



Received / Makale Geliş Tarihi 01.06.2025
Published / Yayınlanma Tarihi 31.07.2025
Volume (Issue) Cilt (Sayı) 9 (56)
pp / ss 550-563

Research Article /Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.16730294
Mail: editor@pejoss.com

Dr. Öğretim Üyesi İlker Eroğlu

<https://orcid.org/0000-0003-4601-024X>

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Tekirdağ / TÜRKİYE

ROR Id: <https://ror.org/01a0mk874>

Şevval Efe

<https://orcid.org/0009-0005-3630-7447>

Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Dağılışı ve Trend Analizi

Distribution and Trend Analysis of Hail Days in the Thracian Peninsula

ÖZET

Dolu yağışı, insan yaşamını etkileyen önemli bir iklim elemanıdır. Güçlü dikey hava hareketleriyle gelişen kümülonimbus (Cb) bulutları içinde aşırı soğumuş su damlaları ve buz parçacıklarının, birçok kez alçalıp yükselerek yer değiştirmesiyle oluşan dolu tanelerinden meydana gelen katı yağış biçimidir. Dolu taneleri çapları 5-50 mm arasında değişen, iç içe geçmiş buz katmanlarından meydana gelir. Trakya Yarımadası'nda dolu yağışlı günlerin aylık, mevsimlik ve yıllık dağılışı incelendiğinde yıllık en fazla dolu yağışlı gün sayısının Lüleburgaz, Çanakkale ve Sarıyer'de, en az dolu yağışlı gün sayısının Malkara ve Florya'da olduğu tespit edilmektedir. Sahada dolu yağışı en çok görülen ay haziran, en az görülen ay ekimdir. Mevsimler itibarıyla dolu yağışlı gün sayısında ilk sırada yaz mevsimi (%36,8), ikinci sırada ilkbahar (%29,2) gelmektedir. Mann-Kendall ve Kendall'ın Tau trend analiz yöntemlerine göre aylık olarak Kırklareli, Edirne, Sarıyer ve Çanakkale'de ocak, şubat, nisan, mayıs, ağustos ve kasım aylarında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir trend görülmektedir. Yıllık olarak yine anlamlı ve pozitif yönlü bir trend Edirne ve Çanakkale'de test edilmektedir. Uzunköprü, Kumköy ve İpsala'da nisan, haziran, ağustos ve kasım aylarında dolu yağışlı günlerde negatif yönlü ve anlamlı trend vardır. Yıllık olarak anlamlı ve negatif yönlü trend bulunan istasyonlar Uzunköprü, Kumköy, Çorlu, İpsala ve Gökçeada'dır. Sahada ne aylık ne de yıllık olarak dolu yağışlı günlerde trend bulunmayan istasyonlar Lüleburgaz, Florya, Tekirdağ ve Malkara'dır. Kış mevsiminde Sarıyer ve Çanakkale'de anlamlı ve pozitif yönlü trend, Gökçeada'da anlamlı ve negatif yönlü trend, ilkbaharda Edirne'de anlamlı ve pozitif yönlü trend, Çorlu'da anlamlı ve negatif yönlü trend, yaz mevsiminde Çanakkale'de anlamlı ve pozitif yönlü trend, Uzunköprü ve Gökçeada'da anlamlı ve negatif yönlü trend ve yaz mevsiminde Çanakkale'de anlamlı ve pozitif yönlü trend, Uzunköprü'de anlamlı ve negatif yönlü trend olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın amacı küresel ısınma ve iklim değişikliğinin Trakya Yarımadası'ndaki dolu yağışlı günlerin aylık, mevsimlik ve yıllık dağılışı ve eğilimleri üzerindeki potansiyel etkilerini Coğrafya Bilimi'nin prensipleri doğrultusunda ortaya koymaktır. Bu bağlamda Trakya Yarımadası'nda zaman zaman afet boyutuna ulaşan dolu yağışlarıyla ilgili aylık, mevsimlik ve yıllık trendlerin belirlenmesi ile yapılacak bilimsel planlamalarda daha isabetli kararlar alınabilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Trakya Yarımadası, dolu yağışı, Mann-Kendall, trend, analiz

ABSTRACT

Hail is an important climatic element that affects human life. Hail is a type of solid precipitation made up of hailstones that form when supercooled water drops and ice particles descend and ascend many times in cumulonimbus (Cb) clouds, which are created by strong rising and falling air. Hailstones consist of interwoven ice layers with diameters ranging from 5 to 50 mm. Analyzing the monthly, seasonal, and annual distributions of the days with hail in the Thracian Peninsula, it is determined that the highest number of days with hail is in Lüleburgaz, Çanakkale, and Sarıyer, and the lowest number of days with hail is in Malkara and Florya. The month with the highest number of hailstorms is June, and the month with the lowest number is October. In terms of seasons, the number of days with hail ranks first in summer (36.8%) and second in spring (29.2%). Mann-Kendall and Kendall's Tau trend analysis methods indicate a statistically significant and positive trend in January, February, April, May, August, and November in Kırklareli, Edirne, Sarıyer, and Çanakkale. On an annual basis, a statistically significant and positive trend is tested in Edirne and Çanakkale. A negative and significant trend is observed in Uzunköprü, Kumköy, and İpsala in April, June, August, and November. The stations having a significant and negative annual trend are Uzunköprü, Kumköy, Çorlu, İpsala, and Gökçeada. The stations in the field that have neither monthly nor annual trends on days with hail are Lüleburgaz, Florya, Tekirdağ, and Malkara. It is understood that there is a significant and positive trend in Sarıyer and Çanakkale and a significant and negative trend in Gökçeada in winter, a significant and positive trend in Edirne and a significant and negative trend in Çorlu in spring, a significant and positive trend in Çanakkale and a significant and negative trend in Uzunköprü and Gökçeada in summer, and a significant and positive trend in Çanakkale and a significant and negative trend in Uzunköprü in summer. This study aims to reveal the effects of global warming and climate change on the monthly, seasonal, and annual distribution and trends of hail rainy days in the Thracian Peninsula in line with the principles of geography science. Within this context, it will be possible to make more accurate decisions in scientific planning by determining the monthly, seasonal, and annual trends related to hail precipitation, which occasionally reaches the disaster dimension in the Thracian Peninsula.

Keywords: Thracian Peninsula, hail, Mann-Kendall, trend, analysis

1. GİRİŞ

Dolu, çok güçlü konvektif hareketler sonucu gelişen kümülonimbus (Cb) bulutlarında su buharının birden yoğunlaşarak katılaşmasıyla oluşan, farklı büyüklükte, yuvarlak ya da düzensiz biçimli şeffaf veya kısmen opak buz parçalarından meydana gelen yağış türüdür (Erol, 2014; Ahrens ve Henson, 2018; TÜBA, 2025; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025a).

Dolu tanesinin çekirdeği, kümülonimbus (Cb) bulutunda donmuş bir su damlası (buz paleti) veya bir buz parçacığı (graupel)'dir (Barry ve Chorley, 2003; Ahrens ve Henson, 2018). Fırtına içinde şiddetli bir şekilde yükselen hava akımları, dolu çekirdeğini donma seviyesinin çok üzerine taşır ve burada buz parçacıkları aşırı soğutulmuş sıvı bulut damlacıklarıyla çarpışarak büyürler (Şekil 1). Şiddetli gök gürültülü fırtınalar (özellikle süper hücre adı verilen uzun ömürlü fırtınalar), büyüyen buz parçacıklarını bulut boyunca yanlara doğru süpürme kapasitesine bile sahiptir (Ahrens ve Henson, 2018). Kümülonimbus bulutu içinde girdap şeklindeki akımlar ile yatay ve dikey hareketler iç içe girdiğinden olağanüstü karmaşık hareketler görülür. Bu karmaşık hareketlerin her birinde dolu taneleri daha büyük dolu tanelerine dönüşürler (Şahin ve Sipahioğlu, 2002). Dolu tanelerinin bu katman katman büyüme döngüsü, dolu tanelerinin rüzgarların yukarı taşıyacak gücünü aştığı ağırlığa ulaşana kadar devam eder (King ve Nasir, 2023). Sonunda yukarı hava akımlarının havada asılı tutamayacağı büyüklüğe ulaşan dolu taneleri yere düşmeye başlar (Thompson, 1998; Ceylan, 2007). Dolu tanelerinin düşme hızı 110 km/h'ye kadar çıkabilmektedir (Okuroğlu vd., 1997).

