



2012–2021 yılları arasındaki bazı meteorolojik verilerin analizi ve değişim eğiliminin irdelenmesi: Sinop ve Kastamonu illeri örneği

İlyas Bolat ¹, Hüseyin Şensoy ²

¹ Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi ABD, Bartın, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Amenajmanı ABD, Bartın, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 02/06/2023

Kabul Tarihi : 12/09/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1308987>

*Sorumlu Yazar:

ilyasbolat@bartin.edu.tr,
bolat.ilyas@hotmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Küresel ısınma ile meydana gelen iklim değişikliğinin etkileri özellikle sıcaklık ve yağışta meydana gelen değişimler şeklinde görölmektedir. Bu çalışma son on yıllık dönemde (2012–2021) aylık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklıklar ile aylık ortalama minimum, maksimum ve yıllık toplam yağış miktarları gibi bazı meteorolojik parametrelerde bölgesel ölçekte meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla, Batı Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda yer alan Sinop ve Kastamonu illerinde

gerçekleştirilmiştir. Basit doğrusal regresyon modeli (BDRM) sonuçlarına göre Sinop ve Kastamonu'da ortalama minimum ve maksimum sıcaklık ile yıllık ortalama sıcaklığın (Sinop; $r = 0,498$, Kastamonu; $r = 0,225$), Kastamonu iline ait ortalama minimum sıcaklık hariç ($r = -0,07$), artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır. Yıllara göre ortalama toplam yağış değişimini belirlemek için yapılan regresyon analizi modelinde Sinop ($r = -0,094$) ve Kastamonu ($r = -0,276$) illerinde ortalama toplam yağışın azalış eğiliminde olduğu ortaya çıkmıştır. Yıllık ortalama toplam yağışın Sinop'ta 738,95 mm ve Kastamonu'da 564,55 mm olduğu belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık değerinde olduğu gibi illerin yıllık toplam yağış değerleri arasında da istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır. Çalışma sonucu küresel ısınmanın işareti olarak bölgesel ölçekte sıcaklıkların artış eğiliminde olduğunu, yağış rejimi ve dağılımında da değişimlerin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kastamonu, küresel ısınma, regresyon modeli, sıcaklık, Sinop, yağış

Analysis and examination of change trends of some meteorological data between 2012–2021: The case study of Sinop and Kastamonu provinces

ABSTRACT

The effects of climate change as a result of global warming appear especially in the form of changes in temperature and precipitation. This study was conducted in Sinop and Kastamonu provinces, located in the east of the Western Black Sea region, in order to determine the regional changes in some meteorological parameters such as monthly minimum, average and maximum temperatures, and monthly average minimum, maximum, and annual total precipitation amounts in the last ten years (2012–2021). According to the results of the simple linear regression model (SLRM), the result of the mean minimum and maximum temperature and the annual mean temperature in Sinop and Kastamonu (Sinop; $r = 0.498$, Kastamonu; $r = 0.225$), excluding the mean minimum temperature for Kastamonu province ($r = -0.07$), found to be in an increasing trend. Additionally, there is a statistical difference ($P < 0.05$) between the average temperature values of the provinces. In the regression analysis model made to determine the average total precipitation change by years, it was revealed that the average total precipitation tends to decrease in the provinces of Sinop ($r = -0.094$) and Kastamonu ($r = -0.276$). It has been determined that the annual average total precipitation is 738.95 mm in Sinop and 564.55 mm in Kastamonu. As with the average temperature value, there is a statistical difference ($P < 0.05$) between the annual total precipitation values of the provinces. The result of the study reveals that the temperatures tend to increase, and changes occur in the precipitation regime and distribution at the regional scale as a sign of global warming.

