batı-orta Avrupa, Güneydoğu Avrupa, İtalya, Güney Afrika, Uganda, Çin, Hindistan, Pakistan, Japonya, Vietnam, Sri Lanka ve Avustralya’da **şiddetli konvektif fırtınalar**; Batı-orta Avrupa, Norveç, Kuzeydoğu Avrupa, İrlanda, İngiltere ve Hollanda’da **rüzgar fırtınaları**; ABD, Kanada, Orta Amerika, Haiti, Bolivya, Brezilya, Ekvador, Peru, İtalya, Batı-orta Avrupa, Almanya, Fransa, Belçika, Polonya, Batı Avrupa, Bosna Hersek, Fransa, İspanya, İngiltere, BAE, Umman, Orta Doğu, İran, Yemen, Güney Afrika, Kongo, DRC, Doğu Afrika, Sudan, Nijer, Senegal, Burkina Faso, Orta Afrika Cumhuriyeti, Cezayir, Fildişi sahili, Nijerya, Etiyopya, Gine, Çad, Kamerun, Sudan, Mali, Fas, Kenya, Malavi, Endonezya, Filipinler, Çin, Pakistan, Afganistan, Hindistan, Rusya, Kazakistan, Sri Lanka, Ermenistan, Güney Kore, Japonya, Tayland, Bangladeş, Nepal, Malezya ve Papua Yeni Gine’de **sel**; ABD, Kanada, Fransa, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Güney Afrika, Çin ve Japonya’da **kış fırtınaları**; Almanya, Çek Cumhuriyeti, Polonya, İspanya, Fransa, İngiltere, İrlanda, Belarus, Almanya, Danimarka, Finlandiya, İsveç ve Norveç’te **rüzgar fırtınaları**; Çin’de **kum fırtınası**; İran ve Irak’ta **toz fırtınaları**; Afganistan’da **çığ**; ABD, Kanada, Şili, Brezilya, Peru ve Portekiz’de **kırsal yangınlar**; ABD, Brezilya, İspanya, Sırbistan, İtalya, Avusturya, Çin, Filipinler ve Vietnam’da **kuraklık**; ABD, Meksika, İtalya, Yunanistan, Suudi Arabistan, Fas, Hindistan, Japonya, Güneydoğu Asya, Pakistan ve Güney Kore’de **sıcak hava dalgası**; Bolivya, Ekvador, Kolombiya, Tanzanya, DRC, Fildişi Sahili, Etiyopya, Uganda, Madagaskar, Kenya, Çin, Filipinler, Endonezya, Afganistan, Nepal, Papua Yeni Gine ve Hindistan’da **heyelan** olayları önemli yer tutmaktadır [12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26].

Almanya merkezli sigorta şirketi Munich Re'nin 2024 yılı afet değerlendirmesinde, küresel ölçekte doğa kaynaklı afetler sonucunda 11000 kişinin yaşamını yitirdiği ve 320 milyar ABD Dolarlık ekonomik kaybın olduğu açıklanmıştır.

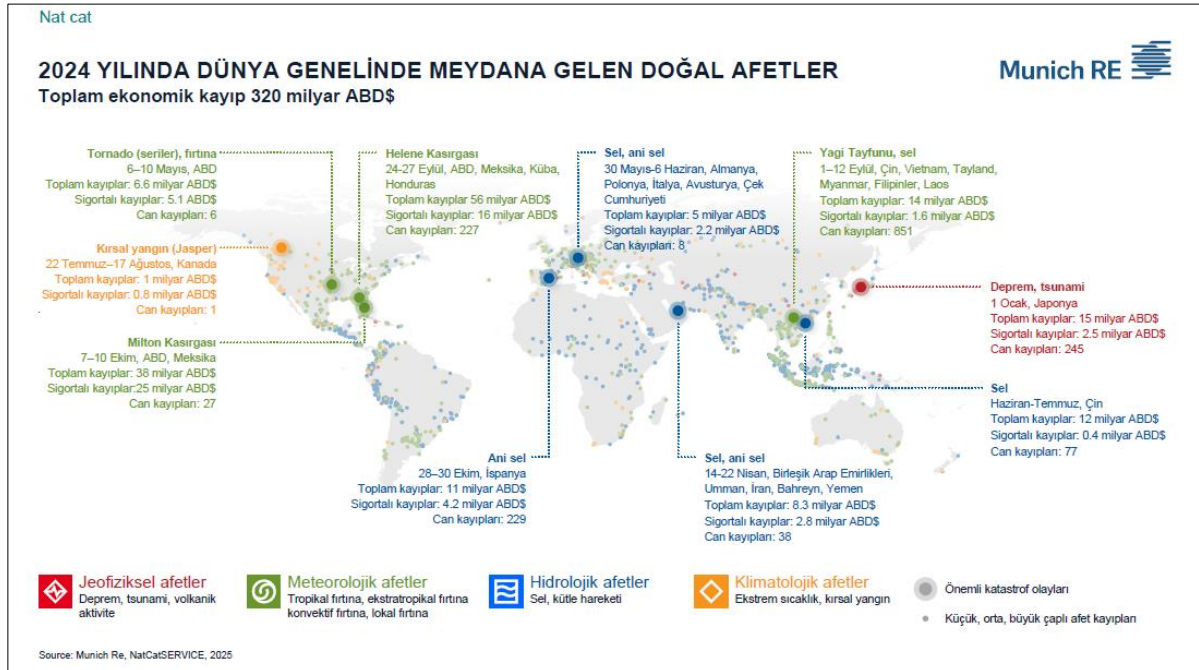
Tablo 3'te 2024 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetlerin önceki yıllarla karşılaştırması görülmektedir. 2024 yılında meydana gelen ekonomik kayıplar 2023 yılı ve son 30 yılın ortalamasına göre daha yüksek olmuştur. Can kayıpları ise 2023 yılı ve son 30 yılın ortalamasına göre daha düşük olmuştur.

Şekil 26'da ise 2024 yılında meydana gelen doğa kaynaklı afetlerin; dünya üzerindeki oluşum yerleri, türleri ve görülmektedir. 2024 yılında Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya kıtaları afet zararlarının en yüksek olduğu kıtalar olmuştur [15].

Tablo 3. 2024 Yılında Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afetlerin Önceki Yıllarla Karşılaştırması

	2024	2023	Son 5 yılın ortalaması (2019 – 2023)	Son 10 yılın ortalaması (2014 – 2023)	Son 30 yılın ortalaması (1994 – 2023)
Toplam kayıp (milyar ABD\$)	320	268	261	236	181
Sigortalı kayıp (milyar ABD\$)	140	106	106	94	61
Can kaybı	11 000	77 600	23 000	17 500	42 000

Kaynak: Munich Re NatCatSERVICE



Şekil 26. 2024 Yılında Dünya Geneline Meydana Gelen Doğa Kaynaklı Afetlerin Oluşum Yerleri

Tablo 4’te 2024 yılında meydana gelen ve en fazla can kaybına neden olan beş büyük doğa kaynaklı afet görülmektedir. 2024 yılındaki can kayıplarının yüksek olmasında sel, ani taşkın ve heyelan olayları önemli rol oynamıştır. Eylül ayında Güneydoğu Asya’da birçok ülkede etkili olan Yagi Tayfunu, Ağustos ayında Papua Yeni Gine’de ve Temmuz ayında Hindistan’da etkili olan heyelan olayları, Mart ve Nisan aylarında Afrika’nın orta kesimlerinde ve Mayıs ayında Afganistan’da etkili olan sel olaylarında çok sayıda kişi hayatını kaybetmiştir [15].

Tablo 4. 2024 Yılında Meydana Gelen En Fazla Can Kaybına Neden Olan Beş Doğa Kaynaklı Afet

Tarih	Ülke/Bölge	Afet	Can kaybı
1-12.9.2024	Çin, Vietnam, Tayland, Myanmar, Filipinler, Laos	Yagi Tayfunu (Enteng), sel	851
24.5.2024	Papua Yeni Gine	Heyelan	670
30.7.2024	Hindistan	Heyelan	369
18.3-30.4.2024	Kenya, Tanzanya, Burundi, Somali	Sel, ani sel, heyelan	351
10-11.5.2024	Afganistan	Ani sel, sel	347

Kaynak: Munich Re NatCatSERVICE

Tablo 5’te 2024 yılında meydana gelen ve en fazla ekonomik kayıpla sonuçlanan beş büyük doğa kaynaklı afet görülmektedir. 2024 yılında ABD, Orta Amerika ve Karayiplerde etkili olan Helene kasırgası, Ekim ayında ABD ve Orta Amerika’da etkili olan Milton kasırgası, Ocak ayında Japonya’da meydana gelen deprem ve tsunami ile Eylül ayında Güneydoğu Asya’da etkili olan Yagi Tayfunu en büyük zararları oluşturmuştur. Haziran ve Temmuz aylarında Çin’de meydana gelen sel afetleri de ekonomik zararın yüksek olduğu afetlerdir [15].

Tablo 5. 2024 Yılında Meydana Gelen ve En Yüksek Ekonomik Kayba Neden Olan Beş Büyük Doğa Kaynaklı Afet

Tarih	Ülke/Bölge	Afet	Can kaybı	Toplam kayıplar (milyar ABD\$)	Sigortalı kayıplar (milyar ABD\$)
24-27.9.2024	ABD, Meksika, Küba, Honduras	Helene kasırgası	227	56	16
7-10.10.2024	ABD, Meksika	Milton kasırgası	27	38	25
1.1.2024	Japonya	Deprem, tsunami	245	15	2.5
1-12.9.2024	Çin, Vietnam, Tayland, Myanmar, Filipinler, Laos	Yagi tayfunu (Enteng), sel	851	14	1.6
Haziran-Temmuz 2024	Çin	Sel	77	12	0.4

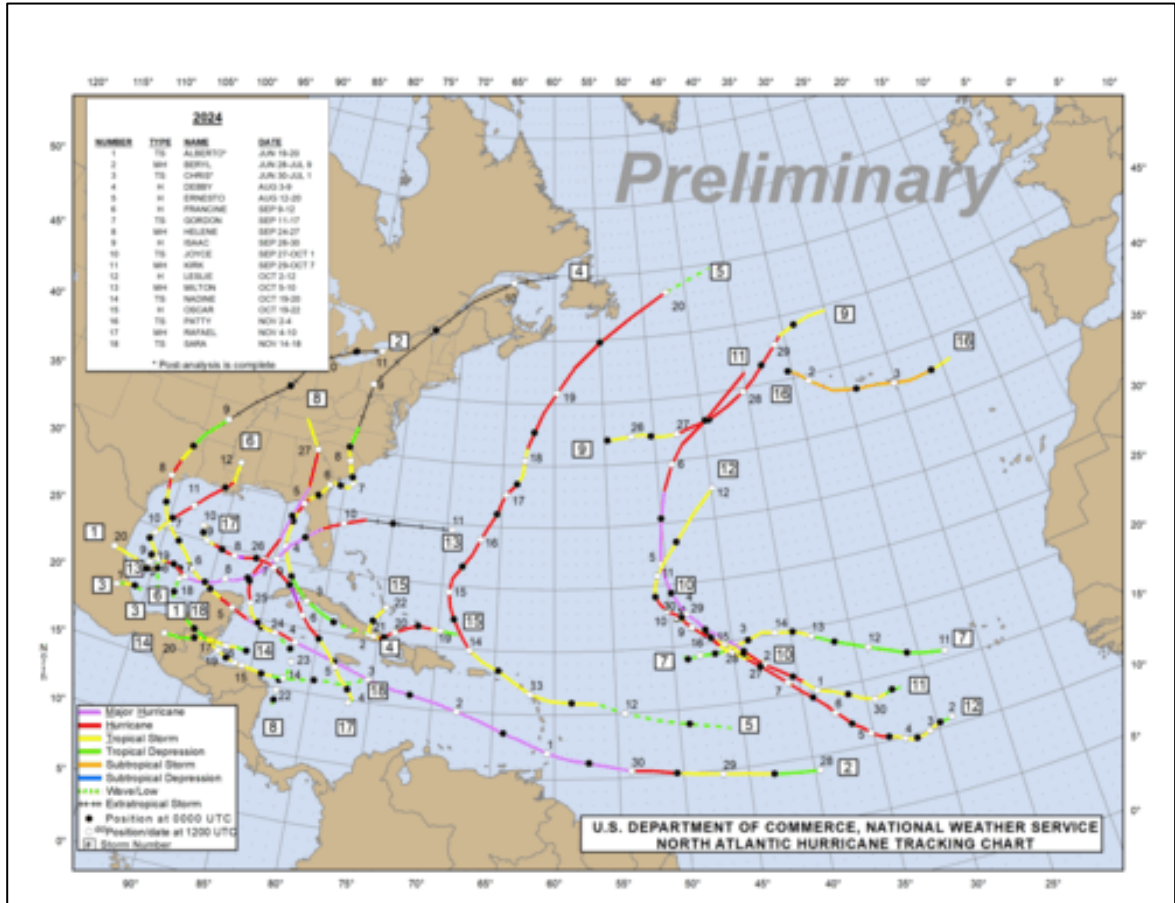
Kaynak: Munich Re NatCatSERVICE

2024 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Bölgesel Olarak Değerlendirilmesi

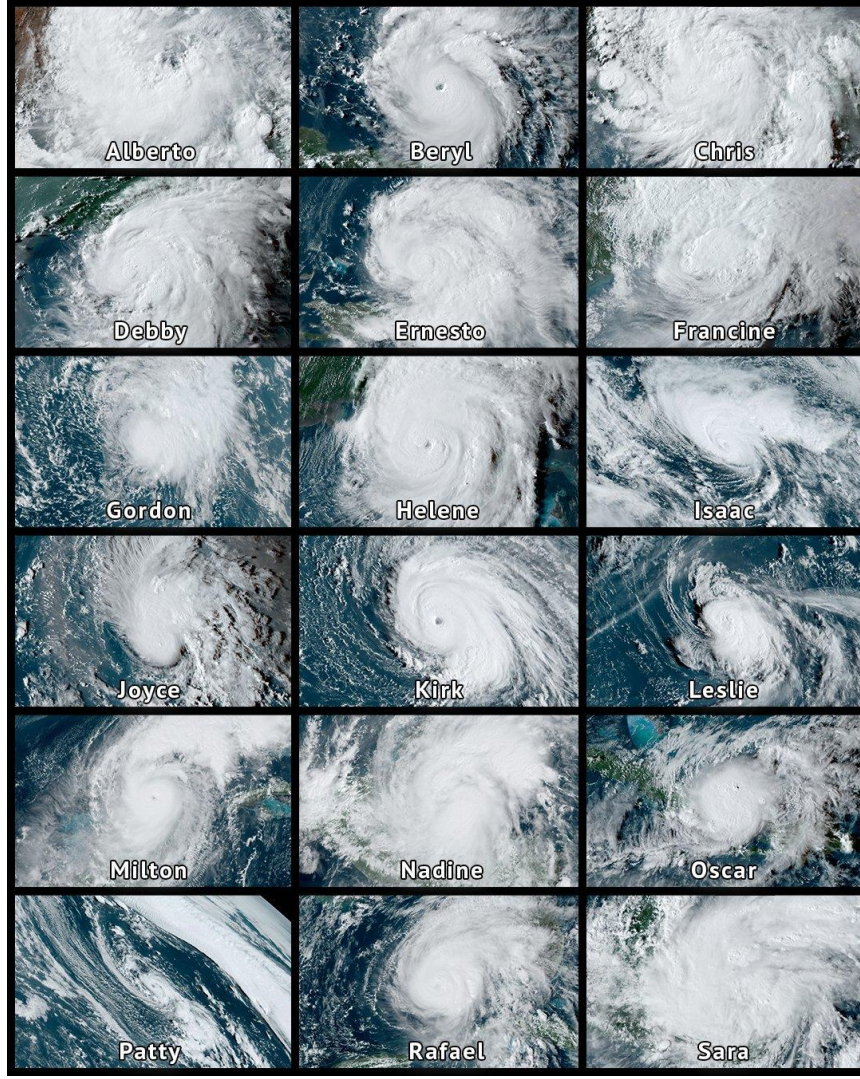
- Kuzey Amerika (Karayipler ve Orta Amerika dahil)

Kuzey Amerika kıtası 2024 yılında meydana gelen küresel doğal afet kayıplarının en yüksek payını oluşturmuştur (toplam kayıpların yaklaşık %60'ı). Ekonomik kayıplar yaklaşık 190 milyar ABD Dolarına ulaşmıştır. Kayıpların yaklaşık 108 milyar ABD Doları sigortalıydı [15].

2024 yılında Kuzey Atlantik havzasında 18 adlandırılmış fırtına meydana gelmiştir (39 mil/saat veya daha yüksek hızdaki rüzgarlar) (Şekil 27-28). Bunlardan on biri kasırga seviyesine ulaşmıştır (74 mil/saat veya daha yüksek hızdaki rüzgarlar). Büyük ölçekli beş kasırga (111 mil/saat veya daha yüksek hızdaki rüzgarlar) ABD anakarasının doğu kesimlerini etkilemiştir [27,28,29].



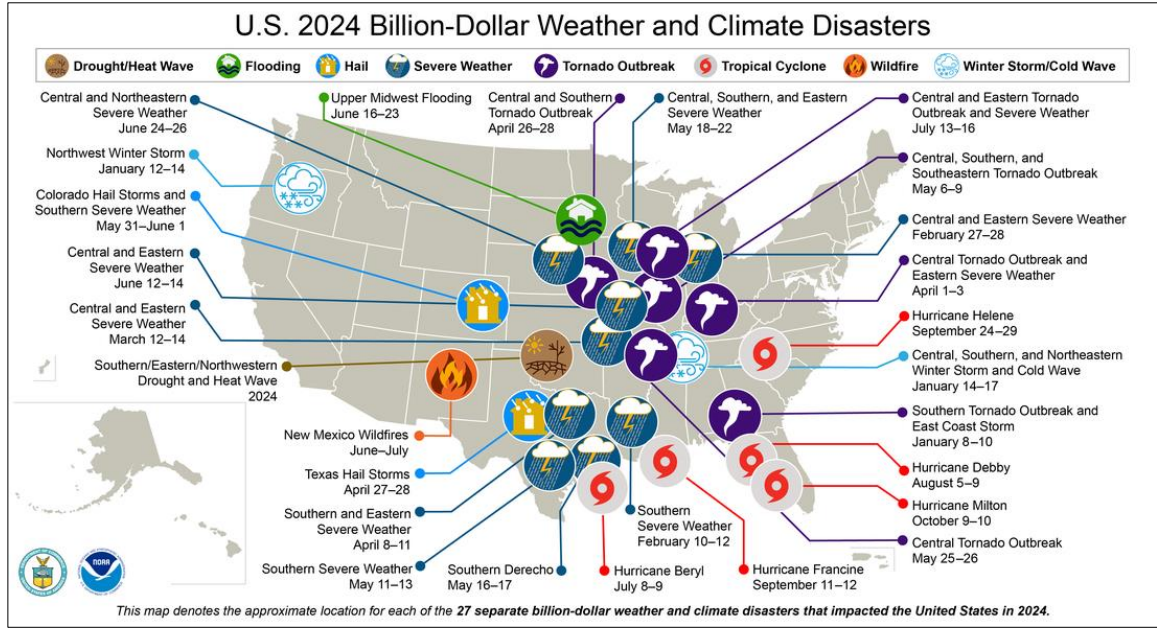
Şekil 27. 2024 Yılı Kuzey Atlantik Kasırga Sezonunda Meydana Gelen Tropikal Fırtına Güzergahları



Şekil 28. 2024 Yılında Kuzey Atlantik Kasırğa Sezonunda Meydana Gelen Adlandırılmış Fırtınalar

2024 yılında ABD, her biri en az 1 milyar dolarlık hasara yol açan 27 ayrı hava ve iklim felaketi yaşamıştır (Şekil 29). Bu felaketler, son 45 yıldaki (1980-2024) milyar dolarlık felaketler arasında sekizinci en yüksek rakam olan **568 doğrudan veya dolaylı can kaybına** neden olmuştur. Maliyet yaklaşık 182,7 milyar ABD Doları olarak açıklanmıştır [23,42].

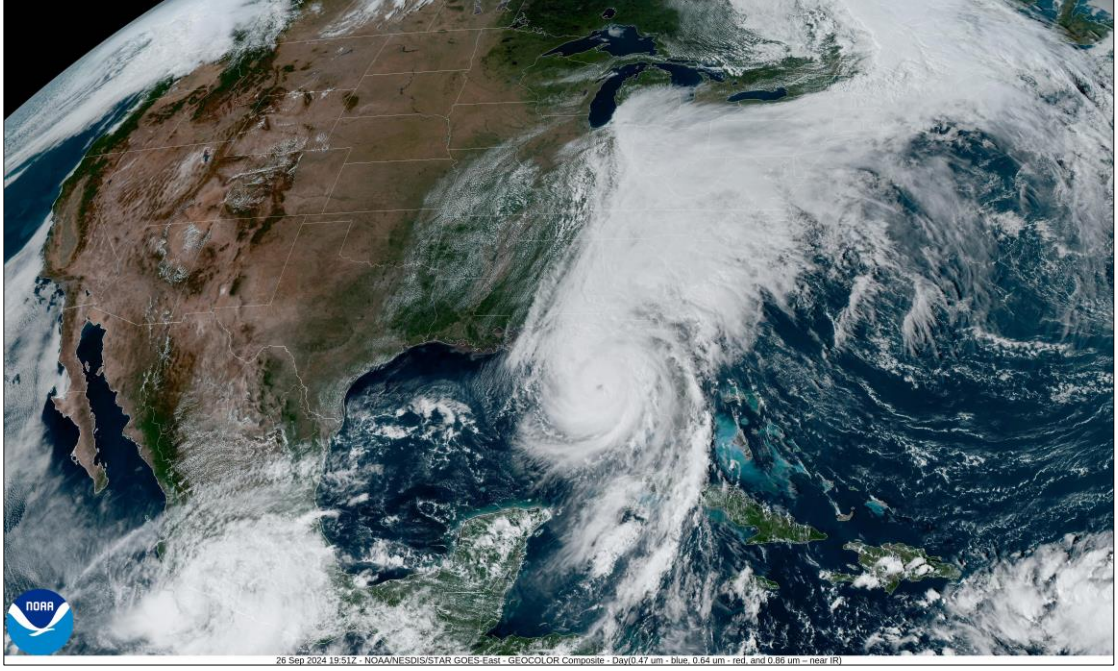
2024'ün milyar dolarlık felaketleri 2 kış fırtınası/soğuk dalgası olayı (Ocak ortasında ABD'nin kuzeybatısı ve orta/güney kesimlerinde), 1 orman yangını olayı (New Mexico'daki South Fork Yangını, birçok evi, aracı, işletmeyi ve diğer altyapıyı yok etti), 1 kuraklık ve sıcak hava dalgası olayı (ABD'nin güney, doğu ve kuzeybatı kesimlerinde etkili), 1 sel olayı (Haziran ortasında birçok eyalette meydana gelen Yukarı Ortabatı Sel Felaketi), 6 hortum (ABD'nin orta ve güneydoğu kesimlerinde), 5 tropikal siklon (Beryl, Debby, Francine, Helene ve Milton - son ikisi 2024'ün ABD'deki en maliyetli felaketleriydi) ve 11 şiddetli hava olayı/dolu (ülkenin birçok yerinde) olmuştur [23,42].



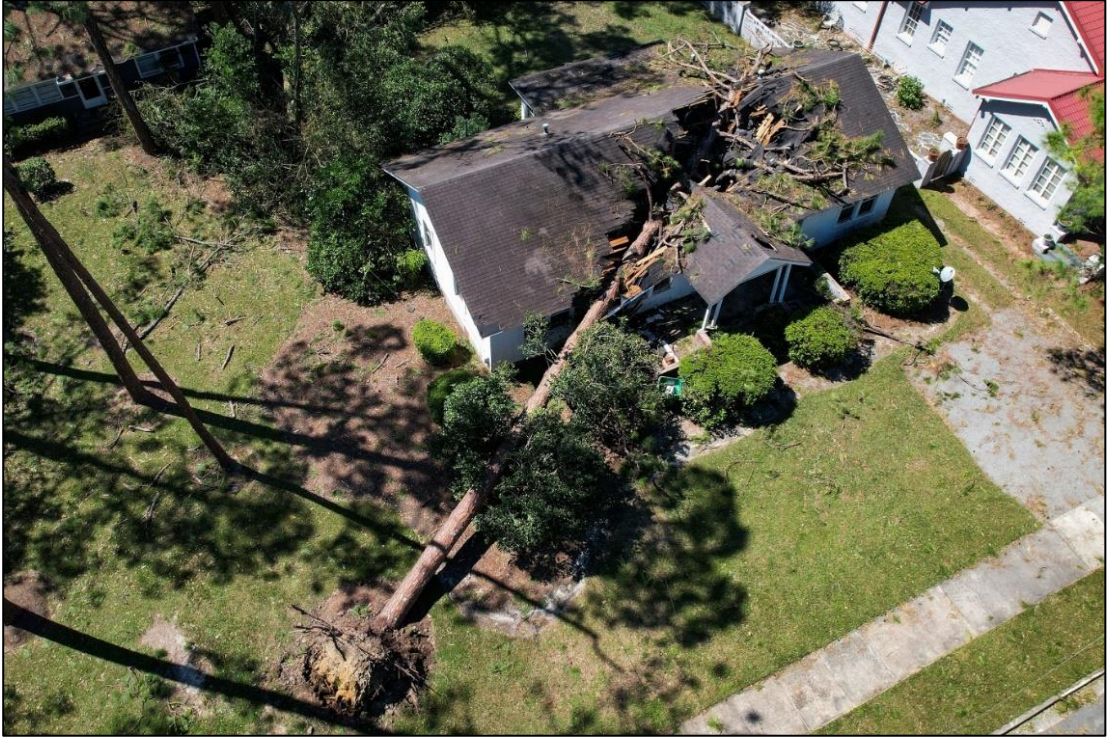
Şekil 29. 2024 Yılında ABD’de Meydana Gelen En Az 1 Milyar Dolarlık Hasara Yol Açan Afetler (NCEI Tarafından Hazırlanan NOAA Haritası)

2024 yılında ABD’de meydana gelen çok sayıda hava ve iklim kaynaklı afet arasında, en fazla hasara yol açan ve toplumu ağır şekilde etkileyen afetler, Temmuz ayındaki Beryl Kasırgası, Atlantik’te kaydedilen en erken 5. Kategori kasırgası olmuştur. Karayip adalarına ve Yucatan’a büyük zararlar veren Beryl, 8 Temmuz’da Matagorda, Teksas’a 1. kategori kasırgası olarak ulaşmıştır. Kasırğa karaya ulaştığında yeniden güçlenirken geniş bir alanda yüksek rüzgar hasarına yol açmıştır. Önemli etkilerden biri, milyonlarca insanı günlerce etkileyen elektrik kesintileri olmuştur. Beryl ayrıca doğu Teksas, batı Louisiana ve güney Arkansas’ta 50’den fazla tornado üretmiştir. 46 can kaybı meydana gelirken toplam ekonomik zarar yaklaşık 7,2 milyar ABD Doları olmuştur [26,27,30].

Helene Kasırgası, 26 Eylül’de Florida Körfez Kıyısı’na 140 mil/saat hızında esen rüzgarlarıyla Kategori-4 fırtınası olarak ulaşmıştır (Şekil 30). Helene, kıyı bölgelerine kuvvetli rüzgarlar, aşırı yağış ve fırtına dalgaları getirmiştir (Şekil 31). Sonraki iki gün boyunca, Kuzey-kuzeydoğu yönünde iç kesimlere doğru ilerleyerek Georgia’nın çoğu, batı Kuzey ve Güney Carolina, doğu Tennessee ve güney Virginia Eyaletlerini de içeren geniş bir bölgeye şiddetli yağış getirmiştir. Bu bölgelerin çoğunda kapsamlı ve benzeri görülmemiş ani seller meydana gelmiştir. 227 can kaybı meydana gelirken Georgia’nın tarım sektöründe milyarlarca dolarlık hasar oluşmuştur. Bölgede yaşayan yaklaşık 2 milyon kişi elektriksiz kalmıştır. Toplam ekonomik zarar yaklaşık 78,7 milyar ABD Doları olarak açıklanmıştır. Helene’nin 2005’teki Katrina’dan bu yana ABD’ni etkileyen en ölümcül kasırga olduğu açıklanmıştır [26,27,32,33,35].



Şekil 30. Florida'ya Yaklaşan Helene Kasırgasının NOAA GOES-16 Uydusu Tarafından Tespit Edilen Bir Görüntüsü (26 Eylül 2024)



Şekil 31. Georgia, Valdosta'da Kasırga Helene'nin Ardından Oluşan Fırtına Hasarını Gösteren Bir Hava Fotoğrafı (28 Eylül 2024)

Milton Kasırgası, 9 Ekim'de Florida, Siesta Key yakınlarında 120 mil/saat hızındaki sürekli rüzgarlarıyla Kategori-3 olarak karaya çıkmıştır (Şekil 32). Kasırga 46 tornado üreten ve 10-15 inç (ve daha fazla) yağış miktarlarıyla sellere neden olmuştur. Milton, Charlotte Limanı da

dahil olmak üzere Florida, Siesta Key ile Florida, Ft. MERS Beach arasında yıkıcı bir fırtına dalgası üretmiştir. Milton, Meksika Körfezi'nde oluştu ve sadece iki gün içinde 5. Kategori kasırgaya dönüşmüştür. Milton kasırgası Helene kasırgasından yaklaşık 2 hafta sonra oluşmuştur. Hem hızla yoğunlaşması hem de acil durum personelinin Helene'den kurtarma çalışmalarına devam ediyor olması hazırlıkları zorlaştırmıştır. Milton Kasırgası güney Florida'da evlere, işyerlerine, araçlara ve diğer altyapılara zarar vermiştir. 32 can kaybı meydana gelirken toplam ekonomik zarar yaklaşık 34,3 milyar ABD Doları olmuştur [26,27,31,34,36,37,38,39,40,41].

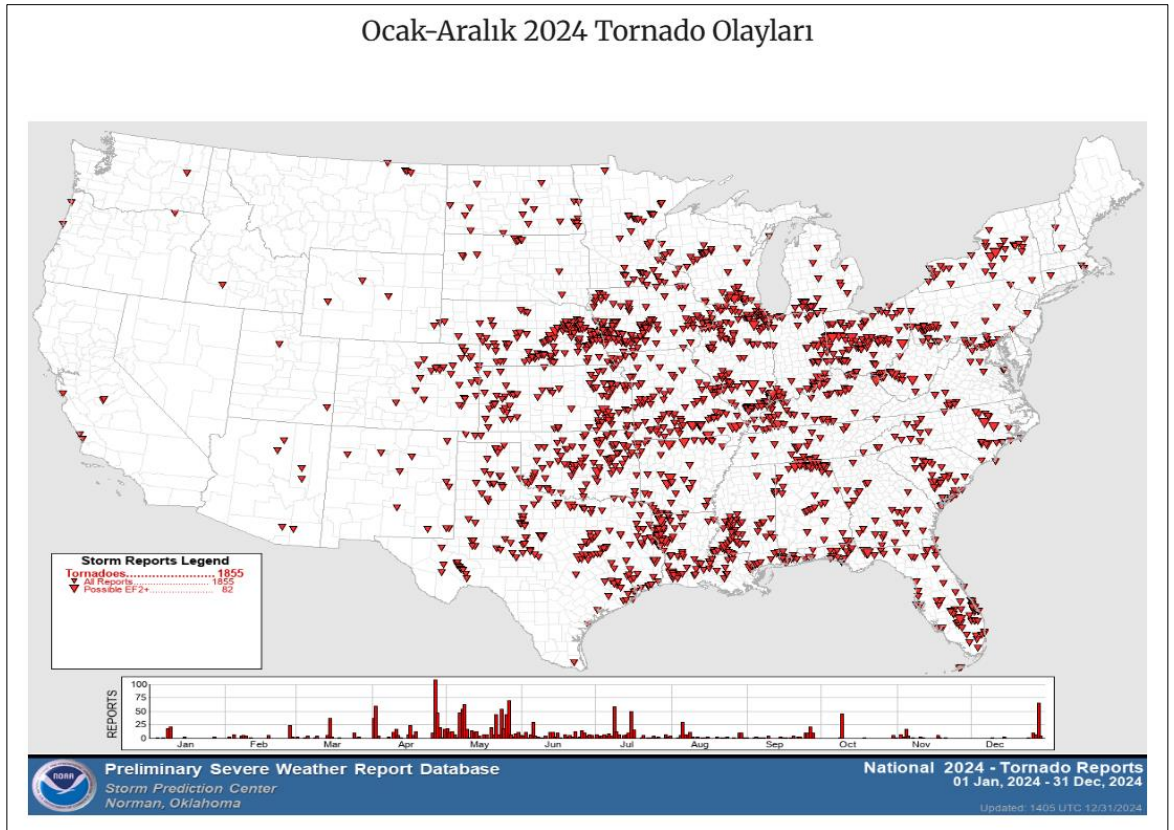


Şekil 32. Milton Kasırgasının Meksika Körfezi Üzerinde Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan Çekilen Bir Görüntüsü (8 Ekim 2024)

Kasırgalara ek olarak, şiddetli gök gürültülü fırtınalar da sadece ABD'de, 41 milyar doları sigortalı olmak üzere 57 milyar ABD Doları kayba neden olmuşlardır. Mart ayında ABD'nin ortabati bölgesinde ve Mayıs ayında Teksas'ı vuran ve çok sayıda hortumla birlikte gelen iki şiddetli gök gürültülü fırtına cephesi, yılın en maliyetli kayıp olayları arasındadır. Bunlar birlikte yaklaşık 13 milyar ABD Doları tutarında kayba neden olmuştur [15].

6-9 Mayıs tarihleri arasında birçok orta, güney ve güneydoğu eyaletlerinde 165'ten fazla tornado üreten bir fırtına dalgası gelişmiştir. En çok etkilenen eyaletler arasında Oklahoma, Kansas, Nebraska, Michigan, Indiana, Ohio, Kentucky, Tennessee, Alabama, Kuzey Karolina, Güney Karolina, Georgia ve Florida bulunmaktadır. Bu çok günlük fırtına, en az 61 EF-0, 79 EF-

1, 13 EF-2, üç EF-3, bir EF-4 hortumu ve düzinelerce EF-U (bilinmeyen/derecelendirilmemiş) tornado üreterek evlere, işyerlerine, araçlara, tarıma ve diğer altyapılarda büyük hasarlara yol açmıştır. Oklahoma'nın Barnsdall ve Bartlesville kasabaları, kapsamlı hasara neden olan bir EF-4 kasırgasından etkilenmiştir. 3 can kaybı meydana gelirken ekonomik zarar yaklaşık 6,6 milyar ABD Doları olmuştur [33]. Şekil 33'de NOAA'nın Fırtına Tahmin Merkezi (SPC) tarafından yayınlanan haritasında 2024 yılında ABD genelinde meydana gelen tornadoların oluşum yerleri görülmektedir [55].



2024 yılı, Kanada için 1980'den beri en yüksek doğal afet kayıplarının yaşandığı bir yıl olmuştur. Sel ve hasar verici dolu yağışlarından aşırı sıcaklıklara ve yıkıcı orman yangınlarına kadar şiddetli hava olayları can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Catastrophe Indices and Quantification Inc. (CatIQ) verilerine göre, 2024 yılı, Kanada tarihinde şiddetli hava olaylarıyla ilgili en maliyetli yıl olmuştur. Sigortalı hasarlar 8,5 milyar ABD Dolarına ulaşmıştır. Toplamda 10 milyar ABD Doları ekonomik kayıp meydana gelmiştir. Kayıplara büyük ölçüde Ağustos ayında Calgary ve çevresini vuran şiddetli bir dolu fırtınası, Ağustos ayında Debby kasırgasının neden olduğu sel ve Temmuz ayında Jasper kasabasının bazı kısımlarını yok eden Jasper Ulusal Parkı'ndaki şiddetli bir orman yangını neden olmuştur. Toplam 2,8 milyar ABD Doları kayıpla

Calgary dolu fırtınası, 1980'den bu yana Kanada'daki beşinci en maliyetli doğal afet olarak kayıtlara geçmiştir [15,26,43,44,45,47,53].

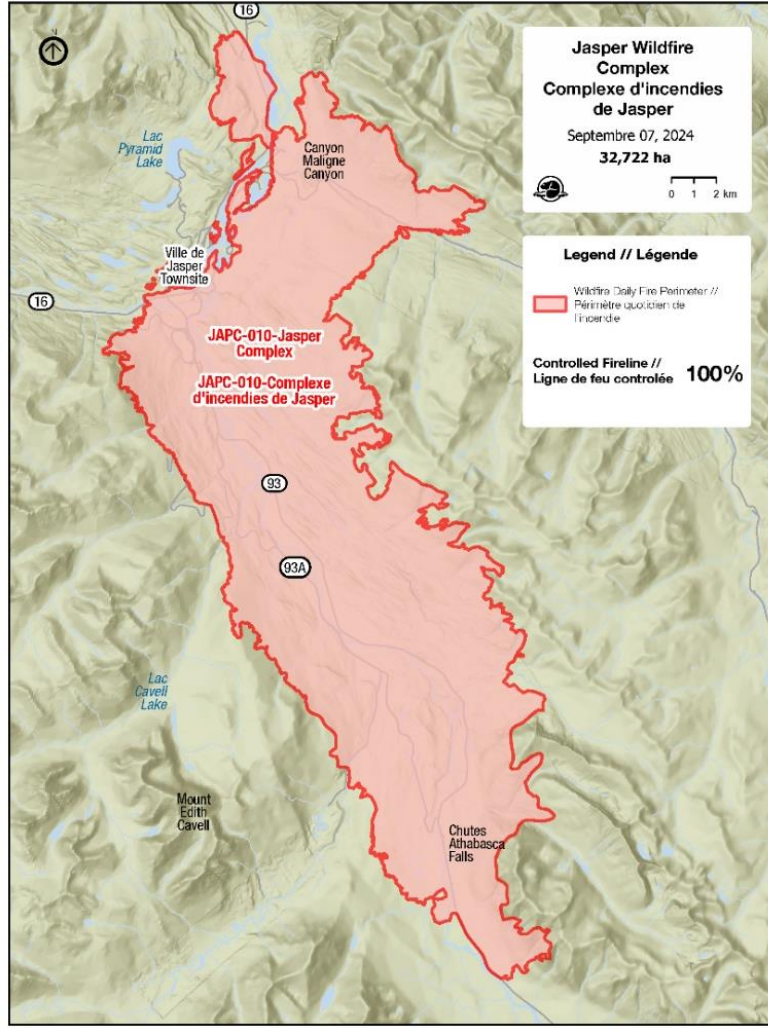
Kanada, yıl boyunca yakın tarihin en yıkıcı orman yangını sezonlarından birini yaşamıştır. Ülkede yıl boyunca çıkan 5,686 orman yangını sonucunda yaklaşık 5,378 milyon hektar ormanlık alan zarar görmüştür. Alberta, Britanya Kolombiyası, Saskatchewan ve Manitoba eyaletleri yangınlardan ciddi bir şekilde etkilenmiştir. Yangınlar Kanada ve ABD'nin bazı bölgelerinde hava kalitesini etkileyen duman üretmiştir. Kanada'da 2024 yılı orman yangını karbon emisyonları şimdiye kadar kaydedilen en yüksek ikinci seviyeye ulaşmıştır [24].

Jasper Milli Parkı'nda Temmuz ayında meydana gelen yüksek sıcaklıklar ve daha önceden gelen olağanüstü kurak koşullarında etkisiyle yangın tehlikesi endeksi aşırı yükselmiştir. 22 Temmuz'da gelişen gök gürültülü fırtınalar ve şimşeklerin etkisiyle peş peşe orman yangınları meydana gelmiştir. Orman yangınları hızla yayılıp Jasper'ın güneyinde ve doğusundaki otoyolların kapatılmasına neden olmuştur. Tüm ulusal park için tahliye emri verilmiştir. Kasabanın 5.000 sakini ve yaklaşık 20.000 ziyaretçisi, geriye kalan tek kaçış yolu olan Highway 16'dan batıya doğru Britanya Kolombiyası'na doğru kaçmak zorunda kalmıştır [43].

23 Temmuz'da, güney yangını, dağ yamaçlarından gelen güçlü rüzgarlarla beslenerek büyümüştür. 24 Temmuz'da sert rüzgarlar güneydeki yangının aniden yoğunlaşmasına ve kasabaya doğru ilerlemesine neden olmuştur. Şiddeti yüksek olan orman yangını kendi fırtınasını yaratmıştır. Saat 18:40'ta yangın Jasper kasabasına doğru ilerlemeye başlamıştır. Hava zehirli dumanla dolarken, alevli moloz parçaları kasabanın her tarafına dağılmıştır [43].

Orman yangını, birçok ev, işyeri, sosyal tesisler ve ikonik binalar dahil olmak üzere kasabanın 1.113 yapısından 358'ini yok etmiştir. Jasper Orman Yangını Kompleksi 7 Eylül'de kontrol altına alındığında, Malta adasından daha geniş bir alanı kaplayan Jasper Ulusal Parkı'nda 32.722 hektarlık orman alanı yok olmuştur (Şekil 34-35) [26,43,49,50,54].

Catastrophe Indices and Quantification Inc (CatIQ)'e göre yangından kaynaklanan sigortalı kayıplar 880 milyon dolara ulaşarak Kanada tarihinin en maliyetli ikinci orman yangını felaketi olmuştur [43,45].



Şekil 34. Jasper Milli Parkında Orman Yangınlarından Etkilenen Alanları Gösteren Bir Harita



Şekil 35. Jasper Ulusal Parkında Orman Yangınları Devam Ederken Çekilmiş Bir Görüntü

Kanada Kayalık Dağları'ndaki en büyük milli park olan Jasper, yangının bölgedeki ormanların yaklaşık %16'sını ve kasabasının %30'unu tüketmesiyle büyük hasar almıştır (Şekil 36) [51,52].



Şekil 36. Jasper Ulusal Parkında Meydana Gelen Orman Yangını Sonrasına Ait Bir Görüntü

Debby Kasırgası başlangıçta kuzeybatı Florida'da karaya çıkmıştır ve daha sonra ABD'nin güneydoğusundan geçerek Güney Carolina'da ikinci kez karaya çıkmıştır. İç kesimlere doğru hareket ettikten sonra, ABD'nin doğu kıyıları boyunca kuzeye doğru hareket ederek sel baskınlarına, hasar verici rüzgarlara neden olan bir post-tropikal düşük basınç sistemine dönüşmüştür. 9 Ağustos'ta sistem Kanada'nın merkezine ulaşmıştır [43].

Doğu Ontario ve güney Quebec'te şiddetli yağışlar meydana gelmiştir. Ottawa'nın hemen batısındaki bölgeler özellikle etkilenmiştir. West Carleton'da yüzlerce konut ve işyeri sular altında kalmıştır. Güney Quebec'te sağanak yağışlar önemli sorunlara yol açmıştır. 24 saatlik bir süre zarfında, yoğun nüfuslu St. Lawrence Nehri Vadisi boyunca ve kuzeyine 100 ila 200 milimetre yağmur düşmüştür. Outaouais bölgesinden Greater Montréal, Laurentians, Lanaudière, Mauricie, Montérégie ve Centre-du-Québec dahil olmak üzere Doğu kasabalarına ciddi etkiler meydana gelmiştir [43].

9 Ağustos'ta Montréal Uluslararası Havaalanı'nda meydana gelen 154 milimetrelik yağışla günlük yağış rekoru kırılmıştır. Sürücüler şehrin bazı bölgelerinde sular altında kalan yollarda mahsur kalmıştır. Bazıları tekneyle kurtarılmak zorunda kalmıştır. Günün en büyük yağış birikimi, Montréal'in yaklaşık bir saat kuzeydoğusundaki Lanoraie belediyesinde 221 milimetre ile kaydedilmiştir. Güney Quebec'te 1000'den fazla ev sular altında kalmıştır. Şiddetli yağışlar yamaçların çökmesine ve kaymasına neden olmuş, ani seller 170 yola zarar vermiştir. Fırtına sistemi, 95 km/s'ye kadar çıkan rüzgarlar ile bölgede hasara yol açmıştır. Yaklaşık 550.000 kişi elektrik kesintilerinden etkilenmiştir [43].

9-10 Ağustos'ta güney Quebec'te meydana gelen seller, Catastrophe Indices and Quantification Inc.'e (CatIQ) göre, sigortalı hasarların tahmini 2,5 milyar dolara ulaşmasıyla eyaletin en maliyetli hava felaketi olmuştur [43,45].

2024 yılındaki en yıkıcı hava olayı, Alberta'nın Calgary kentinde Ağustos ayında meydana gelen ve sadece 1 saat içinde 3 milyar ABD Dolarlık sigortalı kayba yol açan dolu fırtınasıdır. Ayrıca sel olayları ve su baskınları ülkenin hemen hemen her bölgesinde önemli hasarlara yol açmıştır.