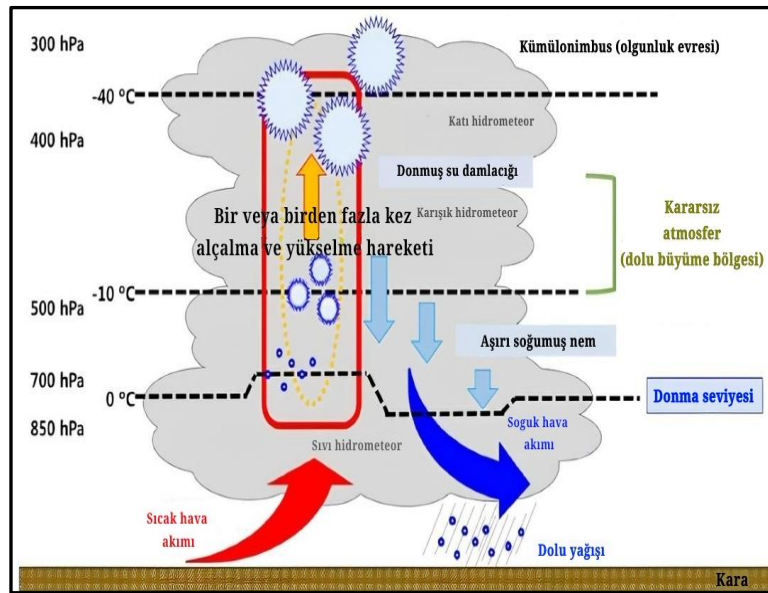
Yere düşen dolu tanesi ikiye bölündüğünde tıpkı ağaç halkaları gibi iç içe geçmiş katmanlar görülebilir (King ve Nasir, 2023). Bu katmanlar dolu tanesinin fırtına içinde sadece aşağı ve yukarı hareket etmesinden kaynaklanmaz. Fırtına içinde aşağı ve yukarı hareket eden rüzgarlarla birlikte süper hücre fırtınalarında olduğu gibi dönen yukarı akımdan veya çevredeki ortamın yatay rüzgarlarından kaynaklanan yatay rüzgarlar da vardır (NOAA National Severe Storms Laboratory, 2025).

Dolu taneleri, çapı genellikle 5-50 mm arasında değişen iç içe buz katmanlarından oluşur (Türkeş, 2010). Çapı 5 mm'den küçük olan buz tanecikleri (buz topağı, kar topağı) dolu ile karıştırılmamalıdır (Şahin ve Sipahioğlu, 2002). Bununla birlikte zaman zaman çapları greyfurt büyüklüğüne ulaşabilen dolu taneleri de görülmektedir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025a). Mesosiklonların yardımıyla en güçlü yukarı akımların olduğu süper hücre boranları genellikle en büyük doluları üretirler (Ackerman ve Knox, 2015). Bir dolu tanesinin golf topu büyüklüğüne ulaşması için bulutun içinde bir ila on dakika arasında kalması gerekir (Ahrens ve Henson, 2018).

Şiddetli dikey hareketlerin görüldüğü nemli ve kararsız hava kütleleri ve bununla ilgili mevsimler dolu teşekkülüne en uygun şartları oluşturmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de afetlere neden olan dolu yağışları daha çok ilkbahar sonu, yaz ve sonbahar başında meydana gelir ve yaz yağışı olarak kabul edilir (İnan ve Bozyiğit, 1998; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025). Bilhassa yaz başında yağın iri dolu taneleri gelişme ve büyüme evresindeki sebze ve meyvelere zarar verir ve tarımsal verimde azalmalara yol açar (Kadioğlu, 2019). Dolunun bitkilere ve çevreye verdiği zarar üzerinde dolu tanelerinin iriliği, yağış süresi ve şiddeti önemli rol oynamaktadır (Karaoğlu, 2013).

Küresel iklim değişikliği nedeniyle dolu önceki yıllara nazaran daha uzun süre, daha iri ve daha sık yağmaktadır (Kadioğlu, 2019). Nitekim Türkiye'nin neredeyse tamamının şiddetli dolu yağışlarına eğilimli olduğu belirlenmiş, şiddetli dolu yağışlarının %8,3'ünde çok büyük dolu taneleri (çapı yaklaşık 4,5 cm'ye eşit veya daha büyük) gözlenmiştir (Kahraman vd., 2016). Büyüme mevsimlerinde oluşan dolu fırtınaları dünyadaki yıllık tarım ürünlerinin yaklaşık %1'ine zarar vermektedir (Ackerman ve Knox, 2015). Dolu yağışı seralarda, binalarda, uçaklarda ve otomobillerde hasarlara neden olur. Hatta seller meydana gelebilir. Tarım sektörüyle birlikte inşaat, sanayi, spor gibi sektörler de dolu yağışından olumsuz olarak etkilenmektedir (Yağan ve Yağan, 2014). 1940-2006 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen afet oluşum kayıtlarına göre en fazla meydana gelen meteorolojik karakterli doğal afetler %30 ile fırtına ve kuvvetli rüzgarlar, %29 ile sel ve taşkınlar ve %22 ile dolu yağışlarıdır (Ceylan ve Kömüşçü, 2008). 2024 yılında en tehlikeli ekstrem olay %35 ile şiddetli yağış ve sel, %20 ile fırtına, %18 ile dolu, %9 ile yoğun kar, %8 ile yıldırım düşmesi, %3 ile heyelan, %2 ile kasırga ve %2 ile don olayı olarak tespit edilmiştir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025b). Bununla birlikte Türkiye'de TARSİM'in dolu zararı nedeniyle yaptığı ödemeler her geçen gün artmaktadır. (Kadioğlu, 2019). Devlet Destekli Tarım Sigortası Uygulamaları kapsamında 2024 yılının ocak-haziran döneminde bitkisel üretim branşlarında üreticilere ödenen hasar nedenleri içerisinde 1. sırada %63,9'luk oranla dolu, 2. sırada %21,9'luk oranla sel ve su baskını ve 3. sırada %5,2'lik oranla hortum gelmekte, temmuz-ağustos döneminde ise 1. sırada %51,9'luk oranla yine dolu, 2. sırada %28,2'lik oranla don ve 3. sırada %5,0'lik oranla yaban domuzu gelmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Bu bağlamda dolu yağışının vereceği zararların azaltılmasında

erken uyarı sistemlerinden (uydu, radar, vb.) yararlanılması, dolu savar topu, dolu savar roketi, dolu ağırları ve ürün sigortası büyük önem taşımaktadır (Tepe ve Kaptan, 2013; Nadaroğlu ve Şimşek, 2025).

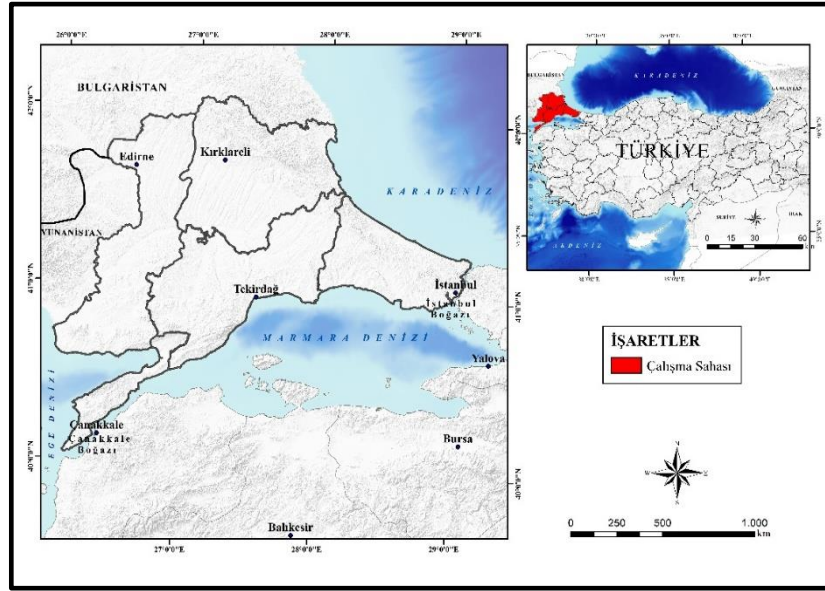


Şekil 1. Kümülönimbus Bulutlarının Olgunluk Evresinde Dolu Oluşumu ve Büyümesinin Basitleştirilmiş Şematik Gösterimi (Kim vd., 2023).