Key Words: Kastamonu, global warming, regression model, temperature, Sinop, precipitation

Citing this article:

Bolat ve Şensoy, 2023. 2012–2021 yılları arasındaki bazı meteorolojik verilerin analizi ve değişim eğiliminin irdelenmesi: Sinop ve Kastamonu İlleri örneği Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 1–9.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

İnsanlığın temel ekolojik sorunlarına son 10–15 yıl içinde “küresel ısınma ve iklim değişimi” adlı bir yeni sorun daha eklenmiştir. İnsanların çeşitli aktiviteleri sonucunda meydana gelen sera gazlarının (CO₂, CH₄, H₂O, N₂O, CFC) ve aerosol olarak nitelenen katı ve sıvı parçacıkların atmosferde artması sonucunda, yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ve katı yeryüzü sıcaklığının yapay olarak artması küresel ısınma terimi ile ifade edilmektedir. Küresel ısınma sonucunda, diğer iklim öğelerinin de (hava hareketleri, yağış, nem vb.) etkilenecek, dünya ikliminin uzun jeolojik devirlerin aksine, son 15–20 yıl gibi çok kısa bir dönemde hızla farklılaşması küresel iklim değişimi terimi ile adlandırılmaktadır. Daha dar anlamıyla bu terim, sıcaklık artışıyla birlikte, yukarıda sayılan diğer iklim öğelerinin de tüm karalar ve sular dünyasında dramatik bir şekilde değişimi anlamını taşımaktadır (Çepel, 2003; Türkes, 2010). Özellikle son yıllarda yaşanan kuraklık, sel, fırtına, kasırgalar gibi aşırı hava olayları, buzulların hızla erimesi, orman yangınları vb. olaylar iklim değişikliğinin etkilerini ve boyutunu hissettirmektedir (Gül ve ark., 2017; Uzun, 2021). Hemen tüm bilimsel çevreler ve medya kuruluşlarında, dünyanın giderek ısındığı konusunda bir ortak görüş söz konusudur. Dolayısıyla, yüzyılımızın en önemli sorunlarından bir tanesi küresel ısınmadır. Dünya sıcaklığının son yüzyılda (2000 yılı sonuna kadar) 0,6±0,2°C arttığı kabul edilmektedir. Bu artışı 2005 yılında sona eren geçmiş yüz yıllık süreç içerisinde 0,74±0,18°C'e yükselmiştir. Dolayısıyla, bu artışın 21. yüzyılda 1,5°C ile 5,0°C arasında olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2001; Sağlam ve ark., 2008; Saryıldız ve ark., 2008; Bolat and Şensoy, 2023).

Yağışla karşılaştırıldığı zaman sıcaklık, meteoroloji istasyonlarında daha kolay ve daha doğru bir şekilde ölçülebilen bir değişkendir. Bu nedenle, ölçüm hatalarından kaynaklanan belirsizlikler sıcaklıkta yağışa göre daha az düzeydedir. Bununla birlikte, sıcaklık verisi üzerinden iklim değişikliği belirlenirken genellikle kentleşmenin etkisiyle bazı sapmalar olabildiğinden, veriler değişkenlik gösterebilmektedir. Türkiye veya başka ülkelerdeki istasyonların çoğu kademeli olarak şehir yerleşimi veya ticari alanlarla çevrilidir. Dolayısıyla iklim değişikliği sinyallerini sıcaklık zaman serileri üzerindeki kentleşme etkilerinden ayırmak zordur. “Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Birinci Ulusal Tebliğine” göre, 1951–2004 yılları arasında Türkiye'nin batı ve doğu kesimlerinde yaz aylarında maksimum sıcaklıklar artış göstermiştir. Benzer şekilde yaz aylarında minimum sıcaklıklar da hemen tüm istasyonlarda önemli bir artış eğilimi meydana getirmiştir. Bu sonuç, Türkiye'de yaz sıcaklıklarının yaygın şekilde arttığı anlamını taşımaktadır. Yaz sıcaklık serileri daha çok Türkiye'nin batı ve güneybatı kesimlerinde artış göstermektedir (Apak and Ubay, 2007; Babalık ve ark., 2018). Apak and Ubay (2007) tarafından yapılan çalışmada yağış miktarında önemli değişikliğin hem kış hem de sonbahar mevsimlerinde ortaya çıktığı bildirilmektedir. Türkiye'nin batı illerinde kış yağışlarının son elli yılda önemli ölçüde azaldığı, sonbahar yağışlarının ise daha çok İç Anadolu'nun kuzey kesimlerinde yer alan istasyonlarda arttığı ifade edilmektedir. Genel olarak Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında yağış azalmakta, Karadeniz kıyılarında ise artmaktadır.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 9 Ağustos 2021'de yayımlanan son raporuna (6. Değerlendirme Raporu-AR6) göre küresel anlamda sıcaklık tahmin edilenden çok daha hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Ayrıca raporda 2010–2019 yılları arasındaki sıcaklık artışının 1850–1900 dönemine kıyasla 1°C'den (1,07°C) fazla arttığı bildirilmektedir. Bunun nedeninin tamamen insan kaynaklı faaliyetler olduğu ileri sürülmektedir. Bu yüzden farklı sıcaklık artışlarına göre şekillendirilmiş dört farklı senaryoya yer verilerek sıcaklığın 1,5°C, 2°C, 3°C ve 4°C artması halinde ortaya çıkması muhtemel durumlar raporda değerlendirilmiştir. Türkiye özelinde yapılan değerlendirmede öngörülen sıcaklık artış senaryolarının (en iyimserinden en kötümserine doğru) gerçekleşmesi durumunda yağışların 10–30 oranında azalacağı, Karadeniz bölgesi hariç (nispeten en az seviyede) diğer bölgelerin bundan etkileneceği öngörülmektedir. Öte yandan artan sıcaklığa bağlı olarak Güney Ege ve Batı Akdeniz'de şiddetli olmak üzere toprakların daha fazla nem kaybedeceği ve kuraklığın artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda iklim değişikliği tarım ürünlerinin verimliliğini ve besin değerini olumsuz etkileyecektir. Sağlıksız ve yetersiz beslenme, insanların çeşitli hastalıklara yakalanmasına hatta ölümlerine neden olacaktır. Dolayısıyla dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'yi de daha zorlu koşulların beklediği öngörülmektedir (Yazıcı ve ark., 2019; Demirbaş ve Aydın, 2020; Daşcıoğlu, 2021; IPCC, 2021).