Kanada'nın batı kesimleri Ocak ayında aşırı soğuklara maruz kalmıştır. Kanada'nın en batısında yer alan üç eyaletin bazı kısımlarında sıcaklıklar -40 C°'lere kadar düşmüştür. 11-15 Ocak arasında Britanya Kolombiyası'nda 60'tan fazla günlük minimum sıcaklık rekoru kırılmıştır. Alberta'da, 10-17 Ocak arasında kırılan tüm zamanların en soğuk sekiz gün rekoru da dahil olmak üzere yaklaşık 125 günlük minimum sıcaklık rekoru görülmüştür. Saskatchewan'da yaklaşık 25 günlük minimum rekor ile tüm zamanların soğuk rekoru kırılmıştır [43].

Britanya Kolombiyası'nın en düşük sıcaklığı, günlük -48,4 °C 'lik yeni bir rekorun kırıldığı Cariboo bölgesinde bulunan Puntzi Dağı'nda meydana gelmiştir. Kuzey Alberta'daki birkaç meteoroloji istasyonunda -48 °C'ye ulaşan hava sıcaklıkları ölçülmüştür. Sıcaklıklar Saskatchewan'ın Leader Havaalanı'nda -46 °C'ye düşmüştür. Soğukun önemli ve yaygın etkileri olmuştur. Soğuk hava dalgası boyunca Batı Kanada'da 500'den fazla uçuş iptal edilmiştir. Havaalanı ekipmanları aşırı soğuklardan etkilenirken havayolu operatörleri tehlikeli soğukta yer ekiplerinin dışarıda çalışabileceği zamanı sınırlandırmıştır [43].

Batı Kanada'daki birçok kayak merkezi, aşırı soğuk havanın hipotermi ve donma riskini artırması nedeniyle kapanmıştır. Calgary bölgesinde, birkaç okul 12 Ocak'ta dersleri ve otobüs

seferlerini iptal etmiştir. Evlere gaz sağlayan sistemler arızalandığı için Yerel Acil Durum ilan edilmiştir [43].

Soğuk, Britanya Kolombiyası'nın Okanagan Vadisi'ndeki meyve ağaçlarını ve üzüm bağlarını etkilemiştir. Batı Kanada'da önemli bir meyvecilik alanı olan Okanagan Vadisi, Kelowna'da, 13 Ocak sabahı sıcaklıklar -30°C 'ye düşerken, Penticton'da tüm zamanların en düşük seviyesi olan $-27,6^{\circ}\text{C}$ 'ye düşmüştür. Sıcak bir kış başlangıcının ardından, şeftali, kayısı ve erik de dahil olmak üzere yıl boyunca çekirdekli meyvelerde yıkıcı kayıplara neden olmuştur. Meyve endüstrileri yüz milyonlarca dolarlık gelir kaybına uğramıştır [43].

Patlayan borular ve bozulan ısıtıcılar, Batı Kanada'daki binalarda ve hastanelerde büyük hasara yol açmıştır. Dondurucu soğuklar, Batı Kanada elektrik şebekesinde muazzam bir zorlanmaya neden olmuştur. 11 Ocak akşamı, Alberta elektrik talebi için tüm zamanların eyalet rekorunu kırmıştır. 13 Ocak'ta Alberta'da bir acil durum uyarısı yayınlanmış ve sakinlere, elektrik tüketimlerini azaltmaları çağrısında bulunulmuştur. Soğuk ayrıca Batı Kanada'daki evsiz nüfus üzerinde de önemli bir etkiye sahip olmuştur. Britanya Kolombiyası'nda, Ocak ayının ilk iki haftasında soğuğa bağlı 36 can kaybı olduğu açıklanmıştır [43].

Catastrophe Indices and Quantification Inc. (CatIQ)'e göre, çok günlük aşırı soğuk olayı, esas olarak donmuş ve patlamış boruların neden olduğu su hasarından dolayı Britanya Kolombiyası, Alberta ve Saskatchewan'da yaklaşık 180 milyon dolarlık sigortalı kayba neden olmuştur. Taleplerin %70'i kişisel mülk hasarıyla ilgili olsa da, olayın etkileri yaygın altyapı zorluklarından ve tarımsal kayıplardan acil durum ve sağlık hizmetleri üzerindeki önemli zorlanmaya kadar birçok sektörü etkilemiştir [43,44,48].

Calgary'de Ağustos ayında meydana gelen dolu fırtınası yaklaşık 2,8 milyar dolarlık sigortalı hasara yol açmıştır. 2024 Calgary dolu fırtınası, Kanada tarihinin en maliyetli ikinci sigortalı olayıdır [45].

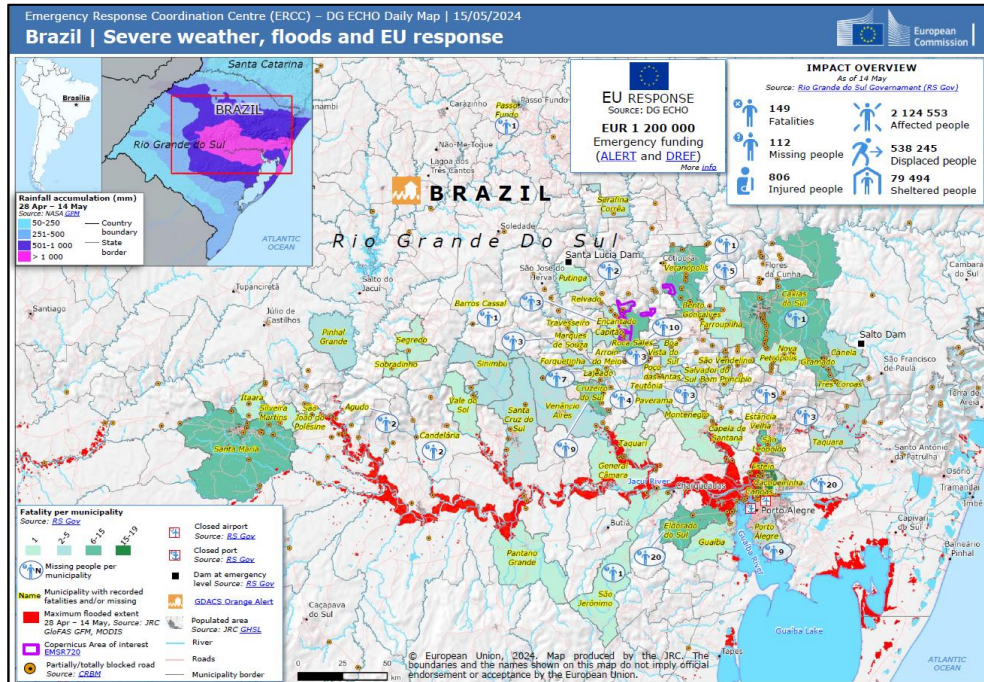
5 Ağustos 2024'te, güney Alberta'da şiddetli gök gürültülü fırtınalar oluşmuştur ve doğuya doğru hareket ederek Calgary'nin bazı bölgelerinde hasara yol açan dolu, kuvvetli rüzgarlar, yoğun yağmur ve yerel su baskınlarına neden olmuştur. Büyük çaplı dolu taşları evlere ve araçlara zarar büyük zararlar vermiştir. Calgary'de toplamda 36 000 konut ve işyeri doludan etkilenmiştir. 5 Ağustos'taki dolu fırtınasının yol açtığı 3 milyar dolarlık hasarın büyük kısmı dış cephe kaplamalarında, çatılarda ve araçlarda meydana gelen hasarlardan kaynaklanmıştır (Şekil 37) [46,48].



Şekil 37. Kanada-Calgary’de Dolu Yağışı Sonrası Oluşan Hasara Ait Bir Fotoğraf

- **Güney Amerika**

Nisan ayı sonu ve Mayıs ayı başlarında Brezilya'nın güneyinde meydana gelen şiddetli yağışlar seller ve su baskınlarına yol açmıştır. Kıyı açıklarında yavaş hareket eden bir alçak basınç sistemi, kara üzerinde kalıcı bir nemli doğu akışına ve uzun süreli şiddetli yağışlara neden olmuştur. Brezilya'nın en güneydeki eyaleti Rio Grande do Sul'da 24 Nisan-4 Mayıs 2024 tarihleri arasında 420 mm'den fazla yağışlar kaydedilmiştir. Santa Maria 1 Mayıs'ta 213,6 mm ve üç gün boyunca 470,7 mm yağış alırken, Soledade 1-5 Mayıs arasındaki beş gün boyunca 498 mm yağış almıştır. Rio Grande do Sul eyaletinin %90'ından fazlası şiddetli yağışlar ve sel olaylarından etkilenmiştir (Şekil 38) [15,26,56,60].



Şekil 38. Brezilya'nın Rio Grande Eyaletinde Sellerden Etkilenen Alanlar ve Hasar Durumu

341 şehir ve kasaba sular altında kalmıştır. Seller önemli can kayıplarına ve yıkımlara yol açarken, yaklaşık 600 000 kişi yaşam alanlarını terk etmek zorunda kalmıştır. Yollar, köprüler ve diğer altyapı tesisleri sular altında kalırken 2 milyondan fazla kişi sellerden ve su baskınlarından etkilenmiştir (Şekil 39-40). 179 kişinin hayatını kaybettiği açıklanmıştır [12,13,15,17,56,58,59,61,62,63,64,12,65].



Şekil 39. Rio Grande Do Sul, Porto Alegre'de Meydana Gelen Su Baskını (5 Mayıs 2024)

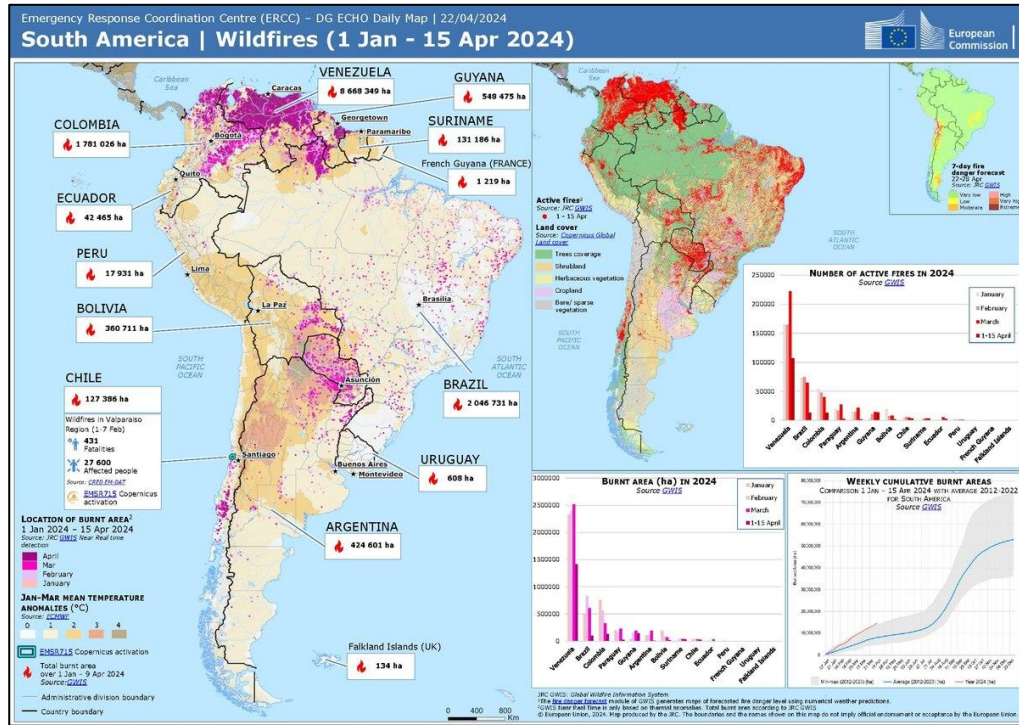


Şekil 40. Brezilya'nın Rio Grande Do Sul Eyaletindeki Porto Alegre'de İnsanların Tahliye Edilmesinin Ardından Sular Altında Kalan Şehir Merkezini Gösteren Bir Drone Görüntüsü (5 Mayıs 2024)

Guaíba nehrinin taşmasıyla Porto Alegre havaalanındaki uçuş hizmetleri etkilenmiştir. Binalar ve pistler sular altında kalırken havaalanı birkaç gün boyunca kapalı kalmıştır. Yerel

ulaşım ağları, sağlık hizmetleri sel ve heyelanlar nedeniyle aksamıştır. Sel ve su baskınları bölge genelindeki tedarik zincirlerini aksatmıştır. Fabrikalarda üretim yavaşlamaları veya hizmetlerin durduğu bildirilmiştir. Yaklaşık 435 000 kişi elektrik hizmetlerinden yararlanamamıştır. Tarım alanları, hayvancılık tesisleri ve depolama tesisleri sular altında kaldığı için tarım sektörü de büyük darbe almıştır [12,13,15,17,56,58,59,61,62,63,64,65].

2024 yılında Güney Amerika kıtasında birçok ölkede orman yangınları meydana gelmiştir (şekil 41). Venezüella, Brezilya, Kolombiya, Guyana, Arjantin, Bolivya ve şili büyük çaplı ve geniş alanları etkileyen orman yangınlarına maruz kalmışlardır. Kırsal yangın kaynaklı en fazla can kaybının yaşandığı ölkeler şili olmuştur [14,66].



şekil 41. Güney Amerika Kıtasında Orman Yangınlarından Etkilenen Ölkeleri ve Alanları Gösteren Bir Harita (1 Ocak-15 Nisan 2024)

Güney Amerika'da kaydedilen en yıkıcı yangınlardan bazıları Ocak ve şubat aylarının sonlarında şili'de meydana gelmiştir. Uzun süreli kuraklığın ardından düşük nem, yüksek sıcaklıklar ve kuvvetli rüzgarlar şiddetli yangınlara yol açmıştır. şili'de 29 Ocak'tan sonra ülkenin altı bölgesine yayılan bir sıcak hava dalgası uzun süreli kurak koşulların da etkisiyle, ülkenin orta kesimlerinde orman yangınlarının çıkmasını ve yayılmasını sağlayabilecek elverişli koşullar yaratmıştır. Sıcaklıklar Santiago'da 30 Ocak'tan 3 şubat'a kadar art arda beş gün 35 °C'nin üzerinde seyretmiş, 31 Ocak'ta 37,3 °C ile kayıtlara geçen üçüncü en yüksek Ocak ayı sıcaklığı yaşanmıştır.

En yıkıcı yangın 2 Şubat'ta Viña del Mar'ın güneyinde çıkmış ve hızla kuzeye, kentsel alana doğru ilerleyerek 6.500'den fazla evi tahrip etmiştir. Valparaíso bölgesinde, özellikle 3000.000 kişinin yaşadığı kıyı şeridindeki Vina del Mar şehri önemli hasar görmüştür (Şekil 42). Şili Cumhuriyeti Devlet Başkanı, 2 Şubat gecesi Valparaíso ve Marga Marga (Valparaíso bölgesi) eyaletlerinde orman yangınlarının yerleşim yerlerine yaklaşması üzerine Olağanüstü Hal ilan etmiştir. Yangınlar sonucu 134 can kaybı olduğu açıklanmıştır. Bu rakam Güney Amerika'da bir orman yangını nedeniyle bilinen en yüksek rakam olmuştur.



Şekil 42. Şili'nin Viña Del Mar Tepelerinde Çıkan Orman Yangını Sonucu Zarar Gören Yerleşim Yerlerine Ait Bir Görüntü (3 Şubat 2024)



Şekil 43. Quilpue, Viña Del Mar, Şili'de Yanan Araçlara Ait Bir Görüntü

1 Ocak -15 Nisan tarihleri arasında Şili’de meydana gelen orman yangınlarında toplam can kaybı 431 olmuştur. 127 386 hektarlık ormanlık alan zarar görürken büyük miktarda mülkiyet kayıpları da yaşanmıştır (Şekil 43). Uzun süreli kuraklık yaşayan Şili’nin orta ve güney bölgeleri de yangınlardan etkilenmiştir [14,26,56,57,66,67,68,69,70].

Şiddetli kuraklık, Güney Amerika'nın birçok bölgesini, özellikle de ardışık iki yıl ortalamanın çok altında yağış alan Amazon havzasını etkilemiştir. Manaus kentindeki Rio Negro nehir seviyesi, 9-12 Ekim tarihleri arasında en düşük seviye olan 12,11 m olarak ölçülmüştür. Paraguay-Asuncion'da Paraguay Nehrinin de Eylül ayında rekor düşük seviyelere ulaşması nedeniyle nehir taşımacılığında önemli aksamalar olmuştur. Brezilya'nın Pantanal bölgesinde son 70 yılın en önemli kuraklığı yaşanmıştır. Kuraklığında etkisiyle Pantanal ve Bolivya'nın bazı bölgelerinde orman yangınları meydana gelmiştir. Brezilya'nın Amazon bölgesinde 192.700 orman yangını rapor edilmiştir. Bu rakam 2010 yılından bu yana görülen en yüksek rakam olmuştur. Bolivya 90.026 yangın ile kendi rekorunu kırarken Venezuela'daki yangınlar da ortalamanın oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Ocak ve Şubat aylarında Arjantin'de, yılın ikinci yarısında ise Brezilya'nın çeşitli bölgelerinde yıl boyunca çok sayıda sıcak hava dalgası yaşanmıştır [26].

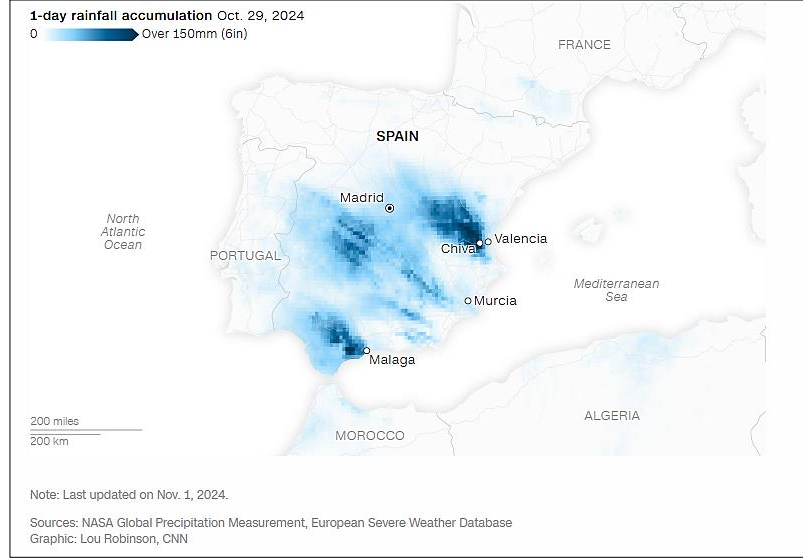
- **Avrupa**

2024 yılında Avrupa kıtasında meydana gelen doğal afetler 31 milyar ABD Doları değerinde varlığı yok etmiştir. En ciddi felaket, İspanya'nın Valencia eyalet başkenti yakınlarında meydana gelen sel olmuştur. Valencia bölgesi, bir günde yıllık yağış normalinden daha fazla miktarda yağış almıştır. Bölgeye, 24 saatte 600 mm'den daha fazla yağış düşmüştür. Bazı ölçüm istasyonları sadece bir saatte 180 mm'ye kadar yağış kaydetmiştir. Ani seller birçok eve hasar verirken sokaklarda araçlar ve moloz yığınları sürüklenmiştir. Bu olay İspanya'da son 50 yılda meydana gelen en ölümcül (230 can kaybı) doğal afeti olmuştur. Toplam hasar 4,2 milyar ABD Doları sigortalı olmak üzere toplamda en az 11 milyar ABD Doları olarak açıklanmıştır [15].

Haziran ayında Almanya ve çevresindeki ülkelerde, Eylül ayında ise Avrupa'nın orta ve doğu bölgelerinde meydana gelen sellerin oluşturduğu toplam zarar, 9 milyar ABD Dolarını aşmıştır[15].

Ekim 2024'ün sonlarında İspanya'nın, Valencia, Murcia ve Castilla-La Mancha'nın doğu bölgeleri felaket niteliğinde bir sel afeti yaşamıştır. 29 Ekim 2024'te eyaletin bazı bölgeleri 300 milimetreden fazla yağış almıştır (Şekil 44). Chiva kasabasında 8 saatte yaklaşık 500 milimetre

yağmur düşmüştür. Bu miktarın, bir yıllık yağışa eşdeğer olduğu açıklanmıştır. Kısa sürede düşen yüksek yağış miktarı, çok sayıda nehrin taşmasına neden olmuştur. Valencia'daki Turia, Júcar ve Magro nehirleri ile Poyo vadisi (Rambla del Poyo) ve Endülüs'teki Guadalhorce nehirlerinde taşkın olayları yaşanmıştır [14,26,71,72,73,74,75,78].



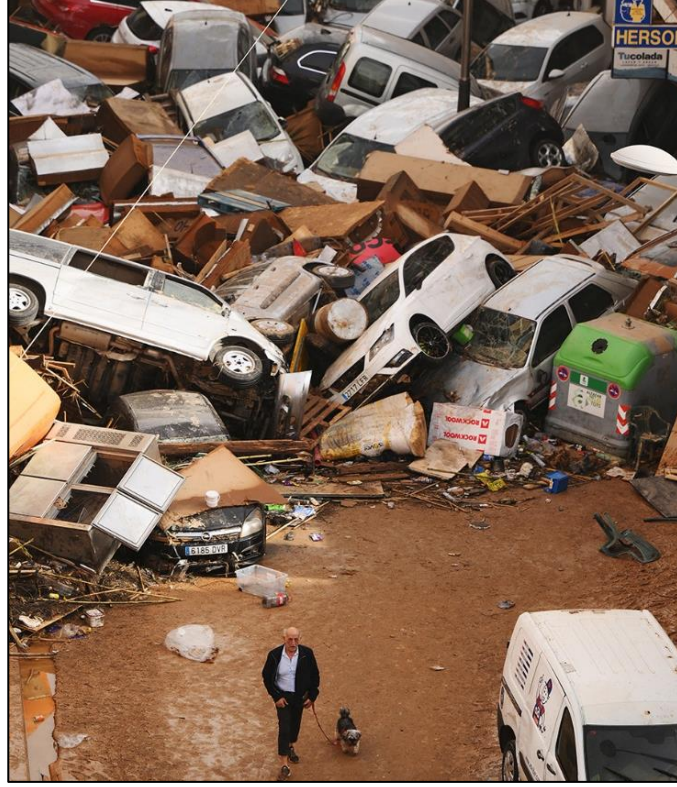
Şekil 44. İspanya’da 29 Ekim 2024 Tarihinde Sağanak Yağışın ve Sellerin Etkili Olduğu Bölgeler

Şekil 45’de ABD’nin Landsat-8’ uydusundan gelen görüntüde, 30 Ekim 2024 tarihinde kıyı kenti Valencia’nın içinde ve çevresindeki arazilerde su baskınlarına uğrayan alanlar görülmektedir [71].



Şekil 45. İspanya’nın Valencia Kentinde Yaygın Su Baskınlarından Etkilenen Alanlar (30.10.2024)

Şiddetli ve yoğun yağış, sokakları nehirlerle çeviren, evleri yıkan ve araçları sürükleyen büyük zarar veren ani sellere neden olmuştur. Sel, tüm kasabaları sular altında bırakarak, altyapıyı tahrip etmiştir. Nüfusun yoğun olduğu bölgeler ciddi şekilde etkilenirken binlerce sakin, yaşam ortamlarını terk etmek zorunda kalmıştır. Fırtınalar, Magro, Turia ve Poyo nehir havzalarında yoğunlaşarak evleri-köprüleri yıkan araçları sürükleyen çamurlu selleri oluşturmuştur. Caddeler ve sokaklarda moloz yığınları meydana gelmiştir (Şekil 46-47).



Şekil 46. Valencia kentinde meydana gelen sel sonrası sürüklenen araçlara ait bir görüntü



Şekil 47. Valencia Kentinde Meydana Gelen Sel Sonrası Sürüklenen Araçlara Ait Bir Görüntü

Toplam 78 belediye sel afetinden etkilenmiştir. Paiporta ve Utiel gibi kasabalar felaket boyutunda hasar görmüştür. Sel ve su baskınları, Endülüs'teki Málaga ve Cadiz eyaletlerini ve Castilla-La Mancha'daki Albacete ve Cuenca eyaletlerini de etkilemiştir [78].

Sel baskınları evlere, işyerlerine, altyapıya ve tarıma zarar vermiştir Otoyollar ve demiryolları hatları da dahil olmak üzere önemli ulaşım yolları ciddi şekilde hasar görmüştür. Bölgedeki bazı yol ve köprüler geçilemez hale gelmiştir veya tamamen yıkılmıştır (Şekil 48). Valencia'da on binlerce kişi elektriksiz kalmıştır ve ulaşım aksamıştır. İnsanlar evlerini terk etmek ve acil durum barınaklarına sığınmak zorunda kalmışlardır [75,76,77].



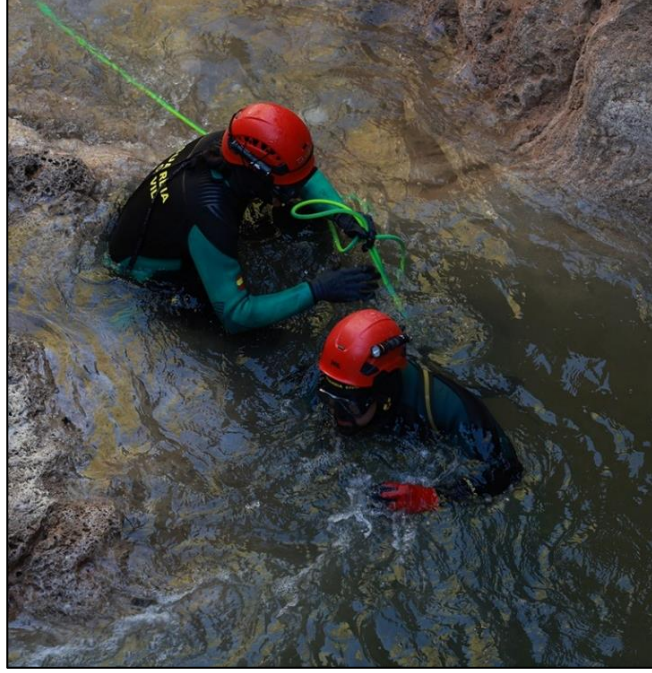
Şekil 48. Valencia Kentinde Sellerden Zarar Gören Bir Köprüye Ait Bir Görüntü (31.10.2024)

Valencia'da sel sularının yükselmesi sonucu otoyolun farklı noktalarında yaklaşık binlerce insan ve yaklaşık 5.000 araç ulaşımına kapanan alanlarda mahsur kalmıştır. Valencia bölgesinde tren seferleri durmuştur. Etkilenen bölgelerde kamu hizmetleri askıya alınmıştır [75].

İspanyol hükümeti, kurtarma ve iyileştirme çabalarına yardımcı olmak için ulusal kaynakları harekete geçirerek olağanüstü hal ilan etmiştir. Avrupa Birliği, İspanya'nın talebi üzerine Fransa ve Portekiz'den acil yardım gönderilmesini sağlamıştır [71,72,73,74,75].

İzole bölgelerde kurtarma çalışmaları için helikopterler kullanılmıştır. Binlerce kişi sular altındaki evlerden ve araçlardan çıkarılmıştır. Evler, yollar, sanayi siteleri ve kırsal kesimde sular altında kalan 30 binden fazla insan kurtarılmıştır. Bazı bölgelere, yollar çamur ve molozla

kapandıktan sonra ancak helikopterlerle ulaşılabilmiştir. Kurtarma çalışmalarına katılmak için askeri birlikler görevlendirilmiştir (Şekil 49).



Şekil 49. Valencia Kentinde Sel Sonrası Kurtarma Çalışmalarına Ait Bir Görüntü

Madrid ile Valencia arasında rayların araçlar ve çöplerle dolması, hasar görmesi veya tamamen tahrip olması nedeniyle tren seferleri durduruldu (Şekil 50) [78,79].



Şekil 50. Valencia Kentinde Sel Sonrası Hasar Gören Demir Yollarına Ait Bir Görüntü

Sel felaketinin ardından itfaiye, polis, sivil muhafız, sivil savunma ve ordudan oluşan ekipler, temel altyapı ve hizmetleri yeniden sağlamak, yolları temizlemek, binlerce aracı ve molozu kaldırmak, su ve çamuru pompalamak ve hasarlı binaları incelemek amacıyla etkilenen bölgelere konuşlandırılmıştır. Ayrıca ülke içinden binlerce gönüllü kurtarma çalışmalarına katılmak üzere afet bölgelerine gelmiştir [78].

Evlere, işyerlerine, tarım sektörüne ve altyapıya verilen zararların yaklaşık 10 milyar Euro olduğu açıklanmıştır. İspanya Sigorta Tazminat Konsorsiyumu (CCS), sel hasarı için 69.487 ev ve 128.940 araç talebi olmak üzere 215.938 sigorta talebi olduğunu açıklamıştır. Bu taleplerin 200.000'den fazlası Valencia eyaletinde gerçekleşmiştir. İspanya Ulaştırma Bakanlığı, 232 km hasarlı yol ve demir yolu hattının onarıldığını açıklamıştır [78].

Kasım ayı başında da Endülüs'ün Malaga şehrinde meydana gelen şiddetli yağışlar su baskınlarına yol açmıştır. Malaga Şehri ve çevre alanlar etkilenmiştir. Caddeler ve sokaklar sular altında kalırken ulaşım ağlarında aksamalar meydana gelmiştir. Ulusal hava durumu Ajansı kırmızı alarm yayınlanmıştır. Binlerce bölge sakini tedbir amaçlı tahliye edilmiştir [71].

İspanya'nın yaşadığı bu afet, İspanya tarihinin en ölümcül doğal afetlerinden biri olmuştur. Resmi can kaybı sayısı 222'si Valencia'da olmak üzere toplamda 230 kişi olarak açıklanmıştır. Castilla-La Mancha'da yedi ölüm ve Endülüs'te de bir can kaybı meydana gelmiştir. İspanyol hükümeti üç günlük ulusal yas ilan etmiştir [26,78].



Şekil 51. Bavyera'da Meydana Gelen Sel Olayına Ait Bir Görüntü

Fırtına Orinoco, 31 Mayıs'ta Güney Almanya Eyaletleri Bavyera ve Baden Württemberg'e aşırı yağış getirmiştir. Zeisertweiler, Kisslegg ve Bad Wörishofen'de şiddetli yağışlar kaydedilmiştir. Baraj yıkılmaları ve nehir taşkınları meydana gelmiştir. Seller konutlara, altyapıya, tarım arazilerine ve işletmelere zarar vermiştir (Şekil 51-52-53). 4 kişi hayatını kabetmiş, binlerce kişi bölgeden tahliye edilmiştir. Münih ve Stuttgart arasındaki tren seferleri etkilenmiştir. Tren geçiş güzergahında meydana gelen heyelanın ardından bir yolcu treni raydan çıkmıştır. Sel, Baden-Württemberg'de 95 000 hektarlık tarım arazisine zarar vermiştir. Birçok bölgede olağanüstü hal ilan edilmiştir. Bölgedeki hidroelektrik santrallerinin üretimi sel nedeniyle sekteye uğramıştır. Alman Sigorta Birliği sigortalı kayıpların yaklaşık 2 milyar Euro olduğunu açıklamıştır [80,81,82,83,84].

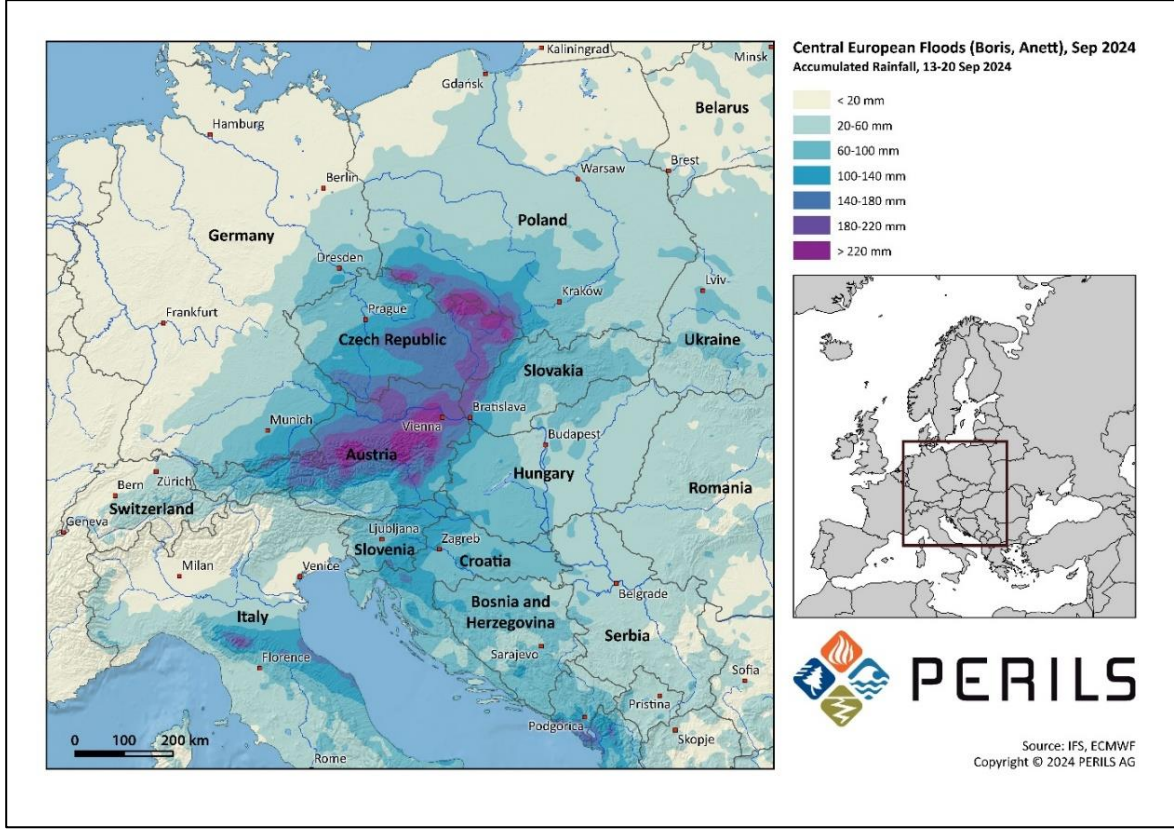


Şekil 52. Baar-Ebenhausen, Bavyera'da Sel Sonrası Kurtarma Çalışmalarına Ait Bir Görüntü



Şekil 53. Bavyera'nın Passau Kentinde Tuna Nehrinin Taşması Sonrası Oluşan Bir Görüntü

Eylül ayının ortalarında Polonya, Çekya, Avusturya, Romanya, Macaristan, Almanya ve Slovakya'yı da kapsayan Orta Avrupa'nın çok geniş bir bölgesi, dört günlük süre içinde yerel ve ulusal yağış rekorları kıran çok şiddetli yağışlar yaşamıştır (Şekil 54) [26,85].



Şekil 54. Boris Fırtınası Esnasında Şiddetli Yağış Alan Bölgeler

Şiddetli yağış Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Romanya ve Polonya'nın güneyinde sellere yol açmıştır. Yağışın şiddeti çok yüksek olduğundan birçok ülkeye yayılan sel olayının boyutu da geniş çaplı olmuştur. İtalya, Slovenya ve Hırvatistan'ın bazı bölgeleri de fırtınadan etkilenmiştir. Fırtınadan sonraki günlerde Tuna Nehri boyunca yükselen su seviyeleri Slovakya ve Macaristan'da sellere neden olmuştur. Eylül ayının sonuna kadar seller ve su baskınları işyerleri, konutlar ve altyapı tesislerinde yaygın hasara yol açarken 27 can kaybı meydana gelmiştir (Şekil 55-56).

Aşırı yağışın neden olduğu selden yaklaşık iki milyon kişi doğrudan etkilenmiştir. Kentsel alanlardaki en şiddetli etkiler, Polonya-Çek Cumhuriyeti sınır bölgesinde ve Avusturya'da olmuştur. Aşırı yağış ve sellerden etkilenen ülkelerde elektrik kesintileri yaşanmıştır. Okullar ve fabrikaların yanı sıra hastanelerde de hizmetler aksamıştır [26,85,86,87,88,89,90,91,92].



Şekil 55. Polonya'nın Aşağı Silezya Voyvodalığı'nda Selden Etkilenen Bölgelere Ait Bir Görüntü (Eylül 2024)

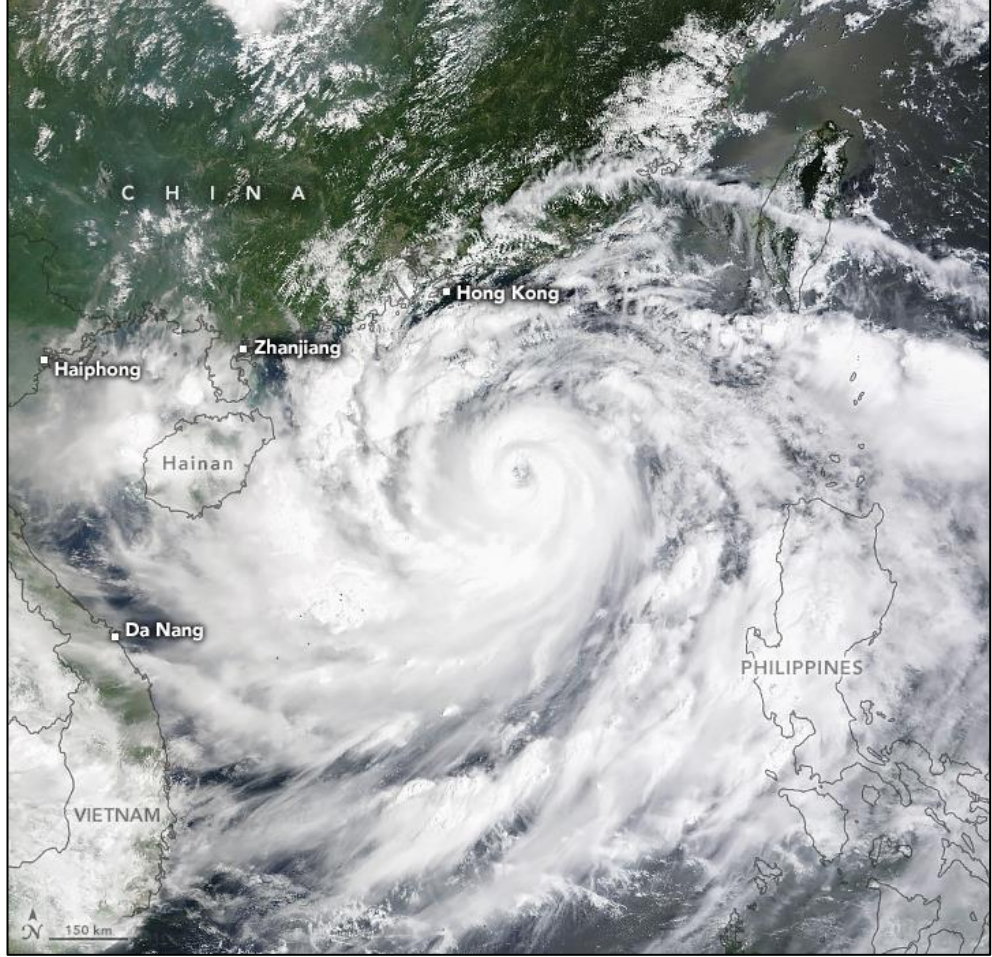


Şekil 56. Polonya'nın Klodzko Kentinde Sel Sonrasına Ait Bir Görüntü (15 Eylül 2024)

- **Asya**

Tropikal siklonlar 2024 yılı boyunca Asya kıtasında büyük ölçekli yıkımlara yol açmıştır. Asya kıtası için yılın en önemli afet olayı, Eylül ayı başında meydana gelen Yagi Tayfunu'dur. Süper Tayfun Yagi 2024 yılında Batı Kuzey Pasifik'te adlandırılmış on birinci tropikal siklon

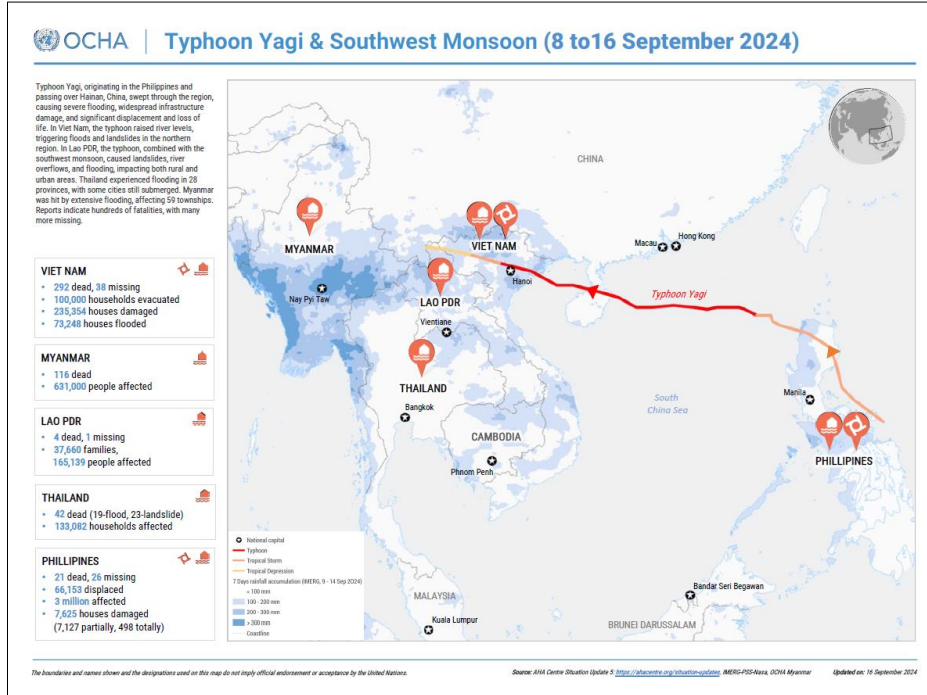
olmuştur. Yagi, zirve noktasında maksimum rüzgar hızı 240 km/s'e ulaşan bir Kategori 4 tayfunu olarak etkisini göstermiştir. Yagi tayfunu Vietnam'ı vuran kayıtlardaki en güçlü tayfun olmasının yanısıra, Çin'de karaya çıkan ikinci en güçlü tayfundur (Şekil 57) [14,26,94,100].



Şekil 57. Yagi Tayfunu'nun NASA'nın TERRA Uyduyu Tarafından Tespit Edilen Bir Görüntüsü (5 Eylül 2024)

Yagi Tayfunu Eylül ayı başında Güneydoğu Asya'daki birçok ülkeyi vurarak çok büyük zararlar vermiştir. Tayfun Çin, Filipinler, Laos, Tayland, Vietnam ve Myanmar'ı etkilerken, en önemli etkiler Vietnam'da görülmüştür (Şekil 58). Yagi 1 Eylül'de Palau'nun kuzeybatısında oluşmuştur. Daha sonra Filipinler'i geçerek Güney Çin Denizi üzerinde hızla yoğunlaşmıştır. Çin'in Hainan eyaleti üzerinden 6 Eylül'de 225 km/saatlik maksimum sürekli rüzgarla geçmeden önce Çin'de kaydedilen en güçlü ikinci karaya çıkış olmuştur. 7 Eylül'de batıya doğru ilerlemeye devam ederek Vietnam'ın kuzeyindeki Haiphong yakınlarında son karaya çıkışını yapmıştır. Bu sistem son 30 yılda Vietnam'da karaya çıkan en güçlü sistem olmuştur. Sistemin kalıntıları kuzey Vietnam ve Laos üzerinde batıya doğru ilerlemeye devam etmiştir. Bai Chay'de (Vietnam) 223 km/saatlik maksimum rüzgar hızı kaydedilirken, Nam Dan 6-12 Eylül arasında 781 mm yağmur almıştır. Diğer birçok istasyonda ölçülen yağış miktarları 500 mm'yi aşmıştır. Yagi Tayfunu, 7

Eylül'de Vietnam'ın kuzeyine ulaşmıştır. Fırtına, rüzgar hızının 213 km/saate ulaştığı Quang Ninh ve Hai Phong eyaletleri olmak üzere birçok eyalette yaygın hasara yol açmıştır. Yagi, Vietnam'ı son 70 yılda vuran en güçlü fırtına oldu; şiddetli yağışlara, sellere ve toprak kaymalarına neden olmuştur. **Vietnam'ın** 63 eyaletinin yarısında yaklaşık 3,6 milyon insan tayfundan ve ardından gelen sel ve heyelanlardan etkilenmiştir. Ülkede 240.599'dan fazla konut, 1.530 okul ve 570 sağlık tesisi hasar görmüştür. 73.248 konut ve işyeri sel suları altında kalmıştır. Yıkılan veya ciddi şekilde hasar gören evler nedeniyle 72.500'den fazla kişi güvenli yerlere gönderilmişlerdir. Myanmar'daki bazı istasyonlarda da üç günlük toplam yağış miktarı 500 mm'yi aşmıştır. Çin ve Vietnam'da büyük rüzgar hasarı meydana gelmiş ve bölge genelinde yaygın ve şiddetli sel baskınları yaşanmıştır. Myanmar, Vietnam, Lao PDR, Çin, Tayland ve Filipinler'in de etkilendiği olayda 700'den fazla can kaybı rapor edilmiştir. [12,14,17,26,94,95,96,97,98,99,100,101,102, 103,104].