Bu çalışmada inceleme sahasını Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Trakya Yarımadası oluşturmaktadır (Şekil 2). Bu saha doğudan İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi, güneyden Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ve Ege Denizi, batıdan Yunanistan ve Bulgaristan, kuzeyden Bulgaristan ve Karadeniz ile çevrilidir.

İklim şartları açısından geçiş özelliği taşıyan Trakya Yarımadası (Dönmez vd., 2012), yıl boyunca çeşitli hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Kış mevsiminde Atlantik kaynaklı nemli ve soğuk maritim polar (mP) hava kütleleri batı-kuzeybatılı akımlarla Batı Avrupa üzerinden Balkanları takip ederek Trakya Yarımadası'na ulaşır. Bu devrelerde kar yağışlı- tipili, soğuk günler yaşanmaktadır. Sahayı kışın etkileyen bir diğer soğuk hava kütlesi Sibirya yüksek basınç alanından kaynaklanan kontinental polar (cP) hava Doğu Avrupa üzerinden Karadeniz havzasını etkisi altına alır. Yaz mevsiminde alanını genişleten Azor antisiklonundan kaynaklanan nemli ve sıcak maritim tropikal (mT) hava kütlesi, modifikasyona uğrayarak batılı ve kuzeybatılı akımlarla sıcak ve kuru olarak Karadeniz'e ve Türkiye'ye ulaşır. Kontinental polar (cP) hava kütlesi Türkiye'ye ve Karadeniz havzasına kuzey-kuzeydoğu yönünden sokulur. Yazın Muson alçağının denetiminde doğulu ve güneydoğulu akımlarla Anadolu'yu etkisi altına alan kontinental tropikal (cT) hava kütlesi sıcak ve kurudur. Bu dönemde Azor Yüksek Basıncı ile Basra Alçak Basıncı arasında gelişen kuzey sektörlü rüzgarlar büyük bir kararlılıkla ve on, on beş günlük devreler halinde etkili olmakta böylece güneşli ve yağışsız yaz günleri yaşanmaktadır (Nişancı, 2002; Türkeş, 2010).

Bu araştırmanın amacı küresel ısınma ve iklim değişikliğinin Trakya Yarımadası'ndaki dolu yağışlı günlerin aylık, mevsimlik ve yıllık dağılımları ve eğilimleri üzerindeki etkilerini Coğrafya Bilimi'nin ilkeleri doğrultusunda ortaya koymaktır. Böylece Trakya Yarımadası'nda zaman zaman afet boyutuna ulaşan dolu yağışlarıyla ilgili yapılacak bilimsel çalışmalara ve planlamalara katkı sağlanmış olacaktır.



Şekil 2. Trakya Yarımadası'nın Lokasyon Haritası.

2. MATERİYAL ve YÖNTEM

Çalışma sahasında dolu yağışlı günlerin 13 meteoroloji istasyonuna ait verileri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada Kırklareli, Edirne, Lüleburgaz, Uzunköprü, Kumköy, Çorlu, Sarıyer, Florya, Tekirdağ, İpsala, Gökçeada ve Çanakkale meteoroloji istasyonlarının 59 yıllık (1965-2023) verileri, Malkara istasyonunun 44 yıllık (1980-2023) verileri kullanılmıştır (Tablo 1). Trakya Yarımadası'nda dolu yağışlı günlerin yıllık dağılışı haritasının çiziminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ArcGIS 10.8 programı kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonlarının aylık ve yıllık dağılışı verilerine göre Inverse Distance Weighting (IDW) yönteminden yararlanılmıştır (Kömüşçü, 2024).

Tablo 1. Meteoroloji İstasyonlarının Özellikleri.

Meteoroloji İstasyonu	İstasyon No	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Rasat Dönemi	Rasat Süresi
Kırklareli	17052	41.7382 N	27.2178 E	232	1965-2023	59
Edirne	17050	41.6767 N	26.5508 E	51	1965-2023	59
Lüleburgaz	17631	41.3513 N	27.3108 E	46	1965-2023	59
Uzunköprü	17608	41.2726 N	26.7056 E	45	1965-2023	59
Kumköy	17059	41.2505 N	29.0384 E	38	1965-2023	59
Çorlu	17054	41.1798 N	27.8160 E	145	1965-2023	59
Sarıyer	17061	41.1464 N	29.0502 E	59	1965-2023	59
Florya	17636	40.9758 N	28.7865 E	37	1965-2023	59
Tekirdağ	17056	40.9585 N	27.4965 E	4	1965-2023	59
İpsala	17632	40.8900 N	26.3900 E	81	1965-2023	59
Malkara	17634	40.8873 N	26.9080 E	207	1980-2023	44
Gökçeada	17110	40.1910 N	25.9075 E	79	1965-2023	59
Çanakkale	17112	40.1410 N	26.3993 E	6	1965-2023	59

(Kaynak: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025c)

2.1. Homojenlik Analizi

Araştırmada dolu yağışlı günlerin aylık, mevsimlik (üç aylık) ve yıllık veri setlerinin homojenlik sınamalarında XLSTAT (2025) paket programından faydalanılmıştır. Her istasyondaki dolu yağışlı günlerin sayısı Von Neumann's Testi (Von Neumann, 1941), Pettitt's Testi (Pettitt, 1979), Buishand's Testi (Buishand, 1982) ve Standart Normal Homojenlik Testi (Alexandersson, 1986) kullanılarak 0.05 anlamlılık düzeyinde ve %99 güven aralığında incelenmiştir (Tablo2). P-value değerlerinin sıfır hipotezini reddettiği değerler Tablo 2'de koyu renk ile gösterilmiştir (Kocaoğlu ve Çağlayan, 2022). Homojenlik testlerinin sonuçlarına göre Çorlu, Sarıyer, Florya ve Tekirdağ istasyonlarında bütün testlerin sonuçları homojen (sınıf 1) olarak bulunmuştur. İpsala'da Buishand Testi ve Malkara'da Von Neumann Testi reddetmekle birlikte yıllık yağış verileri homojen (sınıf 1) olarak değerlendirilmektedir. Kırklareli'de Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Buishand Testi, Çanakkale'de Pettitt Testi ve Buishand Testi reddettiği için sınıf 2 kategorisinde kritik olarak kabul edilmektedir (Kocaoğlu ve Çağlayan, 2022). Buna karşılık Lüleburgaz'da Pettitt Testi, Buishand Testi ve Von Neumann Testi, Uzunköprü'de Pettitt Testi, Standart

Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Buishand Testi reddettiği için sınıf 3 kategorisinde şüpheli olarak kabul edilmekte, Edirne, Kumköy ve Gökçeada'da bütün testler reddettiği için yine sınıf 3 kategorisinde şüpheli olarak değerlendirilmektedir (Wijngaard vd., 2003).

Tablo 2. Dolu Yağışı Verilerinin Homojenlik Değerleri.