Üste yer alan değerlendirmeler çerçevesinde bu çalışmada, bazı iklimsel parametrelerin bölgesel ölçekte meydana gelen değişimlerini belirlemek amacıyla, Sinop ve Kastamonu illerinde yer alan istasyonlara ait 2012–2021 yılları arasındaki (10 yıllık süre) aylık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklıklar ile aylık ortalama minimum, maksimum ve yıllık toplam yağış miktarları incelenmiştir. Çalışmanın bir diğer amacı da farklı yükseltilerde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağışların farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

2.1.1 Araştırma alanlarının konumu

Coğrafi koordinatları 41°12'–42°06' kuzey enlemleri ile 34°12'–35°26' doğu boylamları arasında olan Sinop Türkiye'nin kuzeyinde, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde, Boztepe Yarımada'sı üzerinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 80–100 m civarında olan Sinop, doğu-batı yönünde 5 km uzunluğunda, kuzey-güney yönünde 3 km genişliğinde yükselmiş eski bir tombolo yarımadasıdır. Yükselti kuzeye ve doğuya gidildikçe artarken güneye doğru gidildikçe azalır. Batıya doğru alçak platolardan oluşan kesime geçilir. Yüzey şekilleri oldukça sade bir görünümündedir. Yüzölçümü 5862 km² ve dağların denize paralel uzandığı ilin batısında Kastamonu, güneyinde Çorum, güneydoğusunda Samsun ve kuzeyinde Karadeniz yer almaktadır (Şekil 1) (Ercan ve Günel, 2020; URL–1, 2023).

Coğrafi koordinatları 41°21' kuzey enlemi ile 33°46' doğu boylamları arasında bulunan Kastamonu ili, Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer

almaktadır. Kastamonu ili, batısında Bartın ve Karabük, güneyinde Çankırı, güneydoğusunda Çorum ve doğusunda Sinop illeri ile komşu olup kuzeyden yaklaşık 170 km boyunca uzanan Karadeniz sahil şeridi ile çevrilmiştir (Şekil 1). Deniz seviyesinden yüksekliği 775 metre olan ve Türkiye topraklarının yaklaşık %1,7'sini kaplayan Kastamonu, Batı Karadeniz Bölümü'nün 13108 km² yüzölçümü ile toprak genişliği bakımından en büyük ilidir. Oldukça yüksek ve engebeli topografya şartlarına sahip olan Kastamonu kuzey ve güneyinden yüksek sıra dağlar ile çevrilmiştir (İbret, 2018; URL-2, 2023).