Şekil 58. Yagi Tayfununun Güzergahı ve Hasar Durumu

Tayfun Yagi, Vietnam'ın 19 milyonluk bir nüfusa sahip tüm kuzey bölgesini etkilemiştir (Şekil 59). En çok zarar gören 12 eyalet arasında Lao Cai, Tuyen Quang ve Yen Bai'de olağanüstü hal ilan edilmiştir. Tayfun, ofisler, okullar ve binalar da dahil olmak üzere kamuya ve özel mülklere zarar vermiş, geniş alanlarda telekomünikasyon ve elektrik kesintileri yaşanmıştır [96]. Can kayıpları büyük ölçüde heyelanlar ve ani sellerden kaynaklanmıştır (Şekil 60) [95,101]. Yagi Tayfunundan kaynaklanan ekonomik kayıpların yaklaşık 13 milyar ABD Doları olduğu açıklanmıştır [12].



Şekil 59. Vietnam'ın Lang Son Eyaletinde Tayfun Yagi'nin Tetiklediği Selde Eşyalarını Taşıyan Kişilere Ait Bir Görüntü (9 Eylül 2024)



Şekil 60. Vietnam'ın Lao Cai Eyaletinde Tayfun Yagi'nin Ardından Meydana Gelen Ani Sel Felaketinin Ardından Yapılan Kurtarma Çalışmalarına Ait Bir Görüntü (12 Eylül 2024)

Doğu Asya'da sezonun diğer kayda değer tropikal siklonları arasında, daha önce kuzey Tayvan'ı geçtikten sonra Çin'in Fujian eyaletinde karaya ulaşan ve saatte 175 km'lik rüzgar hızlarıyla etkili olan Gaemi Tayfunu da yer almıştır. 2024 yılı Temmuz ayının sonlarında Gaemi, Tayfunu, Filipinler ve Tayvan'da yaygın sellere ve toprak kaymalarına neden olan şiddetli yağışlar getirmiştir. Fırtınanın etkileri, sellerin altyapıya ve mahsullere zarar verdiği ve 30 kişinin öldüğü Güney Çin'de de hissedilmiştir. Gaemi Tayfunu hem karaya yakın bölgelerde hem de daha sonra Çin'in kuzeydoğusunda ve Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti'nde şiddetli sellere yol açmıştır. Güney Çin'deki Hunan Eyaleti, Zixing'de bazı bölgelerde bir günden kısa bir sürede

645 mm'ye varan yağışlar kaydedilmiştir. Hasarlı evler ve bir barajın patlaması, bölgede binlerce tahliyeye neden olmuştur. Hunan'da yaklaşık 13.800 hektarlık tarımsal alan zarar görmüştür. Filipinler'in başkenti Manila ve Luzon Adasının bazı kısımlarına 300 mm yağmur yağmasının ardından altyapı hizmetlerinde büyük aksaklıklar yaşanmıştır. 48 can kaybının meydana geldiği Filipinler'de yollar sular altında kalmış, uçuşlar iptal edilmiş ve okullar tatil edilmiştir (Şekil 61). Filipinler Hükümeti, ülkede felaket durumu ilan etmiştir [26,103,104].



Şekil 61. Filipinler Manila'da Tufan Gaemi Kaynaklı Sellerden Etkilenen İnsanlara Ait Bir Görüntü

Yavaş hareket eden bir fırtına sistemi 14 Nisan'da Umman'da 16 Nisan'da ise Birleşik Arap Emirlikleri'nde etkili olmuştur. Şiddetli yağışlar Nisan ayı ortasında Basra Körfezinin bazı kısımlarını etkilemiştir. Bazı bölgelerde günlük yağış miktarı uzun vadeli yıllık ortalamaları aşmıştır. Nisan 2024'te bazı şehirlerde bir yıllık yağış miktarları kaydedilmiştir. Birleşik Arap Emirlikleri'nde (BAE) Khatm Al Shakla'ya (Al Ain) 24 saat içinde 259,5 mm yağış almıştır. Bu değer BAE'de kayıtların tutulmaya başlandığı 1949 yılından bu yana görülen en yüksek yağış miktarı olmuştur. BAE Ulusal Meteoroloji Merkezi, ülkenin doğu kesimlerinde 24 saatten kısa bir sürede 250 milimetreye (10 inç) kadar yağmur ölçüldüğünü bildirmiştir. Dubai Havaalanı 15-16 Nisan tarihleri arasında 36 saat içinde 162.8 mm yağış almıştır. Sel, uluslararası seyahat açısından dünyanın en yoğunlarından biri olan havaalanındaki uçuşları geçici olarak durdurmuştur. Şiddetli yağış, ülkenin doğu bölgelerinde ani sellere neden olmuştur. Yollar su altında kalırken ulaşımda aksamalar yaşanmıştır (Şekil 62). BAE'nin başkenti Abu Dabi'nin bazı

bölgeleri de fırtınalar nedeniyle sular altında kalmıştır. BAE, son 75 yılın en büyük sel felaketini yaşamıştır. Şiddetli yağış ve sel Bahreyn, Umman ve İran'ı da etkilemiştir [26,105,106].



Şekil 62. Dubai’de Meydana Gelen Sel Sonrası Caddelerde Oluşan Bir Görüntü

30 Temmuz’da Hindistan’ın kuzeyindeki Kerala’nın Wayanad bölgesinde meydana gelen şiddetli yağışların ardından (48 saat içinde yaklaşık 500 mm) büyük toprak kaymaları meydana gelmiştir. Sel ve heyelan olayları sonucunda 385 can kaybının olduğu açıklanmıştır. Muson mevsimindeki diğer seller de önemli can kayıplarına yol açmıştır. 10 ve 11 Temmuz tarihlerinde yıldırım düşmesi sonucu Hindistan genelinde 109 can kaybı rapor edilmiştir. Pakistan kayıtlara geçen en yağışlı ikinci Ağustos ayını yaşamış, Lahor Havaalanı 1 Ağustos’ta 337 mm yağış almıştır. 13 Eylül itibariyle Pakistan’da meydana gelen 357 can kaybı muson kaynaklı sellere bağlanmıştır [26].

Güney ve güneydoğu Asya, Nisan ve Mayıs aylarında yaz musonuna kadar olan dönemde aşırı sıcaklar yaşamıştır. Sıcaklık artışları Nisan ayında ve Mayıs ayının başlarında Hindistan, Bangladeş, Tayland, Kamboçya, Laos ve Vietnam’ın yanı sıra Filipinler’e kadar uzanan bir bölgede yoğunlaşmıştır. Tayland’daki 40’tan fazla istasyon, 30 Nisan’da Bangkok Don Mueang Havaalanı’ndaki 41,1 °C de dahil olmak üzere, Nisan ayında ve Mayıs başında kayıtlara geçen en yüksek sıcaklıkları yaşamıştır. Vientiane Havaalanı’nda (Lao PDR) 30 Nisan’da 42,6 °C’ye ulaşan sıcaklıklar kaydedilmiştir. Tayland’da 38 olmak üzere birçok ülkede sıcaklığa bağlı ölümler rapor edilirken Bangladeş’te önlem olarak okullar kapanmıştır. Mayıs ayının ilerleyen

günlerinde sıcaklık Hindistan'da, özellikle de kuzeyde yoğunlaşmış ve 28 Mayıs'ta Churu'da (Rajasthan) 50,5 °C olarak gözlemlenmiştir. Aşırı sıcaklar nedeniyle 112 can kaybı rapor edilmiştir. Çin'de aralarında 42,8 °C ile Yiwu'nun (Zhejiang) da bulunduğu 18 istasyon kayıtlara geçen en yüksek sıcaklığa ulaşmıştır [26].

- **Afrika**

Olağanüstü yağışlı bir muson mevsimi, 2024 yılının ikinci yarısında Sahel bölgesinin büyük bölümünde uzun süreli ve kapsamlı sellere neden olmuştur. 2024'teki yağışlar bölgenin büyük bölümünde ortalamanın %50'sinden fazla olmuş, yağışların normalde kurak olan bölgelere yayılmasıyla birlikte özellikle bölgenin kuzey kesimlerinde sel felaketleri yaşanmıştır. Senegal, Mali, Burkina Faso, Nijer, Nijerya, Kamerun, Çad, Orta Afrika Cumhuriyeti ve Sudan dahil olmak üzere bölgedeki hemen hemen her ülkede önemli sel baskınları rapor edilmiştir. Eylül ayında şiddetli yağışlar kuzeybatı Sahra'ya kadar uzanmış, Fas ve Cezayir'de önemli sel felaketleri meydana gelmiştir; Tagounite'de (Fas) 170 mm ve Bechar'da (Cezayir) 24 saat içinde 85 mm yağış rapor edilmiştir. Batı ve Orta Afrika bölgesinde 31 Ekim'e kadar 1.526 kişinin öldüğü, 639.000 evin hasar gördüğü veya yıkıldığı ve 1 milyondan fazla kişinin yerinden edildiği bildirilmiştir. Çad ve Nijerya en ciddi şekilde etkilenen ülkeler arasındadır. Ekim ayında Avrupa'da büyük sellere yol açan Akdeniz fırtınalarının Kuzey Afrika'da da bazı etkileri olmuş, Lamta (Tunus) 24 saatten kısa bir sürede 147 mm yağış almıştır [14,26,108].

Sel felaketleri Mart-Nisan ve Mayıs ayları arasında Doğu Afrika'nın bazı bölgelerini etkilemiştir. Yağışlar özellikle Kenya'da yoğun olmuş, ülkenin batı yarısının bazı bölgelerinde mevsimsel yağışlar uzun vadeli ortalamanın iki katına yaklaşmıştır. Bölge Mayıs ayında ekvatora alışılmadık derecede yakın seyreden tropikal siklonlardan da etkilenmiştir.

Hidaya, 1952 yılından bu yana Tanzanya'da karaya ulaşan ilk tropik siklon olmuştur. Hidaya Siklonu 4 Mayıs'ta Kilwa'ya 316,6 mm yağış getirmiştir. İaly Kenya sularında bilinen ilk tropik siklon olduktan sonra 22 Mayıs'ta Kenya kıyılarında siklon şiddetinin altına düşmüştür. Sezon boyunca Kenya, Tanzanya, Uganda, Ruanda, Burundi, Somali ve Etiyopya'da sel baskınları rapor edilmiştir (Şekil 63). Victoria Gölü rekor seviyelere ulaşarak yılın ilerleyen dönemlerinde Güney Sudan'daki Nil Nehri'nde taşkınlara yol açmıştır. Sezon boyunca Kenya'da 282 ve Tanzanya'da 161 sel kaynaklı can kaybı rapor edilmiştir [26,107,108,110,111].



Şekil 63. Kenya’da Meydana Gel Sel Sonrasında Zarar Gören Yola Ait Bir Görüntü

Etiyopya’nın güney kesimlerinde 21-22 Temmuz’da meydana gelen şiddetli yağışlar toprak kaymalarına yol açmış ve bu olaylar sonucunda 236 can kaybı rapor edilmiştir. Tropikal Siklon Chido Mauritius’un Agalega adası yakınlarında 10 Aralık’ta oluşuktan sonra hızla yoğunlaşarak batıya doğru ilerlemiş ve rüzgâr hızı 213 km/saate ulaşmıştır. Madagaskar’ın kuzeyinden geçerek 15 Aralık’ın erken saatlerinde Mozambik’in kuzeyindeki Pemba yakınlarında karaya çıkmıştır. Sistem karaya ulaştıktan sonra zayıflamış ancak Malawi’de önemli sel felaketlerine yol açmıştır. Mayotte’de, Agalega’da ve Mozambik’teki karaya çıkış noktası yakınlarında büyük yıkım yaşanmış, Komorlar’da da önemli etkiler görülmüştür. Mayotte, Mozambik ve Malawi’de 172 can kaybı rapor edilmiştir [26].

Orta Afrika’nın bazı bölgeleri, özellikle de Kongo havzası, 2024 yılının başlarında sellerden ciddi bir şekilde etkilenmiştir. En kötü etkiler Kongo Demokratik Cumhuriyeti’nin kuzeyinde ve Kongo Nehri’nin 1961’den bu yana en yüksek seviyeye ulaştığı Kinşasa kentinde görülmüştür. Komşu ülkeler de bu durumdan etkilenmiştir. Demokratik Kongo Cumhuriyeti’nde 300 can kaybı ve 1,6 milyon hektarlık tarım arazisinin sular altında kaldığı rapor edilmiştir [26].

Chido Siklonu, 15 Aralık’ta Mozambik’e ulaştı ve Malawi’den geçerek Zimbabwe yakınlarında etkili olmuştur. Fırtına Mozambik’in kuzeyinde 300 binden fazla insanı etkilemiştir. Binlerce hektarlık tarım arazisi zarar görmüştür [24].

Uzun süreli kuraklık yıl boyunca Güney Afrika’nın büyük bir bölümünü etkilerken bazı bölgelerin üst üste üçüncü yılda kurak dönemi yaşadığı açıklanmıştır. Kuraklığın şiddetinin en

fazla hissedildiği bölge Zimbabwe, kuzey Botsvana, batı Zambiya ve Namibya'nın bir kısmını kapsayan bölgeler olmuştur. Bu bölgenin çoğunda, mahsuller için hassas bir dönem olan Ocak-Mart 2024 arasındaki yağış miktarı ortalamanın %50'sinden fazla altında kalmış ve birçok yerde uydu kayıtlarındaki en düşük seviyede gerçekleşmiştir. Zimbabwe, Zambiya ve Namibya'da yaygın gıda güvenliği sorunları rapor edilmiştir; Zambiya'da mısır ekili alanların %40'ından fazlasında ürün kaybı yaşanmış ve toplam tahıl üretimi bir önceki yıla göre %50'den fazla azalmıştır. Kariba Gölü yılın sonlarında minimum işletme seviyesine yaklaşmış, hidroelektrik üretimi için su salınımlarında büyük bir azalma meydana gelmiştir. Zambiya ve Zimbabwe'de büyük çapta elektrik kesintileri yaşanmıştır. Kuraklıktan etkilendiğini bildiren diğer ülkeler arasında Angola, Mozambik, Malavi ve Lesotho yer aldı. Fas'tan Tunus'a kadar uzanan Kuzeybatı Afrika'da da birçok bölgede uzun süreli kuraklık devam etmiştir [14,26].

Mart ve Nisan aylarında meydana gelen sıcak hava dalgaları Batı Afrika ve Sahel'in büyük bölümünü etkilemiş, birçok iç bölgede sıcaklıklar 45 °C'ye yaklaşmış veya aşmıştır. Aşırı sıcaklıklardan bazıları Nisan ayı başında meydana gelmiştir; 3 Nisan'da Kayes (Mali) 48,5 °C'ye ve Ouagadougou (Burkina Faso) 44,5 °C'ye ulaşmıştır. Mali'deki bazı istasyonlar bu dönemde kayıtlara geçen en yüksek sıcaklıkları gözlemlemiş ve sıcaklığa bağlı 102 can kaybı rapor edilmiştir. Daha sonraki bir sıcak hava dalgasında ise, N'Djamena (Çad) 24 Nisan'da 46.6 °C'ye ve Matam (Senegal) 5 Mayıs'ta 47.9 °C'ye ulaşmıştır. Bu dönemde aşırı sıcakların görüldüğü diğer ülkeler arasında Togo, Gana ve Kongo Cumhuriyeti yer almaktadır [26].

- **Güney-Batı Pasifik**

Filipinler Ekim ve Kasım aylarında kayda değer bir tropikal siklon dizisi yaşamıştır. Filipinler'de 24 Ekim ve 17 Kasım tarihleri arasında bir aydan kısa bir süre içinde beş tropikal siklon karaya ulaşmıştır. Sıralamadaki en az şiddetli fırtına olmasına rağmen, Tropik Fırtına Trami (Kristine) 24 ve 25 Ekim tarihlerinde şiddetli yağışlar ve yaygın sellere neden olarak en büyük etkiyi yaratmıştır. Daet şehri ve çevresindeki alanlarda 24 saat içinde 528,5 mm yağış alındığı kaydedilmiştir. Trami, 27 Ekim'de Vietnam'ın orta kıyılarına ikinci bir iniş yapmıştır. Filipinler'de 159, Vietnam ve Hainan Adası'nda (Çin) ise daha fazla can kaybı olduğu rapor edilmiştir. Sel ve su baskınlarından 200.000'den fazla bina hasar görmüştür. Karasal alanları daha şiddetli etkileyen tayfun, 16 Kasım'da Catanduanes eyaletinde 920 hPa merkezi basınçla neredeyse en yüksek şiddette karaya çıkan Man-Yi (Pepito) Tayfunu olmuştur. Bu sistemin geçişi sonrasında 14 can kaybı olduğu rapor edilmiştir [26].

1 Ekim'de Kuzeybatı Pasifik'te sezonun en güçlü tayfunu olan Krathon (Julian) Filipinler'de etkili olmuştur. Basco 24 saat içinde 727,8 mm yağmur almıştır. Temmuz ayında Gaemi ve Prapiroon tayfunlarının muson yağmurlarıyla birleşmesiyle meydana gelen seller de ülke genelinde önemli etkiler yaratmıştır. Yılın başlarında, Ocak sonu ve Şubat başında Mindanao'nun doğusunda, kuzeydoğu musonunun aktif bir evresiyle ilişkili aşırı yağışlar önemli sellere neden olmuştur. 6 Şubat'ta sellerin neden olduğu bir heyelan olayı meydana gelmiş ve 93 can kaybı olduğu açıklanmıştır [26].

Malezya'nın kuzey doğusunda Kasım sonu ve Aralık başında meydana gelen muson yağışları sonucu önemli sel felaketleri meydana gelmiştir. Terengganu eyaletindeki Besut, 27 Kasım'da 675 mm yağış almıştır. Yaklaşık 237 000 kişi yerinden olurken altı can kaybı rapor edilmiştir. Endonezya'nın Sumatra Adası'nda da Mart ayında önemli sel baskınları yaşanmıştır. Padang kentinde 8 Mart'ta kaydedilen yağış miktarı 505 mm olmuştur [26].

Tropikal yağışlı mevsim sırasında kuzey Avustralya'da yaygın büyük sel felaketi yaşanmıştır. Tropikal bir alçaktan kaynaklanan ilk önemli sel olayı, Ocak ayı ortalarında Kuzey Bölgesi'ni etkilemiş ve kuzeybatıdaki Victoria Nehri havzasına odaklanmıştır. Victoria River Downs 15-18 Ocak tarihleri arasında dört gün içinde 315,4 mm yağmur almıştır. Mart ayı sonlarına kadar şiddetli yağmurlar devam etmiş, 18 Mart'ta Megan Kasırgası'nın Carpentaria Körfezi kıyılarını geçmesinin ardından Borrooloola'daki McArthur Nehri'nde rekor su seviyesi yükseklikleri görülmüştür. Victoria River Downs'ın çoğu Ocak ve Mart ayları arasında düşen 1513,4 mm'lik yıllık toplamı, bir önceki rekoru 300 mm'den fazla aşmıştır. Batı Avustralya'nın güneyindeki Nullarbor bölgesinde de büyük sel felaketi yaşanmış, Batı Avustralya ile doğu eyaletleri arasındaki karayolu ve demiryolu ulaşımı büyük ölçüde sekteye uğramıştır [26].

Yeni Zelanda'da Ekim ayı başlarında Güney Adası'nın güney ve doğusunda, özellikle de Dunedin şehri ve çevresinde çok sayıda evin sular altında kalmasına ve birçok yolun kapanmasına neden olan önemli sel felaketleri yaşanmıştır. Dunedin (Musselburgh) 3 Ekim'de 131 mm yağmur alarak kayıtlara geçen en yağışlı Ekim gününü yaşamıştır [26].

Aşırı sıcaklar Filipinler'i yıl boyunca çeşitli zamanlarda etkilemiş, en önemlisi de Nisan ayında Güneydoğu Asya anakaradaki büyük sıcak hava dalgasıyla yaşanmıştır. 27 Nisan'da Ninoy Aquino Uluslararası Havalimanı'nda 38,8 °C gözlemlenmiş olup, bu sıcaklık büyükşehir Manila'daki bir alan için kaydedilen en yüksek sıcaklık değeri olmuştur. Filipinler'in diğer bazı

noktalarında da sıcaklık rekorları kırılmıştır. Malezya'da da Şubat ve Mayıs ayları arasında çok sayıda sıcak hava dalgası rapor edilmiştir [26].

Şubat ayında Batı Avustralya'yı önemli bir sıcak hava dalgası etkilemiştir. 18 Şubat'ta Carnarvon 49,9 °C'ye ve Geraldton 49,3 °C'ye ulaşmış, her iki durumda da 100 yılı aşkın verilerde gözlemlenen önceki en yüksek değerin 2 °C'den fazla üzerine çıkmıştır. Emu Creek 17-20 Şubat tarihleri arasında dört gün üst üste 48 °C'ye ulaşmış ve bu Avustralya'da ilk kez gerçekleşmiştir. 2023-24, Batı Avustralya'nın birçok bölgesi için kayıtlara geçen en sıcak yaz oldu. Yılın ilerleyen dönemlerinde, sezon başındaki kayda değer bir sıcak hava dalgası 26 Ağustos'ta Yampi Sound'da (Batı Avustralya) 41,6 °C ile Avustralya Ağustos ayı rekorunu getirirken, Kuzey Bölgesi (Bradshaw - Angallari Vadisi'nde 40,0 °C), Güney Avustralya (Oodnadatta'da 39,4 °C) ve Queensland (Birdsville ve Boulia'da 39,7 °C) için de Ağustos ayı rekorları kırılmıştır [26].

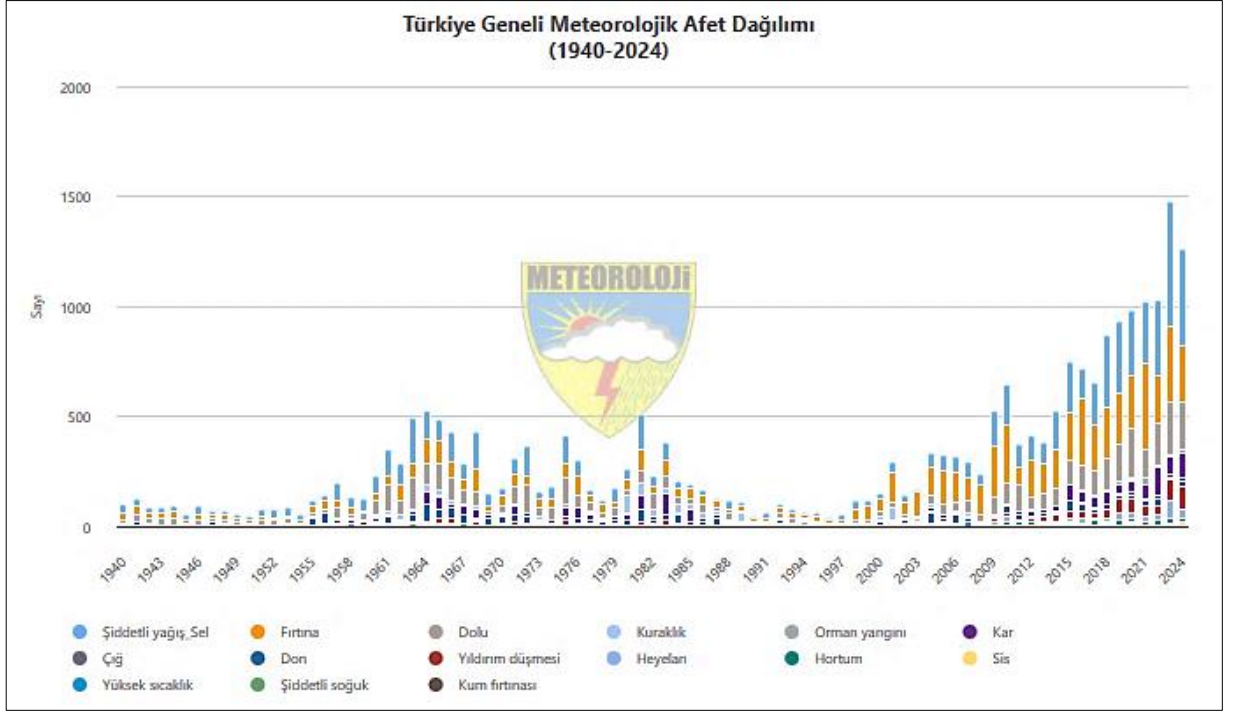
3.2. TÜRKİYE GENELİ

Büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip olan ülkemizde, fazla sayıda ve türde, afetlere dönüşen şiddetli meteorolojik olay gözlenmektedir. 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 Yıllık Değerlendirme Raporlarında, dünya genelindeki değerlendirmeler için, büyük felaketlere odaklanan EM-DAT afet kayıtlarından yararlanılmaktadır. Ülkemizde meydana gelen meteorolojik afetler için ise MGM fevk rasadı ve hasar raporları esas alınmaktadır. Şiddetli meteorolojik olaylarla ilgili fevk rasadı ve hasar raporları, MGM Meteoroloji Bölge Müdürlüklerine bağlı Meteoroloji Müdürlükleri tarafından, Genel Müdürlüğümüz bünyesinde geliştirilen Meteorolojik İletişim ve Kayıt Programı-KARDELEN kullanılarak oluşturulmaktadır. Fevk rasadı ve hasar raporları, meydana gelen şiddetli meteorolojik olayın herhangi bir zarara yol açması durumunda hazırlanmaktadır. Raporlar, MGM Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı arşiv sisteminde depolanmakta ve bu rapor kayıtlarından Türkiye'deki meteorolojik afet sayıları elde edilmektedir.

2024 yılında ülkemizin farklı kesimlerini farklı ölçülerde etkileyen meteorolojik afetler yaşanmıştır. Türkiye'de, 2024 yılı içerisinde, toplam 1.257 meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afet rapor edilmiştir [112]. Uzun yıllar dağılımına bakıldığında, 2024 yılı içerisinde meydana gelen meteorolojik afet sayısı, 1940-2024 periyodu içerisinde 2023 yılından sonraki en yüksek ikinci değer olarak kayıtlara geçmiştir (Şekil 64).

Özellikle 2000’li yıllardan sonra, ülkemizde yaşanan meteorolojik afet sayısında belirgin bir artış görülmektedir.



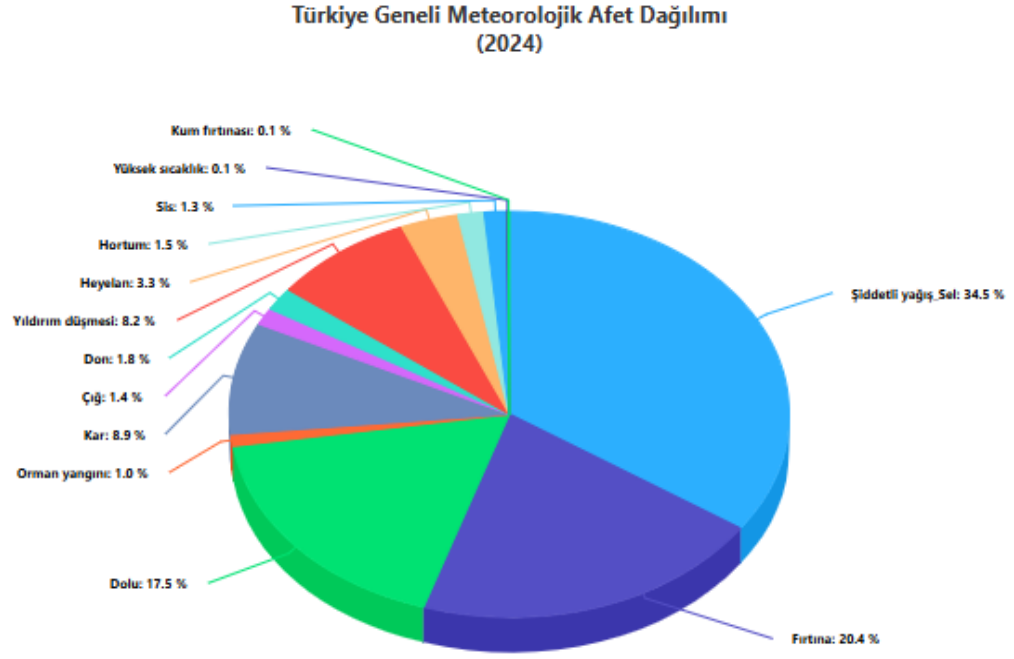
Şekil 64. Türkiye’de 1940-2024 Periyodunda Gözlenen Meteorolojik Afetlerin Yıllık Dağılımları

Ülkemizde 2024 yılı içinde en fazla meydana gelen meteorolojik karakterli afet, şiddetli yağış/sel olayıdır. 2024 yılı içerisinde toplam 434 adet şiddetli yağış/sel afeti rapor edilmiştir. İkinci sırada ise, 257 olay ile fırtına afeti yer almaktadır. 2024 yılında 220 dolu afeti meydana gelmiş olup, şiddetli yağış/sel ve fırtına afetlerinden sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Kar afeti ise tüm yıl içinde toplam 112 kez görülmüş olup meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetlerin %8,9’unu oluşturmaktadır [112].

2024 yılında gözlenen ve ülkemizi etkileyen meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetler içinde;

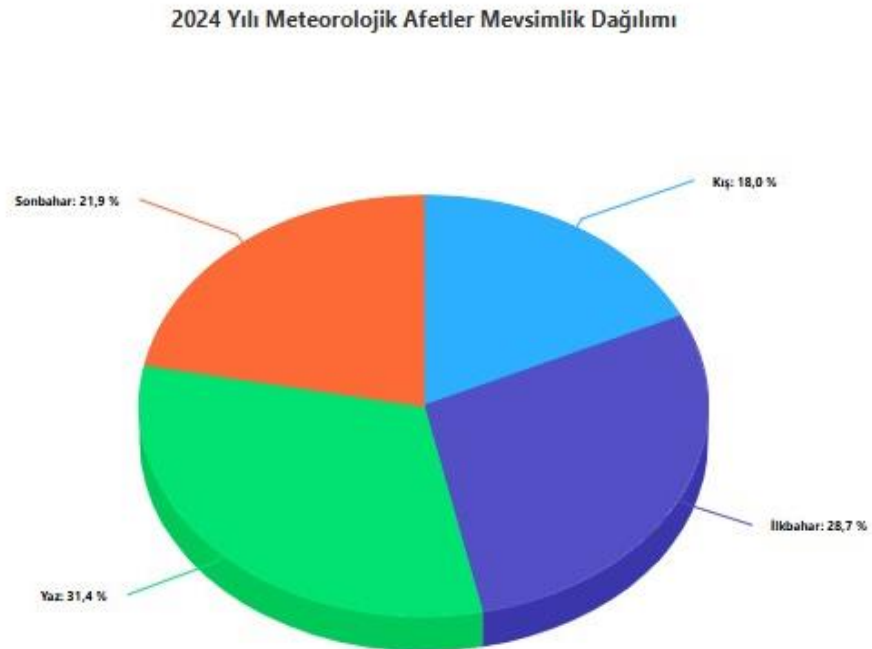
- Şiddetli Yağış/Sel (%34,5),
- Fırtına (%20,4),
- Dolu (%17,5)

afetleri meydana gelme sıklığına göre ilk sıralarda yer almakta olup tüm afetlerin oransal dağılımları Şekil 65’de görülmektedir.



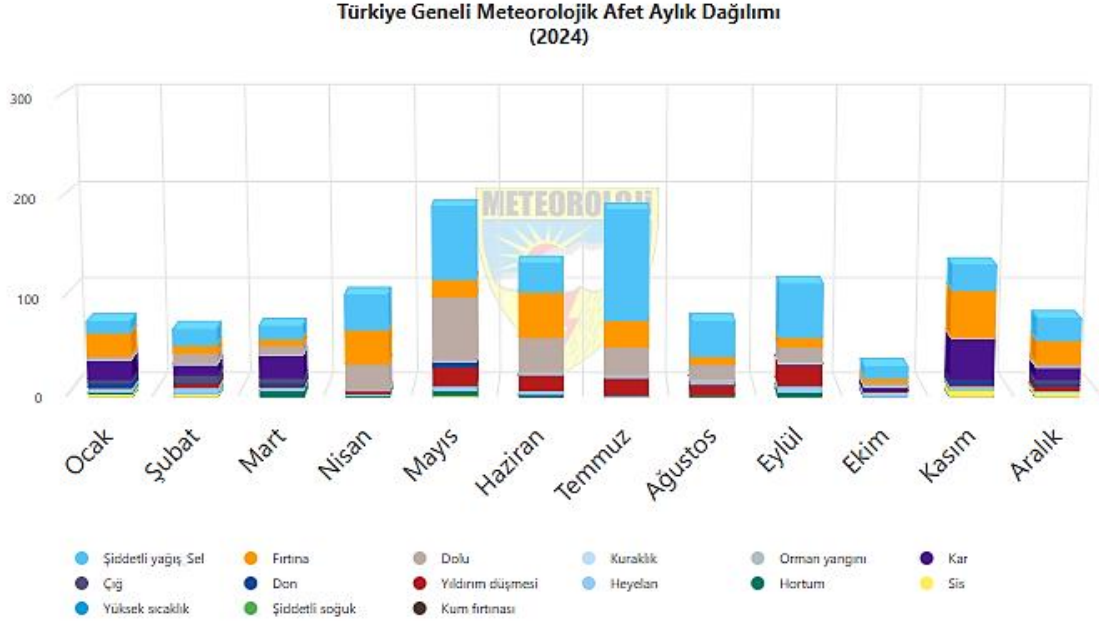
Şekil 65. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında meteorolojik afetler en fazla yaz mevsiminde, ikinci olarak da ilkbahar mevsiminde meydana gelmiştir (Şekil 66).



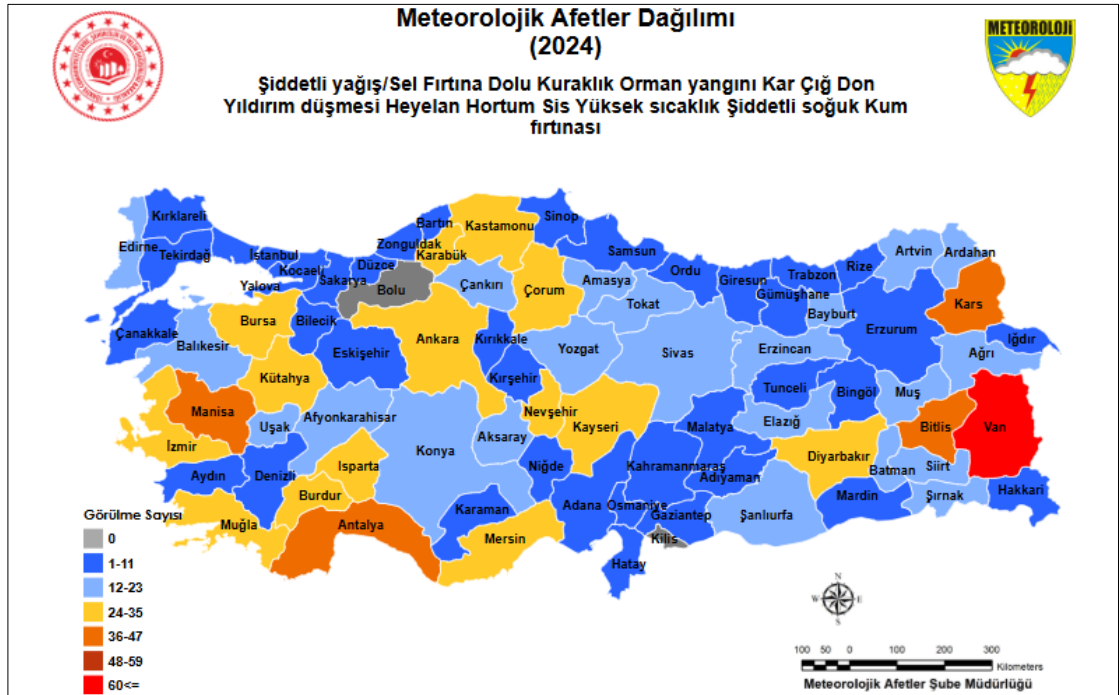
Şekil 66. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Mevsimlik Dağılımı

2024 yılında meteorolojik afetler en fazla Mayıs, Temmuz, Haziran ve Kasım aylarında meydana gelmiştir. Şiddetli yağış/sel afeti en fazla Temmuz ayında, dolu afeti Mayıs ayında, fırtına ve don afetleri ise en fazla Kasım ayında görülmüştür (Şekil 67).



Şekil 67. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin Aylık Dağılımı

MGM kayıtlarına göre; ülkemizde 2024 yılında meteorolojik afetler sırasıyla en fazla Van, Antalya, Manisa, Bitlis, Kars, Nevşehir, Kastamonu, Muğla, Çorum ve Mersin illerinde meydana gelmiştir (Şekil 68).

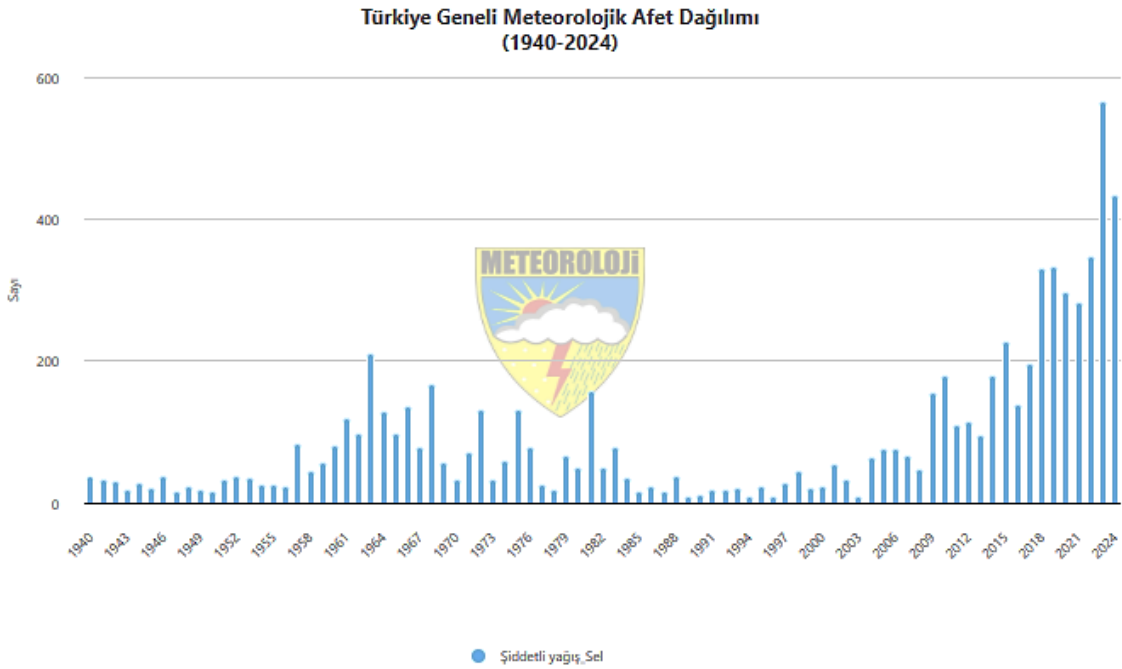


Şekil 68. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Meteorolojik Afetlerin İllere Göre Dağılımı

3.2.1. Şiddetli Yağış, Sel ve Su Baskını

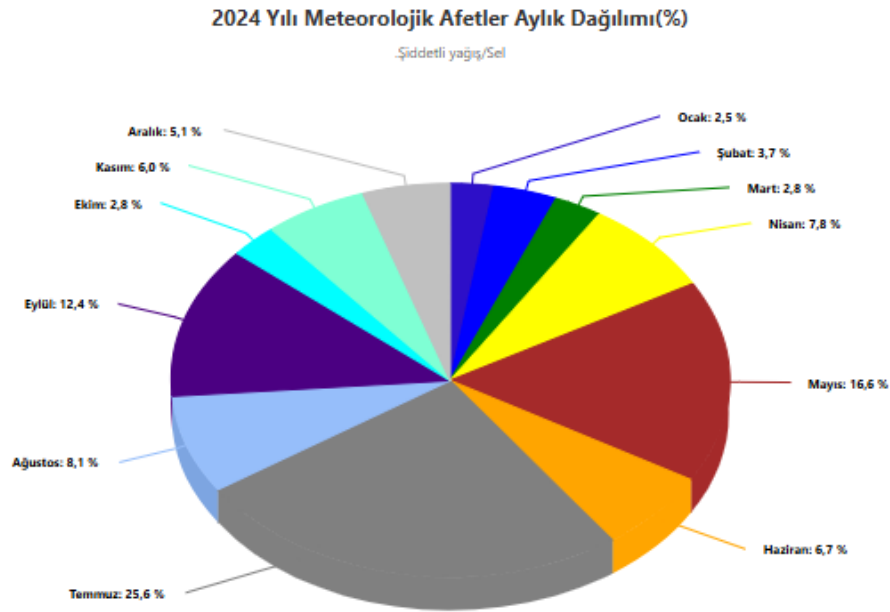
2024 yılında yurdumuzun birçok bölgesi sel afetinden etkilenmiştir. 2024 yılı sel afeti değerlendirmesinde, MGM’de yıl içerisinde kaydedilen sel afet sayıları kullanılmıştır. Bu değerlendirme kapsamında, sel afet sayılarının Türkiye’deki alansal ve zamansal değişimleri incelenmiştir.

2024 yılında meydana gelen sel olay sayısı 434’tür (Şekil 69). 2000’li yıllardan itibaren sel olaylarında artışlar görülmektedir. Son 10 yılda, her yıl yaklaşık olarak 100 ve daha fazla sayıda sel olayı gerçekleşmiştir. 1940 yılından bu zamana kadar sel afetinin en fazla görüldüğü yıl, 2023 yılı olmuştur (Şekil 69).



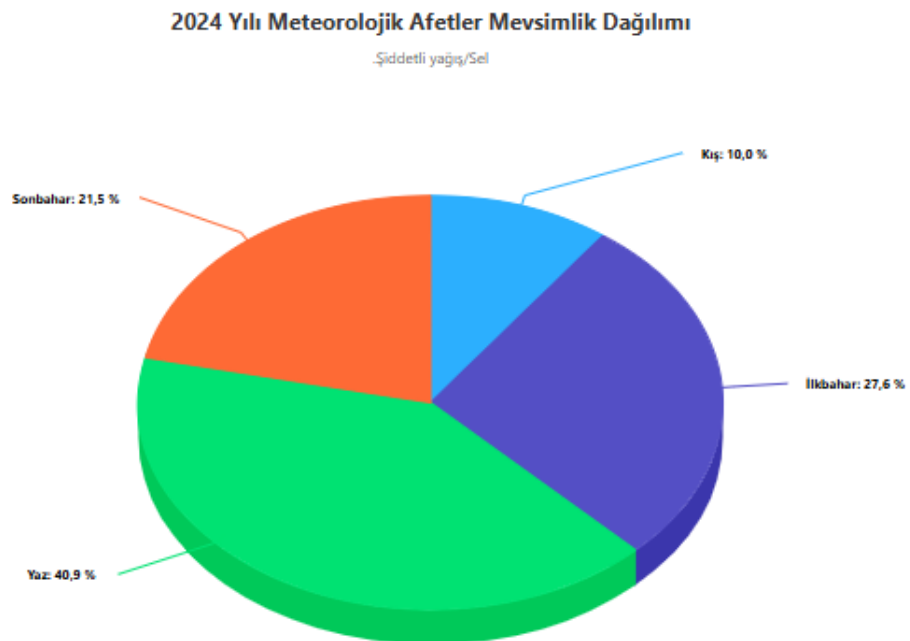
Şekil 69. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Sel Afetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

Türkiye’de 2024 yılında kaydedilen şiddetli yağış/sel afet olaylarının aylara göre yüzde dağılımlarına bakıldığında, en fazla Temmuz ayında meydana geldiği görülmektedir. Temmuz ayında meydana gelen şiddetli yağış/sel olayının görülme oranı %25,6’dır. Şiddetli yağış/sel afetinin en fazla görüldüğü ikinci ay %16,6 görülme oranı ile Mayıs ayıdır. Mayıs ayını %12,4 ile Eylül, %8,1 ile Ağustos, %7,8 ile Nisan ve %6,7 ile Haziran ayları izlemektedir (Şekil 70).