Meteoroloji İstasyonu	Test Adı	P Value	Değişim Yılı	Meteoroloji İstasyonu	Test Adı	P Value	Değişim Yılı
Kırklareli	Pettitt	0,374	2013	Florya	Pettitt	0,485	2002
	SNHT	0,007	2013		SNHT	0,542	2008
	Buishand	0,010	2013		Buishand	0,420	2002
	Von Neumann	0,408	-		Von Neumann	0,209	-
Edirne	Pettitt	0,000	2005	Tekirdağ	Pettitt	0,293	1993
	SNHT	<0,0001	2012		SNHT	0,277	2022
	Buishand	<0,0001	2011		Buishand	0,371	2013
	Von Neumann	0,001	-		Von Neumann	0,816	-
Lüleburgaz	Pettitt	0,004	2008	İpsala	Pettitt	0,115	1981
	SNHT	0,069	2008		SNHT	0,122	1981
	Buishand	0,021	2008		Buishand	0,037	1981
	Von Neumann	<0,0001	-		Von Neumann	0,341	-
Uzunköprü	Pettitt	0,002	2000	Malkara	Pettitt	0,991	1992
	SNHT	0,008	1983		SNHT	0,656	1992
	Buishand	0,001	1983		Buishand	0,513	2011
	Von Neumann	0,050	-		Von Neumann	0,041	-
Kumköy	Pettitt	0,014	1985	Gökçeada	Pettitt	0,003	1988
	SNHT	0,048	1983		SNHT	0,044	1968
	Buishand	0,001	1983		Buishand	0,003	1988
	Von Neumann	0,009	-		Von Neumann	0,024	-
Çorlu	Pettitt	0,113	2010	Çanakkale	Pettitt	0,043	2004
	SNHT	0,152	2010		SNHT	0,063	2008
	Buishand	0,103	1985		Buishand	0,012	2004
	Von Neumann	0,693	-		Von Neumann	0,086	-
Sarıyer	Pettitt	0,165	1986				
	SNHT	0,155	1972				
	Buishand	0,149	1989				
	Von Neumann	0,066	-				

2.2. Mann-Kendall Testi

Araştırmada verilerin trend analizleri için XLSTAT (2025) paket programı kullanılmıştır. Hidrolojik ve meteorolojik değişkenler üzerinde bir azalma ya da artma eğiliminin olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik veya parametrik olmayan trend testlerinden yararlanılmaktadır. Bu testler parametrik olmayan, parametrik ve karışık yöntemler olarak sıralanabilir (Helsel ve Hirsch, 1992). Hidroloji ve meteorolojide normal dağılım göstermeyen veriler için parametrik olmayan yaklaşımlar daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Salehi vd., 2019). Bu testler problemi veri setinin istatistiksel dağılımından bağımsız hale getirdiği için avantajlıdır (Yenigün ve Ülgen, 2016). Bu çalışmada da dolu yağışlı günlerin veri setlerinde bir trend olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan Mann-Kendall testi seçilmiştir. Kendall'ın Tau olarak bilinen testin özel bir uygulaması olan Mann-Kendall testinde (Kalaycı ve Kahya, 1998), trendin varlığı sıfır hipotezi (H0) ile test edilir ve sıfır hipotezinin kabulüne ya da reddine bağlı olarak, trendin olup olmadığına karar verilir (Yenigün ve Ülgen, 2016). Mann-Kendall testinde aşağıdaki denklem kullanılır (Yu vd., 1993; Ahmad vd., 2014; Salehi vd., 2019; Achite vd., 2024).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(X_j - X_k) \quad (1)$$

$$\text{sgn}(X_j - X_k) = \begin{cases} (X_j - X_k) > 0 \Rightarrow +1 \\ (X_j - X_k) = 0 \Rightarrow 0 \\ (X_j - X_k) < 0 \Rightarrow -1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_i^r t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (4)$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[\text{Var}(S)]^{\frac{1}{2}}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{[\text{Var}(S)]^{\frac{1}{2}}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

3. BULGULAR

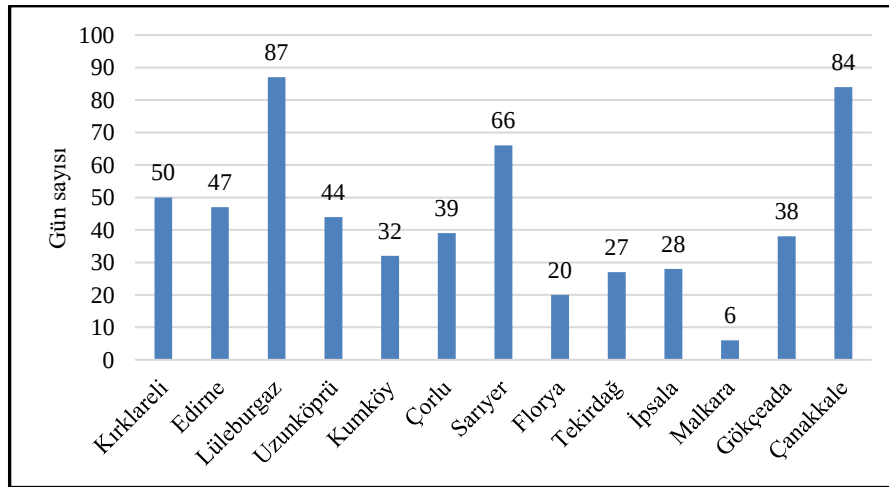
3.1. Dolu Yağışlı Günlerin Aylık, Mevsimlik ve Yıllık Dağılışı

Trakya Yarımadası'nda en fazla yıllık dolu yağışlı gün sayısına sahip istasyonlar 87 gün ile Lüleburgaz, 84 gün ile Çanakkale ve 66 gün ile Sarıyer ve en az yıllık dolu yağışlı gün sayısına sahip istasyonlar 6 gün ile Malkara, 20 gün ile Florya, 27 gün ile Tekirdağ ve 28 gün ile İpsala'dır (Tablo 3, Şekil 3, Şekil 4). Saha genelinde en fazla dolu yağışı haziran (%16,5), mayıs (%14,3) ve temmuz (%13) aylarında, en az dolu yağışı ekim (%2,3) ve aralık (%5,8) aylarında görülmektedir.

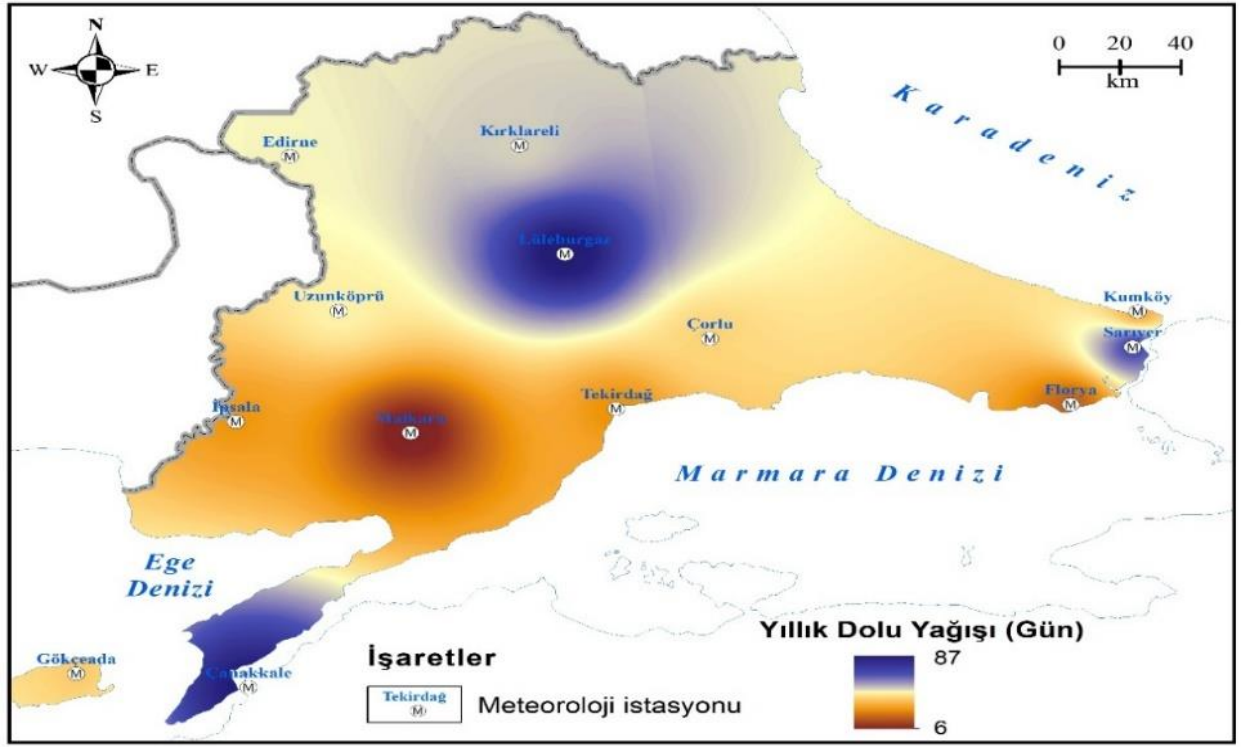
Meteoroloji istasyonlarında aylık olarak en fazla dolu yağışı Kırklareli (%34) ve Edirne'de mayıs (%29,8), Lüleburgaz (%24,1), Uzunköprü (%20,5), Çorlu (%30,8), Florya (%30) ve İpsala'da haziran (%25), Kumköy'de haziran ve temmuz (%18,8), Sarıyer'de aralık (%15,2), Tekirdağ (%18,5) ve Malkara'da nisan (%33,3), Gökçeada'da mayıs ve ağustos (%15,8), Çanakkale'de ocak ve nisan (%15,5) aylarıdır (Tablo 3).

Tablo 3. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Aylara Dağılışı.

Meteoroloji İstasyonu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Kırklareli	1	1	6	6	17	7	7	-	3	1	1	-	50
Edirne	2	2	5	7	14	6	2	2	4	-	2	1	47
Lüleburgaz	2	2	2	2	19	21	20	10	5	1	2	1	87
Uzunköprü	4	-	3	1	6	9	5	5	5	1	3	2	44
Kumköy	3	1	3	2	1	6	6	4	-	-	1	5	32
Çorlu	1	1	1	2	4	12	8	2	4	-	2	2	39
Sarıyer	6	6	5	5	4	6	6	6	3	2	7	10	66
Florya	-	3	-	-	1	6	4	4	1	1	-	-	20
Tekirdağ	3	2	-	5	3	3	4	1	3	2	-	1	27
İpsala	3	2	1	-	3	7	6	1	2	-	2	1	28
Malkara	-	1	-	2	-	1	1	-	-	-	-	1	6
Gökçeada	5	3	2	3	6	2	1	6	3	3	4	-	38
Çanakkale	13	10	9	13	3	8	4	-	1	2	12	9	84



Şekil 3. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Yıllık Değerleri Dağılışı Grafiği.

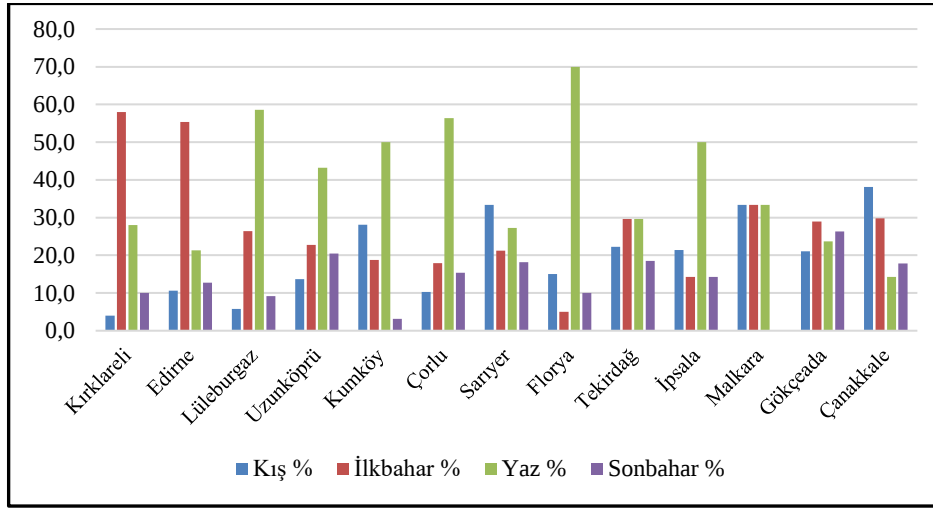


Şekil 4. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Yıllık Dağılım Haritası.

Trakya Yarımadası'nda dolu yağışlı günlerin %36,8'i yaz mevsiminde, %29,2'u ilkbahar mevsiminde, %19,4'ü kış mevsiminde ve %14,6'sı sonbahar mevsiminde görülmektedir (Tablo 4, Şekil 5). Dolu yağışlı günlerin en çok kış mevsiminde görüldüğü istasyonlar Sarıyer ve Çanakkale, ilkbaharda görüldüğü istasyonlar Kırklareli, Edirne ve Gökçeada, yaz mevsiminde görüldüğü istasyonlar Lüleburgaz, Uzunköprü, Kumköy, Çorlu, Florya ve Ipsala'dır. Tekirdağ'da ilkbahar ve yaz mevsimleri, Malkara'da kış, ilkbahar ve yaz mevsimleridir. Sonbahar mevsiminde dolu yağışlı gün sayısı hiçbir istasyonda diğer mevsimlere göre daha fazla değildir.

Tablo 4. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Mevsimlere Dağılımı.

Meteoroloji İstasyonu	Kış	%	İlkbahar	%	Yaz	%	Sonbahar	%	Yıllık
Kırklareli	2	4,0	29	58,0	14	28,0	5	10,0	50
Edirne	5	10,6	26	55,3	10	21,3	6	12,8	47
Lüleburgaz	5	5,7	23	26,4	51	58,6	8	9,2	87
Uzunköprü	6	13,6	10	22,7	19	43,2	9	20,5	44
Kumköy	9	28,1	6	18,8	16	50,0	1	3,1	32
Çorlu	4	10,3	7	17,9	22	56,4	6	15,4	39
Sarıyer	22	33,3	14	21,2	18	27,3	12	18,2	66
Florya	3	15,0	1	5,0	14	70,0	2	10,0	20
Tekirdağ	6	22,2	8	29,6	8	29,6	5	18,5	27
Ipsala	6	21,4	4	14,3	14	50,0	4	14,3	28
Malkara	2	33,3	2	33,3	2	33,3	-	0,0	6
Gökçeada	8	21,1	11	28,9	9	23,7	10	26,3	38
Çanakkale	32	38,1	25	29,8	12	14,3	15	17,9	84
Toplam	110	19,4	166	29,2	209	36,8	83	14,6	568



Şekil 5. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Mevsimlere Dağılım Oranları (%).

Trakya Yarımadası'nda yaz mevsiminde görülen yağışlara örnek olarak Hayrabolu (Tekirdağ) ilçesinde 01 Temmuz 2025 tarihinde görülen dolu yağışı verilebilir. Öğle saatlerinde yaklaşık 15 dakika süren dolu yağışı nedeniyle buğday, arpa ve ayçiçeği tarlaları (Fotoğraf 1a, 1b) ile arı kovanları zarar görmüştür (Sabah Gazetesi, 2025; İhlas Haber Ajansı, 2025; Anadolu Ajansı, 2025). Öte yandan yine bu yılın ilkbahar mevsiminde (30 Mart 2025) Keşan (Edirne) ve Malkara (Tekirdağ) ilçelerinde görülen dolu yağışında zaman zaman ceviz büyüklüğünde dolu tanelerinin düştüğü görülmüştür. Karayollarının beyaza bürünmesi nedeniyle ilerlemekte güçlük çeken bazı sürücüler (Fotoğraf 2a, 2b), araçlarıyla akaryakıt istasyonlarına sığınmak zorunda kalmışlardır (NTV, 2025).



1a

1b

Fotoğraf 1a-1b. Dolu yağışının buğday (1a) ve ayçiçeği (1b) tarlalarında neden olduğu zararlar (Sabah Gazetesi, 2025; Anadolu Ajansı, 2025).



2a

2b

Fotoğraf 2a-2b. Dolu yağışının karayollarını beyaza bürünmesi (2a) nedeniyle akaryakıt istasyonuna sığınan araçlar (NTV, 2025).

3.2. Dolu Yağışlı Günlerin Trend Analizi

Trakya Yarımadası'nda dolu yağışlı günlerin Mann-Kendall ve Kendall's Tau yöntemlerine göre aylık trend analiz değerleri incelendiğinde (Tablo 5, Şekil 6) Kırklareli'de nisan ayında, Edirne'de nisan, mayıs ve kasım aylarında, Sarıyer'de şubat ayında ve Çanakkale'de ocak ve kasım aylarında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü trend olduğu görülmektedir. Buna karşılık Uzunköprü'de haziran, ağustos ve kasım aylarında, Kumköy'de nisan ayında, İpsala'da haziran ayında ve Gökçeada'da ağustos ayında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü trend test edilmiştir. Lüleburgaz, Çorlu, Florya, Tekirdağ ve Malkara'da dolu yağışlı gün sayısında hiçbir ayda anlamlı bir trend bulunmamaktadır.