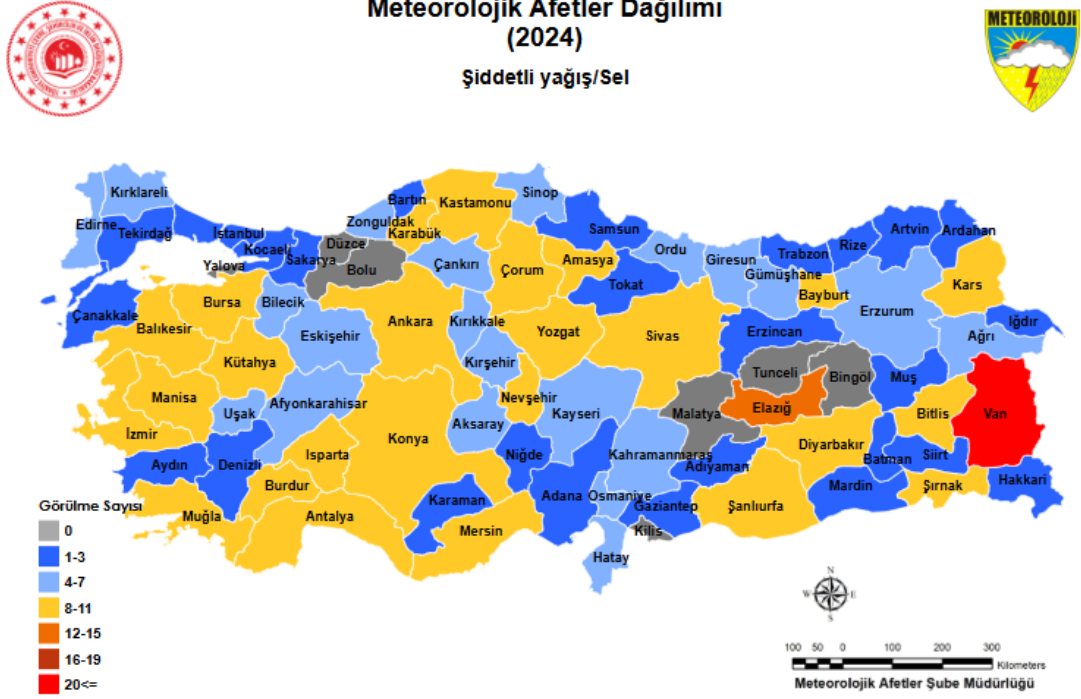
Şekil 70. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Şiddetli Yağış/Sel Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2024 yılında meydana gelen sel afetlerinin mevsimsel dağılımı incelendiğinde, en fazla sel olayının yaz mevsiminde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 71). 2024 yılındaki sel olaylarının %40,9’u yaz mevsiminde yaşanmıştır. Bunu %27,6 ile ilkbahar ve %21,5 ile sonbahar mevsimleri takip etmektedir. En az sel olayının yaşandığı mevsim ise %10,0 ile kış mevsimi olmuştur.

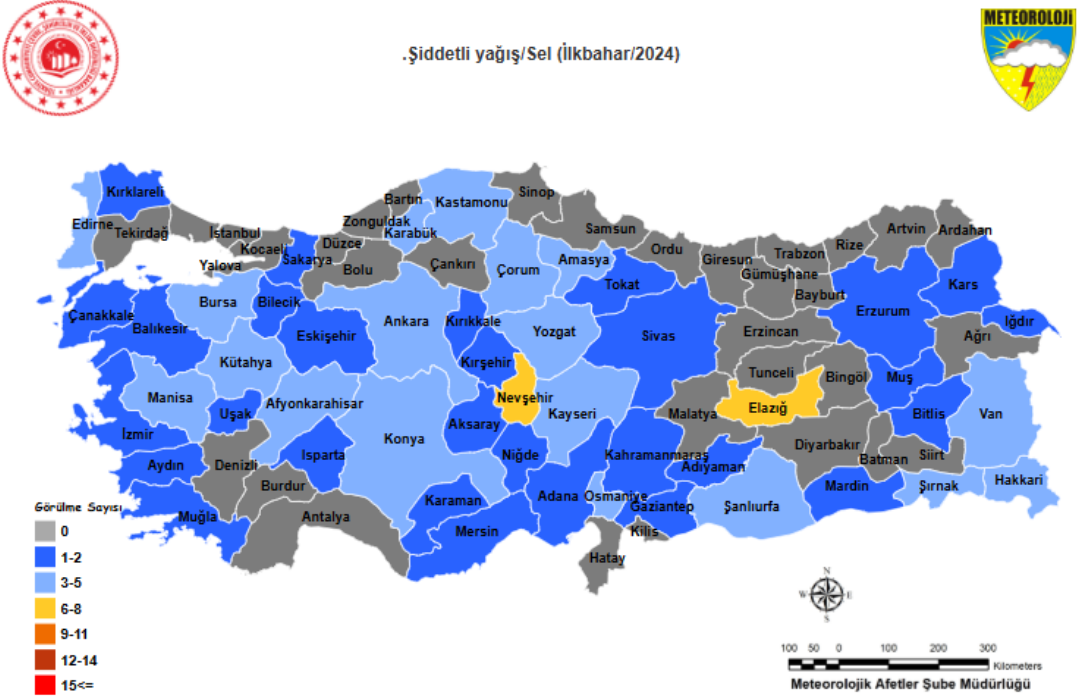


Şekil 71. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Şiddetli/Yağış Sel Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılı içinde en fazla şiddetli yağış/sel afeti Van'da meydana gelmiştir. Elazığ, Ankara, Konya, Muğla, Antalya, İzmir ve Balıkesir sel afetlerinin yaşandığı diğer illerdir (Şekil 72). 2024 yılındaki şiddetli yağış/sel afetleri bölgesel olarak en fazla Ege, İç Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yoğunlaşmıştır.



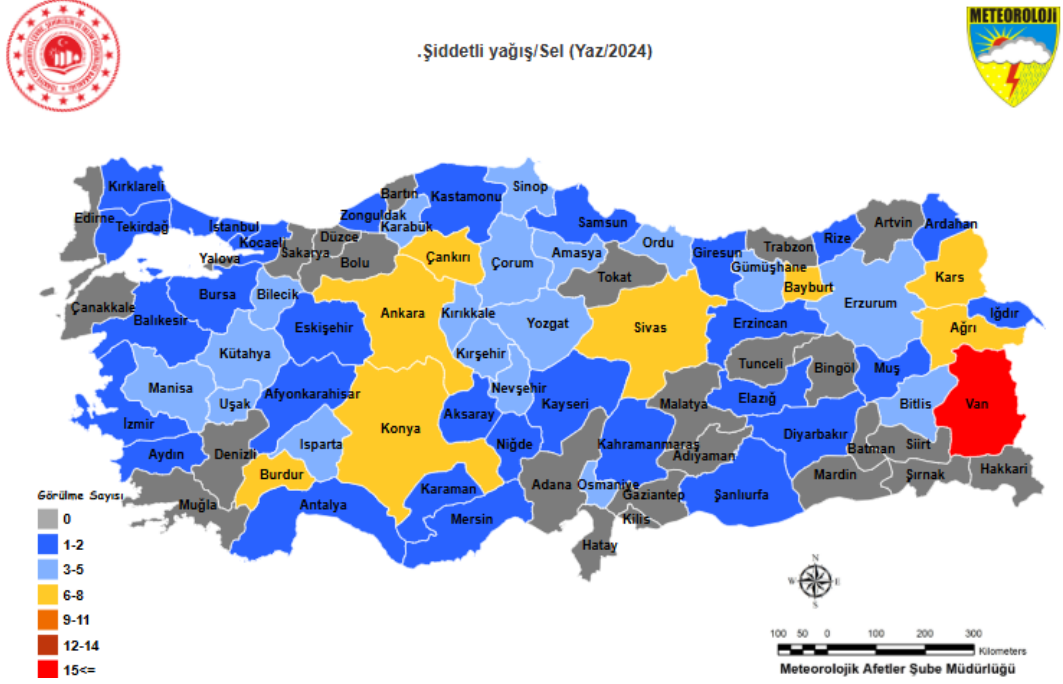
Şekil 72. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Şiddetli Yağış/Sel Afetinin İllere Göre Dağılımı



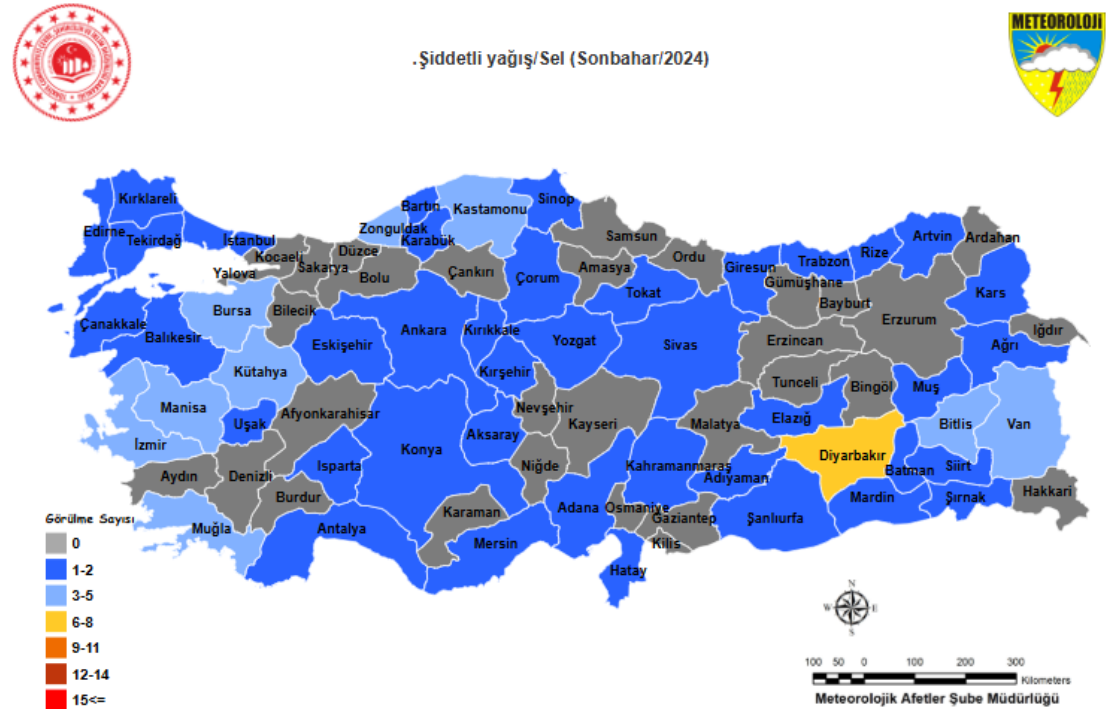
Şekil 73. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

İlkbahar mevsiminde en fazla şiddetli yağış ve sel afeti Elazığ ve Nevşehir illerinde meydana gelmiştir (Şekil 73). Kastamonu, Şanlıurfa, Ankara, Kütahya, Konya, Manisa ve Afyonkarahisar illerinde de şiddetli yağış/sel afeti sıkça görülmüştür.

2024 yaz mevsiminde şiddetli yağış/sel afeti yurdumuzda en fazla Van ilinde meydana gelmiştir. Burdur, Ankara, Konya, Çankırı, Sivas, Bayburt, Kars ve Ağrı da sel afetinin sık yaşandığı illerdir (Şekil 74).

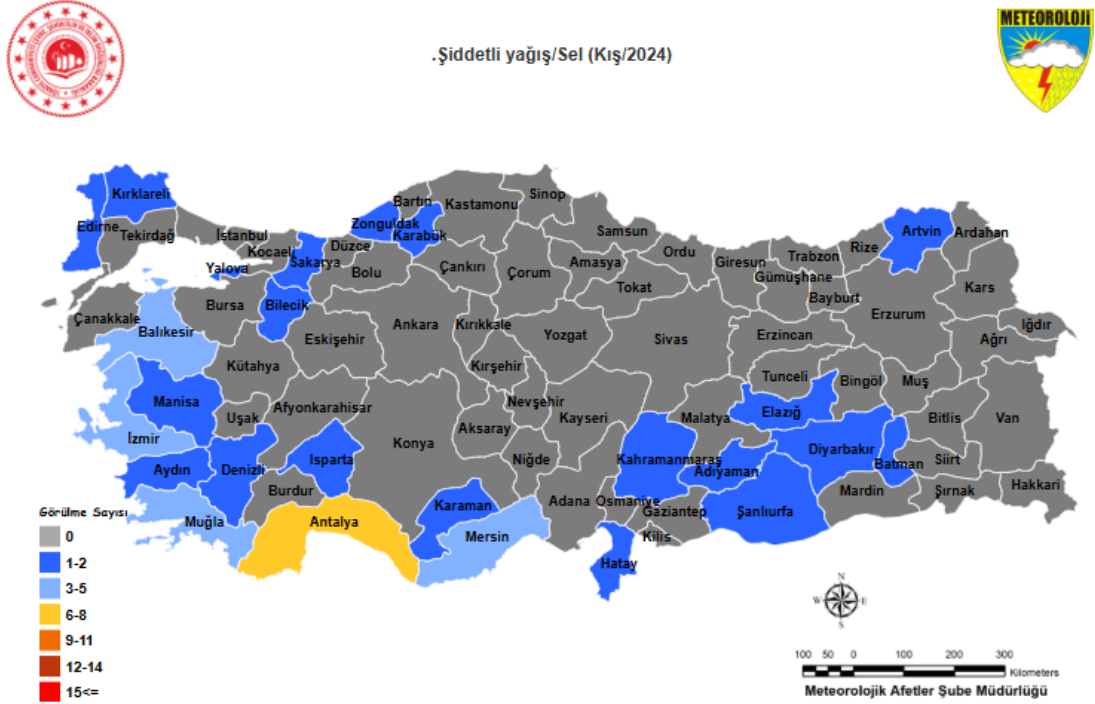


Şekil 74. Türkiye’de 2024 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı



Şekil 75. Türkiye’de 2024 Yılı Sonbahar Mevsiminde Görülen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

2024 yılı sonbahar mevsiminde şiddetli yağış/sel afeti genel olarak Diyarbakır ilinde daha sık meydana gelmiştir (Şekil 75). Bitlis, Van, Muğla, İzmir, Manisa, Kütahya, Bursa, Zonguldak ve Kastamonu 2024 yılında sel afeti yaşanan diğer illerdir.



Şekil 76. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Görülen Şiddetli Yağış/ Sel Afeti Dağılımı

2024 kış mevsiminde genel olarak şiddetli yağış/sel afeti Akdeniz, Ege kıyı kesimlerinde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde daha fazla meydana gelmiştir. Kış mevsiminde en fazla şiddetli yağış/sel afeti Antalya’da yaşanmıştır (Şekil 76).

3.2.2. Kuraklık

Kuraklık, su açığının bir sonucu olarak tarım, ekonomi, çevre ve toplum üzerinde ciddi etkiler yaratmakta olup, artan şiddeti ve sıklığıyla sürdürülebilir kalkınma çabalarına yönelik en büyük tehditlerden biri haline gelmiştir [113]. Özellikle yarı kurak iklim özelliklerine sahip ülkelerde, iklim değişikliği ve artan su talebi nedeniyle su kaynaklarının planlanması ve yönetimi giderek daha büyük bir sorun oluşturmaktadır.

Diğer afetlerden farklı olarak kuraklık, yavaş gelişen ve sinsice ilerleyen bir doğa olayıdır. Ani etkiler göstermemesi nedeniyle sel ve taşkın gibi afetlere kıyasla çoğu zaman yeterince önemsenmemekte; özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, bu olgu genellikle reaktif ve kriz odaklı yaklaşımlarla yönetilmektedir [114].

Türkiye, iklim değişikliğinden en fazla etkilenmesi öngörülen bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. Bu durum, ülkeyi su kaynaklarında azalma, aşırı hava olayları, toprak neminde azalma, büyük çaplı orman yangınları, daha sık ve şiddetli sıcak hava dalgaları ile kuraklıklar gibi ciddi risklerle karşı karşıya bırakmaktadır [115,116,117,118,119,120]. Ayrıca, Türkiye'nin büyük bir kısmı yarı kurak iklim koşullarının etkisi altında bulunduğundan, kuraklık; neden olduğu ekonomik, çevresel ve toplumsal zararların yanı sıra, toplumsal farkındalığın yetersizliği nedeniyle de en tehlikeli doğal afetlerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Türkiye'de yağışların alansal ve zamansal olarak düzensiz dağılması, farklı şiddetlerde kuraklık olaylarının yaşanmasına neden olmaktadır. Türkiye yıllık toplam yağışları bölgeler arası farklılık göstermekle beraber; yaklaşık %38'sini kış, %27'sini ilkbahar, %24'ünü sonbahar ve %11'ini yaz mevsiminde almaktadır. Özellikle kış ve bahar yağışlarının miktarı ve şekli su kaynakları açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye'de yağışlarda yıllık ve yıllar arası değişkenlik gözlenmesine rağmen anlamlı bir trend tespit edilememiştir. Buna karşılık, 1994'ten itibaren sıcaklıkta başlayan artış eğilimi, 2005 sonrası belirginleşmiştir. Projeksiyonlara göre bu artışın buharlaşmayı artırarak kuraklıkların süresi, şiddeti ve sıklığını da artırması beklenmektedir. Bu durum, gelecekte Türkiye'de kuraklık etkilerinin daha belirgin hale geleceğine işaret etmektedir [121,122,123,124,125,126,127,128,129].

Küresel sıcaklık artışına bağlı olarak yaşanan geniş ölçekli iklim değişimleri, Türkiye gibi iklim değişikliğine karşı hassas ülkelerde gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Kuraklığın doğal süreçte oluşumunu engellemek mümkün olmasa da, etkili ve bütüncül yönetim stratejileriyle olumsuz etkileri azaltmak ve oluşabilecek problemlere karşı önceden önlem almak mümkündür [128,130].

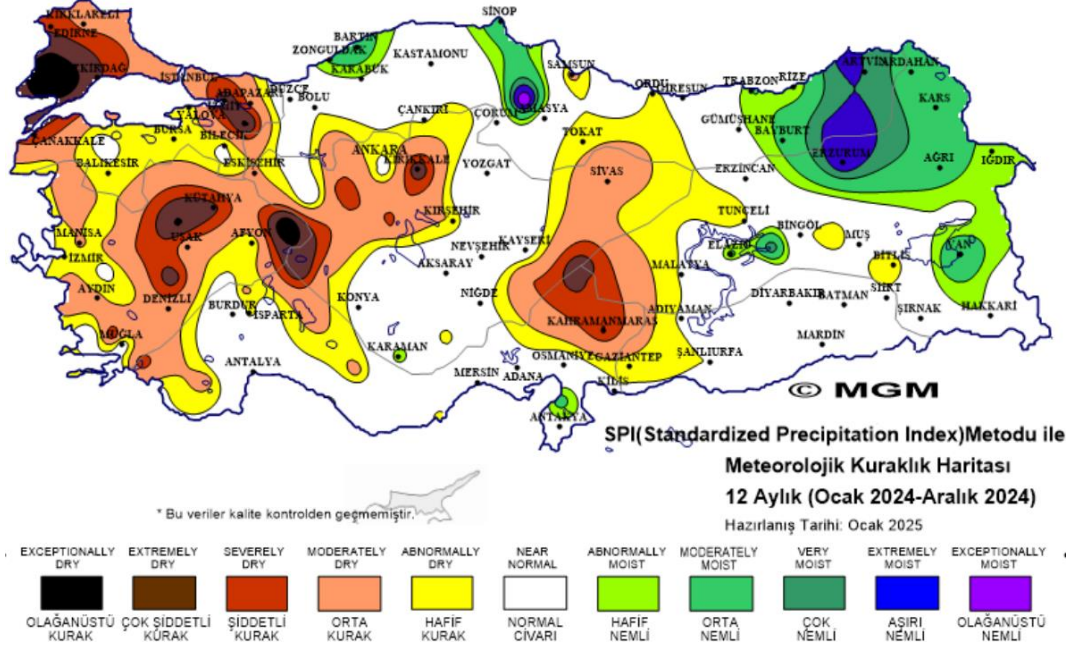
3.2.2.1. Meteorolojik Kuraklık Değerlendirmesi

Kuraklık izleme sistemleri, meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık gibi farklı türdeki kuraklıkların durumunu gözlemlemek ve değerlendirmek için yağış, sıcaklık, toprak nemi, yer altı suyu seviyesi gibi göstergeleri bir araya getirir. Bu göstergeler, karar alıcılara ve topluma yol göstererek su kaynaklarının etkili yönetimini destekler.

Kuraklık izleme ve değerlendirme sürecinde yaygın olarak kullanılan başlıca kuraklık indisleri ve kuraklık değerlendirmeleri aşağıda verilmektedir [131,132].

SPI Metodu

Standart Yağış İndeksi (Standardized Precipitation Index - SPI), yalnızca yağış anomalilerini temel alarak kuraklık seviyesini belirleyen bir göstergedir. Hesaplanması kolaydır ve farklı zaman ölçeklerine uygulanabilir. Ancak, sıcaklık ve evapotranspirasyon etkilerini dikkate almadığı için özellikle iklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerini değerlendirmede yetersiz kalabilir.



Şekil 77. Türkiye’de 2024 Yılı Standart Yağış İndeksine Göre Kuraklık Haritası

2024 yılı SPI-12 (Ocak-Aralık 2024) yıllık meteorolojik kuraklık haritasına göre yurdumuzda;

- Marmara Bölgesi’nde Bilecik, Balıkesir (Gönen) ve çevreleri hariç tamamında,
- Ege Bölgesi’nde İzmir (Dikili, Seferihisar, Çeşme ve Ödemiş), Muğla ve çevreleri hariç tamamında,
- Akdeniz Bölgesi’nde Antalya (Elmalı), Isparta, Mersin (Silifke), Kahramanmaraş ve çevrelerinde,
- İç Anadolu Bölgesi’nde Ankara (Polatlı ve Beypazarı), Kırıkkale, Eskişehir, Konya (Akşehir, Kulu, Ereğli, Hadim ve Ilgın), Kırşehir, Sivas, Kayseri (Sarız ve Develi) ve çevrelerinde,
- Karadeniz Bölgesi’nde Samsun, Ordu, Giresun (Şebinkarahisar), Tokat ve çevrelerinde,

- Doğu Anadolu Bölgesi'nde Tunceli, Bingöl (Solhan), Bitlis ve çevrelerinde,
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep ve çevresinde

değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmuştur (Şekil 77) [132].

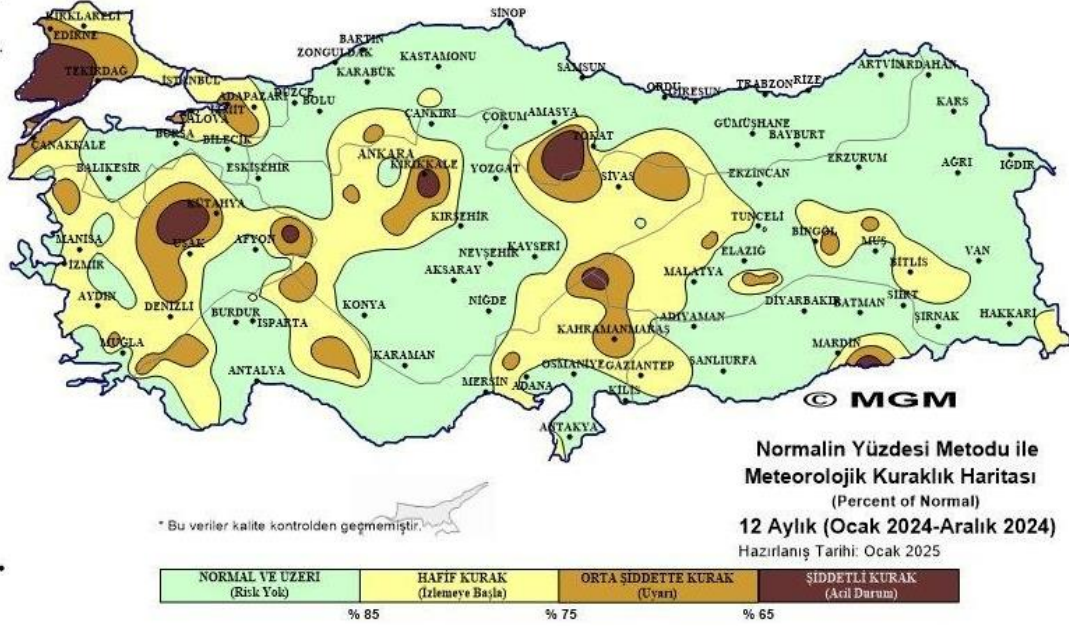
PNI Metodu

Normalin Yüzdesi İndeksi (Percent of Normal Index-PNI), belirli bir dönemdeki yağış miktarını uzun vadeli ortalamaya göre yüzdesel olarak hesaplayan basit bir kuraklık göstergesidir. Hesaplanması kolaydır ve farklı zaman ölçeklerine uygulanabilir. Sıcaklık ve evapotranspirasyon etkilerini dikkate almaz.

2024 yılı PNI-12 (Ocak-Aralık 2024) yıllık meteorolojik kuraklık haritasına göre yurdumuzda;

- Marmara Bölgesi'nde Bilecik, Bursa, Balıkesir ve çevreleri hariç tamamında,
- Ege Bölgesi'nde Muğla, İzmir (Ödemiş, Seferihisar, Çeşme ve Dikili), Manisa (Akhisar), Aydın (Nazilli), Afyonkarahisar ve çevreleri hariç tamamında,
- Akdeniz Bölgesi'nde Antalya (Elmalı ve Demre), Burdur (Tefenni), Isparta (Uluborlu ve Yalvaç), Adana (Karaisalı ve Kozan), Kahramanmaraş, Hatay (Samandağ) ve çevrelerinde,
- İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara (Kızılcahamam, Polatlı ve Beypazarı), Çankırı (İlgaz), Kırıkkale, Konya (Akşehir, Seydişehir, Kulu, Hadim ve Ilgın), Kırşehir (Kaman), Yozgat (Sorgun), Sivas, Kayseri (Tomarza, Sarız ve Develi) ve çevrelerinde,
- Karadeniz Bölgesi'nde Tokat (Turhal ve Zile), Giresun (Şebinkarahisar) ve çevrelerinde,
- Doğu Anadolu Bölgesi'nde Hakkari (Yüksekova), Van (Gevaş), Bitlis, Muş (Varto), Bingöl, Elazığ (Ağın ve Maden), Tunceli (Çemişgezek), Malatya (Doğanşehir ve Arapgir) ve çevrelerinde,
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep, Şanlıurfa (Birecik), Mardin (Nusaybin) ve çevrelerinde

değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmuştur (Şekil 78) [132].



Şekil 78. Türkiye’de 2024 Yılı Normalin Yüzdesi İndeksine Göre Kuraklık Haritası

SPEI Metodu

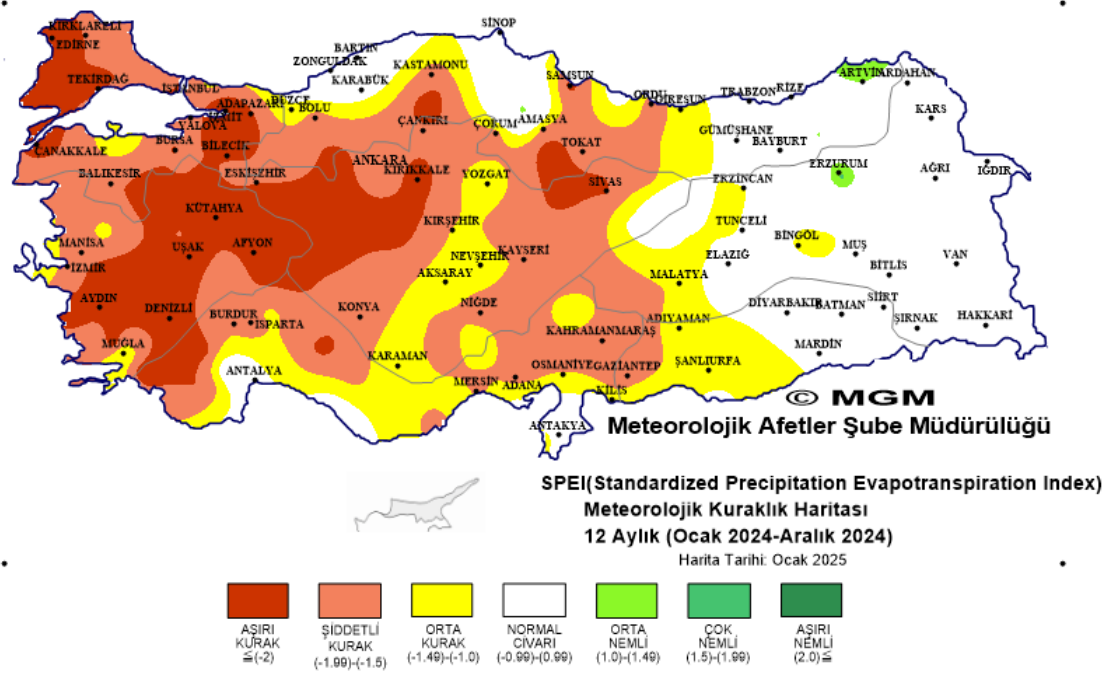
Standartlaştırılmış Yağış-Evapotranspirasyon İndisi (Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index – SPEI); yağış ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) arasındaki farkı kullanarak kuraklık seviyesini hem sıcaklık hem de yağış parametreleri ışığında belirler. Hem yağış hem de sıcaklık faktörlerini dikkate alarak iklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerini daha geniş bir perspektifte değerlendirir. SPEI’nin, farklı iklim bölgelerinde kullanılabilirliği, çok ölçekli yapısı, küresel ısınma ve farklı kuraklık türlerini analiz edebilme kapasitesi, kuraklık izleme ve analizinde güçlü konuma getirmektedir [133]. Ayrıca yapılan çalışmalarda; küresel ısınma sebebiyle SPEI nin kurak, yarı kurak bölgelerdeki kuraklıkları karakterize etmede daha sağlam olduğu bildirilmiştir [134,135,136,119,120].

2024 yılı SPEI-12 (Ocak-Aralık 2024) yıllık meteorolojik kuraklık haritasına göre yurdumuzda;

- Marmara Bölgesi,
- Ege Bölgesi (Çeşme hariç),
- Akdeniz Bölgesi’nde (Batı Akdeniz kıyıları, Antakya, İskenderun ve Karataş civarları hariç)
- Batı Karadeniz Bölgesi’nin iç kesimleri ve Orta Karadeniz Bölgesinde,
- İç Anadolu Bölgesi’nde (Karaman, Divriği ve Kangal hariç),

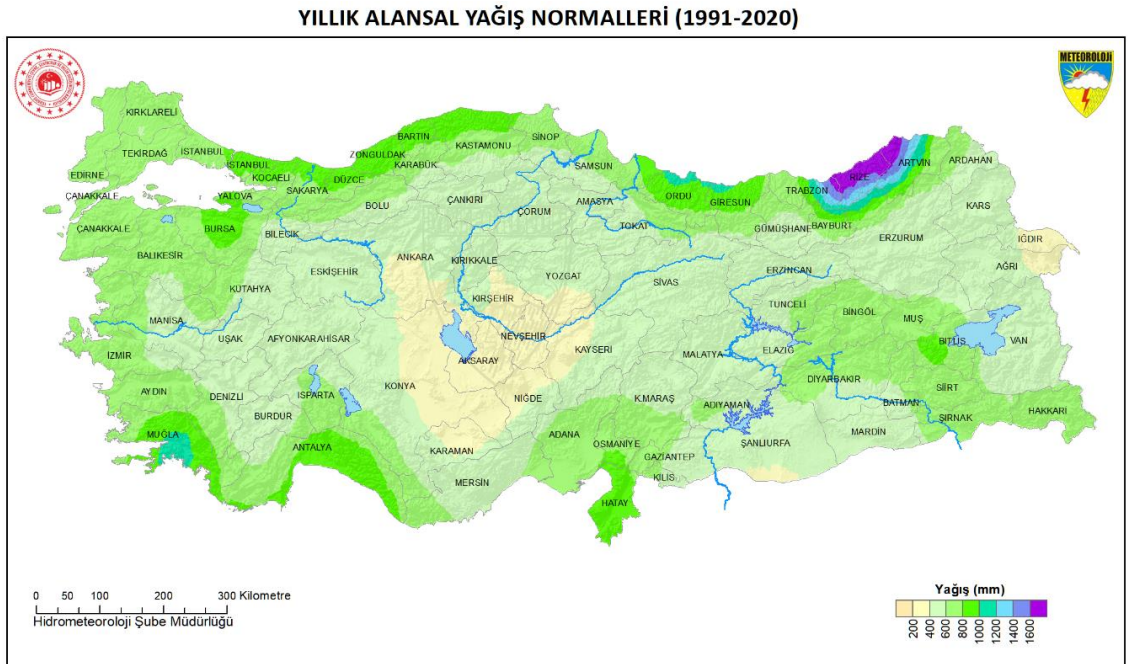
- Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzincan, Malatya, Bingöl, Arapgir, Çemişgezek, Solhan ve Keban civarlarında
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin batısında

değişen şiddetlerde meteorolojik kuraklık etkili olmuştur (Şekil 79).



Şekil 79. Türkiye 2024 Yılı Aralık Ayı SPEI-12 Meteorolojik Kuraklık Haritası

3.2.2.2. 2024 Yılı Yağış Değerlendirmesi



Şekil 80. Türkiye’de 1991-2020 Yılları Alansal Yağış Normalleri

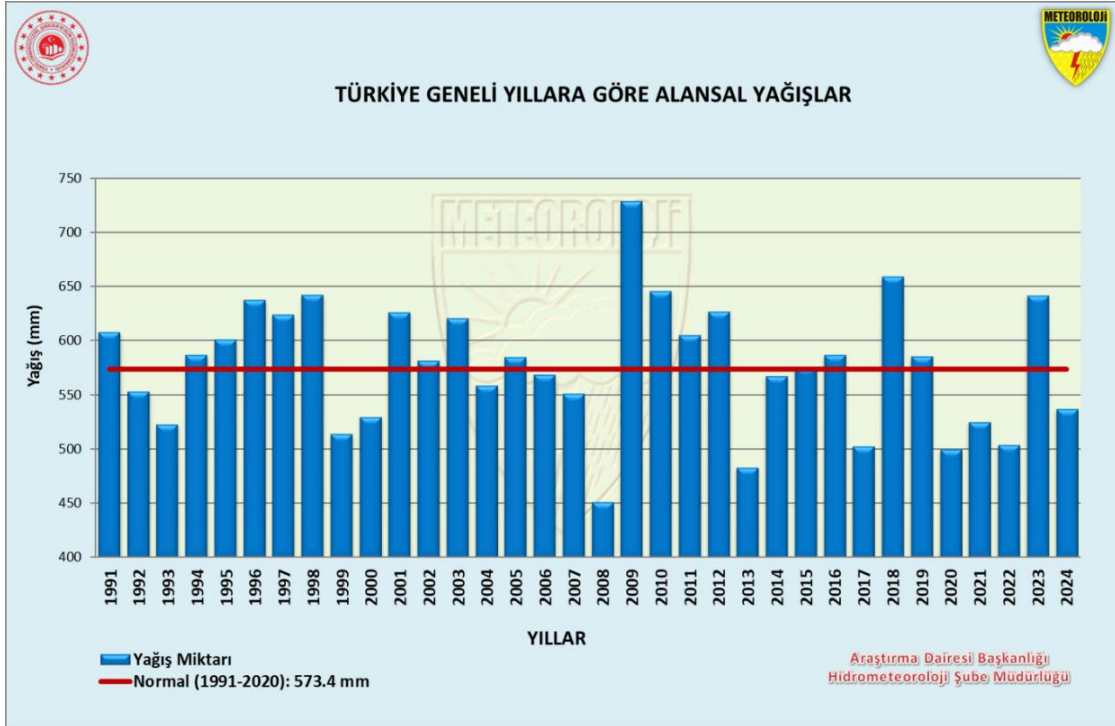
Türkiye geneli için, 1991-2020 dönemi uzun yıllar yıllık ortalama alansal yağış miktarı 573,4 mm olarak belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalamaları dikkate alındığında; ülkemizde en yüksek yağışlar Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Rize ve Artvin kıyılarında 1600 mm'nin üzerinde gerçekleşirken, en düşük yağışlar İç Anadolu'nun orta kesimleri ile Şanlıurfa, Ağrı ve Iğdır çevrelerinde gözlenmektedir (Şekil 80) [137].

Ülkemizin 2024 yılı alansal yağışı 537.2 mm olarak gerçekleşmiştir. Türkiye geneli yıllık ortalama alansal yağış miktarı 573.4 mm'dir (1991-2020). Yağışlarda normaline göre %6,3, geçen yıl yağışlarına göre %16,3 azalma meydana gelmiştir (Tablo 6).

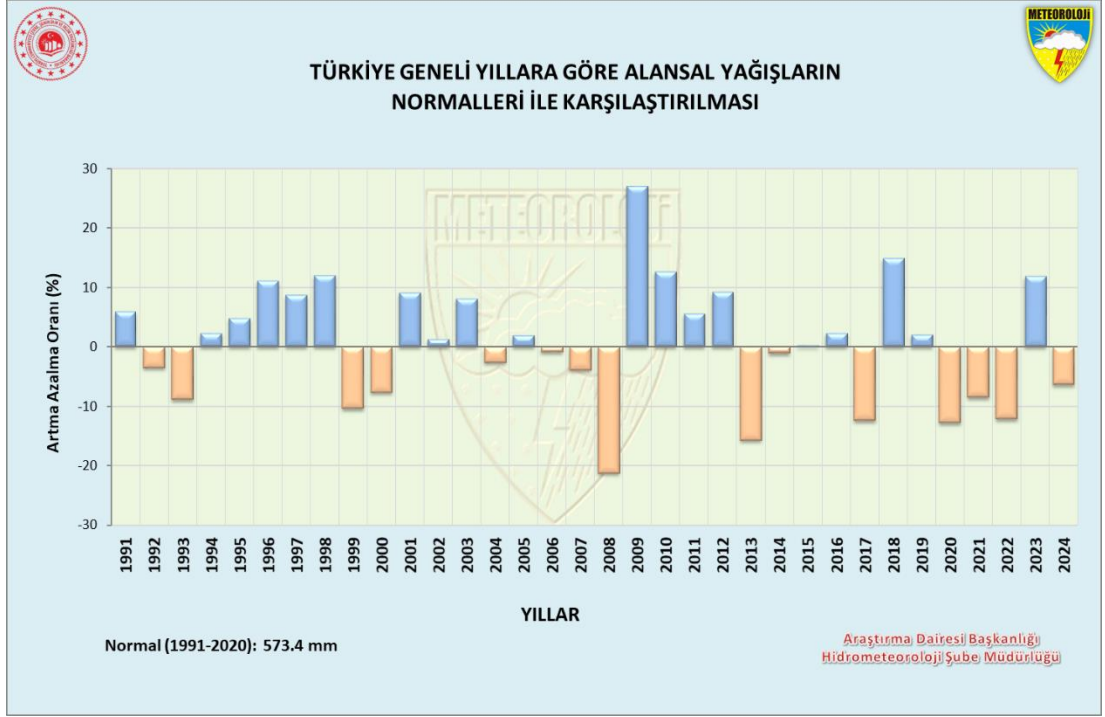
Tablo 6. Türkiye Geneli Alansal Yağış Dağılımı ve Geçmiş Dönem Karşılaştırması

TÜRKİYE GENELİ ALANSAL YAĞIŞ DURUMU (1 Ocak 2024 - 31 Aralık 2024)					
BÖLGELER	Yağış (mm)	Normali (1991-2020) (mm)	2023 Yılı Yağış (mm)	Normale Göre Değişim (%)	2023 Yılına Göre Değişim (%)
Türkiye Geneli	537.2	573.4	641.5	-6.3 Azalma	-16.3 Azalma

2008 yılı 1974 yılından günümüze kadar görülen en kurak yıl olurken (451.6 mm), 2009 yılı 1974 yılından bu yana görülen en yağışlı yıl olmuştur (728.3 mm) (Şekil 81 ve 82).

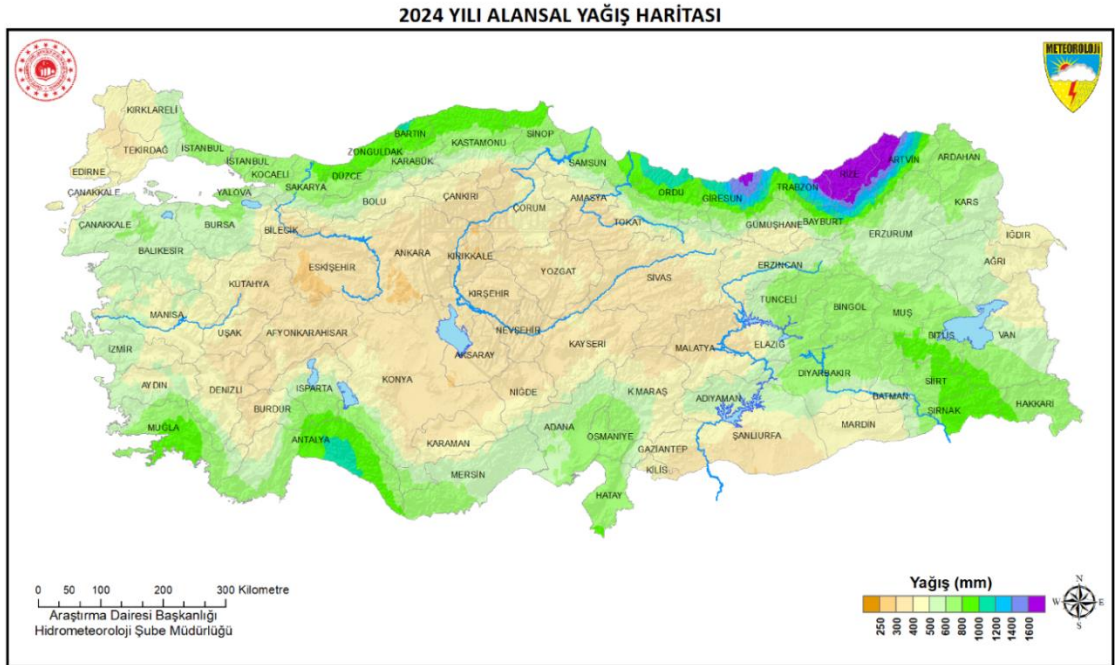


Şekil 81. Türkiye Geneli Yıllara Göre Yağış Dağılımı



Şekil 82. Türkiye Geneli Yıllık Yağışların Normallerine Göre Değişim Oranları

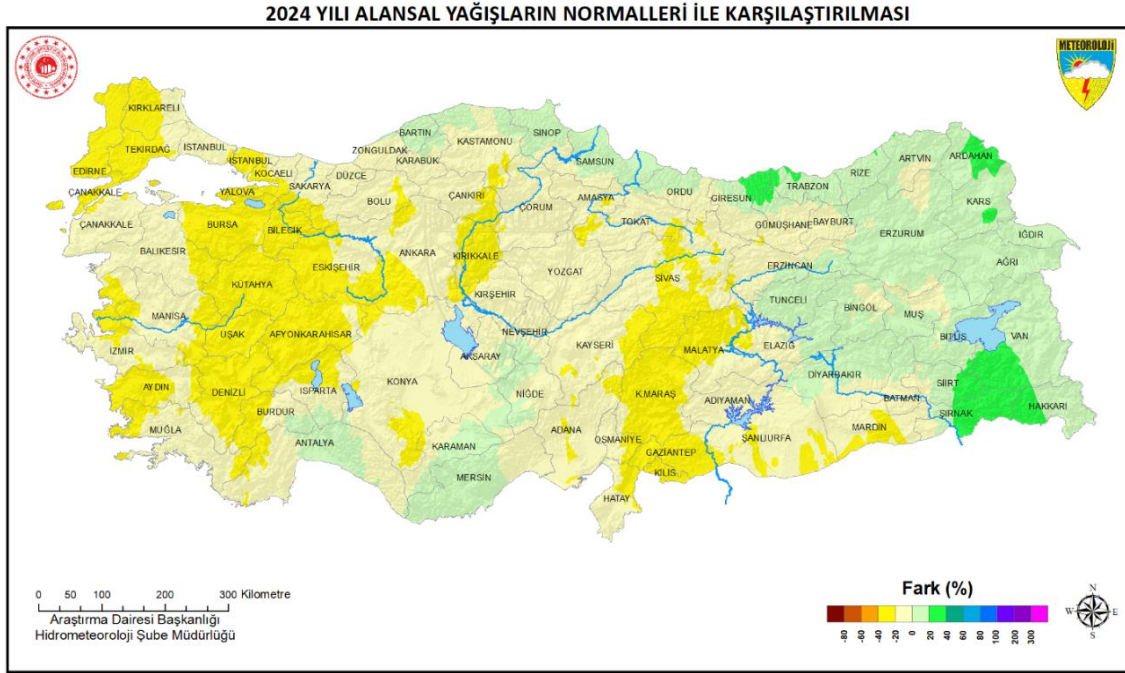
2024 yılında Antalya, Giresun ve Trabzon'un doğusu ile Ordu, Rize, Artvin çevreleri 1000 mm'nin üzerine yağış alırken, Trakya'nın batısı, İç Anadolu, Ege Bölgesi'nin doğusu ve Şanlıurfa, Gaziantep çevreleri 400 mm'nin altında yağış almıştır (Şekil 83).



Şekil 83. 2024 Yılı Alansal Yağış Dağılışı

2024 yılı yağışları, Giresun, Trabzon, Ardahan ile Van Gölü'nün güney kesimlerinde normallerine göre %20-40 aralığında artmıştır (Şekil 84). İl geneli yağışlarda en fazla yağış

1869.8 mm ile Rize’de, normaline göre en fazla artış %27,9 ile Trabzon’da, en az yağış 316.1 mm ile Kırıkkale’de, normaline göre en fazla azalma ise %35,0 ile Edirne’de gerçekleşmiştir.