Dolu yağışlı günlerin yıllık değerlerinde Edirne ve Çanakkale'de anlamlı ve pozitif yönlü bir trend, Uzunköprü, Kumköy, Çorlu, İpsala ve Gökçeada'da yine anlamlı fakat negatif yönlü bir trend vardır. Kırklareli, Lüleburgaz, Sarıyer, Florya, Tekirdağ ve Malkara istasyonlarında yıllık dolu yağışlı günlerin trend durumu anlamsızdır.

Tablo 5. Trakya Yarımadası'nda Aylık ve Yıllık Dolu Yağışlı Günlerin Trend Değerleri.

Meteoroloji İstasyonu	Test Adı	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Kırklareli	Mann-Kendall	0,150	0,395	0,588	0,035	0,529	0,616	0,286	-	0,293	0,150	0,168	-	0,263
	Kendall's Tau	0,159	-0,095	0,060	0,228	0,068	0,055	0,117	-	0,116	0,159	-0,152	-	0,114
Edirne	Mann-Kendall	0,983	0,057	0,065	0,001	<0,0001	0,373	0,883	0,818	0,586	-	0,047	0,499	0,000
	Kendall's Tau	0,005	0,208	0,200	0,361	0,429	0,098	-0,018	-0,027	0,061	-	0,217	-0,076	0,378
Lüleburgaz	Mann-Kendall	0,753	0,917	0,917	0,975	0,764	0,636	0,633	0,799	0,391	0,792	0,753	0,538	0,561
	Kendall's Tau	-0,036	0,014	-0,014	0,015	-0,033	-0,051	-0,052	0,028	-0,094	-0,032	0,036	0,070	-0,058
Uzunköprü	Mann-Kendall	0,180	-	0,569	0,395	0,401	0,044	0,145	0,040	0,196	0,252	0,037	0,463	0,000
	Kendall's Tau	-0,147	-	-0,063	-0,095	-0,092	-0,216	-0,159	-0,222	-0,141	-0,127	-0,228	-0,083	-0,394
Kumköy	Mann-Kendall	0,617	0,277	0,900	0,028	0,618	0,271	0,064	0,327	-	-	0,463	0,881	0,027
	Kendall's Tau	0,056	-0,121	-0,016	-0,240	-0,057	-0,120	-0,200	-0,108	-	-	-0,083	-0,018	-0,230
Çorlu	Mann-Kendall	0,186	0,499	0,120	0,368	0,248	0,097	0,618	0,601	0,407	-	0,722	0,464	0,042
	Kendall's Tau	-0,146	0,076	-0,171	-0,100	-0,126	-0,178	-0,055	-0,059	-0,091	-	-0,041	-0,082	-0,210
Sarıyer	Mann-Kendall	0,161	0,043	0,558	0,505	0,194	0,062	0,924	0,123	0,112	0,148	0,967	0,371	0,050
	Kendall's Tau	0,152	0,219	0,065	0,074	0,143	-0,202	0,012	-0,168	0,174	0,158	0,006	0,097	0,196
Florya	Mann-Kendall	-	0,402	-	-	0,229	0,590	0,234	0,964	0,660	0,792	-	-	0,601
	Kendall's Tau	-	-0,092	-	-	-0,133	-0,060	-0,130	0,007	0,051	0,032	-	-	0,059
Tekirdağ	Mann-Kendall	0,173	0,818	-	0,282	0,276	0,398	0,931	0,134	0,208	0,660	-	0,150	0,478
	Kendall's Tau	0,149	-0,027	-	0,118	0,119	0,093	-0,011	-0,165	0,138	-0,050	-	-0,159	0,075
İpsala	Mann-Kendall	0,325	0,917	0,363	-	0,101	0,019	0,615	0,747	0,120	-	0,601	0,660	0,016
	Kendall's Tau	-0,108	-0,014	0,102	-	-0,179	-0,254	-0,055	0,038	-0,171	-	0,059	-0,051	-0,252
Malkara	Mann-Kendall	-	0,875	-	0,592	-	0,478	0,581	-	-	-	-	0,813	0,824
	Kendall's Tau	-	-0,025	-	-0,071	-	0,094	-0,074	-	-	-	-	0,035	-0,030
Gökçeada	Mann-Kendall	0,054	0,094	0,722	0,101	0,187	0,116	0,747	0,033	0,858	0,361	0,593	-	0,000
	Kendall's Tau	-0,209	-0,183	-0,041	-0,179	-0,143	-0,172	-0,038	-0,231	0,024	-0,101	-0,059	-	-0,374
Çanakkale	Mann-Kendall	0,035	0,064	0,307	0,464	0,546	0,535	0,501	-	0,930	0,285	0,040	0,757	0,038
	Kendall's Tau	0,225	0,199	0,112	0,080	-0,067	0,068	-0,074	-	0,013	0,118	0,221	0,034	0,205

Meteoroloji İstasyonu	Test Adı	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Kırklareli	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	-	▲
	Kendall's Tau	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	-	↑	↑	↓	-	↑
Edirne	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	-	↑	↓	↑
Lüleburgaz	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓
Uzunköprü	Mann-Kendall	▲	-	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↓	-	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Kumköy	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	-	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	-	-	↓	↓	↓
Çorlu	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	-	↓	↓	↓
Sarıyer	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑
Florya	Mann-Kendall	-	▲	-	-	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	-	▲
	Kendall's Tau	-	↓	-	-	↓	↓	↓	↑	↑	↑	-	-	↑
Tekirdağ	Mann-Kendall	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲
	Kendall's Tau	↑	↓	-	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	-	↓	↑
İpsala	Mann-Kendall	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↓	↓	↑	-	↓	↓	↓	↑	↓	-	↑	↓	↓
Malkara	Mann-Kendall	-	▲	-	▲	-	▲	▲	-	-	-	-	▲	▲
	Kendall's Tau	-	↓	-	↓	-	↑	↓	-	-	-	-	↑	↓
Gökçeada	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲
	Kendall's Tau	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	-	↓
Çanakkale	Mann-Kendall	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲	▲
	Kendall's Tau	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	-	↑	↑	↑	↑	↑

▲ Anlamlı ▲ Anlamsız ↑ Pozitif (Artış) ↓ Negatif (Azalış)

Şekil 6. Trakya Yarımadası'nda Aylık ve Yıllık Dolu Yağışlı Günlerin Trend Durumu.

Trakya Yarımadası'nda mevsimlik olarak dolu yağışlı günler Edirne'de ilkbahar, Sarıyer'de kış, Çanakkale'de kış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı ve pozitif yönlü bir trend, Uzunköprü'de yaz ve sonbahar, Çorlu'da ilkbahar ve Gökçeada'da kış ve yaz mevsimlerinde anlamlı ve negatif yönlü bir trend özelliği göstermektedir (Tablo 6, Şekil 7).

Tablo 6. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Mevsimlik Mann-Kendall Değerleri.