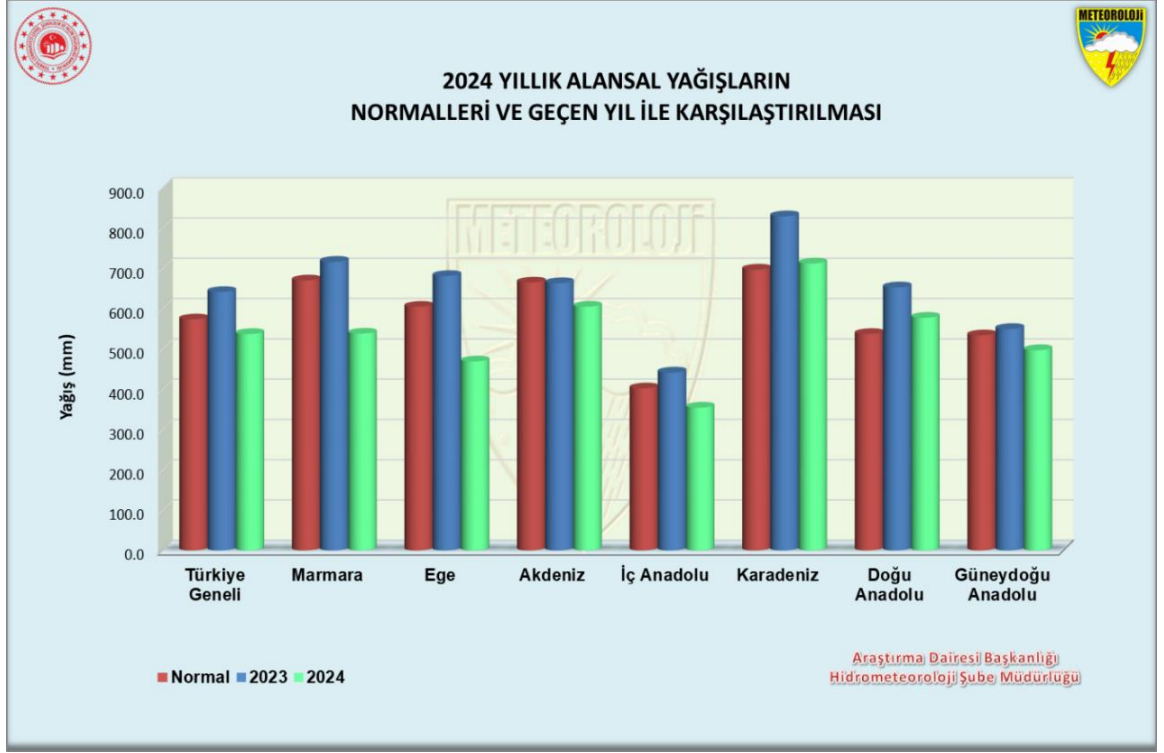
Şekil 84. Türkiye 2024 Yılı Yağışlarının Normalleriyle Karşılaştırılması

Bölgelere Göre Yağışlar

Bölge genelinde yıllık yağışlar; Karadeniz Bölgesi normal civarında, Doğu Anadolu Bölgesi’nde artma, diğer bölgelerde ise azalma şeklinde gerçekleşmiştir. En fazla azalma gösteren bölge %22,4 ile Ege Bölgesi olmuştur. Geçen yıl yağışlarına göre ise tüm bölgelerde azalma mevcuttur (Tablo 7, Şekil 85).

Tablo 7. 2024 Yılı Bölgelerin Normali ve Geçen Yıl Yağışlarıyla Karşılaştırması

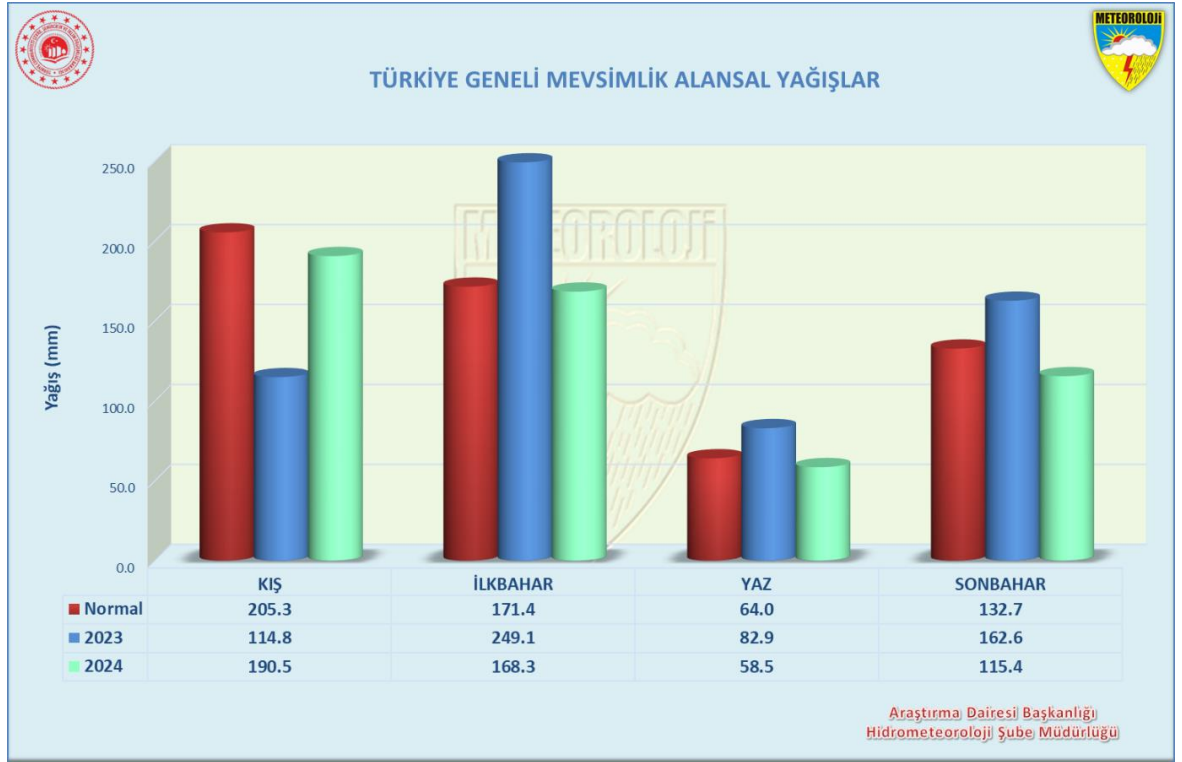
BÖLGE GENELİ ALANSAL YAĞIŞ DURUMU (1 Ocak 2024 - 31 Aralık 2024)					
BÖLGELER	Yağış (mm)	Normali (1991-2020) (mm)	2023 Yılı Yağış (mm)	Normale Göre Değişim (%)	2023 Yılına Göre Değişim (%)
Marmara	538.1	670.0	716.5	-19.7 Azalma	-24.9 Azalma
Ege	469.2	604.7	681.1	-22.4 Azalma	-31.1 Azalma
Akdeniz	604.9	665.1	663.5	-9.0 Azalma	-8.8 Azalma
İç Anadolu	354.5	402.2	441.6	-11.9 Azalma	-19.7 Azalma
Karadeniz	712.1	697.0	829.3	2.2 Normali Civarı	-14.1 Azalma
Doğu Anadolu	577.5	537.3	652.8	7.5 Artma	-11.5 Azalma
Güneydoğu Anadolu	497.1	533.9	549.7	-6.9 Azalma	-9.6 Azalma



Şekil 85. 2024 Yılı Yağışlarının Bölgelere Göre Durumu

Mevsimlik Yağış Değerlendirmesi

Ülke genelinde ilkbahar mevsimi yağışları normalleri civarında, diğer mevsim yağışları normalleri altında gerçekleşmiştir (Şekil 86).



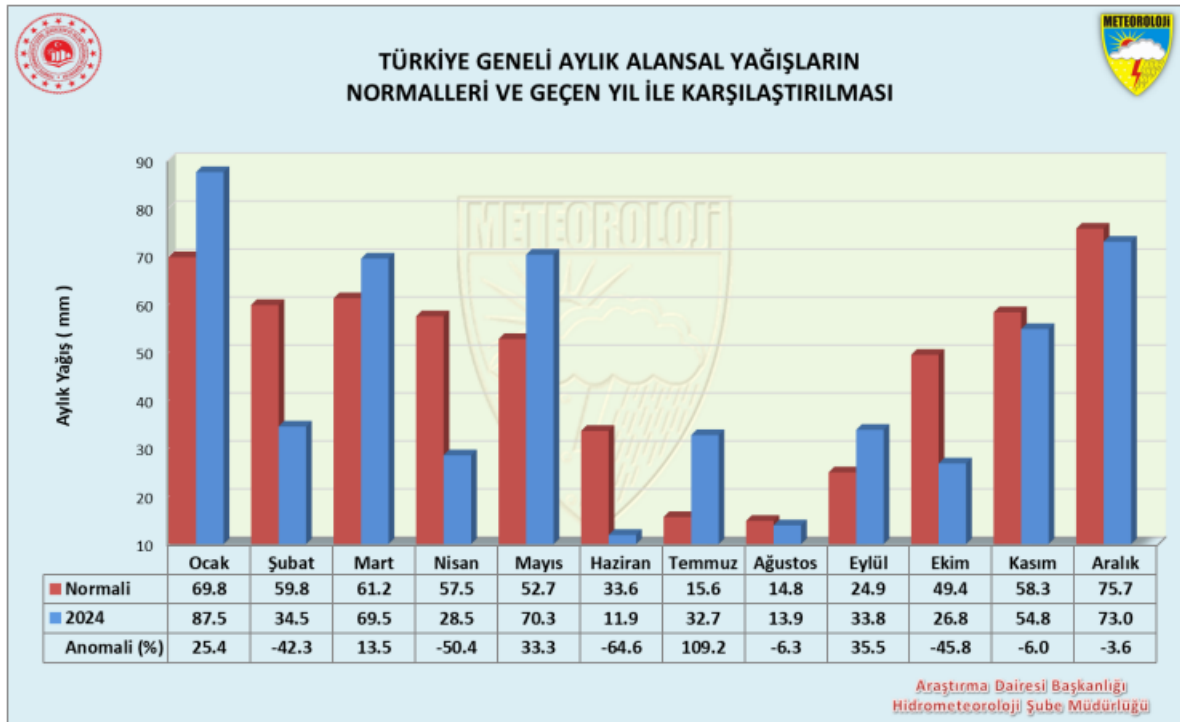
Şekil 86. Mevsimlik Alansal Yağış Dağılımı

Aylık Yağış Değerlendirmesi

Yağışların aylara göre dağılımında; hava kütleleri ve cephesel sistemlerin geliş dönemleri ile orografik özellikler ve yükselti, en önemli etkenlerdir. Yurdumuz en fazla yağışı genellikle Aralık ve Ocak aylarında, en düşük yağışı ise Temmuz ve Ağustos aylarında almaktadır.

Türkiye genelinde alansal yağışlar; 2024 yılının Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında normallerinin altında gerçekleşmiştir. En çok yağışlı ay 87.5 mm ile Ocak ayı ve en az yağışlı ay 11.9 mm ile Haziran ayı olmuştur (Şekil 87).

Ülke genelinde Temmuz ayında son 15 yılın en yağışlı Temmuz ayı, Haziran ayında ise son 23 yılın en kurak Haziran ayı yaşanmıştır.



Şekil 87. Türkiye Geneli Aylık Alansal Toplam Yağışlar

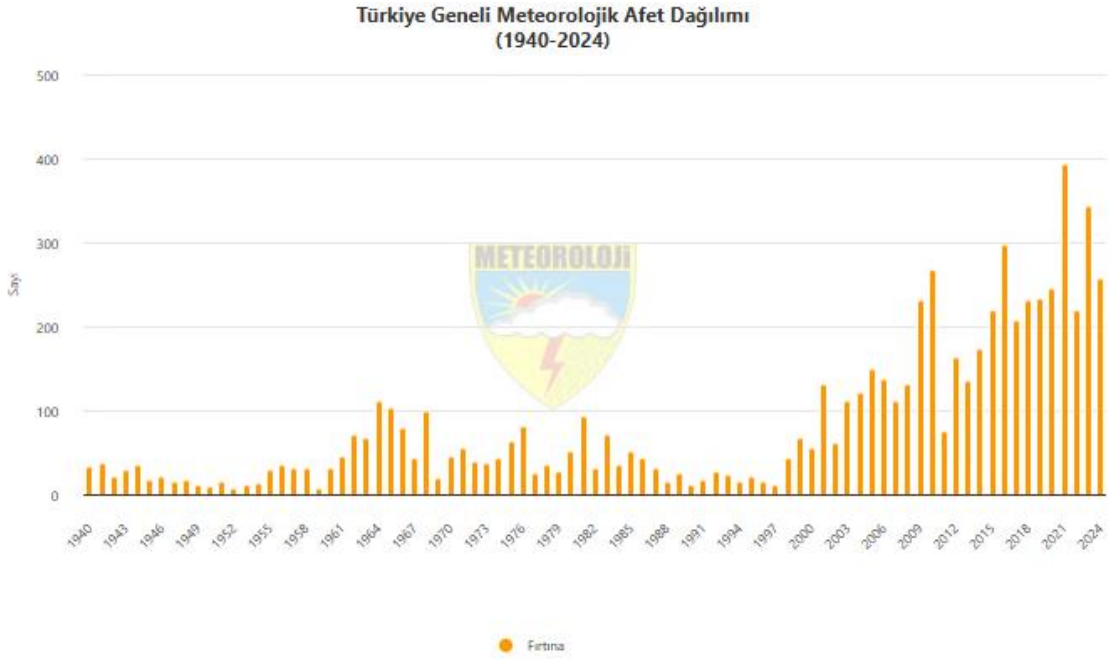
3.2.3. Fırtına

Fırtına afetleri, her yıl binlerce insanı doğrudan ya da dolaylı yollarla etkilemektedir. Yerleşim yerlerinde kara, deniz ve hava yolu ulaşımının aksaması ya da durması, hayvanların zarar görmesi, ağaçların devrilmesi, tarım alanlarının ve seracılık faaliyetlerinin zarar görmesi gibi birçok etkiye sebep olan fırtına afeti; her yıl maddi olarak da ciddi kayıplara neden olmaktadır.

Fırtına afetinin insanlara ve çevreye bıraktığı hasar dışında, etkileri ile diğer afetleri tetiklemesi de önemli bir ayrıntıdır. Örneğin, orman yangınlarının en önemli sebeplerinden birisi de fırtına sonucu hasar gören enerji nakil ve dağıtım hatlarının yangınların başlamasına yol açmasıdır. Ayrıca, fırtınanın; orman yangınlarının büyümesi, ani yön değiştirmesi, kar ve yağmur yağışı sırasında görülmesi, olayı daha ciddi bir boyuta getirmektedir.

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

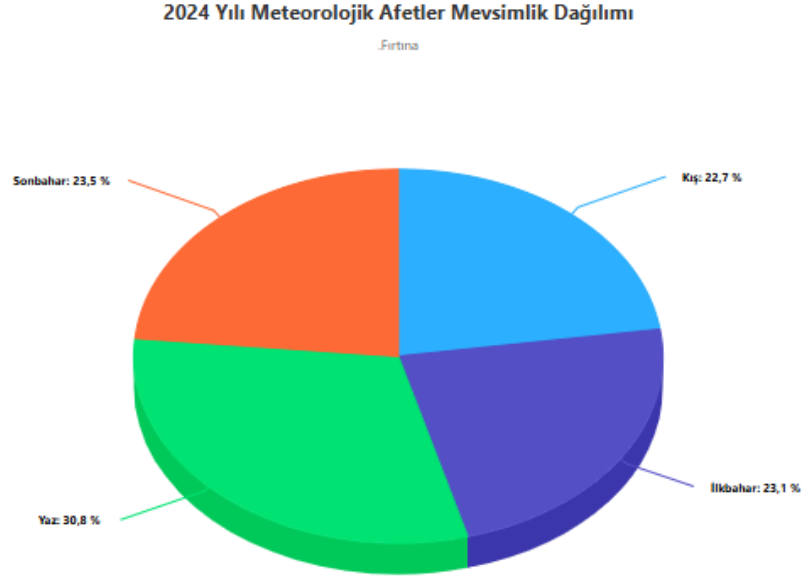
2024 yılında yaşanan 257 fırtına afeti, tüm afetlerin %20,4'ünü oluşturmaktadır. 2021 yılı, halen fırtına afetinin en fazla görüldüğü yıl olmuştur (Şekil 88).



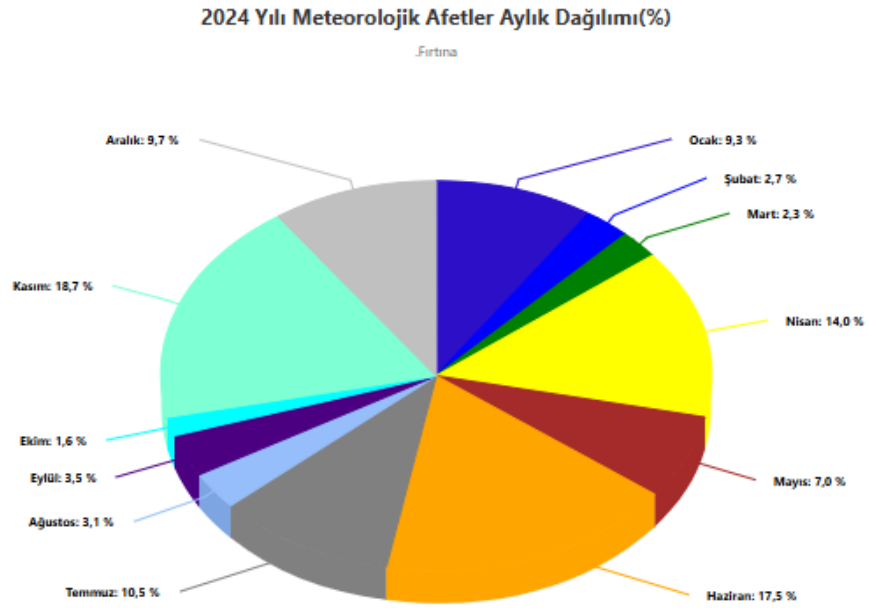
Şekil 88. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Fırtına Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

Fırtına afetinin 2024 yılında mevsimlere göre dağılımına bakıldığında, en çok yaz mevsiminde olduğu görülmektedir. Yıl boyunca kayıt altına alınan fırtına afetlerinin %23,5’i sonbahar, %23,1’i ilkbahar, %22,7’si kış ve %30,8’i yaz mevsiminde gerçekleşmiştir (Şekil 89).

Fırtına afetinin 2024 yılı için aylara göre dağılımına bakıldığında; en çok Kasım ayında ve ikinci sırada ise Haziran ayında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 90).



Şekil 89. Türkiye’de 2024 Yılı Fırtına Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

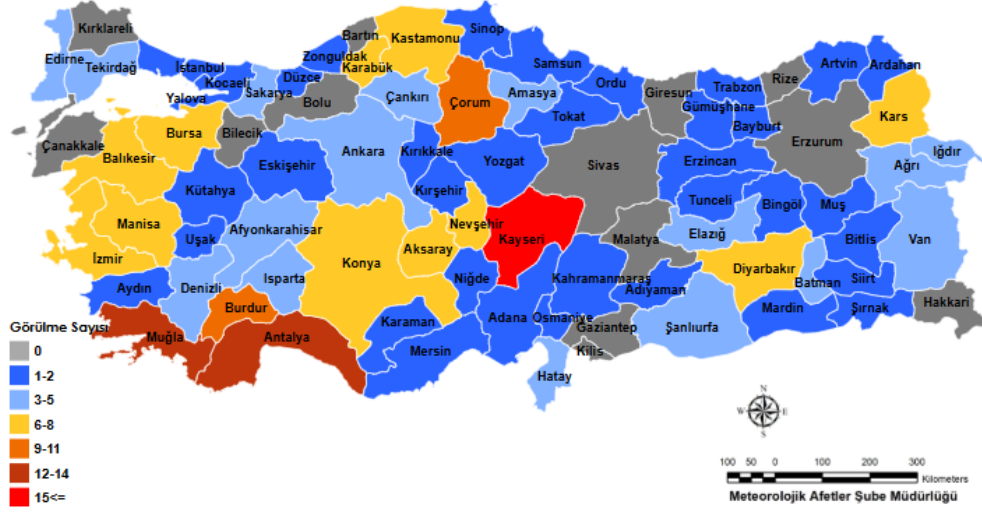


Şekil 90. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Fırtına Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

MGM kayıtlarına göre, fırtına afeti, şiddetli yağış/sel afetinden sonra, 2024 yılında en fazla meydana gelen afettir. Kayseri, Antalya ve Muğla, fırtına afetinin en fazla gözlemlendiği iller olarak rapor edilmiştir. Çorum ve Burdur illeri de fırtına afetinin 2024 yılında sık yaşandığı diğer illerdir (Şekil 91).



Meteorolojik Afetler Dağılımı (2024) Fırtına

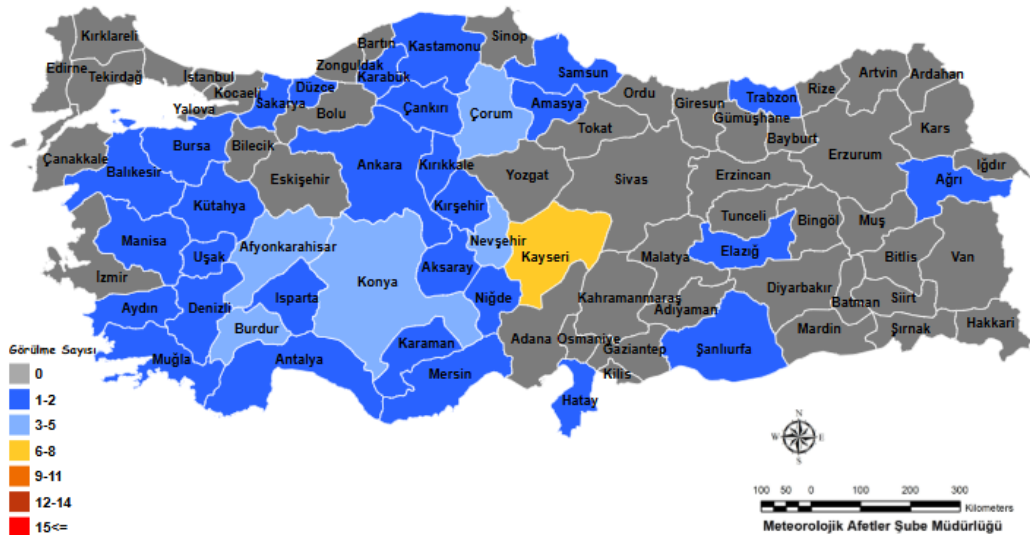


Şekil 91. Türkiye’de 2024 Yılı Meydana Gelen Fırtına Afetinin İllere Göre Dağılımı

2024 yılı ilkbahar mevsiminde fırtına afetinin en fazla görüldüğü yer Kayseri ilimiz olmuştur (Şekil 92).



.Fırtına (İlkbahar/2024)

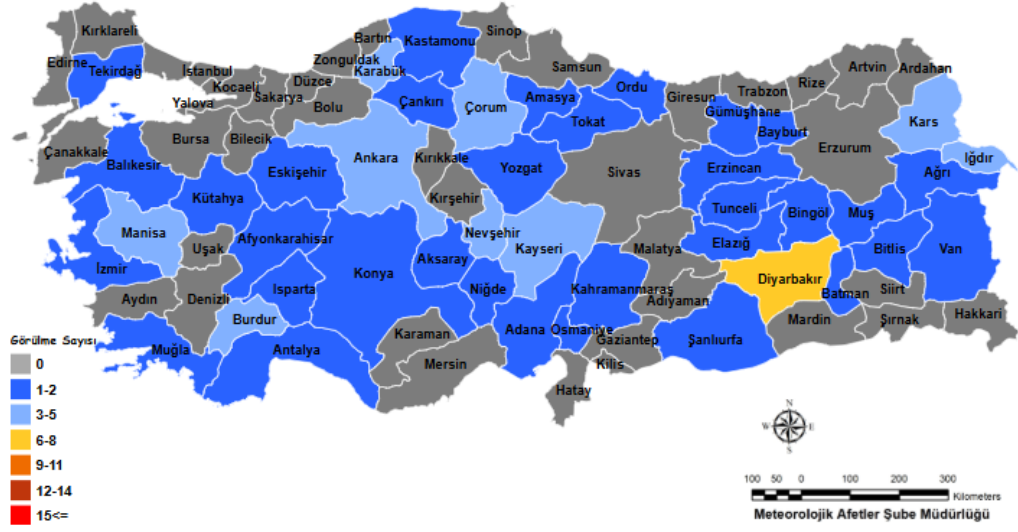


Şekil 92. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

2024 yılının yaz mevsiminde fırtına afetinin en çok görüldüğü ilimiz Diyarbakır olmuştur (Şekil 93).



.Fırtına (Yaz/2024)

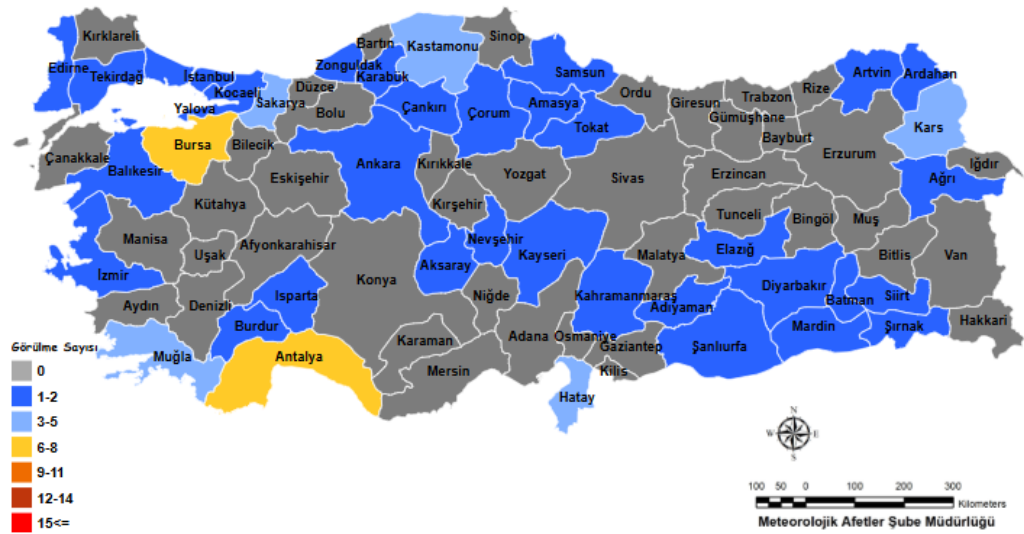


Şekil 93. Türkiye’de 2024 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

Antalya ve Bursa 2024 yılı sonbahar mevsiminde en fazla fırtına afeti görülen illerdir (Şekil 94). Sonbaharda fırtına afetinin görüldüğü diğer iller ise Kastamonu, Muğla, Sakarya, Hatay ve Kars’tır.



.Fırtına (Sonbahar/2024)



Şekil 94. Türkiye’de 2024 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı



Şekil 95. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Fırtına Afeti Dağılımı

Türkiye’de 2024 yılı kış mevsiminde, fırtına afeti en fazla Antalya, İzmir, Balıkesir, Sakarya, Edirne, Aksaray, Ağrı ve Kars illerinde yaşanmıştır (Şekil 95).

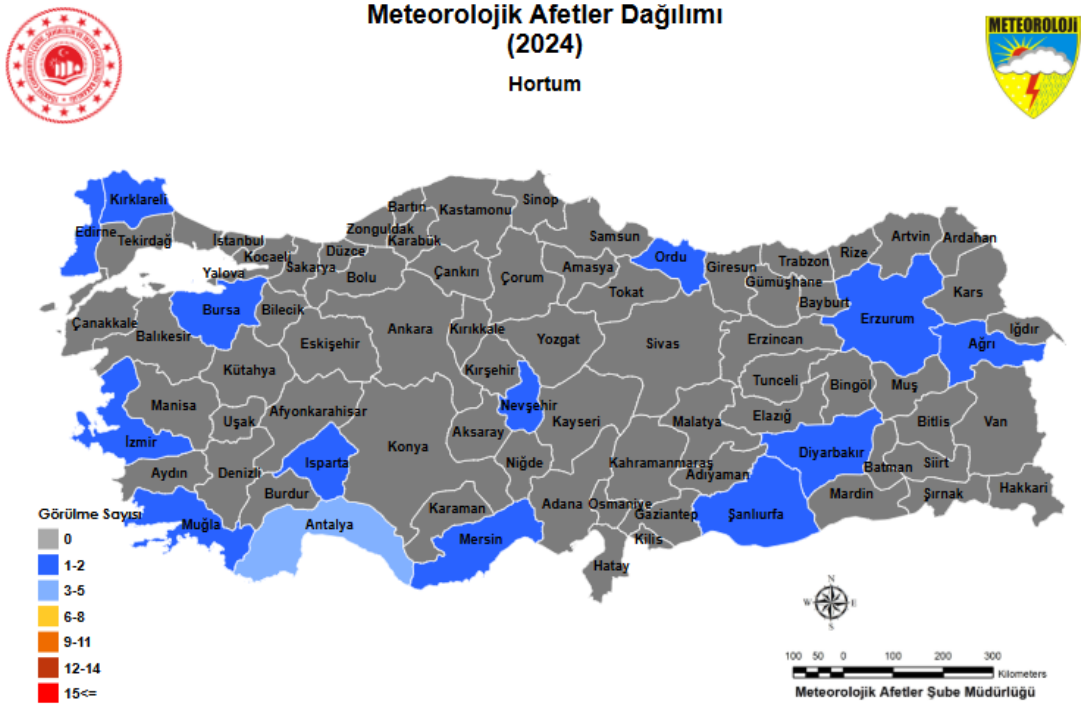
Hortum

Hortum; Kümülonimbus bulutundan aşağı doğru sarkan ve yere dokunan, kendi dar eksenini etrafında şiddetli bir şekilde dönerek çok uzun yol kat edebilen hava kolonu olarak tanımlanmaktadır. Dönen rüzgârların ikinci derecede büyük olanı “hortum” adını alır. Bunlar; birkaç yüz metre çaplı, ilerleme hızı 50 km/saati bulabilen ve yarım saat kadar devam edebilen rüzgârlardır. Hortum, küçük çaplı da olsa, en yıkıcı rüzgârlardan biridir. Küçük, güçlü ve alçak basınç alanlarında, hızlı bir şekilde kendi etrafında dönen rüzgârlar olarak tanımlanan hortumlar, her zaman, huni şeklini almış bir bulut ile oluşmaya başlar. Bu huni bulut, bir filin hortumuna benzer. Şiddetli gök gürültüleri ile dönerek ilerleyen huni bulut, yerle temas ettikten sonra hortum olarak adlandırılır.

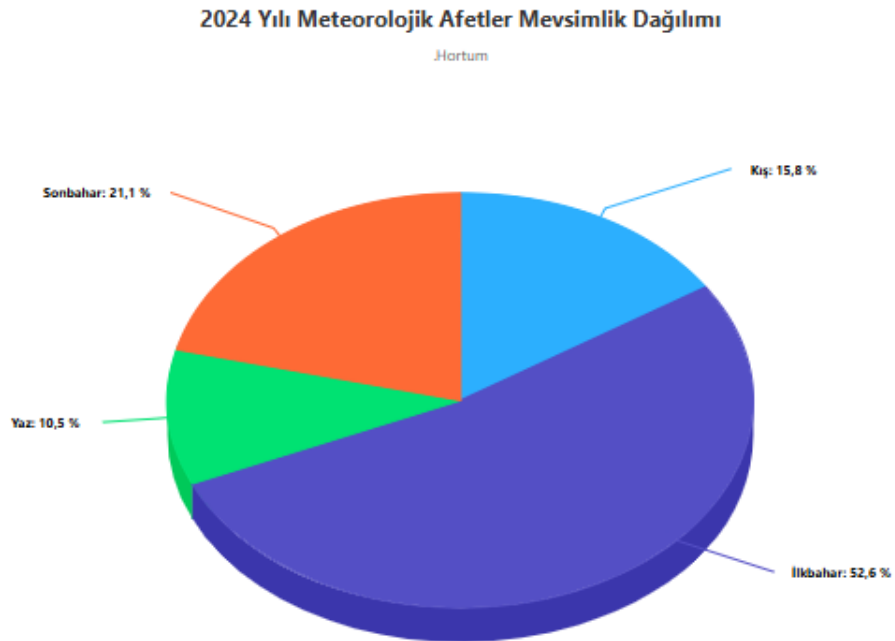
Hortumlar, bazen deniz üzerinde de oluşabilir ve bu durumda “su hortumu” adını alır. Su hortumu, bazen, kara üzerinde oluştuğundan sonra su üzerine hareket etmiş bir hortum da olabilir. Su hortumları, daha çok sıcak sığ su yüzeyleri üzerinde oluşur. Çoğu hortum 10-15 dakika sürer ve ortalama 10 km yol alır [1].

MGM'nin 1952-2024 dönemi kayıtlarına göre; ülkemizde hortum görülme sayılarında, 2000'li yıllardan başlayarak ve özellikle 2010 yılından itibaren, ciddi bir artış söz konusudur.

Ülkemizde 1952-2024 periyodu için hortum afeti en fazla 2023 yılında ve Mersin ilimizde yaşanmıştır. 2024 yılında 19 hortum afeti rapor edilmiştir. En çok hortum Antalya ilimizde meydana gelmiştir (Şekil 96).



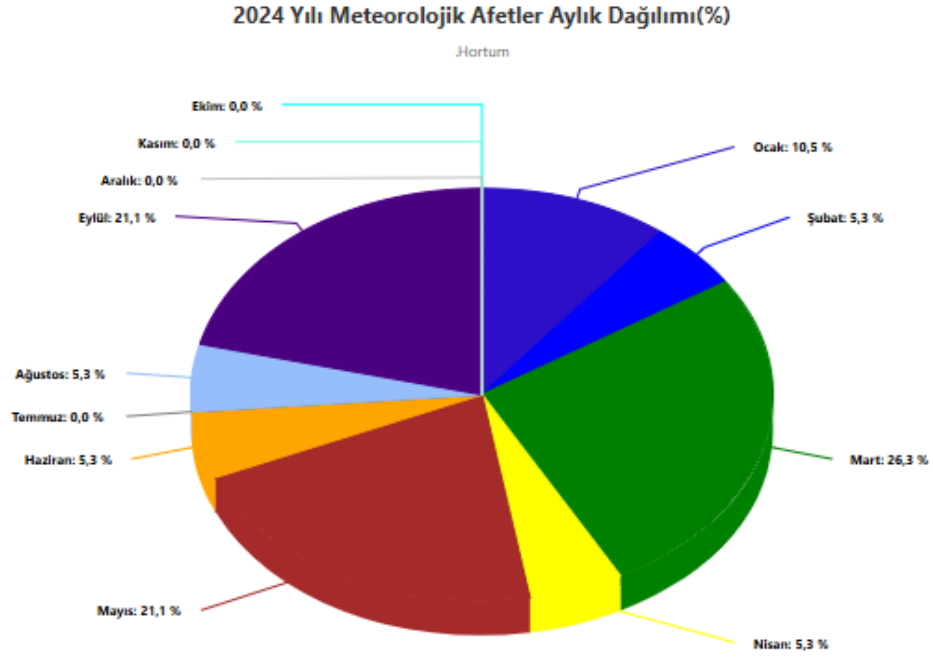
Şekil 96. Türkiye’de 2024 Meydana Gelen Hortum Afetinin İllere Göre Dağılımı



Şekil 97. Türkiye’de 2024 Yılı Hortum Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında yaşanan hortum afetlerinin mevsimlere göre dağılımına bakıldığında, en çok ilkbahar mevsiminde olduğu görülmektedir. Oransal olarak hortum olaylarının %52,6'sı ilkbahar, %21,1'i sonbahar, %15,8'i kış ve %10,5'i yaz mevsiminde gerçekleşmiştir (Şekil 97).

Hortum afetinin aylara göre dağılımına bakıldığında ise 2024 yılında en çok Mart, Mayıs ve Eylül aylarında meydana geldiği görülmektedir (Şekil 98).



Şekil 98. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Hortum Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Kum Fırtınası

Kum fırtınası, kuvvetli rüzgârlar tarafından kum parçacıklarının havaya karışmasıyla oluşan fırtına olarak tanımlanmaktadır. Bu tür fırtınalarda kum yerden 3 metreye kadar yükselir ve yükselebildiği seviye hiçbir zaman 15 metreyi geçmez. Kumla kaplı alanlarda aşırı ısınma sonucunda oluşan kuvvetli rüzgârlar gündüz boyunca gözlemlendiğinden, kum fırtınasını gece görmek mümkün değildir. Kum fırtınası nedeniyle görüş, zaman zaman 100 metrenin altına düşer. Kum fırtınalarının, insan sağlığına, yerleşim ve tarım alanlarına, özellikle karayolu ulaşımına ve enerji nakil hatlarına olumsuz etkileri vardır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğünün kayıtlarına göre, ülkemizde 2024 yılında kum fırtınası afeti Bitlis ilimizde ve Haziran ayında görülmüştür (Şekil 99).



Meteorolojik Afetler Dağılımı (2024) Kum fırtınası

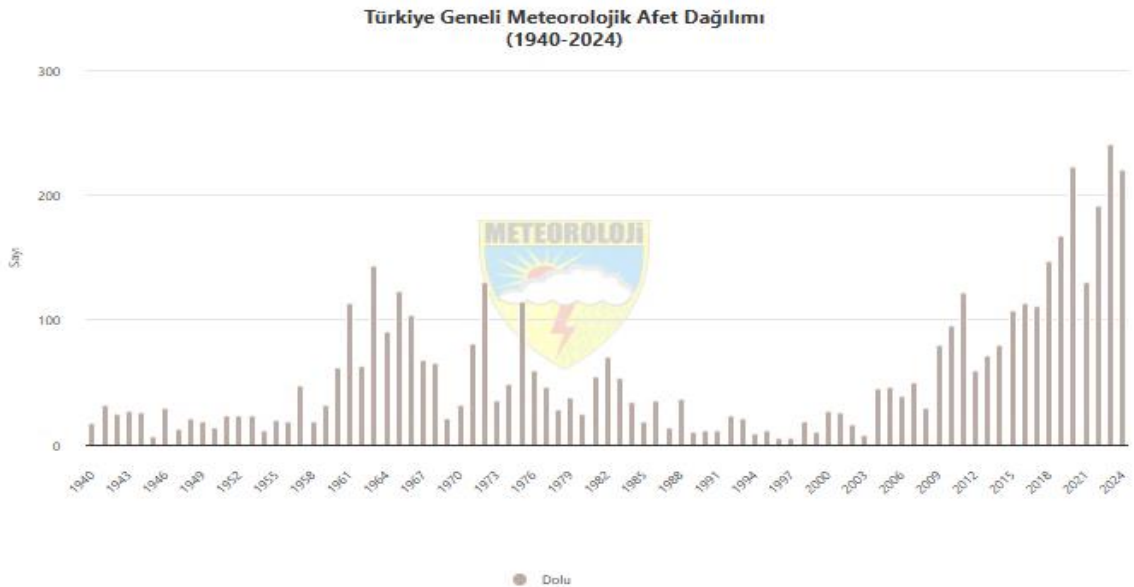


Şekil 99. Türkiye’de 2024 Meydana Gelen Kum Fırtınası Afetinin İllere Göre Dağılımı

3.2.4. Dolu

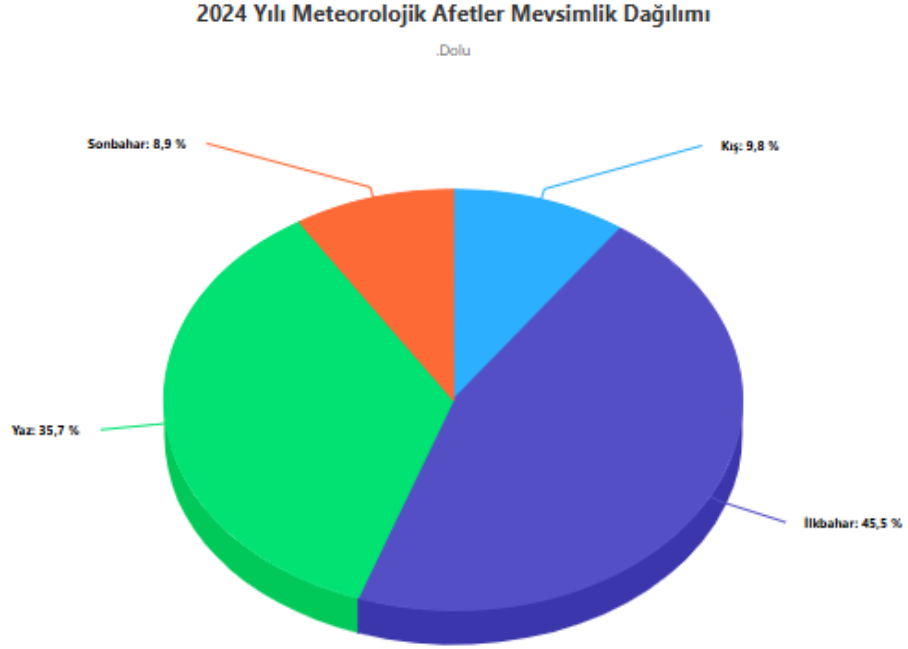
Çapı 5-50 mm veya bazen daha büyük küresel veya düzensiz buz parçalarının yağışına dolu denir. Dolu olayı ülkemizde çok sık görülen bir meteorolojik afet olup, özellikle tarım sektörü başta olmak üzere, birçok alanda önemli zararlara neden olmaktadır [1].

2024 yılı MGM kayıtlarına göre, ülkemizde 220 dolu afeti meydana gelmiştir (Şekil 100).



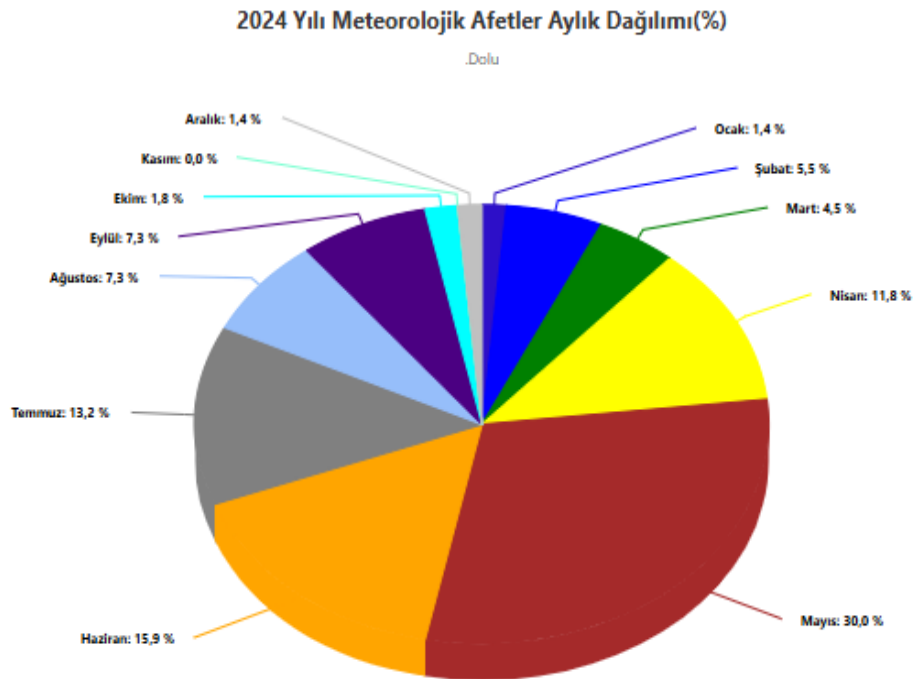
Şekil 100. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Dolu Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2024 yılında ülkemizde görülen dolu afetlerinin %45,5' i ilkbahar, %35,7' si yaz ve %9,8'i kış mevsiminde gözlenmiştir. Dolu afeti %8,9 ile en az sonbahar mevsiminde görülmüştür (Şekil 101).



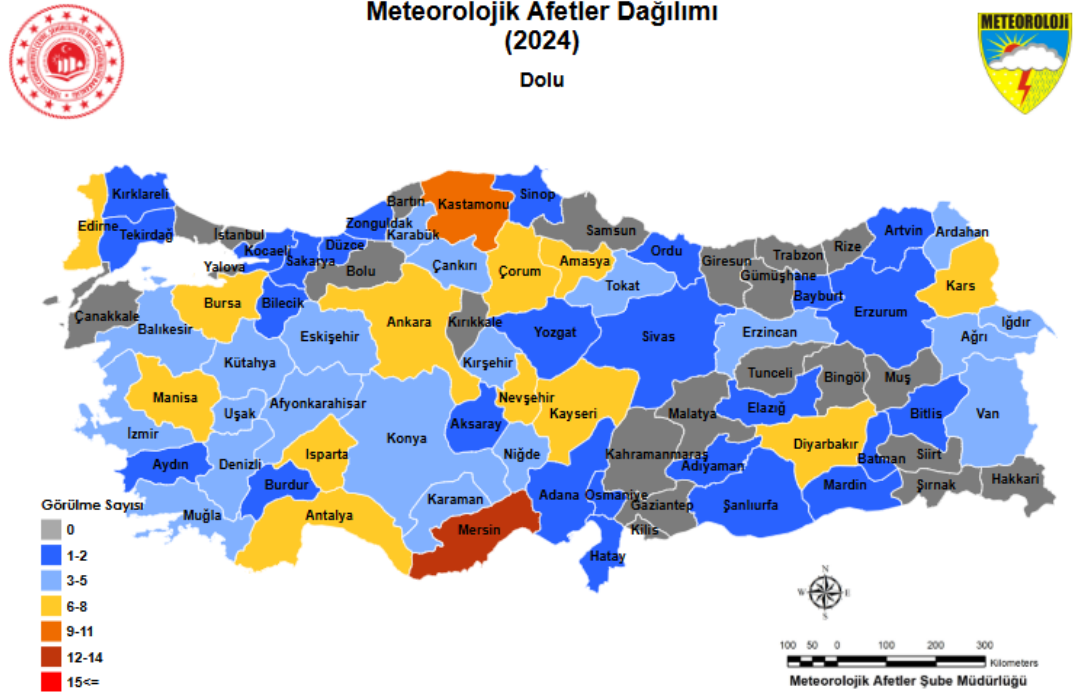
Şekil 101. Türkiye’de 2024 Yılı Dolu Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında, dolu afeti, Mayıs (%30,0) ve Haziran (%15,9) aylarında diğer aylara göre daha fazla gözlemlenmiştir (Şekil 102).

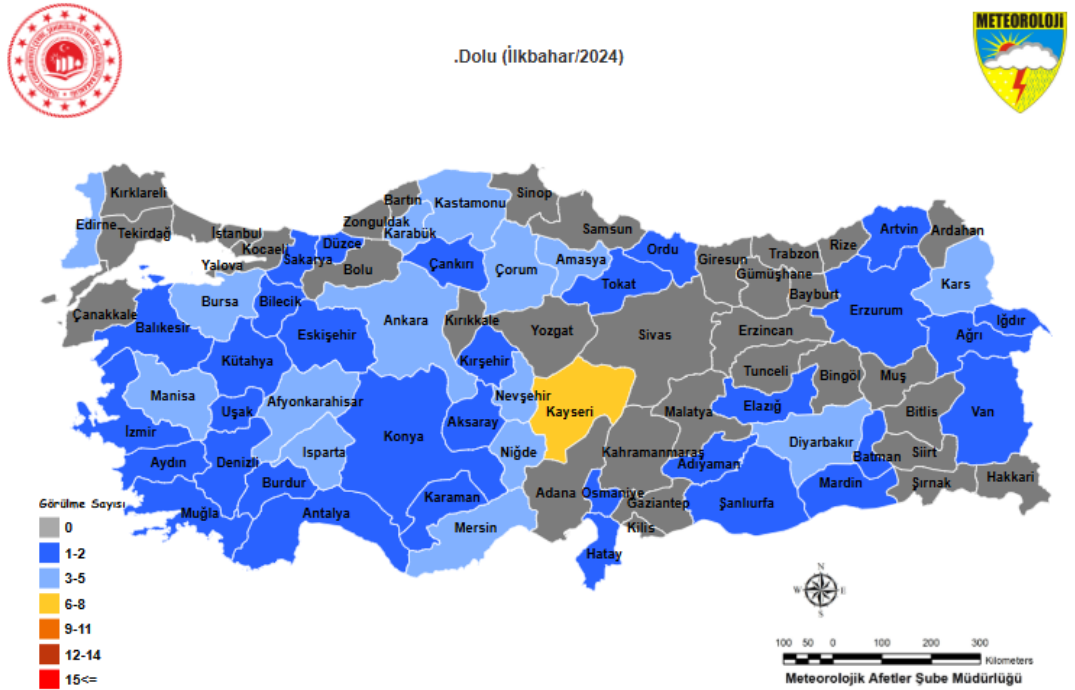


Şekil 102. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Dolu Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Ülkemizde 2024 yılı boyunca kaydedilen verilere göre, dolu afeti en fazla Mersin ve Kastamonu illerinde meydana gelmiştir (Şekil 103).

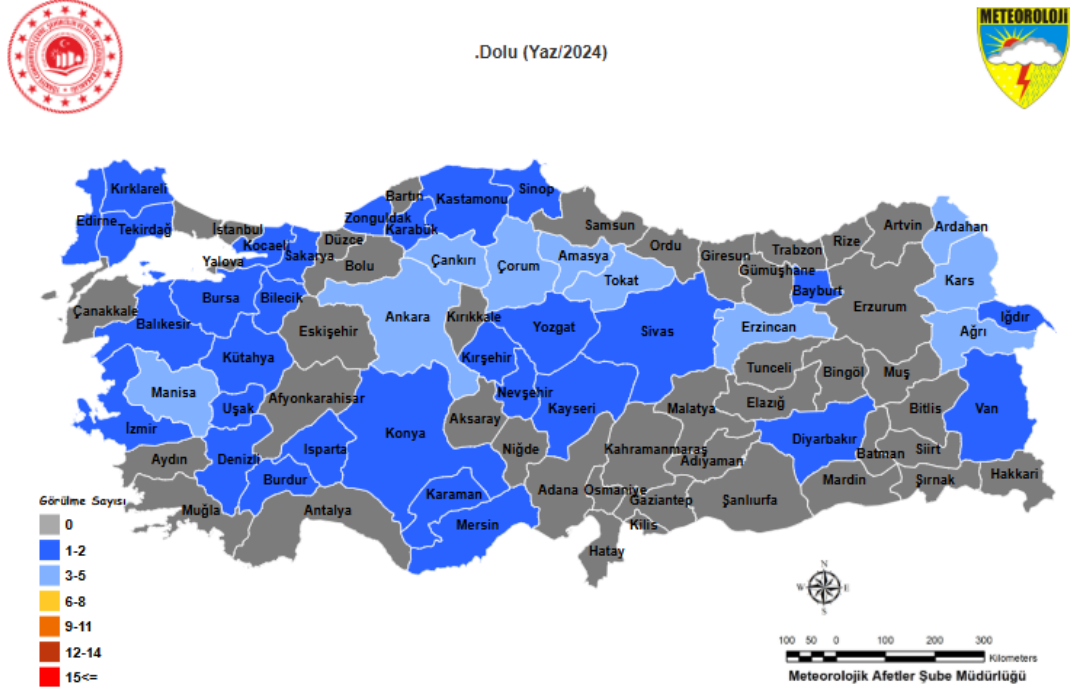


Şekil 103. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Dolu Afetinin İllere Göre Dağılımı

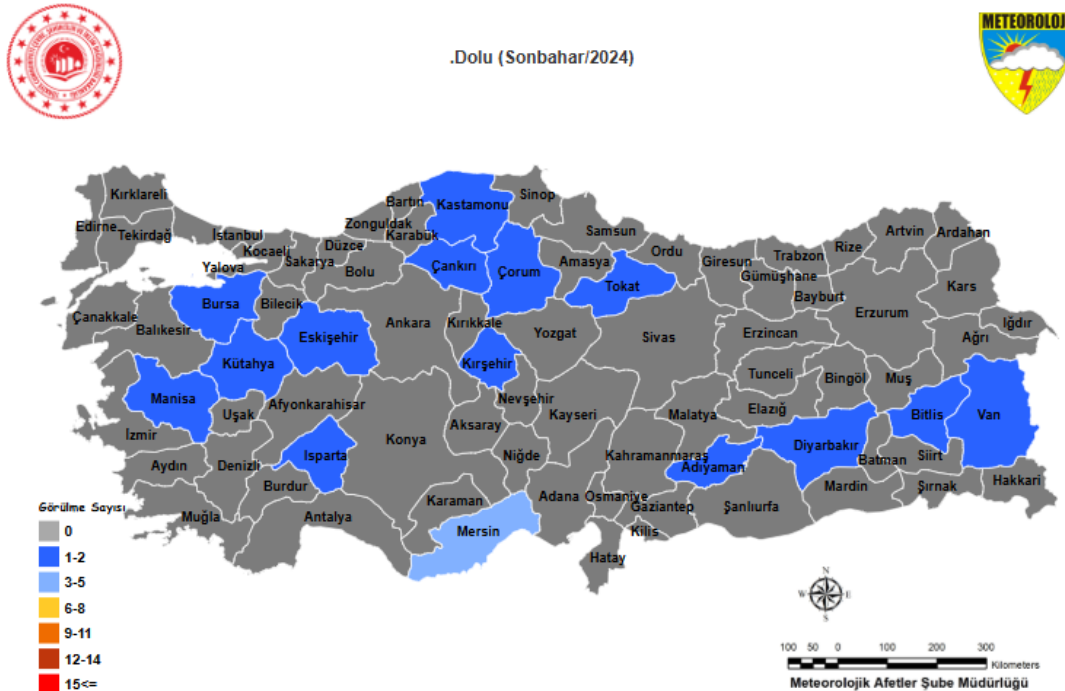


Şekil 104. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

2024 yılında; ilkbahar mevsiminde dolu afeti en fazla Kayseri’de (Şekil 104) yaşanırken; yaz mevsiminde ise Kars, Ağrı, Ankara, Çankırı, Amasya, Tokat, Erzincan, Manisa, Ardahan ve Çorum’da gerçekleşmiştir (Şekil 105).



2024 yılında; sonbahar mevsiminde dolu afetinin en çok görüldüğü il Mersin (Şekil 106) iken; kış mevsiminde dolu afeti yaşanan iller Antalya ve Mersin olmuştur (Şekil 107).





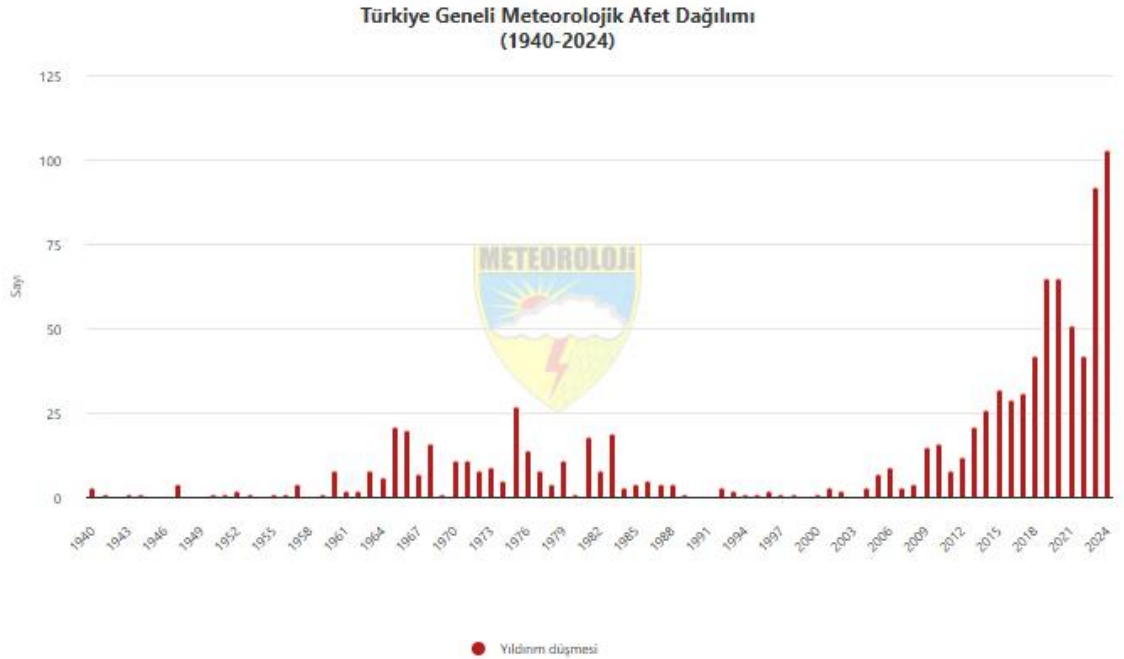
.Dolu (Kış/2024)



Şekil 107. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Dolu Afeti Dağılımı

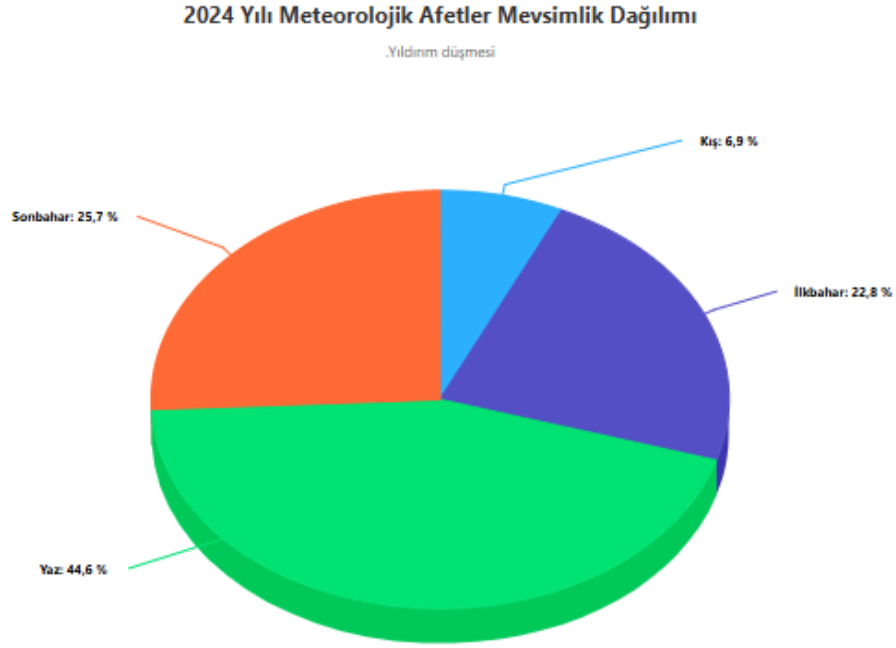
3.2.5. Yıldırım

Uzun yıllar değerlendirmelerine göre; son yıllarda yıldırım afeti sayılarında artış eğilimi görülmektedir. 2024 yılı şimdiye kadar en fazla yıldırım afetinin görüldüğü yıl olmuştur (Şekil 108).

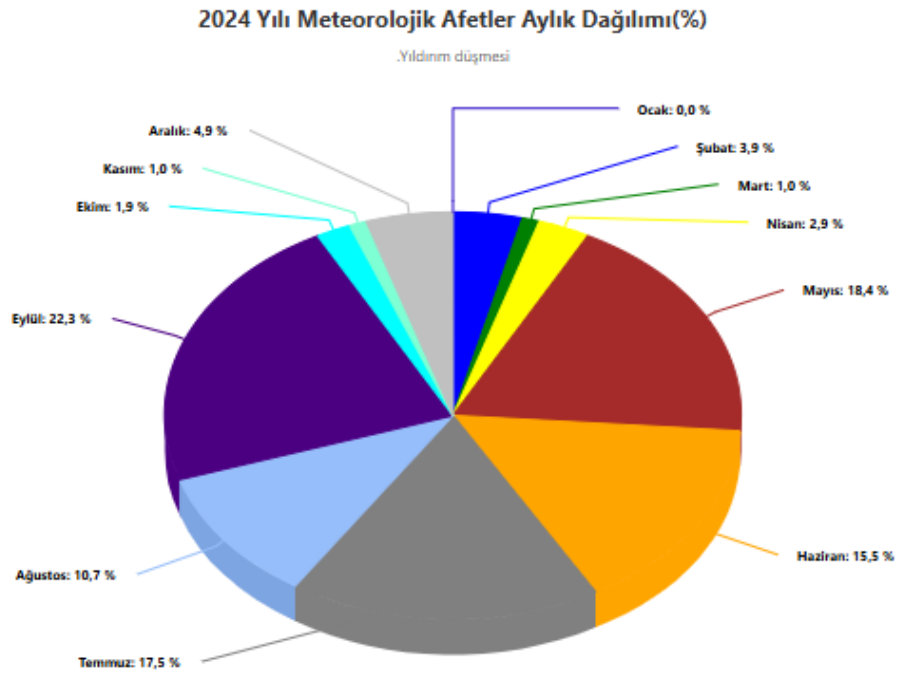


Şekil 108. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Yıldırım Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

2024 yılında meydana gelen yıldırım afetlerinin mevsimsel dağılımına bakıldığında, ilk sırayı %44,6 ile yaz mevsimi alırken, aylık bazda en fazla yıldırım afeti %22,3 ile Eylül ayında kaydedilmiştir. Yaz mevsimini, %25,7 ile sonbahar ve %22,8 ile ilkbahar takip etmiştir. En az yıldırım afeti ise %6,9 ile kış mevsiminde görülmüştür. Eylül ayının ardından en fazla yıldırım afeti sırasıyla Mayıs (%18,4), Temmuz (%17,5) ve Haziran (%15,5) aylarında meydana gelmiştir. (Şekil 109, 110).

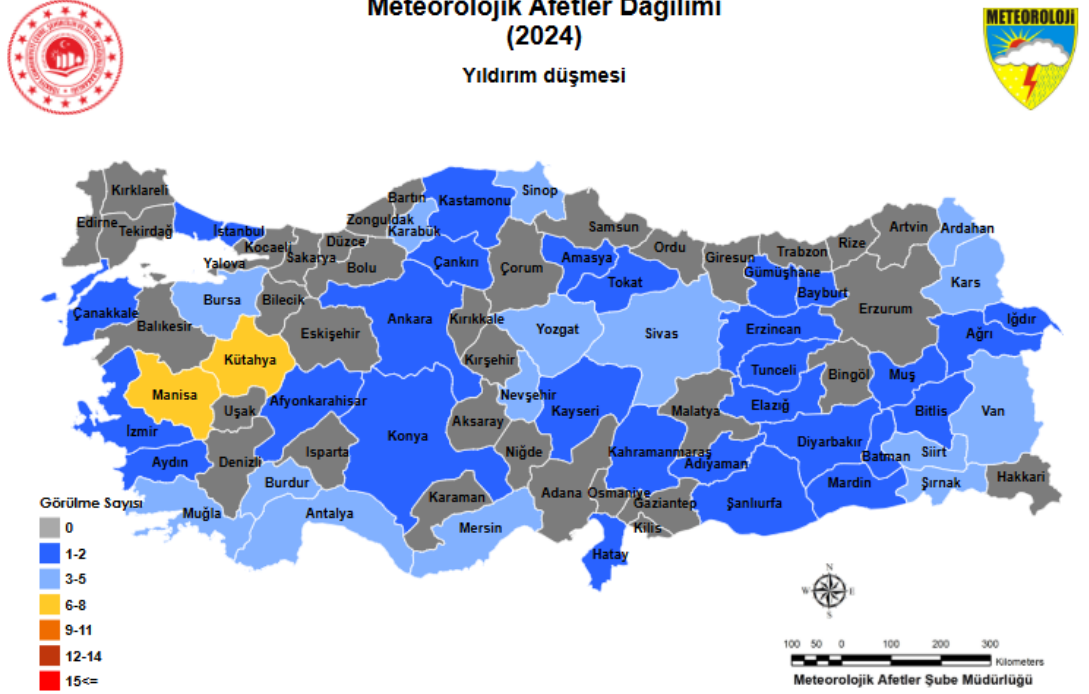


Şekil 109. Türkiye’de 2024 Yılı Yıldırım Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri



Şekil 110. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Yıldırım Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında en fazla yıldırım afeti, Manisa ve Kütahya illerinde kaydedilmiştir. Bu illeri, Muğla, Burdur, Antalya, Mersin, Bursa, Karabük, Sinop, Nevşehir, Yozgat, Sivas, Ardahan, Kars, Van, Siirt ve Şırnak takip etmiştir (Şekil 111).

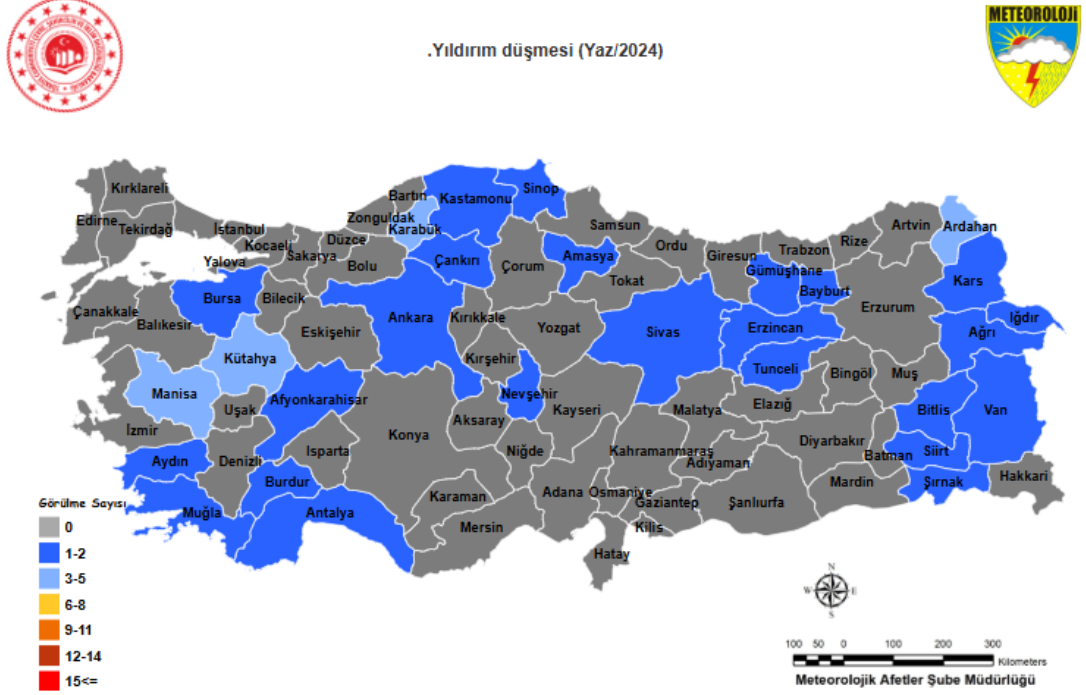


Şekil 111. Türkiye’de 2024 Yılı Meydana Gelen Yıldırım Afetinin İllere Göre Dağılımı

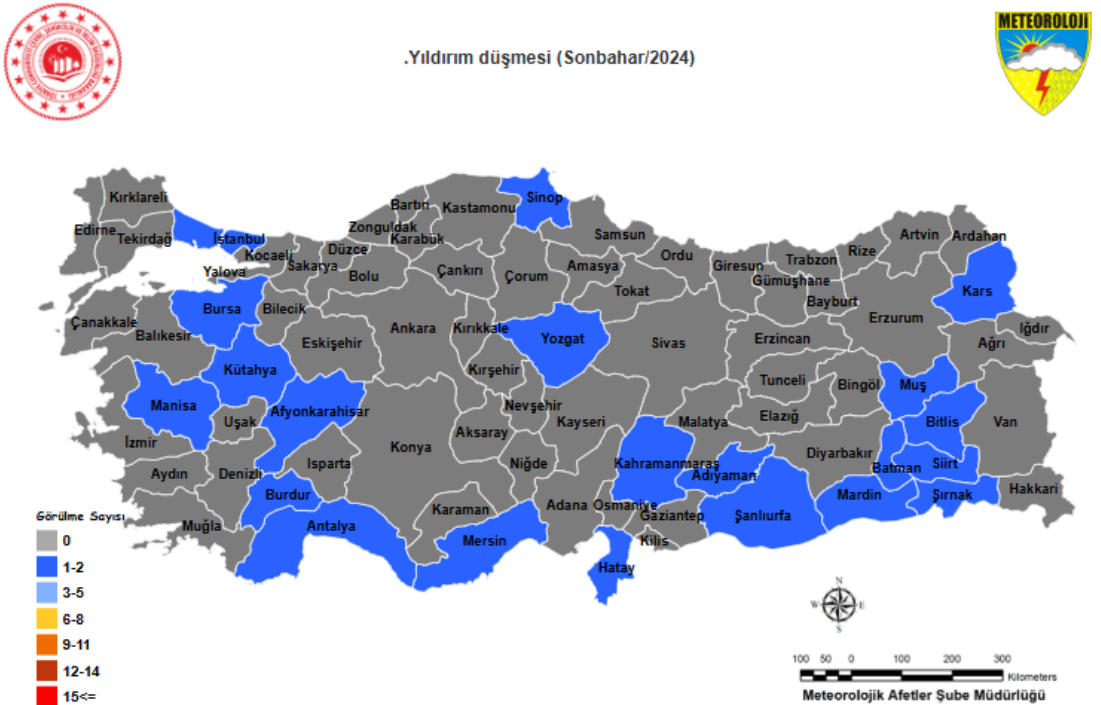


Şekil 112. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı

2024 yılı mevsimsel dağılımlarına bakıldığında, ilkbahar mevsiminde en fazla yıldırım afeti Van'da görülmüştür. Yaz mevsiminde Manisa, Kütahya, Karabük ve Ardahan illeri öne çıkmıştır. Sonbahar mevsiminde en fazla yıldırım afeti Marmara, Ege, Akdeniz, Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerindeki iller ile Yozgat ve Sinop illerinde kaydedilmiştir. Kış mevsiminde ise Çanakkale, İzmir, Muğla, Mersin, Kastamonu ve Siirt illerinde yıldırım afeti rapor edilmiştir (Şekil 112, 113, 114, 115).



Şekil 113. Türkiye’de 2024 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



Şekil 114. Türkiye’de 2024 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı



.Yıldırım düşmesi (Kış/2024)



Şekil 115. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Yıldırım Afeti Dağılımı

3.2.6. Orman Yangınları

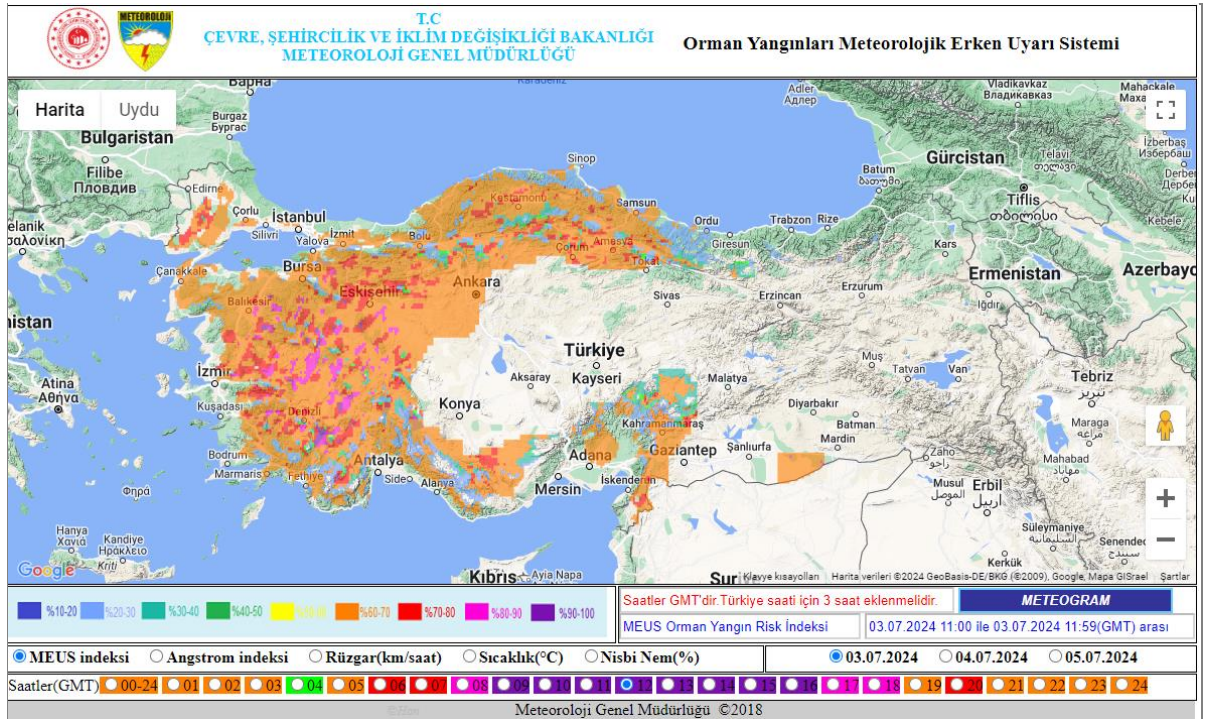
Orman yangınları, ekolojik dengenin bozulmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve ciddi ekonomik kayıplara yol açan önemli bir çevresel sorundur. Türkiye’de orman ekosistemlerinin sürekliliğini tehdit eden en büyük faktörlerden biridir. Yangınların çıkma olasılığı ve davranışları bölgenin iklimsel ve coğrafi özelliklerine bağlıdır. Türkiye’nin içinde bulunduğu Akdeniz Havzası, dünyada yangın riskinin en yüksek olduğu bölgelerden biri olup, iklim değişikliğine bağlı olarak büyük yangınların sıklığı ve etkisi giderek artmaktadır [138,115].

Özellikle Ege ve Akdeniz Bölgeleri, yaz aylarında yoğun bir yangın tehdidi altındadır. Yangın sezonunda bu bölgelerde orman yangınlarının sıklıkla görülmesi, olumsuz arazi koşulları, sıcak ve kurak iklim, yangına hassas bitki örtüsü (özellikle Kızılçam ormanları) ve yoğun insan hareketliliği gibi faktörlerle ilişkilidir [139,140]. Türkiye’de orman yangınlarının büyük bir bölümü insan kaynaklı olup, dikkatsizlik, tarımsal faaliyetler, enerji hatları ve kasıtlı çıkarmalar en yaygın sebepler arasındadır. Ayrıca, yıldırım gibi doğal faktörler de yangınlara neden olmaktadır.

Yangın riski; yanıcı madde miktarı ve türü, topografya ve meteorolojik koşullara bağlıdır. Hava şartlarının sürekli değişmesi, yangın riskinin dikkatle takip edilmesini gerektirmektedir. Küçük bir yangının büyük bir yangına dönüşme olasılığı, yüksek sıcaklık, düşük nem, yağış

eksikliği ve rüzgârın hızı ile yönüne bağlıdır [117,118,141]. Meteorolojik faktörler aynı zamanda bitki örtüsünün (yakıt yükünün) sıcaklık ve nem dengesini etkileyerek yangın riskini artırabilir veya azaltabilir. Yağış miktarındaki azalma ve uzun süren kurak dönemler, orman yangınlarının oluşumunu ve yayılmasını kolaylaştırır. Yangın sezonu öncesinde alınan yağışlar, yangın riskini azaltırken, önceki yıllarda fazla yağış almış bölgelerde biyokütlenin artması, yangınların daha şiddetli olmasına yol açabilir. Öte yandan, kuraklık kısa vadede bitki örtüsünün nemini azaltarak yangın riskini artırırken, uzun vadede biyokütleyi azaltarak riski düşürebilir [142].

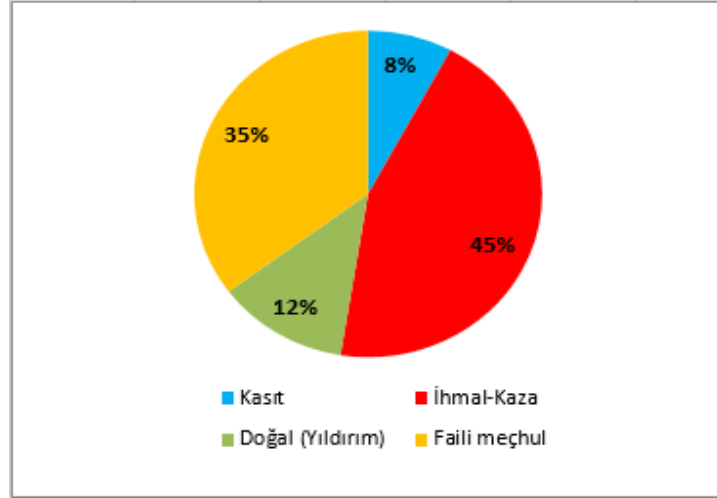
Hem insan kaynaklı hem de doğal nedenlere bağlı olarak çıkan orman yangınları, ancak uygun meteorolojik koşullar oluştuğunda meydana gelebilir. Yangınla mücadelede meteorolojik verilerden faydalanmak, etkin önlemler alınmasını sağlar. Bu kapsamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından, orman yangınlarına karşı önceden tedbir alınabilmesi amacıyla **Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS)** geliştirilmiştir. MEUS, maksimum sıcaklık, nispi nem, rüzgâr hızı ve yönü gibi parametreleri içeren sayısal hava tahmin model verilerini kullanarak, Türkiye genelinde üç günlük saatlik ve günlük “**Orman Yangın Tehlike Haritaları**” oluşturur. 4,5 km çözünürlüğe sahip olan sistemde, elde edilen veriler bakı analizine tabi tutulur, yangın tehlike seviyeleri yüzdelik dilimlere göre sınıflandırılır ve Türkiye haritası üzerinde renklendirilerek görselleştirilir. Ayrıca, **saatlik rüzgar hız ve yönü, sıcaklık ve nem haritaları** da hazırlanarak Orman Genel Müdürlüğü ile düzenli olarak paylaşılmaktadır [117,118,141].



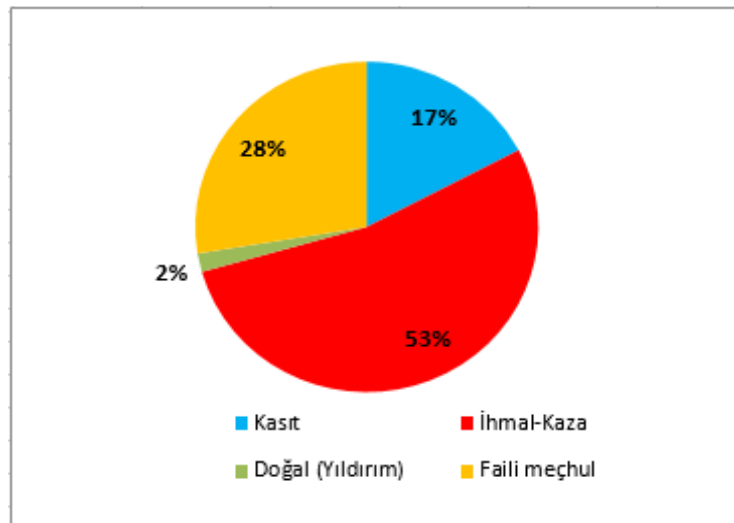
Şekil 116. Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) Genel Görünüm

MEUS, Orman Genel Müdürlüğü'ndeki yetkililere, yangın tehlike seviyesine göre bölgeler arası lojistik planlama yapma imkânı sunarak, olası yangınlara daha hızlı ve etkin bir şekilde müdahale edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sistem, yangın yönetimi açısından kritik bir öneme sahip olup, yangınların önlenmesi ve zararlarının en aza indirilmesine yönelik önemli bir destek mekanizmasıdır (Şekil 116).

Türkiye'de orman yangınlarının yaklaşık %90'ı insan kaynaklıdır. 2000-2024 döneminde çıkan orman yangınlarının sebepleri incelendiğinde, %45'inin ihmal ve kazalardan, %35'inin faili meçhul olaylardan, %12'sinin doğal nedenlerden (yıldırım) ve %8'inin kasıtlı olarak çıkarıldığı tespit edilmiştir. Bu dönemde yangınlardan etkilenen alanların dağılımı ise çıkış nedenlerine göre şu şekilde kaydedilmiştir: %53 ihmal ve kaza, %28 faili meçhul, %17 kasıt ve %2 doğal nedenler (Şekil 117-118) [143].



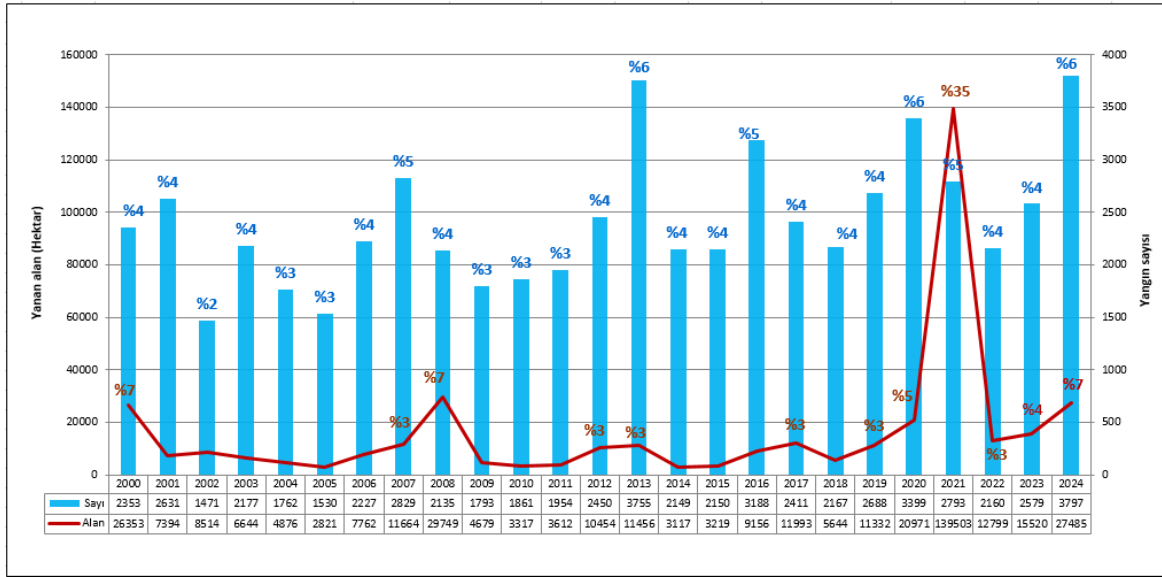
Şekil 117. Türkiye’de 2000-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Orman Yangınlarının Çıkış Nedenlerine Göre Yangın Sayılarının Dağılımı



Şekil 118. Türkiye’de 2000-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Orman Yangınlarının Çıkış Nedenlerine Göre Yanan Alan Miktarlarının Dağılımı

2000-2024 yılları arasında Türkiye’de toplam 60.409 orman yangını meydana gelmiş ve bu yangınlarda 400.034 hektarlık orman alanı zarar görmüştür. 2024 yılında ise 3.797 orman yangını meydana gelmiş ve 27.485 hektarlık ormanlık alan tahrip olmuştur (Şekil 119). 2024 yılında çıkan yangınlar, 2000-2024 dönemindeki toplam yangınların %6’sını, zarar gören alan açısından ise %7’sini oluşturmaktadır.

Bu dönem içinde en fazla yangın sayısına 2024 yılında, en fazla yanan alan miktarına ise 2021 yılında rastlanmıştır. Orman yangınlarında sayıdan ziyade yanan alan miktarı daha kritik bir gösterge olup, özellikle 2021 yılındaki büyük yangınlarla birlikte 2008, 2000 ve 2024 yılları da yanan alan miktarının yüksek olduğu yıllar arasında yer almaktadır [117,118].



Şekil 119. Türkiye Geneli Yıllık Toplam Orman Yangın Sayısı ve Yanan Alan Miktarı

Yapılan çalışmalarda; Türkiye’de çıkan yangınların %83’ü, yanan alanın ise %96’sı yangın sezonu olarak kabul edilen 1 Mayıs - 31 Ekim tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Özellikle Temmuz ve Ağustos ayları, yangınların en yoğun yaşandığı dönem olup, toplam yangın sayısının %41’i ve yanan alanın %81’i bu iki ayda meydana gelmiştir. Yangın sayısı açısından en fazla yangın %22 ile Ağustos ayında, yanan alan bakımından ise %54 ile Temmuz ayında kaydedilmiştir [117]. Ayrıca, 100 hektar ve üzeri büyüklükte çıkan yangınların toplam yangınların sadece %1’ini oluşturmasına rağmen, yanan alanın %78’inden sorumlu olduğu ifade edilmiştir. Büyük yangınların %67’si yangın sayısı açısından, %85’i ise yanan alan açısından Muğla, Antalya, İzmir, Kahramanmaraş, Adana ve Mersin Orman Bölge Müdürlükleri sınırlarında yer alan ormanlık alanlarda meydana gelmiştir. Öte yandan, yangınların %2’si ve yanan alanın %4’ü Doğa Koruma ve Milli Parklar sahasında gerçekleşmiştir. Özellikle 2008 ve

2021 yılları, büyük yangınların en fazla alanı etkilediği yıllar olmuştur. 2008 yılında yanan alanların %89'unu, 2021 yılında ise %97'sini büyük yangınlar oluşturmuştur [117]. 2021 yılı yangın sezonunda, orman yangınlarının büyümesi ve kontrol altına alınmasında birçok sorun yaşanmakla beraber; özellikle Ege ve Akdeniz bölgeleri, rekor seviyedeki yüksek sıcaklıklar, yağış azlığı ve kuraklık gibi olumsuz meteorolojik koşulların etkisinde kalmıştır. Bu süreçte, ülkeyi etkileyen Basra alçak basınç sistemi, Türkiye'nin iç kesimlerinde hakim olan kuzey ve kuzeydoğulu (karasal) rüzgarların Akdeniz bölgesi üzerinde fön etkisi yaratmasına neden olmuştur. Bu durum, havadaki nispi nem ile yanıcı maddelerin nem miktarını azaltarak yangınların oluşumunu ve yayılımını önemli ölçüde artırmıştır. Dolayısıyla, orman yangınlarının önlenmesi açısından, yangın sezonu öncesinde kuraklık koşulları dikkatle izlenmeli ve gerekli önlemler zamanında alınmalıdır. [117,118].

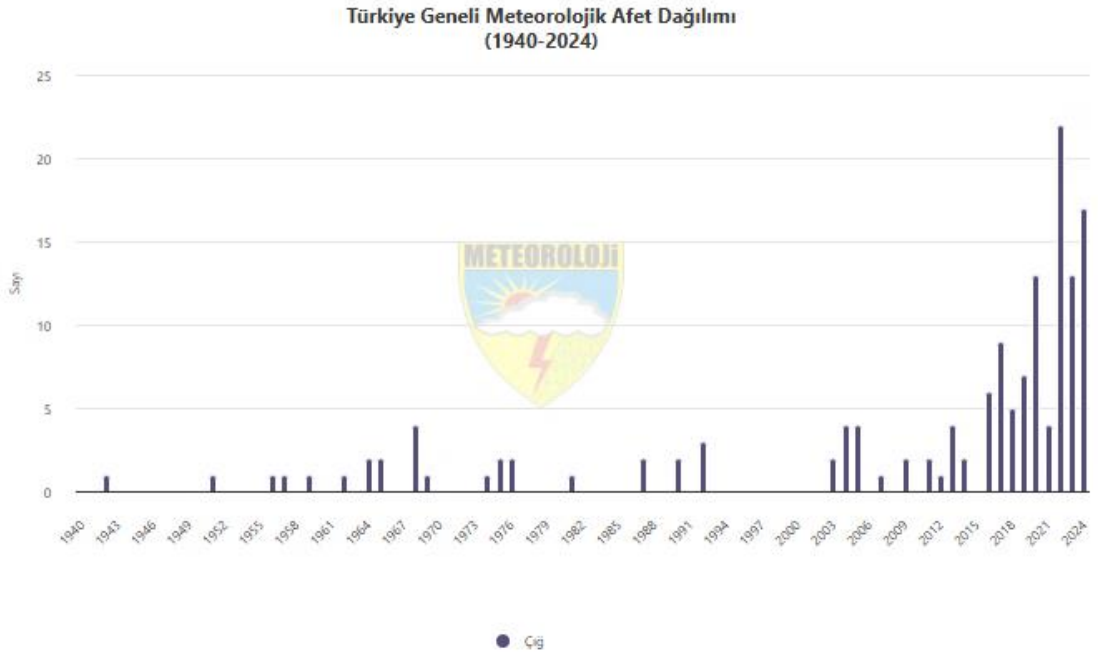
Türkiye'de orman yangınlarının etkilerini azaltmak için önleyici tedbirlerin artırılması, iklim değişikliği ile mücadele edilmesi ve sürdürülebilir ormancılık politikalarının benimsenmesi gerekmektedir. Bilimsel araştırmalar ve teknolojik yeniliklerin entegrasyonu, yangın riskini minimize etmek ve orman ekosistemlerini korumak için kritik öneme sahiptir.

3.2.7. Çığ

Çığ; özellikle dağlık, karlı ve eğimli bölgelerde, kar örtüsünün iç ve/veya dış kuvvetlerin etkisiyle hızlıca düşmesi olarak adlandırılır. Çığın oluşumu ve etkisi; o bölgenin topografik yapısına, meteorolojik parametrelerine ve kar örtüsünün durumuna göre değişir. Türkiye'nin dağlık ve karlı arazileri üzerinde; yeni yağan karın miktarı, kar örtüsünün yapısı, rüzgâr ve sıcaklık gibi çabuk değişen hava şartları, çığ tehlikesini ortaya çıkartmaktadır. Kar fırtınası sebebiyle oluşan çığlar da vardır. Özellikle Doğu, Güneydoğu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde sıkça çığ olayı meydana gelmektedir.