Meteoroloji İstasyonu	Test Adı	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Kırklareli	Mann-Kendall	0,691	0,582	0,205	0,391
	Kendall's Tau	0,045	0,058	0,137	0,094
Edirne	Mann-Kendall	0,786	<0,0001	0,529	0,071
	Kendall's Tau	0,031	0,505	0,068	0,196
Lüleburgaz	Mann-Kendall	0,881	0,648	0,776	0,566
	Kendall's Tau	0,018	-0,049	-0,030	-0,063
Uzunköprü	Mann-Kendall	0,112	0,269	0,001	0,036
	Kendall's Tau	-0,172	-0,120	-0,349	-0,226
Kumköy	Mann-Kendall	0,744	0,079	0,089	0,463
	Kendall's Tau	0,037	-0,190	-0,181	-0,083
Çorlu	Mann-Kendall	0,390	0,049	0,160	0,360
	Kendall's Tau	-0,095	-0,213	-0,149	-0,100
Sarıyer	Mann-Kendall	0,005	0,205	0,146	0,122
	Kendall's Tau	0,294	0,136	-0,154	0,165
Florya	Mann-Kendall	0,262	0,402	0,229	0,338
	Kendall's Tau	-0,119	-0,092	-0,133	-0,103
Tekirdağ	Mann-Kendall	0,831	0,114	0,540	0,488
	Kendall's Tau	0,024	0,171	-0,067	0,077
İpsala	Mann-Kendall	0,322	0,056	0,060	0,617
	Kendall's Tau	-0,108	-0,209	-0,200	-0,056
Malkara	Mann-Kendall	0,978	0,592	0,933	0,000
	Kendall's Tau	0,007	-0,071	0,014	0,000
Gökçeada	Mann-Kendall	0,008	0,087	0,007	0,359
	Kendall's Tau	-0,287	-0,184	-0,293	-0,099
Çanakkale	Mann-Kendall	0,042	0,313	0,002	0,021
	Kendall's Tau	0,211	0,107	0,337	0,248

Meteoroloji İstasyonu	Test Adı	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Kırklareli	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↑
Edirne	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↑
Lüleburgaz	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Uzunköprü	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Kumköy	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Çorlu	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Sarıyer	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↓	▲ ↑
Florya	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Tekirdağ	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↓	▲ ↑
İpsala	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Malkara	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↓	▲ ↑	- -
Gökçeada	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓	▲ ↓
Çanakkale	Mann-Kendall Kendall's Tau	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↑	▲ ↑
▲ Anlamlı ▲ Anlamsız ↑ Pozitif (Artış) ↓ Negatif (Azalış)					

Şekil 7. Trakya Yarımadası'nda Dolu Yağışlı Günlerin Mevsimlik Trend Durumu.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Trakya Yarımadası'nda en fazla dolu yağışlı gün görülen meteoroloji istasyonları Lüleburgaz, Çanakkale ve Sarıyer'dir. Dolu yağışlı günlerin aylık olarak dağılışında ilk sıralarda haziran, mayıs ve temmuz ayları gelmekte, mevsimlik olarak dağılışında da yaz (%36,8) ve ilkbahar mevsimi (%29,2) gelmektedir. T.C. Çevre, Şehircilik Bakanlığı (2020) verilerine göre de 2018 yılında ülkemizde yaşanan yaz mevsimi dolu afetlerinde Marmara Bölgesi %36 ile birinci sırada yer almıştır. Kahraman vd. (2016) Türkiye'de şiddetli dolu yağışlarının en çok öğleden sonra ve akşam saatlerinde, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde özellikle de mayıs ve haziran aylarında meydana geldiği sonucuna ulaşmışlardır. Bu tespitler çalışmanın bulgularıyla da uyumludur.

Mann-Kendall ve Kendall's Tau trend analiz sonuçlarına göre Kırklareli, Edirne, Sarıyer, Gökçeada ve Çanakkale'de aylık dolu yağışlı günlerde pozitif yönlü ve anlamlı bir trend Uzunköprü, Kumköy ve İpsala'da negatif yönlü ve anlamlı bir trend bulunmaktadır. Yıllık değerlere göre Edirne ve Çanakkale'de anlamlı ve pozitif yönlü bir trend, Uzunköprü, Kumköy, Çorlu, İpsala ve Gökçeada'da negatif yönlü ve anlamlı bir trend vardır.

Mevsimlik olarak dolu yağışlı gün sayısında anlamlı ve pozitif yönlü bir trend Edirne (ilkbahar), Sarıyer (kış) ve Çanakkale'de (kış, yaz, sonbahar) tespit edilirken, anlamlı ve negatif yönlü trend Uzunköprü (yaz, sonbahar), Çorlu (ilkbahar) ve Gökçeada'da (kış, yaz) tespit edilmektedir.

IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu'nda (2021) iklim modellerinin hortum, dolu ve rüzgarlarla birlikte görülen şiddetli gök gürültülü fırtınaların sıklığı ve yoğunluğunda artışı destekleyen çevresel değişiklikler öngördüklerine dair atıf yapılmaktadır. Öte yandan son dönemlerde dengesiz atmosferik koşulların sıklığının artması dolu fırtınalarının yol açtığı kayıpların da artmasına neden olmaktadır (Changnon, 2009).

Botzen vd. (2010), küresel iklim değişikliği nedeniyle sıcaklık ortalamalarının artmasıyla dolu fırtınası aktivitesinin ve dolu fırtınası hasarlarının gelecekte artma eğiliminde olacağını vurgulamışlardır. Yine Karaca vd. (2024), sıcaklıkların yükselmesinin daha güçlü fırtınalar, daha şiddetli dolu yağışı ve daha fazla hortum meydana getireceğini belirtmişlerdir. Trakya Yarımadası'nda ortalama sıcaklıkların artış yönünde anlamlı bir trend sergiledikleri (Eroğlu, 2022) göz önünde bulundurulduğunda dolu yağışlı günlerin pozitif yönlü anlamlı bir eğilim göstermesi, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin araştırma sahasına etkileri açısından uyumlu bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır.

Gerçekten aylık dolu yağışlı gün sayısında Kırklareli, Edirne, Sarıyer ve Çanakkale'de pozitif yönlü anlamlı trend bulunması dolu afetinin hem doğal çevre hem de ekonomik faaliyetler üzerinde ciddi sonuçlar doğurabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca sahadaki diğer istasyonlar da her zaman dolu afeti riski ile karşı karşıyadır.

Trakya Yarımadası'nda dolu yağışlı günlerin ve şiddetinin artması tarımsal üretimde ciddi ürün kaybına, verimlilikte azalmaya, çiftçi gelirlerinde düşmeye ve tarım sigortası maliyetlerinde artışa neden olacaktır. Özellikle tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu dönemlerde meydana gelen dolu yağışları, ekonomik kayıpları daha da arttıracaktır.

Trakya Yarımadası'nda dolu yağışlı günlerin artmasına koşut olarak toprak erozyonu artar, toprak verimsizleşir, sel ve taşkınlar meydana gelir ve doğal ekosistemler zarar görür. Böylece insan-doğal ortam ilişkisinde onarılması güç, çok yönlü ve zincirleme bozulmalar meydana gelir. Diğer taraftan dolu yağışı kara, hava, demir ve deniz yolu ulaşımı açısından üs konumundaki sahada, araçları göçertebilir, camlarını kırabilir, araç kazalarına ve ulaşımında aksamalara yol açar. Bu bağlamda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin Trakya Yarımadası'ndaki dolu yağışlarına olası etkileri hakkında bilgi sahibi olmak, hasar maliyetlerinin azaltılması ve sahaya uygun iklim politikalarının tasarlanması açısından oldukça önemlidir.