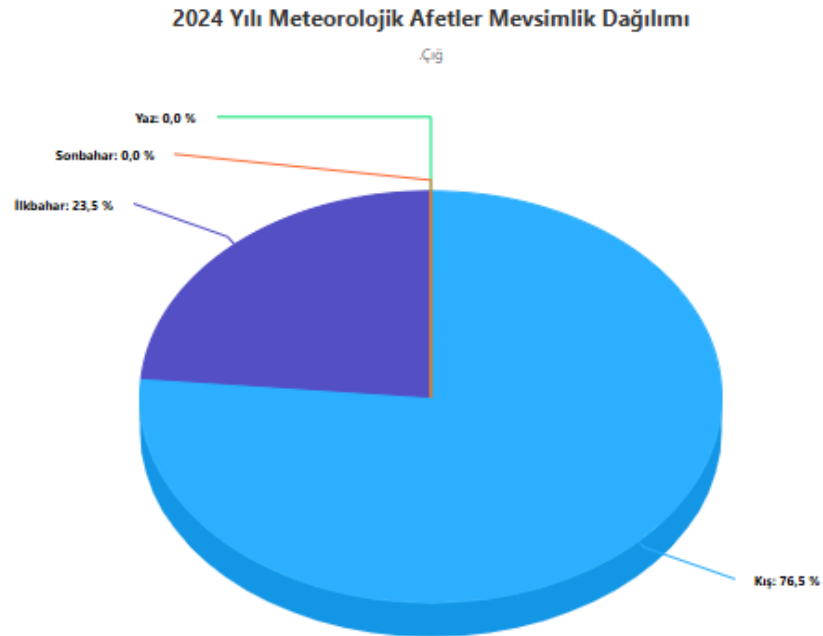
Çığ düşmesi, can ve mal kayıplarının yanı sıra; çok sayıda hayvanın telef olması, evlerin zarar görmesi, elektrik ve haberleşme hatlarının tahribatı, ulaşım yollarının kapanması, sanayi ve turistik tesislerin zarar görmesi, köprülerin yıkılması ve ormanlardaki bir kısım ağacın yok olması nedeniyle ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır [1].

MGM kayıtlarına göre 2024 yılında 17 çığ afeti rapor edilmiştir. Uzun yıllar kayıtlarına göre, son yıllarda çığ afeti sayısında artış görülmektedir. Çığ afetinin en fazla 2022 yılında meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 120).



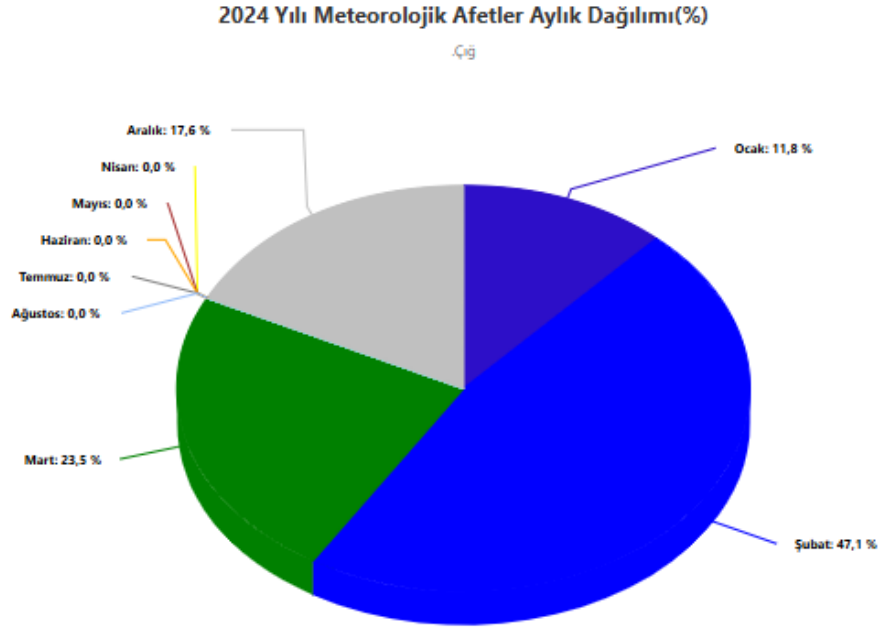
Şekil 120. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Çığ Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

MGM kayıtlarına göre ülkemizde 2024 yılında çığ afetlerinin %76,5’i kış ve geri kalan %23,5’lik bölümü ilkbahar mevsiminde görülmüştür (Şekil 121).



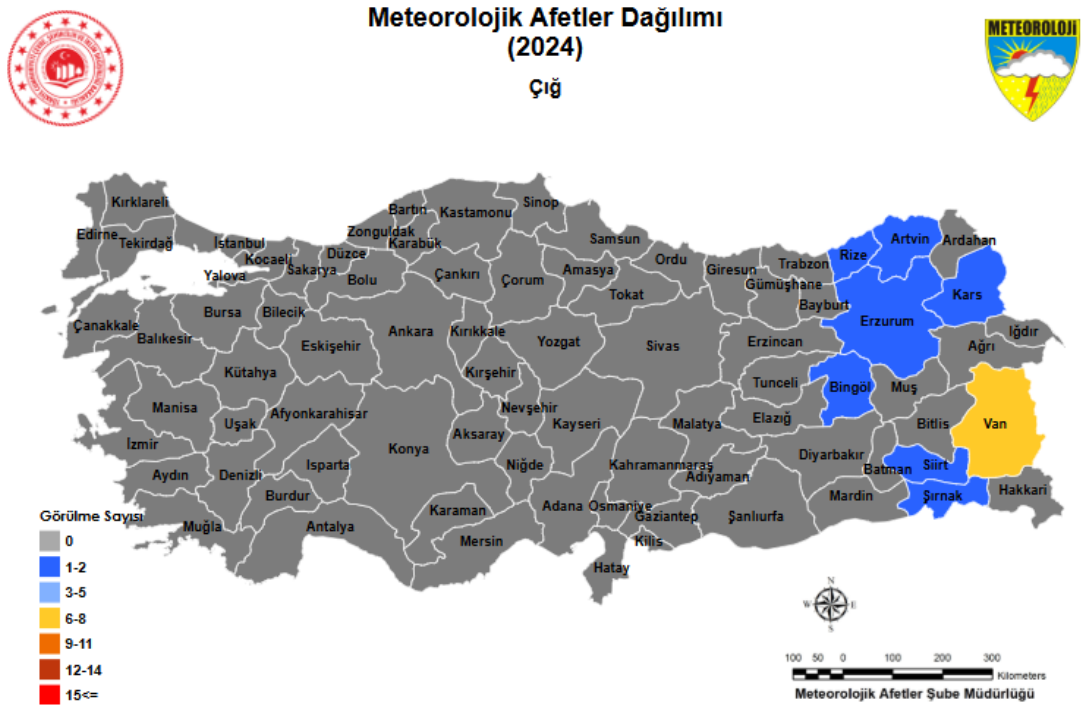
Şekil 121. Türkiye’de 2024 Yılı Çığ Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında ülkemizde çığ afeti en fazla Şubat ayında olmak üzere Mart, Aralık ve Ocak aylarında görülmüştür (Şekil 122).



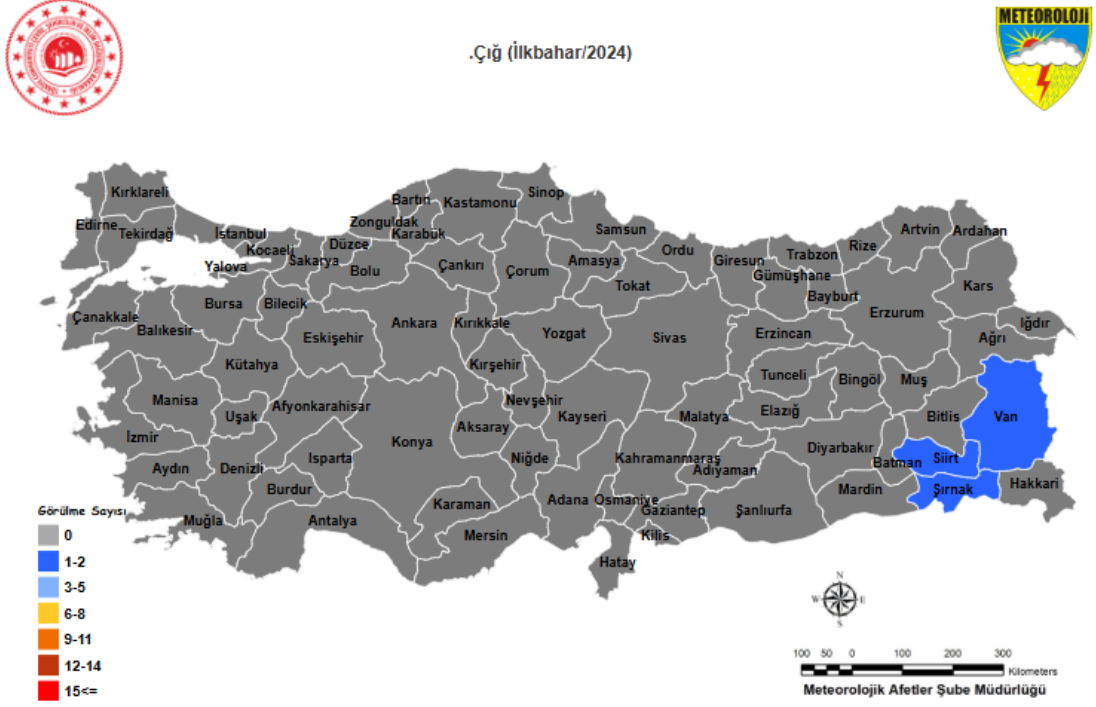
Şekil 122. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Çığ Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında en fazla Van ilinde olmak üzere Siirt, Şırnak, Bingöl, Erzurum, Kars, Rize ve Artvin çığ afetinin görüldüğü illerdir (Şekil 123).

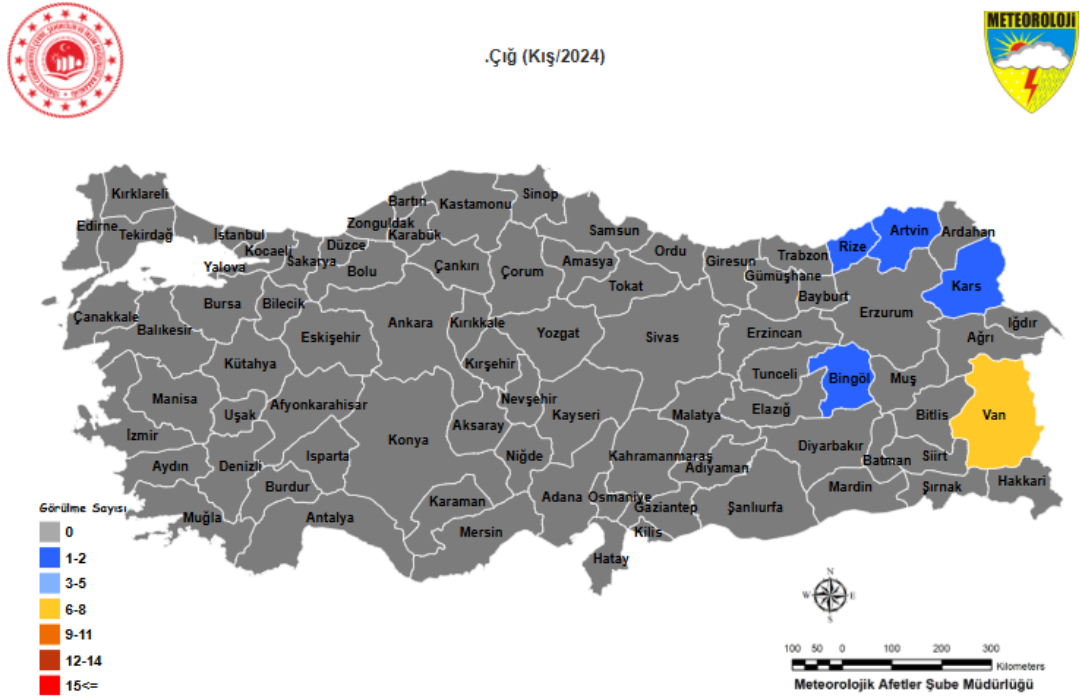


Şekil 123. Türkiye’de 2024 Meydana Gelen Çığ Afetinin İllere Göre Dağılımı

2024 yılı ilkbahar mevsiminde Van, Siirt ve Şırnak illerinde çığ afeti yaşanmıştır (Şekil 124).



Ülkemizde 2024 yılı kış mevsiminde Van, Bingöl, Kars, Rize ve Artvin illerinde çığ afeti meydana gelmiştir (Şekil 125).

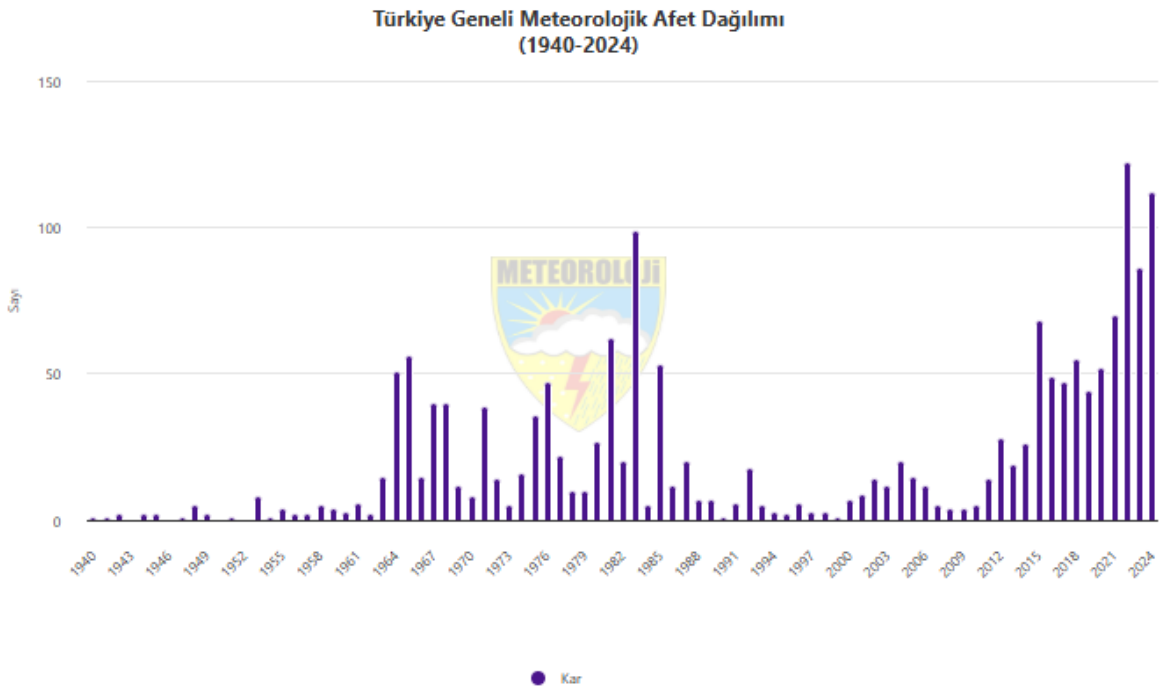


3.2.8. Kar

Kar yağışı, genelde stratiform tipi bulutlardan, eğer sağanak şeklindeyse cümüliform tipi bulutlardan oluşur. Kar yağışının meydana gelmesinde sıcaklık önemlidir. Yer seviyesindeki sıcaklığın; 0°C' ye yakın, 0°C' de ya da altında olması gerekir. Kar yağışı, özellikle kış aylarında Balkanlar, Karadeniz ve Orta Akdeniz'den gelen sistemlerin etkisiyle meydana gelmektedir [144].

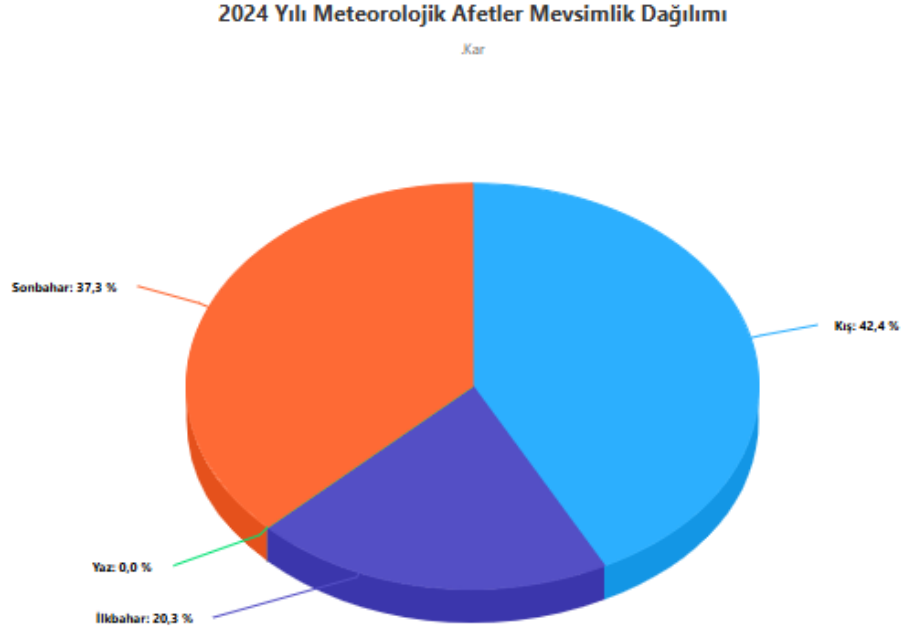
Ülkemizde, özellikle karasal ve yüksek rakımlı bölgelerimizde, kar yağışının uzun süreli ve etkili şekilde yağması; birçok ulaşım yollarında aksama ve kapanmalara yol açmakta, kentsel-kırsal yaşamda sosyo-ekonomik yapıya, tarım alanlarına, enerji nakil hatlarına ve hayvancılığa zarar vermektedir. Kar afeti, özellikle kış şartlarının ağır geçtiği bölgelerde yaşayan insanların ve diğer canlıların, sağlığını ve güvenliğini tehdit etmektedir [1].

MGM kayıtlarına göre 2024 yılında Türkiye’de meydana gelen kar afeti sayısı 112’dir ve tüm afetlerin %8,9’unu oluşturmaktadır (Şekil 126).



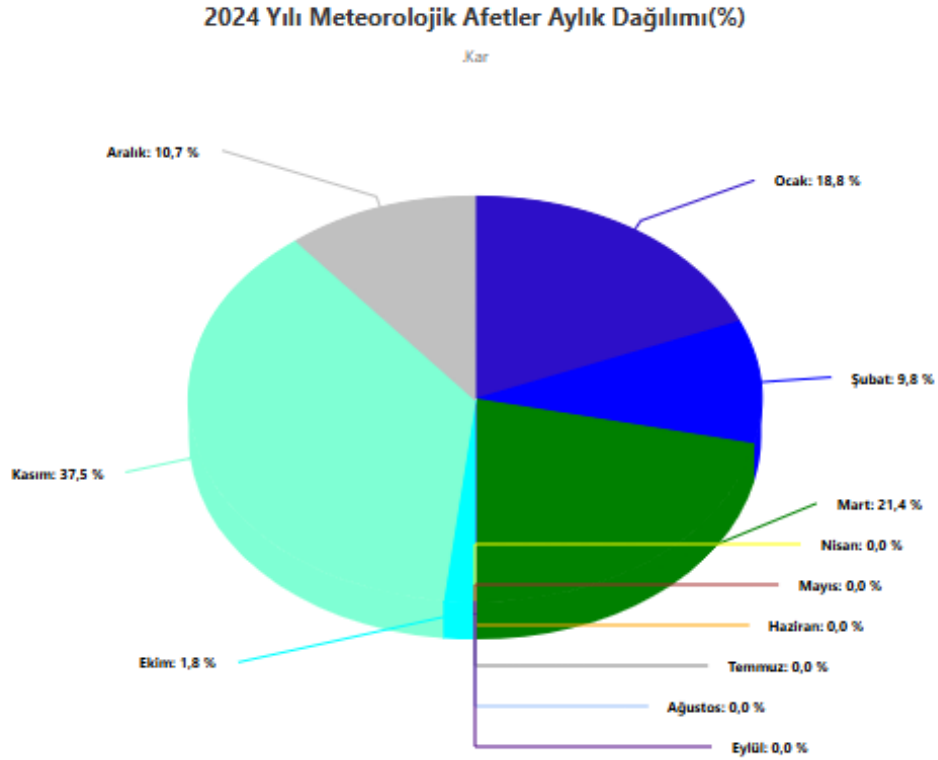
Şekil 126. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Kar Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

Ülkemizde 2024 yılında kar afetinin görüldüğü mevsimler sırasıyla kış, sonbahar ve ilkbahardır (Şekil 127).



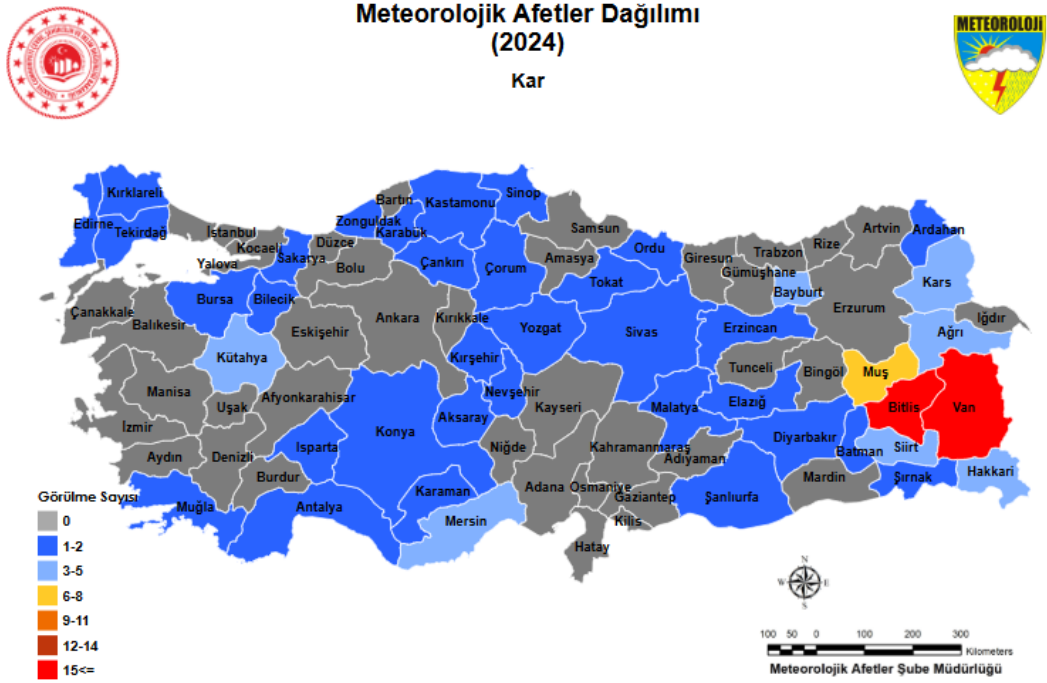
Şekil 127. Türkiye’de 2024 Yılı Kar Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında meydana gelen kar afetlerinin aylara göre dağılımında; %37,5 ile Kasım ayı ilk sırayı almaktadır. Bunu %21,4 ile Mart ve %18,8 ile Ocak ayları izlemektedir (Şekil 128).



Şekil 128. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Kar Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında en fazla kar afeti Bitlis, Van ve Muş illerinde görülmüştür. Kütahya, Mersin, Bayburt, Kars, Ağrı, Siirt ve Hakkâri illeri de kar afetinin diğer illere nazaran daha sık görüldüğü illerdir (Şekil 129).



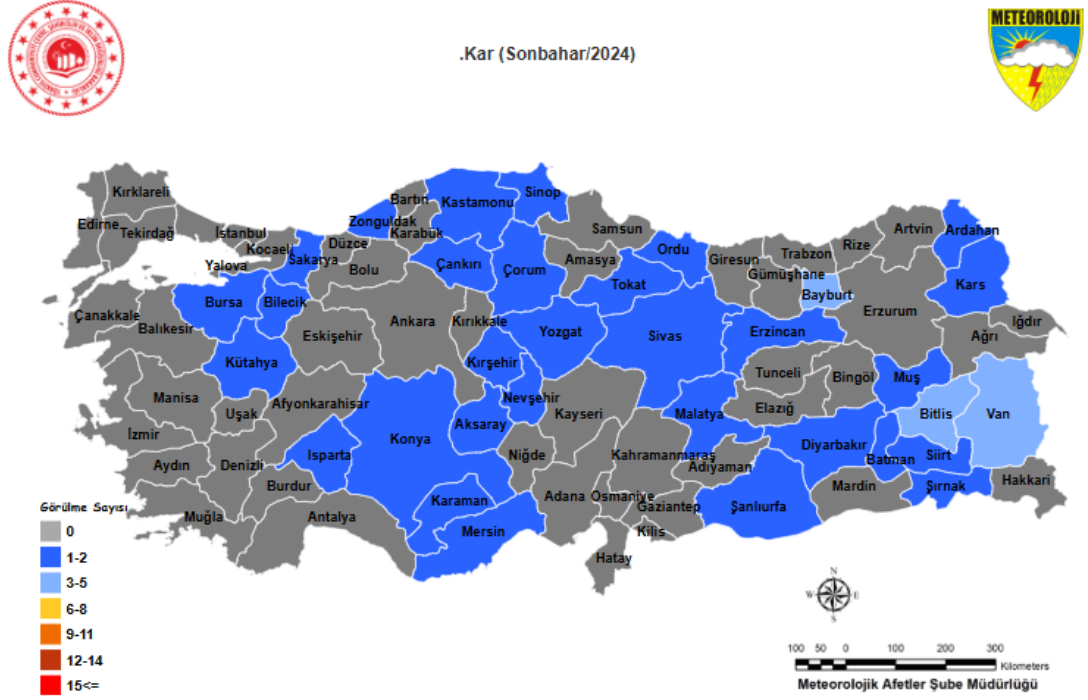
Şekil 129. Türkiye’de 2024 Yılı Meydana Gelen Kar Afetinin İllere Göre Dağılımı

2024 yılı ilkbahar mevsiminde kar afeti Bitlis, Van, Muş, Elazığ, Ağrı, Siirt ve Hakkâri illerinde meydana gelmiştir (Şekil 130).



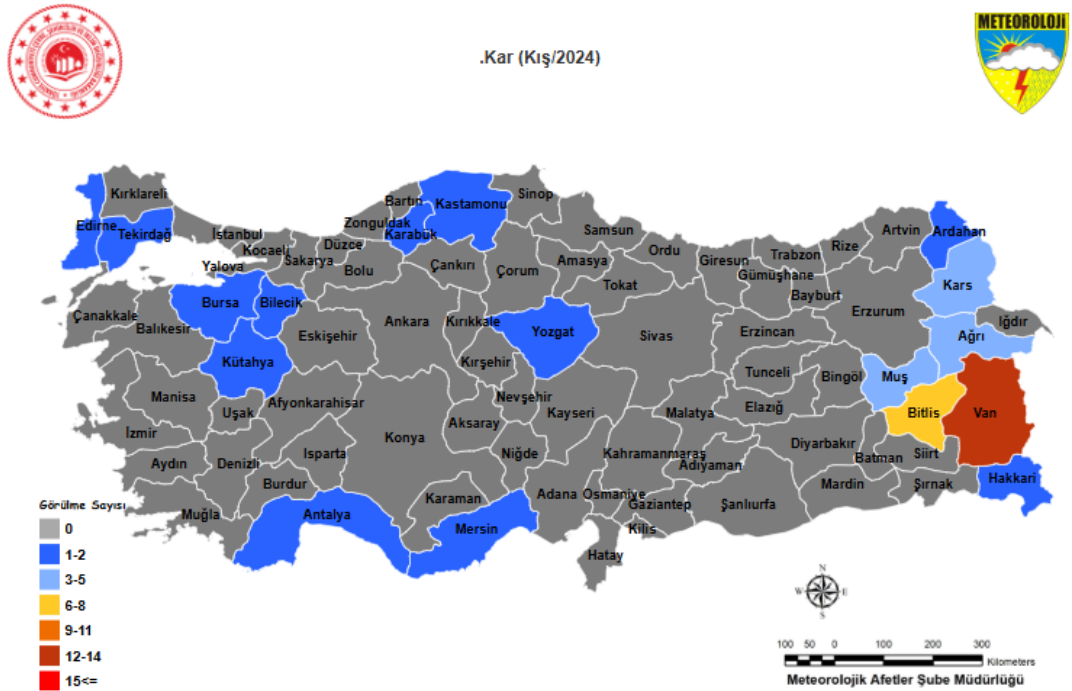
Şekil 130. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2024 yılı sonbahar mevsiminde kar afetinin en fazla yaşandığı iller Bayburt, Bitlis ve Van illeridir (Şekil 131).



Şekil 131. Türkiye’de 2024Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

2024 yılı kış mevsiminde kar afeti en fazla Van ilinde meydana gelmiştir. Bunu sırasıyla Bitlis, Kars, Ağrı, Muş ve diğer iller izlemektedir (Şekil 132).

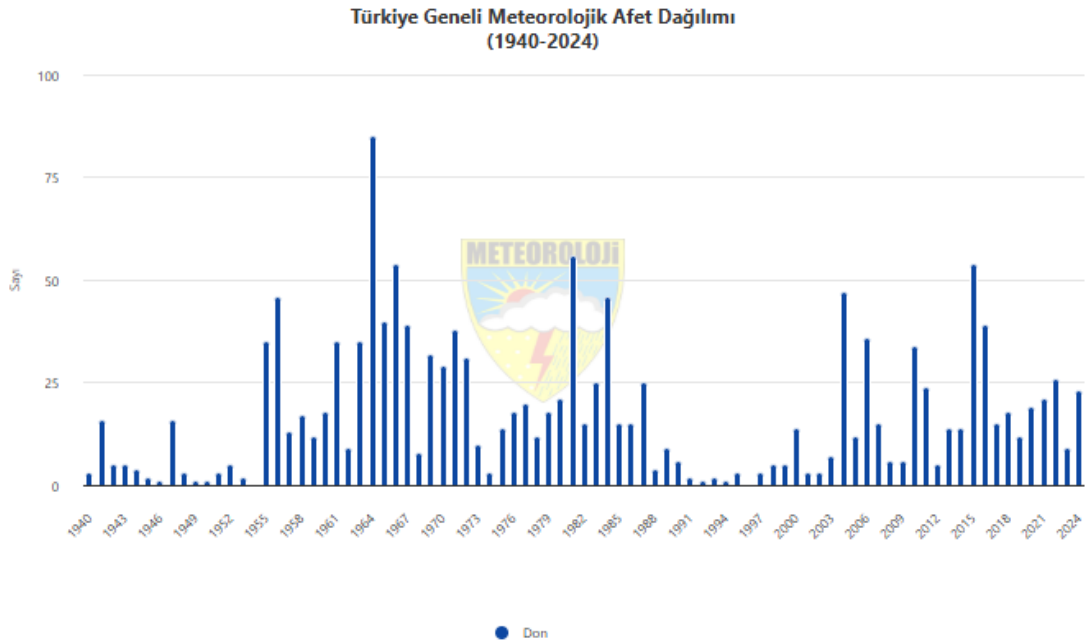


Şekil 132. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Kar Afeti Dağılımı

3.2.9. Don

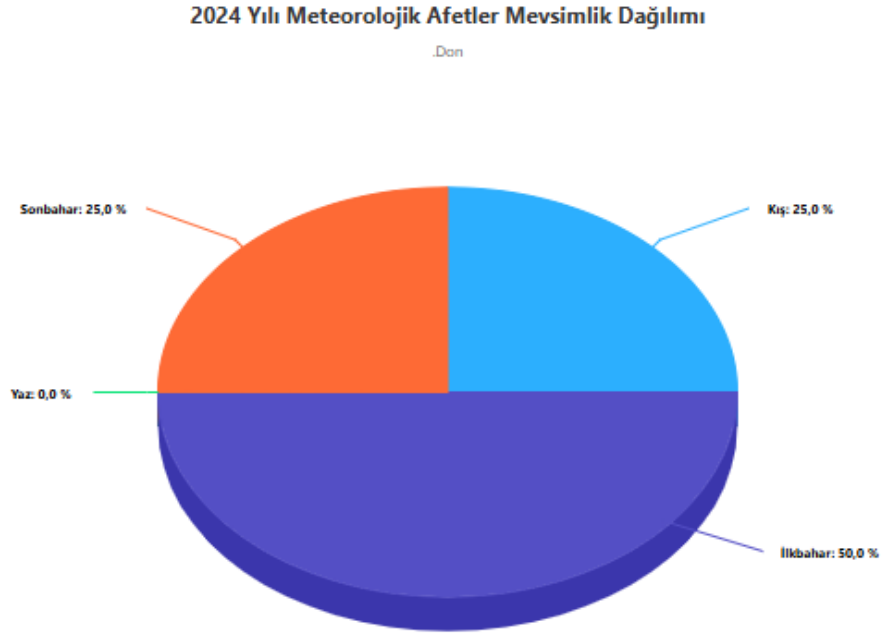
Türkiye, orta enlemlerde yer alması ve coğrafi yapısı nedeniyle sıkça don afetinin yaşandığı bir ülkedir. Hava sıcaklığının 0°C veya daha altına düşmesi, meteorolojide don hadisesi olarak tanımlanmaktadır. Hava sıcaklığının uzun süre 0°C 'den düşük olması, açık sakın ve kuru hava, geceleri açık gökyüzü sebebiyle oluşan ısı kaybı, don afetinin verdiği tahribatı yani olumsuz etkilerini artıracaktır. Bu afetin sıklığı, süresi ve etkileri; topografya, kıyı kesimi, karasallık, yükselti ve soğuk hava kütesinin etkisiyle değişebilir. Don afeti, hemen hemen tüm bölgelerimizde, özellikle ilkbahar ve kış aylarında daha sık yaşanır. Özellikle, meyve ve bitkilerin en hassas dönemlerinden olan tomurcuklanma ve çiçeklenme dönemi, ilkbahar donlarından olumsuz etkilenmektedir. Seralar, meyve-sebze ve narenciye bahçeleri ile bağlarda görülen don afeti, hem üreticilerimizde hem de devletimizde ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Don afeti, sadece tarım alanlarına değil, özellikle ulaşım, hayvancılık, sanayi, enerji, turizm, inşaat ve sağlık sektörüne de ciddi zararlar vermektedir [145].

MGM kayıtlarına göre 2024 yılında Türkiye’de meydana gelen 1257 meteorolojik afetin 23’ü don afetidir ve bu miktar 2024 yılında yaşanan tüm meteorolojik afetlerin %1,8’ine tekabül etmektedir (Şekil 133).



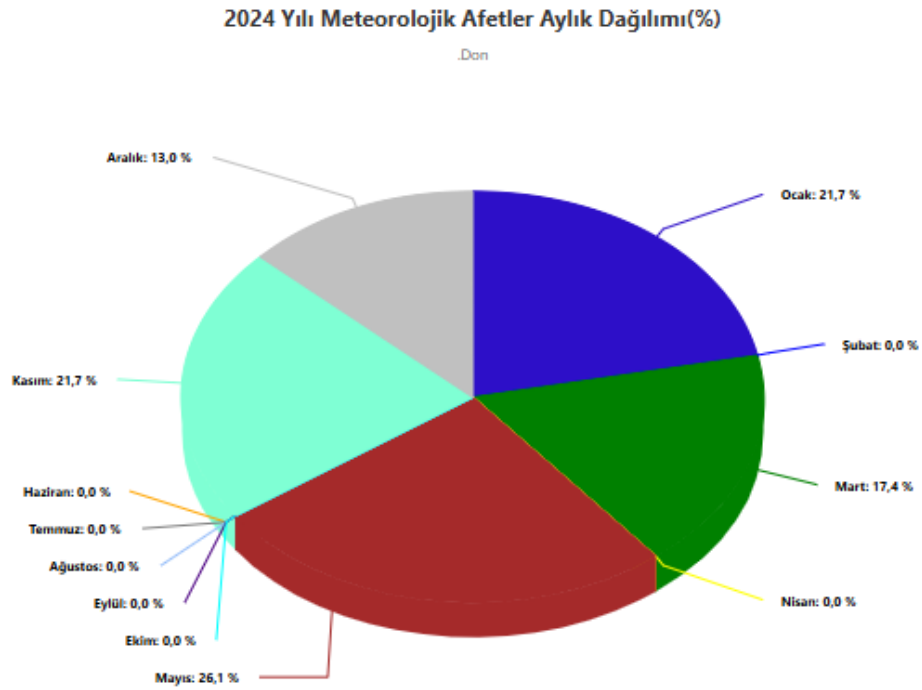
Şekil 133. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Don Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

Ülkemizde 2024 yılında meydana gelen don afetlerinin %50’si ilkbahar mevsiminde, % 25’i kış ve sonbahar mevsimlerinde kaydedilmiştir (Şekil 134).



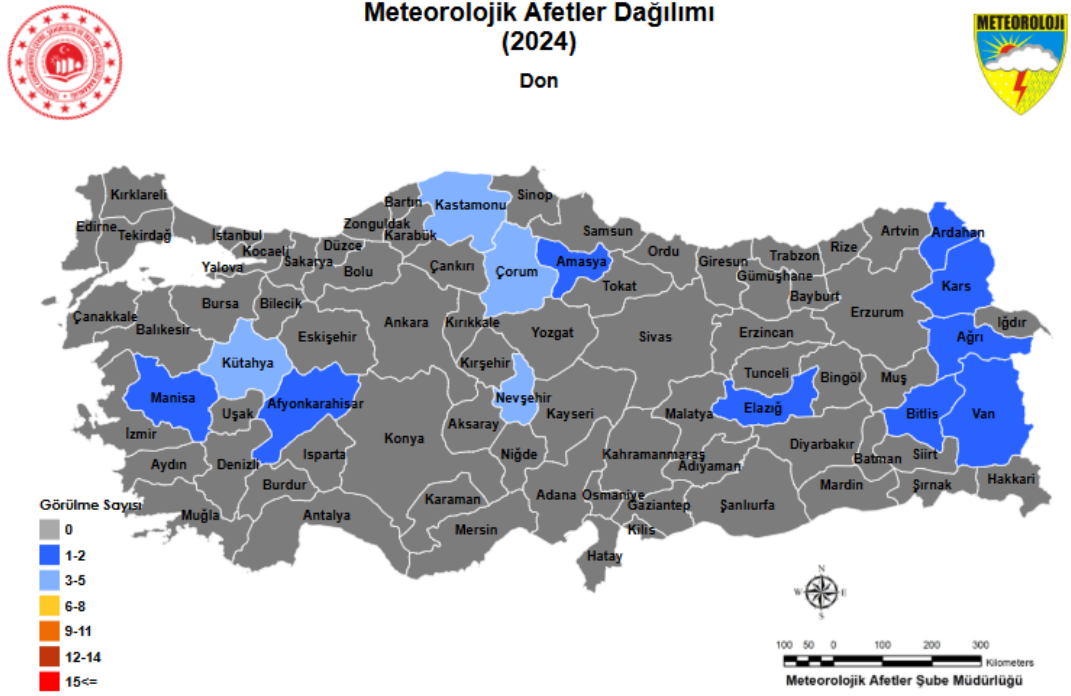
Şekil 134. Türkiye’de 2024 Yılı Don Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılı Mayıs ayı %26,1 ile en çok don afetinin görüldüğü aydır. Bunu %21,7 ile Ocak ve Kasım ayları takip etmektedir (Şekil 135).



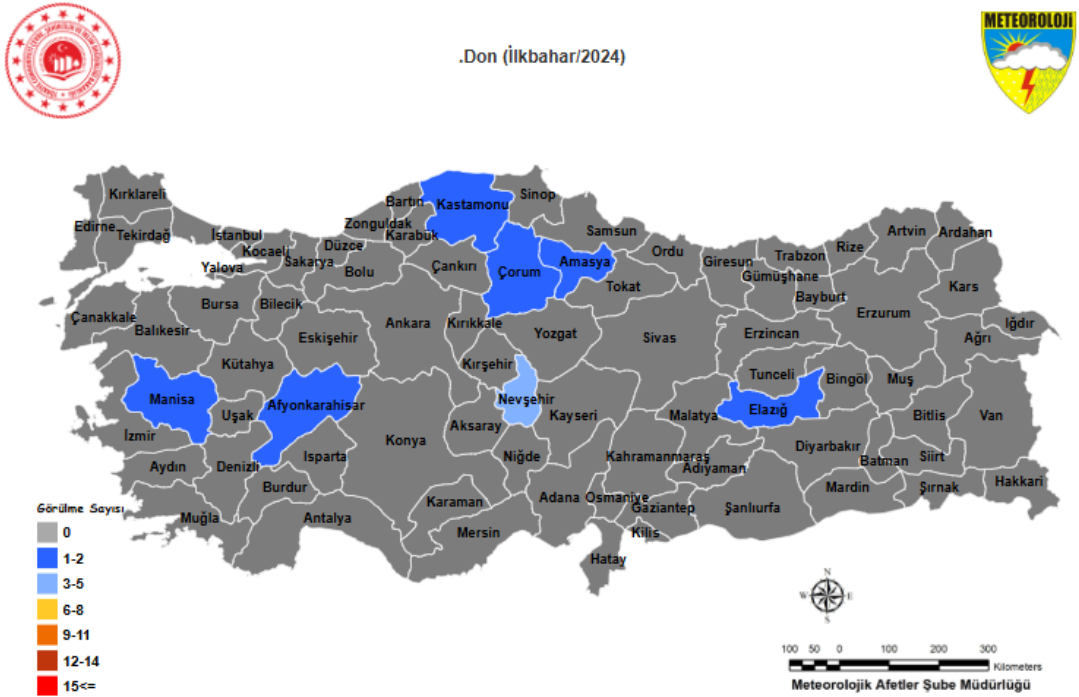
Şekil 135. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Don Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

2024 yılında don afeti en fazla Kütahya, Kastamonu, Çorum ve Nevşehir illerinde yaşanmıştır (Şekil 136).



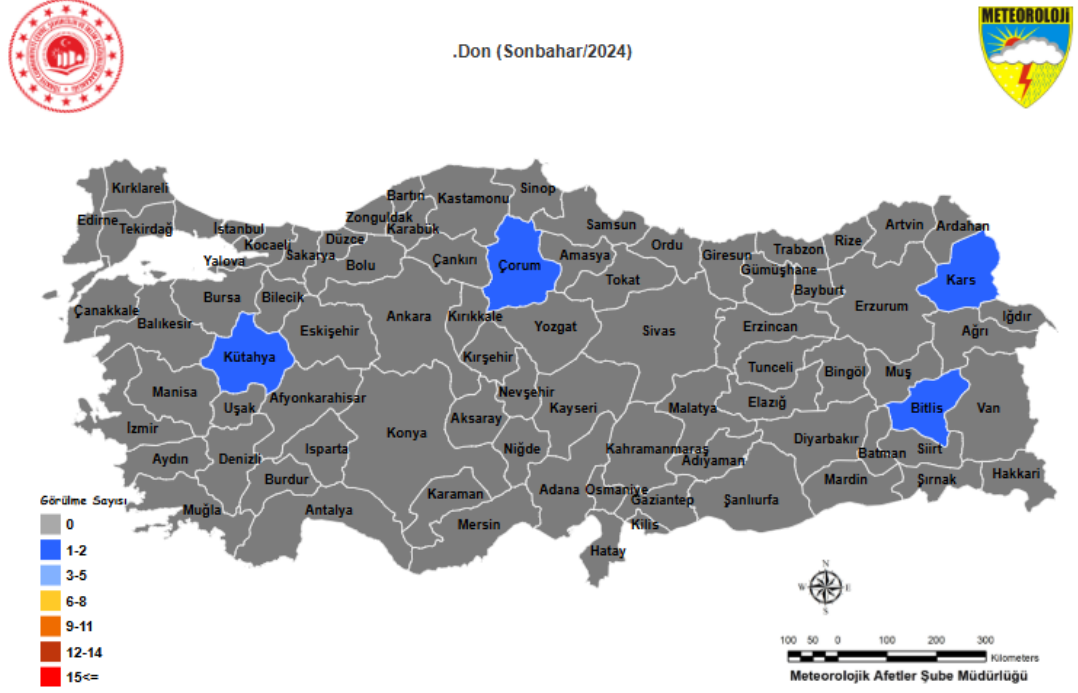
Şekil 136. Türkiye’de 2024 Yılı Meydana Gelen Don Afetinin İllere Göre Dağılımı

2024 yılında ilkbahar mevsiminde don afeti Nevşehir, Manisa, Afyonkarahisar, Kastamonu, Çorum, Amasya ve Elazığ illerinde görülmüştür (Şekil 137).