KAYNAKÇA

- Achite, M., Caloiero, T., Wałęga, A., Ceppi, A. ve Bouharira, A. (2024). Trend Analysis of Hydro-Meteorological Variables in the Wadi Ouahrane Basin, Algeria. *Hydrology*, 11(6), 77, 1-17. <https://doi.org/10.3390/hydrology11060077>.
- Ackerman, S. A. ve Knox, J. A. (2015). *Meteoroloji Atmosferimizi Anlamak (Üçüncü Basımdan Çeviri)*. M. Kadioğlu, S. Çakır (Çeviri Ed.), Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ahmad, W., Fatima, A., Awan, U. K. ve Anwar, A. (2014). Analysis of Long Term Meteorological Trends in the Middle and Lower Indus Basin of Pakistan-A Non-Parametric Statistical Approach. *Global and Planetary Change*, 122, 282–291. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.09.007>.
- Ahrens, C. D. ve Henson, R. (2018). *Essentials of Meteorology an Invitation to the Atmosphere (Eighth Edition)*. Cengage Learning.
- Alexandersson, H. (1986). A Homogeneity Test Applied to Precipitation Data. *Journal of Climatology*, 6, 661- 675. <https://doi.org/10.1002/joc.3370060607>.
- Anadolu Ajansı (2025). <https://www.sondakika.com/guncel/haber-hayrabolu-da-dolu-zarari-18808211/>.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji (1. Baskı)*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Barry, R. G. ve Chorley, R. J. (2003). *Atmosphere, Weather and Climate (Eighth Edition)*. Routledge 11 New Fetter Lane, London, ISBN 0-203-42823-4 Master e-book ISBN. <http://danida.vnu.edu.vn/cpis/files/Books/Atmosphere%20Weather%20and%20Climate%208th%20ed%20%20R%20Barry%20R%20Chorley%20%20Routledge%202003%20WW.pdf>.
- Botzen, W. J. W., Bouwer, L. M. ve Van den Bergh, J. C. J. M. (2010). Climate Change and Hailstorm Damage: Empirical Evidence and Implications for Agriculture and Insurance. *Resource and Energy Economics*, 32(3) 341–362.
- Buishand, T. A. (1982). Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records. *Journal of Hydrology*, 58, 11-27, [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(82\)90066-X](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90066-X).
- Ceylan, A. (2007). *Meteorolojik Karakterli Bir Afet: Türkiye’de Dolu Yağışları ve Zararları (Yayınlanmamış Doktora Tezi)*. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ceylan A. ve Kömüşçü A. Ü. (2008), Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 1-10.
- Changnon, S. A. (2009). Increasing Major Hail Losses in the U.S. *Climatic Change*, 96, 161-166. DOI:10.1007/s10584-009-9597-z.
- Dönmez, Y., Aydınözü, D., Büyükoğlu, F. ve İbret, Ü. (2012). Floristik Bölgeler Açısından Trakya’nın Bitki Toplulukları. *Coğrafya Dergisi*, 25, 1–13.
- Eroğlu, İ. (2022). Trakya Yarımadası’nda Ortalama Hava Sıcaklıklarının Trend Analizi. *International Social Sciences Studies Journal*, 8(102), 3121-3144. <http://dx.doi.org/10.2922 8/sssj.64624>.
- Erol, O. (2014). *Genel Klimatoloji (10. Baskı)*. Çantay Kitabevi.
- Helsel, D. R. ve Hirsch, R. M. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. Elsevier.

- IPCC (2021). IPCC Sixth Assessment Report, Climate Change 2021: The Physical Science Basis report, Chapter 11: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter11.pdf.
- İhlas Haber Ajansı (2025). <https://www.ihb.com.tr/tekirdag-haberleri/hayraboluda-dolu-yagisi-tarim-arazilerine-zarar-verdi-261975293>.
- İnan, N. ve Bozyiğit, R. (1998). *Klimatoloji ve Uygulamaları (Ders Notları)*. Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları No:16.
- Kadioğlu, M. (2019). *Havadan Sudan Doğru Bilinen Yanlışlar*. Tekin Yayınevi.
- Kahraman, A., Tılev-Tanrıover, Ş., Kadioğlu, M., Schultz, D. M. ve Markowski, P. M. (2016). Severe Hail Climatology of Turkey. *Monthly Weather Review*, 144(1), 337–346, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-15-0337.1>
- Kalaycı, S. ve Kahya, E. (1998). Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 22(6), 503-514.
- Karaca, S., Koday, Z. ve Koday, S. (2024). Küresel Sıcaklık Artışının Doğal Afetler Üzerine Etkileri ve Ağrı. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 95-131. <https://doi.org/10.31463/aicusbed.1380159>.
- Karaoğlu, M. (2013). *Meteoroloji, Klimatoloji, Zirai Meteoroloji*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kim, M. H., Lee, J. ve Lee, S-J. (2023). Hail: Mechanisms, Monitoring, Forecasting, Damages, Financial Compensation Systems, and Prevention. *Atmosphere*, 14(11), 1642, 1-27, <https://doi.org/10.3390/atmos14111642>.
- King, S. ve Nasir, C. (2023). *Yağmur Nasıl Kokar*. (Çev. Çağrı, Tuğrul Öztürk), Orenda Kitap.
- Kocaoğlu, E. ve Çağlıyan, A. (2022). Çanakkale Yağış Gözlem İstasyonlarının Homojenlik Durumu ve Yıllık Yağışların Trend Analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(2), 391-408. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1050556>.
- Kömüşçü, A. Ü. (2024). Klimatolojik Analiz İçin Temel İstatistik Yöntemler. A. Ü. Kömüşçü (Ed.), *Temel Klimatoloji* içinde s. 317-351, Akademisyen Yayınevi.
- Mann, H. B. (1945). Non-Parametric Tests Against Trend. *Econometrica*. 13(3), 245- 259.
- Nadaroğlu, Y. ve Şimşek O. (2025). Tarımda Dolu Zararı ve Korunma Yolları. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/doluzarari.pdf>.
- Nişancı, A. (2002). Türkiye İkliminin Temel Öğeleri, Editör: Şevket Işık, *Klimatoloji Çalıştayı 2002 (Bildiriler)* içinde s.1-8, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No:121.
- NOAA National Severe Storms Laboratory (2025). <https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/hail/>.
- NTV (2025). <https://www.ntv.com.tr/turkiye/tekirdag-beyaza-burundu-ceviz-buyuklugunde-dolu-yagdi,-IYcivy5uEOCXcY1VfUXg>.
- Okuroğlu, M., Yağanoğlu, V. ve Yardımcı, N. (1997). *Meteoroloji-I*. Atatürk Üniv. Yay. 833, Ziraat Fak. Yay. 328, Ders Kitapları Serisi 76.
- Pettitt, A. N. (1979). A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Applied Statistics*. 28(2).126-135. <http://dx.doi.org/10.2307/2346729>.
- Sabah Gazetesi (2025). <https://www.sabah.com.tr/tekirdag/2025/07/01/hayraboluda-dolu-yagisi-ekili-alanlara-zarar-verdi>.
- Salehi, S., Dehghani, M., Mortazavi, S. M. ve Singh, V. P. (2019). Trend Analysis and Change Point Detection of Seasonal and Annual Precipitation in Iran. *International Journal of Climatology*, 40(1), 1-16. <https://doi.org/10.1002/joc.6211>.
- Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2002). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- T.C. Çevre, Şehircilik Bakanlığı (2020). *Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planları*. ISBN: 978-625-7076-13-5. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ordu/menu/bidep_rapor_v14_maket-1_20210315075810.pdf.

- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2025a). Meteoroloji Sözlüğü. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=D&k=aa86>.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2025b). 2024 Yılı İklim Değerlendirmesi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2024-iklim-raporu.pdf>.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2025c). Dolu Yağışlı Günler Rasat Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2025). <https://istatistik.tarimorman.gov.tr/sayfa/detay/2005>.
- Tepe, S. ve Kaptan, A. (2013). 16 Haziran 2011 Tarihinde Ankara ve Çevresinde Gerçekleşen Dolu Yağışının Radar ve Uydu Görüntüleriyle Meteorolojik Analizi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü I. Meteorolojik Uzaktan Algılama Çalıştayı (05-07 Kasım 2013) Bildiri Kitapçığı, s. 92-110. <https://cevresehiriklimkutuphanesi.csb.gov.tr/Books/Book/f734d069-b34a-4a1a-890f-b48df91f5b1a>.
- Thompson, R. D. (1998). *Atmospheric Processes and Systems*. Routledge.
- Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü (TÜBA) (2025). <http://terim.tuba.gov.tr/>.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Kriter Yayınevi.
- Von Neumann, J. (1941). Distribution of the Ratio of the Mean Square Successive Difference to the Variance. *Annals of Mathematical Statistics*. 12(4). 367–395. DOI:10.1214/aoms/1177731677.
- Wijngaard, J. B., Klein Tank, A. M. G. ve Konnen, G. P. (2003). Homogeneity of 20th Century European Daily Temperature and Precipitation Series. *International Journal of Climatology*, 23, 679–692, DOI:10.1002/joc.906.
- XLSTAT (2025). <https://www.xlstat.com/>.
- Yağan, S. ve Yağan, Y. (2014). Dolu Tahmini, Analizi, Dolu Durumu ve Yüksek Atmosfer Klimatolojisi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/dolu-tahmini.pdf>.
- Yenigün, K. ve Ülgen, M. U. (2016). İklim Değişikliği Ekseninde Maksimum Akım Verilerindeki Trendler ve Baraj Güvenliğine Etkisinin İzlenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 7(2), 343-353.
- Yu, Y. S., Zou, S. ve Whittemore, D. (1993). Non-Parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*, 150, 61-80.