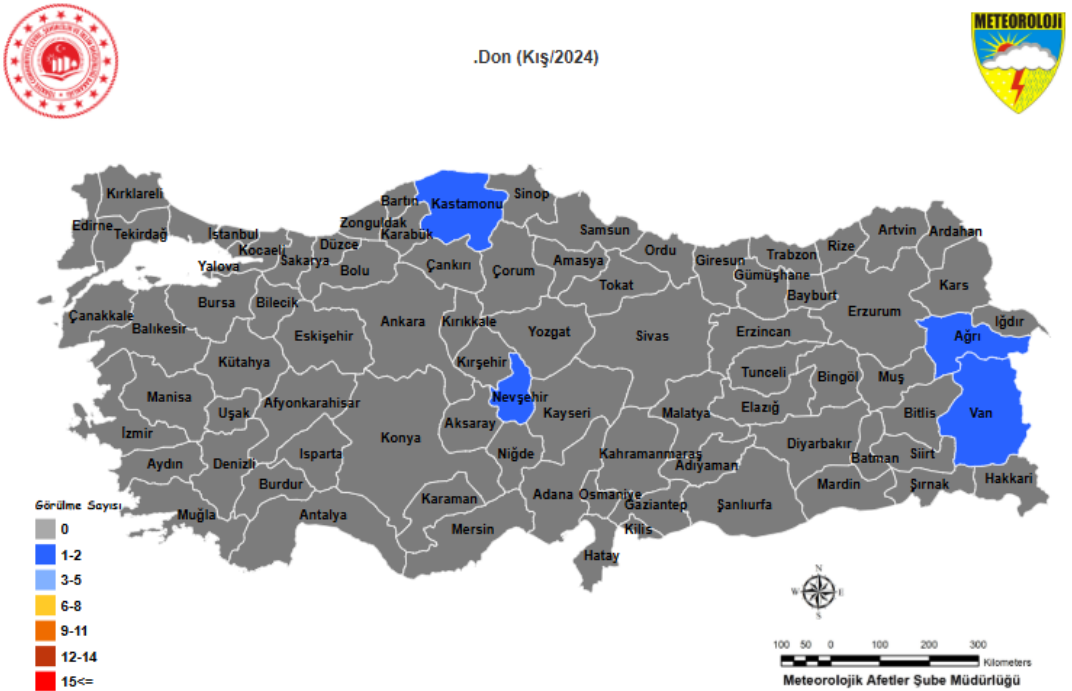
Şekil 137. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Don Afeti Dağılımı

2024 yılında sonbahar mevsiminde Kütahya, Çorum, Kars ve Bitlis illerinde don afeti meydana gelmiştir (Şekil 138).



Şekil 138. Türkiye’de 2024 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Don Afeti Dağılımı

2024 yılında kış mevsiminde Kastamonu, Nevşehir, Ağrı ve Van illerinde don afeti meydana gelmiştir (Şekil 139).



Şekil 139. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Don Afeti Dağılımı

3.2.10. Sıcak ve Soğuk Hava Dalgası

3.2.10.1. 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 [146]. 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 ülkemizin kıyılarına yaz mevsiminde hâkim olan nemli, sıcak ve bunaltıcı havalar; çocuklar, yaşlılar, kronik hasta ve kilolu olanlar başta olmak üzere, insanlarda; psikolojik hastalıklar, astım, beyin kanamaları ve kalp krizleri gibi birçok sağlık probleminin görülmesinde ciddi artışlara neden olmaktadır. Küresel ısınma ile birlikte ülkemizde sıcak hava dalgaları daha sık, daha uzun süreli ve şiddetli olabilecektir [1].

3.2.10.2. Soğuk Hava Dalgası

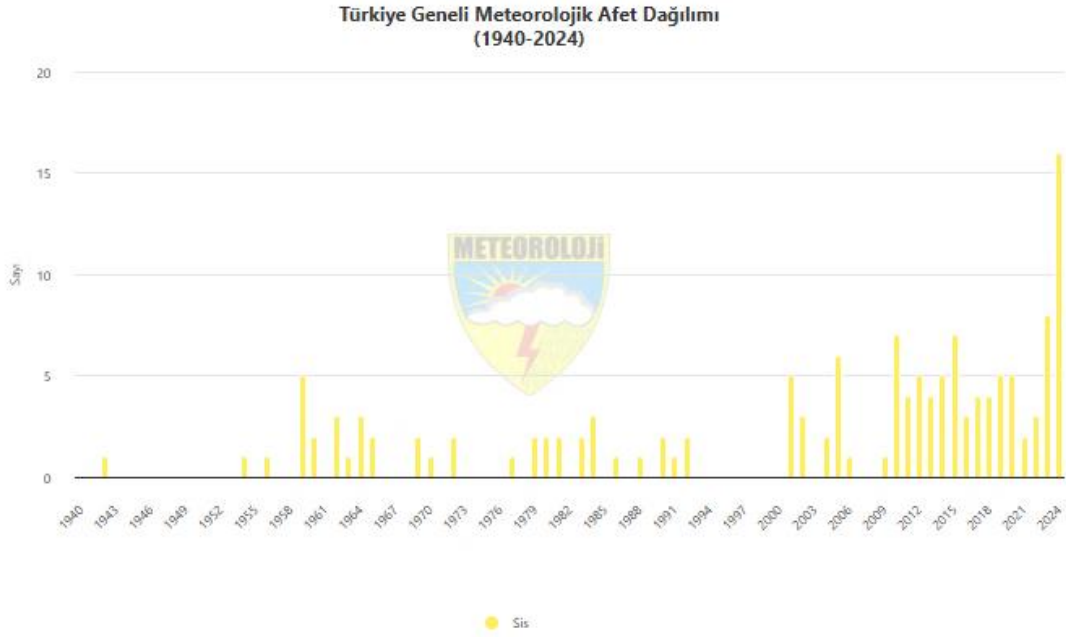
Günlük minimum sıcaklığın ardı ardına 5 gün boyunca uzun yıllar ortalama minimum sıcaklığın 5°C altında gerçekleşmesi, Soğuk Hava Dalgası olarak adlandırılmaktadır [147].

Soğuk hava dalgası, genellikle yeryüzünde hava sıcaklığının son derece düşük değerlere keskin bir şekilde düşmesi, basıncın yükselmesi ve rüzgâr hızının güçlenmesi ile, 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 [15].

Soğuk hava dalgaları; kar fırtınası, buz fırtınaları ve diğer kış tehlikelerinden çok daha geniş alanları etkiler. Özellikle, havacılık ulaşımının güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir [148].

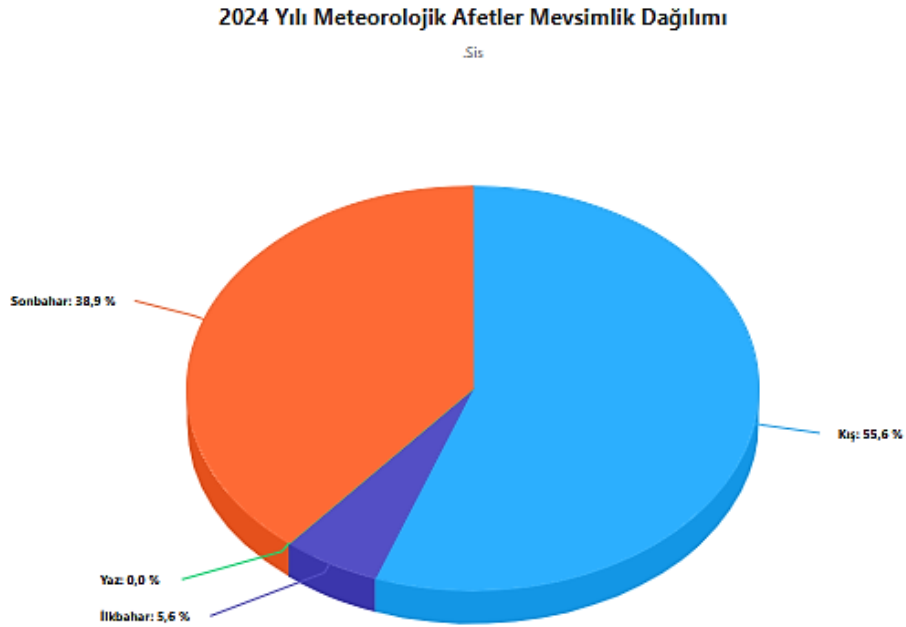
3.2.11. Sis

Yıllık dağılımlar incelendiğinde; sisin yaşamı en fazla olumsuz olarak etkilediği yılın, 2024 yılı olduğu görülmektedir (Şekil 140).



Şekil 140. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Sis Afetinin Yıllara Göre Dağılımı

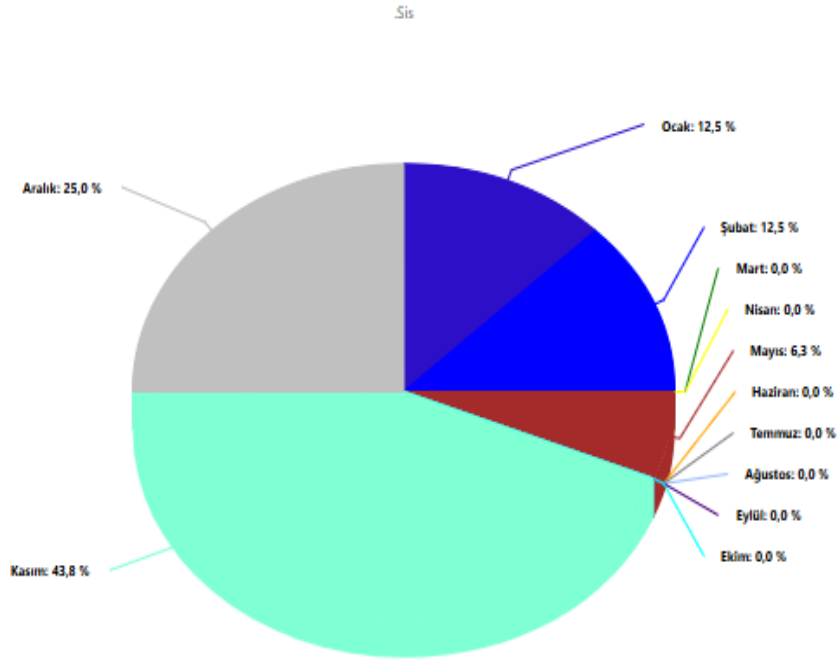
MGM kayıtlarına göre sis afeti 2024 yılında en fazla kış mevsiminde yaşanmıştır. Kış mevsiminden sonra en çok sonbahar mevsiminde sis afeti kaydedilmiştir (Şekil 141). Sis afetinin kış ve sonbahar mevsimlerinde görülme oranları sırasıyla %55,6 ve %38,9’ dur.



Şekil 141. Türkiye’de 2024 Yılı Sis Afetinin Mevsimlere Göre Oluşum Yüzdeleri

2024 yılı sis afetinin aylara göre dağılımında; %43,8 ile Kasım ayı en çok sis afetinin görüldüğü ay olmuştur. Bunu, %25,0 ile Aralık ayı takip etmektedir (Şekil 142).

2024 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)



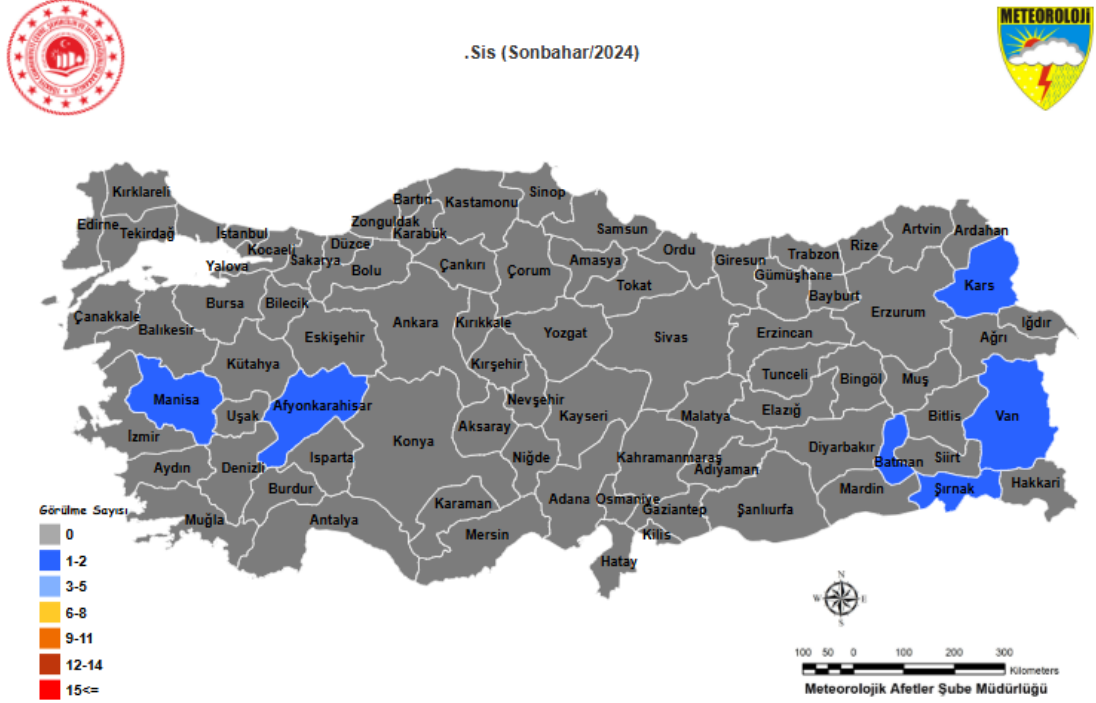
Şekil 142. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Sis Afetinin Aylık Oluşum Yüzdeleri

Sis afetinin illere göre dağılımına bakıldığında ise 2024 yılında en fazla Van, Manisa, Kars, Ağrı, Bitlis, Diyarbakır, Şırnak, Batman ve Afyonkarahisar illerinde görülmüştür (Şekil 143).

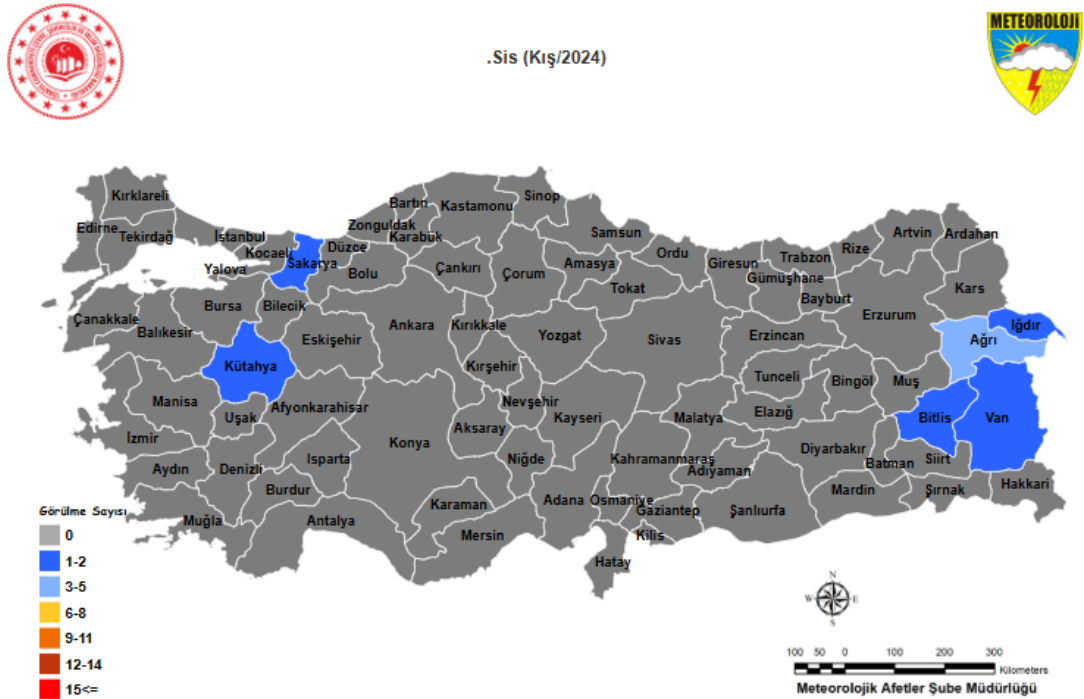


Şekil 143. Türkiye’de 2024 Yılı Meydana Gelen Sis Afetinin İllere Göre Dağılımı

2024 yılında, diğer illere göre en fazla sis afeti sonbahar mevsiminde Van, Kars, Batman, Şırnak, Manisa ve Afyonkarahisar’da, kış mevsiminde Ağrı, Van, Bitlis, Iğdır, Kütahya ve Sakarya illerinde ve ilkbahar mevsiminde Van ilinde rapor edilmiştir (Şekil 144 ve 145).



Şekil 144. Türkiye’de 2024 Yılı Sonbahar Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı

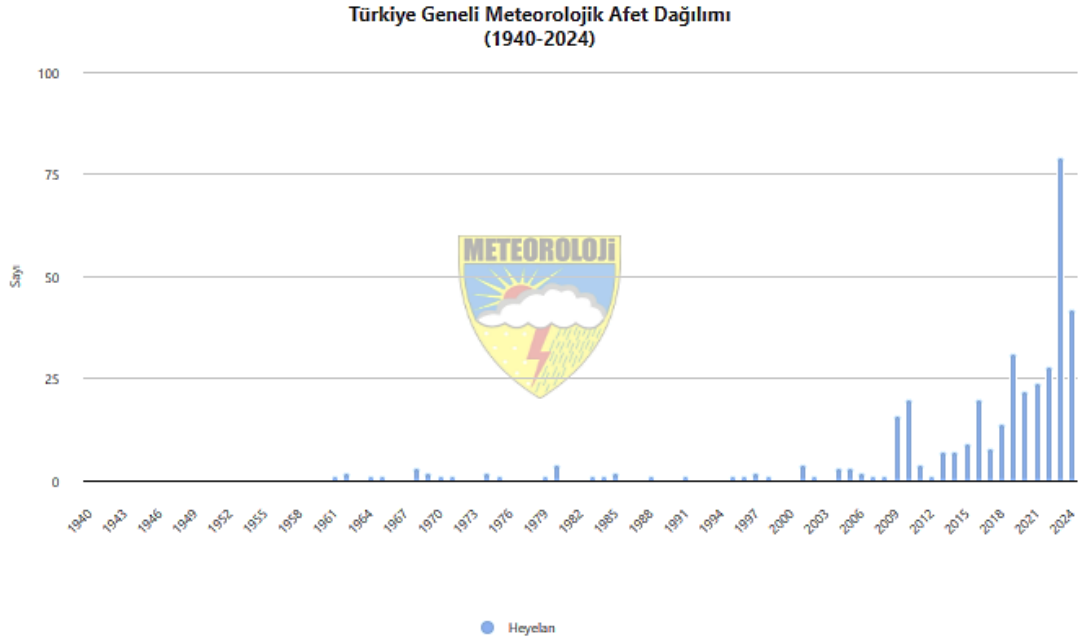


Şekil 145. Türkiye’de 2024 Yılı Kış Mevsiminde Meydana Gelen Sis Afeti Dağılımı

3.2.12. Heyelan

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

MGM kayıtlarına göre, 2024 yılında ülkemizde 42 heyelan afeti meydana gelmiştir. Heyelan afetinin yıllara göre değişimi incelendiğinde, 1961 yılından günümüze kadar en fazla heyelan afetinin görüldüğü yıl 2023 yılı olmuştur (Şekil 146).



Şekil 146. Türkiye’de 1940-2024 Yılları Arasında Meydana Gelen Heyelan Afetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

2024 yılında heyelan afeti %34,1 ile en fazla kış mevsiminde rapor edilmiştir. Heyelan afetinin %31,8’i sonbahar ve %25’i ilkbahar mevsimlerinde meydana gelmiştir. En az heyelan %9,1 ile yaz mevsiminde kaydedilmiştir (Şekil 147).

2024 yılında heyelan afeti %14,3 ile en fazla Şubat ve Eylül aylarında meydana gelmiştir. Bunu %11,9 ile Ocak ve Mayıs ayları takip etmektedir (Şekil 148).

2024 Yılı Meteorolojik Afetler Mevsimlik Dağılımı

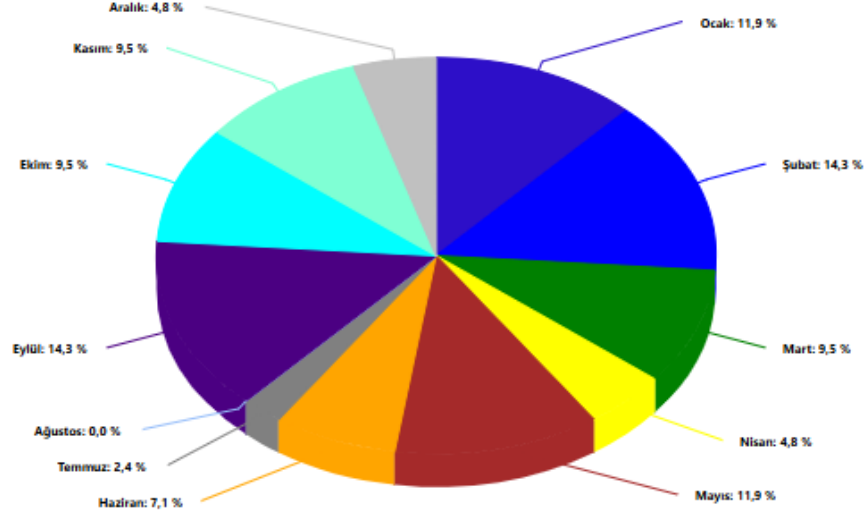
.Heyelan



Şekil 147. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin Mevsimlik Oluşum Yüzdeleri

2024 Yılı Meteorolojik Afetler Aylık Dağılımı(%)

.Heyelan



Şekil 148. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin Aylara Göre Oluşum Yüzdeleri

MGM kayıtlarına göre, 2024 yılında en fazla heyelan afeti Artvin, Siirt ve Rize illerinde meydana gelmiştir (Şekil 149).



Meteorolojik Afetler Dağılımı (2024) Heyelan



Şekil 149. Türkiye’de 2024 Yılında Meydana Gelen Heyelan Afetinin İllere Göre Dağılımı

2024 yılı ilkbahar mevsiminde ise heyelan afeti sadece Siirt, Bitlis, Elazığ, Yozgat, Ankara, Şırnak, Hakkari ve Bursa illerinde meydana gelmiştir (Şekil 150).



.Heyelan (İlkbahar/2024)



Şekil 150. Türkiye’de 2024 Yılı İlkbahar Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

2024 yılı yaz mevsiminde heyelan afeti, yurdumuzun Burdur, Erzincan, Giresun ve Rize illerinde meydana gelmiştir (Şekil 151).



.Heyelan (Yaz/2024)



Şekil 151. Türkiye’de 2024 Yılı Yaz Mevsiminde Meydana Gelen Heyelan Afeti Dağılımı

2024 yılı sonbahar mevsiminde ise heyelan afeti en fazla Rize ilinde kaydedilmiştir. Bunu yılda 1 ila 2 görölme yüzdesi ile Van, Bitlis, Batman, Trabzon, Sivas, Artvin ve Zonguldak illeri izlemektedir (Şekil 152).

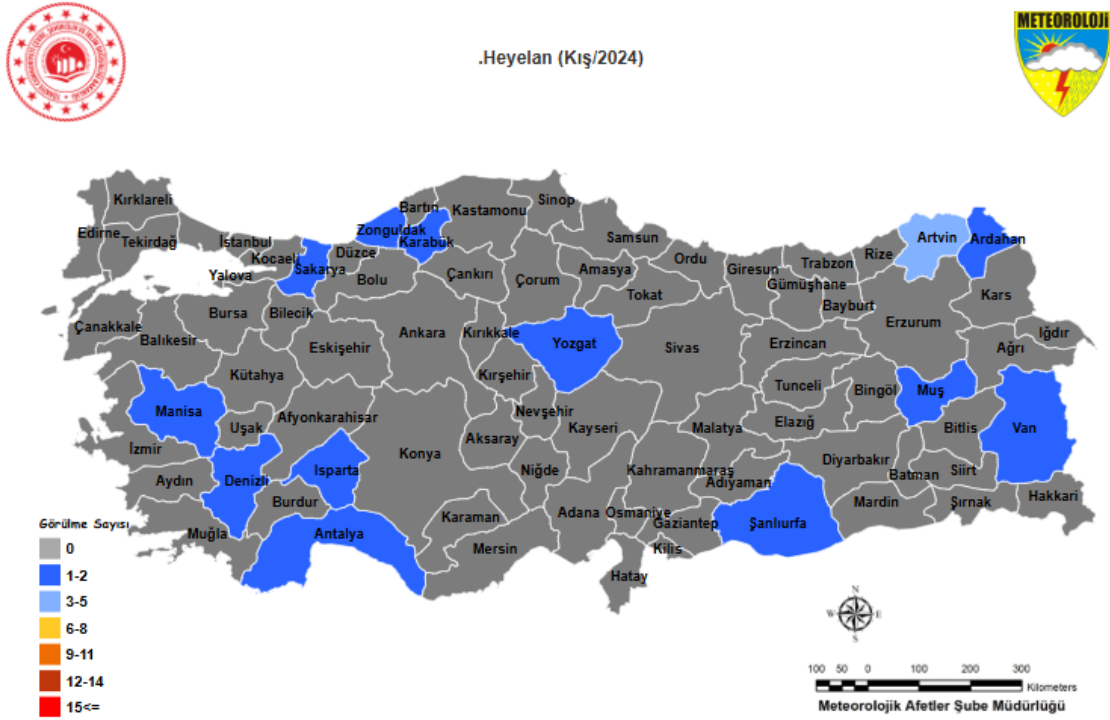


.Heyelan (Sonbahar/2024)



Şekil 152. Türkiye’de 2024 Yılı Sonbahar Mevsiminde Görülen Heyelan Afeti Dağılımı

2024 kış mevsiminde heyelan afeti, en fazla Artvin ilinde görülmüştür. Ardahan, Van, Muş, Şanlıurfa, Antalya, Isparta, Denizli, Manisa, Sakarya, Zonguldak, Karabük ve Yozgat heyelan afetinin kaydedildiği diğer illerdir (Şekil 153).



4. KAYNAKLAR

- [1] Kadioğlu, Prof.Dr.M. (2012). Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, Ankara
- [2] Kadioğlu,Prof.Dr.M. (2007). TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Sel-Heyelan-Çığ Sempozyumu Bildiriler Kitabı, sayfa 186-197, Samsun
- [3] Kadioğlu, M., (2008) Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi.
- [4] Ceylan, A., KÖMÜŞCÜ, A.Ü., Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları, TİKDEK 2007.
- [5] Şahin, Prof.Dr. Cemalettin; Sipahioğlu Şengün, 2002. Doğal Afetler ve Türkiye
- [6] <https://www.emdat.be/classification>
- [7] UNISDR&CRED. 2015. The Human Cost of Weather Related Disasters 1990-2015.
- [8] CRED&UNDRR. 2020. Human cost of disasters; an overview of the last 20 years (2000-2019)
- [9] WMO Atlas Of Mortality And Economic Losses From Weather, Climate And Water Extremes (1970–2019). WMO-No. 1267.
- [10] 2021 State of Climate Services. Water, 2021, WMO – No.1278
- [11] Global Report on Internal Displacement, 2023. Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), Norwegian Refugee Council (NRC).
- [12] Aon. Weather, Climate & Catastrophe Insight, 2025 Annual Report
- [13] Gallagher Re Natural Catastrophe Report of 2024. JANUARY 2025
- [14] State of the Global Climate 2024. World Meteorological Organization. WMO-No 1368.
- [15] <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2025/natural-disaster-figures-2024.html>
- [16] <https://wmo.int/publication-series/state-of-climate-2024-update-cop29>
- [17] Counting The Cost. 2024. A year of climate breakdown. Christian aid.
- [18] <https://gdacs.org/>
- [19] <https://reliefweb.int/disasters>
- [20] <https://catnat.net/>
- [21] <https://disasterphilanthropy.org/disasters/>
- [22] <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202413>
- [23] <https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2024-active-year-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters>
- [24] <https://eos.com/blog/natural-disasters-2024/>
- [25] <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202402>
- [26] Significant Weather & Climate Events 2024. World Meteorological Organization
- [27] <https://www.noaa.gov/news-release/atlantic-hurricane-season-races-to-finish-within-range-of-predicted-number-of-named-storms>
- [28] <https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php>
- [29] <https://www.nesdis.noaa.gov/news/2024-atlantic-hurricane-season-wraps>
- [30] https://www.weathernationtv.com/news/looking-back-the-2024-atlantic-hurricane-season#google_vignette

- [31] <https://www.npr.org/2024/11/27/nx-s1-5205099/2024-atlantic-hurricane-season-ends>
- [32] <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-key-driver-of-catastrophic-impacts-of-hurricane-helene-that-devastated-both-coastal-and-inland-communities/>
- [33] <https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2024-active-year-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters>
- [34] <https://www.worldweatherattribution.org/yet-another-hurricane-wetter-windier-and-more-destructive-because-of-climate-change/>
- [35] <https://abcnews.go.com/US/tracking-hurricane-helenes-destruction-path-storm-surge-rescue/story?id=114471845>
- [36] <https://earthobservatory.nasa.gov/images/153440/hurricane-milton-crosses-florida>
- [37] <https://www.preventionweb.net/collections/usa-hurricanes-helene-and-milton-2024>
- [38] <https://www.theatlantic.com/science/archive/2024/10/hurricane-milton-season-predictions-climate-change/680205/>
- [39] https://www.guycarp.com/content/dam/guycarp-rebrand/insights-images/2024/10/Hurricane_Milton_Post_Event_Part%201_Final.pdf
- [40] https://www.guycarp.com/content/dam/guycarp-rebrand/insights-images/2024/10/Hurricane_Milton_Post_Event_Part%202-Final_published.pdf
- [41] <https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/hurricane-milton-rapidly-intensifies-category-5-hurricane-becoming>
- [42] <https://www.geotab.com/blog/navigating-the-storm/>
- [43] <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/ten-most-impactful-weather-stories/2024.html>
- [44] <https://www.931theborder.ca/2025/01/14/2024-natural-disasters-set-records-for-insured-losses/>
- [45] <https://www.abc.ca/news-insights/news/2024-shatters-record-for-costliest-year-for-severe-weather-related-losses-in-canadian-history-at-8-5-billion>
- [46] <https://www.abc.ca/news-insights/news/cost-of-historic-calgary-hailstorm-continues-to-rise>
- [47] <https://beinsure.com/insured-catastrophe-losses-in-canada-tripling/>
- [48] <https://lanesinsurance.com/2024-officially-the-costliest-year-ever-for-losses-related-to-severe-weather/>
- [49] <https://parks.canada.ca/pn-np/ab/jasper/visit/feu-alert-fire/feudeforet-jasper-wildfire>
- [50] <https://parks.canada.ca/pn-np/ab/jasper/visit/feu-alert-fire/feudeforet-jasper-wildfire/chronologie-timeline>
- [51] <https://www.newswire.ca/news-releases/a-tale-of-extremes-canada-s-10-most-impactful-weather-stories-of-2024-826955289.html>
- [52] <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/fallen-tree-fatally-injures-alberta-firefighter-battling-jasper-area-wildfire>
- [53] <https://public.catiq.com/2025/01/13/canadian-insured-losses-from-catastrophic-events-total-can-8-5-billion-in-2024/>
- [54] <https://www.normhaber.com/kanadanin-alberta-eyaletindeki-orman-yangininda-1-kisi-oldu-797244>
- [55] <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/tornadoes/202413>
- [56] <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-made-the-floods-in-southern-brazil-twice-as-likely/>

- [57] <https://tuoitrenews.vn/news/international/20240506/death-toll-from-southern-brazil-rainfall-rises-to-78-many-still-missing/79713.html>
- [58] <https://www.reuters.com/world/americas/rains-southern-brazil-kill-least-31-more-than-70-still-missing-2024-05-03/>
- [59] <https://abcgazetesi.com/rio-grande-do-sulda-siddetli-yagislar-ve-seller-can-kaybi-13e-yukseldi-742535>
- [60] <https://ercportal.jrc.ec.europa.eu/API/ERCC/Maps/DownloadPublicMap?fileN=MainFile&forceDownload=False&contentItemID=4868>
- [61] <https://www.coreresponse.org/brazil-floods-2024/>
- [62] <https://www.wtwco.com/en-id/insights/2024/09/el-nino-and-climate-change-fuel-brazil-floods>
- [63] <https://www.jbarisk.com/knowledge-hub/event-response/brazil-floods-april-may-2024/>
- [64] <https://wmo.int/publication-series/state-of-climate-2024-update-cop29>
- [65] <https://www.guycarp.com/insights/2024/07/post-event-summary-southern-brazil-floods.html>
- [66] https://en.wikipedia.org/wiki/2024_South_American_wildfires
- [67] <https://www.connectingbusiness.org/ourwork/emergencies/chile-wildfires-2024>
- [68] <https://disasterphilanthropy.org/disasters/2024-chile-wildfires/#:~:text=Deadly%20fires%20raged%20through,28%2C%202024.>
- [69] <https://edition.cnn.com/2024/02/06/climate/chile-wildfires-deadliest-climate-intl/index.html>
- [70] <https://edition.cnn.com/2024/02/03/climate/chile-wildfires-state-of-emergency-intl-hnk/index.html>
- [71] <https://earthobservatory.nasa.gov/images/153533/valencia-floods>
- [72] https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2024/10/Valencia_flood_disaster
- [73] <https://wmo.int/media/news/devastating-rainfall-hits-spain-yet-another-flood-related-disaster>
- [74] <https://www.jbarisk.com/knowledge-hub/event-response/spain-floods-october-2024/>
- [75] <https://edition.cnn.com/2024/10/30/europe/spain-flash-floods-intl/index.html>
- [76] <https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-4d4ab86e-d6f0-4db9-9031-af6e594e63a5>
- [77] <https://www.reuters.com/pictures/pictures-catastrophic-flash-floods-devastate-spain-2024-10-31/>
- [78] <https://european-flood.emergency.copernicus.eu/en/news/floods-spain-late-october-early-november-2024>
- [79] <https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-4d4ab86e-d6f0-4db9-9031-af6e594e63a5>
- [80] <https://www.jbarisk.com/knowledge-hub/event-response/germany-floods-may-june-2024/>
- [81] <https://www.aljazeera.com/gallery/2024/6/4/four-dead-as-floods-sweep-southern-germany>
- [82] <https://floodlist.com/europe/germany-bavaria-baden-wuerttemberg-floods-june-2024>
- [83] <https://www.accuweather.com/en/weather-news/5-killed-after-floods-engulf-southern-germany/1656934>
- [84] https://thesun.my/world-news/four-dead-as-floods-sweep-southern-germany-EF12530488#google_vignette
- [85] <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-and-high-exposure-increased-costs-and-disruption-to-lives-and-livelihoods-from-flooding-associated-with-exceptionally-heavy-rainfall-in-central-europe/>
- [86] <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/focus/2024/storm-boris-and-european-flooding-september-2024>

- [87] <https://european-flood.emergency.copernicus.eu/en/news/flooding-caused-storm-boris-central-and-eastern-europe-september-2024>
- [88] <https://emergency.copernicus.eu/news/floods-in-central-eastern-europe-september-2024/>
- [89] <https://disasterphilanthropy.org/disasters/2024-central-and-eastern-europe-floods/>
- [90] https://en.wikipedia.org/wiki/2024_Central_European_floods
- [91] <https://reliefweb.int/disaster/fl-2024-000169-aut>
- [92] <https://www.guycarp.com/insights/2024/09/event-report-floods-central-eastern-europe.html>
- [93] <https://www.perils.org/files/News/2024/Loss-Announcements/Central-European-Floods/2024-12-19-PERILS-Press-Release-Central-Europe-Floods-14-20-Sep-2024.pdf>
- [94] <https://www.guycarp.com/insights/2024/09/Typhoon-Yagi-09-2024.html>
- [95] <https://disasterphilanthropy.org/disasters/2024-super-typhoon-yagi/>
- [96] <https://reliefweb.int/disaster/tc-2024-000161-phl>
- [97] <https://reliefweb.int/report/viet-nam/viet-nam-joint-response-plan-typhoon-yagi-and-floods-september-2024-june-2025-issued-27-september-2024>
- [98] <https://reliefweb.int/report/myanmar/myanmar-asia-pacific-flood-typhoon-yagi-emergency-appeal-ndeg-mdrmm021>
- [99] <https://www.unocha.org/publications/map/viet-nam/typhoon-yagi-southwest-monsoon-8-16-september-2024>
- [100] <https://earthobservatory.nasa.gov/images/153288/southeast-china-braces-for-yagi>
- [101] <https://www.thehindu.com/news/international/typhoon-yagi-in-vietnam-death-toll-rises-to-233-as-more-bodies-found-in-areas-hit-by-landslides-and-floods/article68637378.ece>
- [102] <https://www.euronews.com/2024/09/09/storm-deaths-rise-to-59-as-typhoon-yagi-ravages-vietnam>
- [103] <https://www.jbarisk.com/knowledge-hub/event-response/typhoon-gaemi-july-2024/>
- [104] <https://www.aljazeera.com/gallery/2024/7/24/streets-turn-into-rivers-as-typhoon-gaemi-sweeps-over-philippines>
- [105] <https://earthobservatory.nasa.gov/images/152703/deluge-in-the-united-arab-emirates>
- [106] <https://edition.cnn.com/2024/04/18/travel/dubai-airport-struggles-to-resume-flights-after-heavy-rains-left-runways-underwater/index.html>
- [107] <https://reliefweb.int/report/kenya/eastern-africa-heavy-rains-and-flooding-flash-update-3-21-may-2024>
- [108] <https://disasterphilanthropy.org/disasters/2024-east-africa-flooding-cyclone/>
- [109] <https://www.munichre.com/en/insights/natural-disaster-and-climate-change/price-of-natural-catastrophes-in-africa.html>
- [110] <https://africacenter.org/spotlight/record-levels-of-flooding-in-africa-compounds-stress-on-fragile-countries/>
- [111] <https://eastleighvoice.co.ke/heavy%20rains/46114/how-severe-floods-have-affected-eastern-africa-with-millions-impacted-by-the-devastation>
- [112] MGM, 2024 Yılı Fevk Kayıtları, Ankara
- [113] Vicente-Serrano S.M., Quiring S.M., Peña-Gallardo M., et al., Areview of environmental droughts: Increased risk under global warming?, Earth-Science Reviews(2019), <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102953>

- [114] Thomas, R., Davies, J., King, C., Kruse, J., Schauer, M., Bisom, N., Tsegai, D., Madani, K., 2024. Economics of Drought: Investing in Nature-Based Solutions for Drought Resilience – Proaction Pays. A joint report by UNCCD, ELD Initiative and UNU-INWEH, Bonn, Germany; Toronto, Canada.
- [115] IPCC, 2023. Climate Change 2023, Synthesis Report
- [116] Oğuz K., Çamalan G., Pekin M.A., 2022, Drought Analysis and Impact of Drought on Crop Yield in Nevşehir City, Nevşehir Journal of Science and Technology (2022), 11(2) 16-30
- [117] Çamalan, G., Çamalan, İ. (2023). Türkiye’de Büyük Orman Yangınları ve Uydu-Model Verileri Kullanımı, V. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu (UZALMET), 14-17 Kasım 2023, Alanya
- [118] Çamalan, G., Akıl, S. & Pekin, M. A. (2023). Using Meteorological Early Warning System (MEUS) and Meteorological Indices for Assessment of Manavgat Forest Fires Occurred in Türkiye July-August 2021. European Journal of Forest Engineering , 9 (1) , 10-25 . DOI: 10.33904/ejfe.128807.
- [119] Çamalan, G., Oğuz, K., Akıl, S., 2023, İklim Değişikliğinin İç Anadolu Bölgesi Kuraklık Koşullarına Etkisinin İncelenmesi, Disaster Science and Engineering 2023, Cilt 9, Sayı: 1 Sayfa: 35- 55
- [120] Çamalan G., 2024, MPI-ESM-MR Modeli Temelinde RCP4.5 Senaryosuna Göre İç Anadolu Bölgesinde Kuraklık Projeksiyonları ve Kuraklık Etkilerinin Uzaktan Algılama Verileri İle İzlenmesi, 12. Ulusal Hidroloji Kongresi, 16-19 Ekim 2024, Samsun
- [121] Çamalan, G., Akgündüz, A. S., Ayvacı, H., Çetin, S., Arabacı, H., Coşkun, M., (2017). SPEI indisine göre Türkiye geneli kuraklık değişim ve eğilim projeksiyonları. IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi (TİKDEK), 5-7 Temmuz 2017, İstanbul
- [122] Çamalan G., Akgündüz S., Ayvacı H., Çetin S., Arabacı H., Coşkun M.; (2017). “SPEI kuraklık indisine göre Türkiye’de önümüzdeki yüzyılın kuraklık eğilim projeksiyonu”, 8th Atmospheric Sciences Symposium (ATMOS), Istanbul/TURKEY
- [123] Çamalan G., Ayvacı H., Akgündüz A.S., Çetin S., Arabacı H., Coşkun M., (2018). “Ege Bölgesi Kuraklık Projeksiyonları ” Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi (TUJBBK), İzmir
- [124] Çamalan G., Akgündüz A.S., Çetin S., Arabacı H., (2019). “SPEI Kuraklık İndisi İle Türkiye’de Kuraklık Olaylarının Analizi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, 10. Ulusal Hidroloji Kongresi, 2019 Muğla
- [125] Çamalan G., Akgündüz A.S., Çetin S., Arabacı H., (2019). “ Türkiye Meteorolojik Kuraklık Projeksiyonları, Disaster & Resilience Congress “from Risk to Resilience” idRC2019 International, June 26-2 2019, Eskişehir/TURKEY
- [126] Çamalan G., Akgündüz A.S., Çetin S., Arabacı H., (2019). “Normalleştirilmiş Yağış-Evapotranspirasyon Kuraklık İndisi (SPEI) İle Türkiye İçin Kuraklık Projeksiyonları”, 9. Uluslararası Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (ATMOS 2019), Istanbul/TURKEY
- [127] Çamalan, G., ve Çetin, S. (2022). Türkiye Kuraklık Projeksiyonları. V. M. Coşkun, H. Doğan, H. Eroğlu (Ed.) Çevre ve Meteoroloji içinde (s. 97-137). Sonçağ Yayıncılık
- [128] Çamalan G., Çamalan İ., 2024, ECMWF SEAS5 Tahmin Verileri İle Türkiye Yıllık Kuraklık Tahmin ve Analizi, 11. Uluslararası Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (ATMOS), 23-25 Ekim 2024, İstanbul
- [129] <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/kuraklikprojeksiyon.pdf>
- [130] Çamalan G., 2022, SPEI Yöntemi İle Türkiye Kuraklık Tahmini, 11. Ulusal Hidroloji Kongresi, 13-15 Ekim, Gaziantep
- [131] Svoboda M, Fuchs BA., Handbook of Drought Indicators and Indices. World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016: Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva.
- [132] <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yillik#sfB>

- [133] Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S., López-Moreno, J.I., 2010, A multiscale drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index, *Journal of Climate*, 23, pp. 1696-1718
- [134] Beguería, S., Vicente-Serrano, S.M., Reig, F., Latorre, B., 2013, Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) Revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring, *Int. J. Climatol.*, 34 (10): 3001–3023. <https://doi.org/10.1002/joc.3887>
- [135] Homdee, T., Pongput, K., Kanae, S., 2016, A comparative performance analysis of three standardized climatic drought indices in the Chi River basin, Thailand. *Agric. Nat. Resour.*, 50(3): 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.02.002>
- [136] Byakatonda, J., Parida, B.P., Moalafhi, D.B., Kenabatho, P.K., 2018, Analysis of long term drought severity characteristics and trends across semiarid Botswana using two drought indices, *Atmospheric Research*, 213: 492-508. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.07.002>
- [137] <https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2024yagisdegerlendirmesi.pdf>
- [138] Ruffault J., Curt T., Moron V., Trigo R.M., Mouillot F., Koutsias N., Belhadj-Khedher C., Increased likelihood of heat-induced large wildfires in the Mediterranean Basin., *Sci. Rep.* 2020
- [139] Ganteaume A., Barbero R., Jappiot M., Maillé E., Understanding future changes to fires in southern Europe and their impacts on the wildland-urban interface, *Journal of Safety Science and Resilience*, Volume 2, Issue 1, March 2021, Pages 20-29
- [140] Moreno M., Bertolín C., Arlanzón D., Ortiz P., Ortiz R., Climate change, large fires, and cultural landscapes in the mediterranean basin: An analysis in southern Spain, *Heliyon*, 2023 el6941
- [141] Oğuz K., Oğuz E., Çamalan G., 2021, İzmir-Tırazlı Orman Yangınının Uydu ve Model Verileri ile Analizi, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 4(1): 1-12 (2021), Orcid: 0000-0001-5305-6145
- [142] Probert J.R., Parr C.L., Holdo R.M., Anderson T.M., Archibald S., Mustaphi C.J.C., Dobson A.P., Donaldson J.E., Hopcraft G.C., Hempson G.P., Morrison T.A., Beale C.M., Anthropogenic modifications to fire regimes in the wider Serengeti-Mara ecosystem, *Global Change Biology*. 2019; 25: 3406-3423.
- [143] OGM 2024, Faaliyet Raporu
- [144] Hava Analiz ve Tahmin Tekniği. D.M.İ. yayınları yayın No:2006-1. Ankara
- [145] Don Hadisesi ve Türkiye Don Takvimi, Zirai Meteoroloji Şube Müdürlüğü, 2017
- [146] https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/16_iklim-saglik-etki.pdf
- [147] <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2017-iklim-raporu.pdf>
- [148] <https://skybrary.aero/articles/cold-wave>