2.1.2 Veriler

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Sinop ve Kastamonu Meteoroloji İstasyon Müdürlüklerine ait 2012–2021 yılları dönemsel verileri kullanılmıştır. 2012–2021 yılları arasında sinoptik veya otomatik gözlem yapılan iki merkez istasyonun yıllık ortalama minimum, yıllık ortalama maksimum, aylık minimum sıcaklık, aylık maksimum sıcaklık, aylık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama sıcaklık değeri ile aylık ortalama maksimum yağış, aylık ortalama toplam yağış ile yıllık toplam yağış verileri değerlendirilmiştir. Yıllık ortalamalar, takvim yılında on iki ayın aritmetik ortalaması olarak düzenlenmiştir. İstasyonlarla ilgili bazı bilgiler Çizelge 1'de; Türkiye üzerindeki konumları ise ilgili şekilde (Şekil 1) görülmektedir. Çalışmada yukarıda ifade edilen iklim verilerin tercih edilmesinin nedeni, sıcak hava dalgalarının frekanslarının ve sürelerinin daha da artış göstereceği, aşırı yağışların daha da şiddetli olacağı ve bazı bölgelerde sıklığının artacağı beklentilerinin daha önce yapılan çalışmalarda vurgulanmasındandır (Çepel, 2003; Türkes, 2010; Akçakaya ve ark., 2015).

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan istasyonlara ilişkin bilgiler (URL-3, 2022)

Sıra No	İstasyon Adı	Yükselti (m)	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)
1	Sinop (Merkez)	0	42.029	35.154
2	Kastamonu (Merkez)	800	41.371	33.775



Şekil 1. Çalışma yapılan illerin konumları

2.1.3 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiki analiz

Çalışmada kullanılan bazı sıcaklık ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde basit doğrusal regresyon modeli (BDRM) kullanılmıştır. Bununla birlikte illerin ortalama sıcaklık değerleri ve toplam yağış değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) olup olmadığı bağımsız t-testi (Independent t-test) ile ortaya konulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

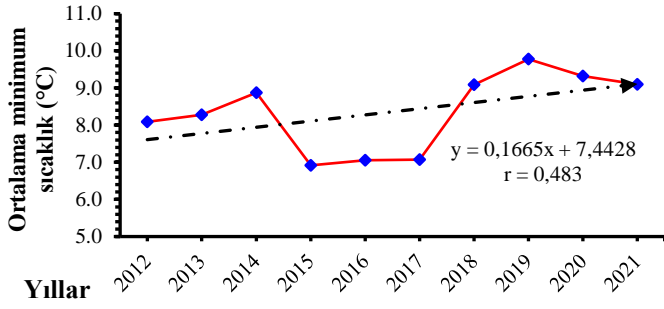
3.1 Minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık

Sinop'ta 2012–2021 yılları arasındaki en düşük minimum sıcaklık (EDMnS) 2017 yılının ocak ayında $-4,2^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür. Diğer taraftan bu süre zarfında en yüksek minimum sıcaklık (EYMnS) 2018 yılının ağustos ayında $22,2^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Yıllar itibarıyla diğer aylara ait minimum sıcaklık (MnS) sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2 aylar itibarıyla incelendiğinde görülebileceği gibi, Sinop'ta MnS'nin 0°C 'nin altına düştüğü ay aralık ve tekrar 0°C 'nin üstüne çıktığı ay marttır. Değerlendirme periyodu içerisinde aylık MnS'nin en düşük ölçüldüğü ay ocak ($-4,2^{\circ}\text{C}$) olduğu gibi, minimum sıcaklığın 10 yıllık ortalama sonuçlarına göre de $-0,49^{\circ}\text{C}$ 'lik değer ile ocak Sinop ilinin en soğuk ayı olup, şubat ($0,67^{\circ}\text{C}$) ikinci sırayı almıştır.

Çizelge 2. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık minimum sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	-3,4	-3,6	0,3	4,5	11,0	14,3	16,0	17,8	15,6	12,9	8,4	3,3
2013	-0,6	3,6	0,8	6,6	11,5	14,3	17,9	19,3	13,9	6,8	5,1	0,1
2014	2,5	2,4	1,7	5,4	9,1	16,0	19,2	19,7	13,1	9,6	5,9	1,9
2015	-4,1	-1,0	2,7	3,6	-0,7	14,1	17,2	18,8	17,2	9,3	7,2	-1,3
2016	-2,8	3,1	3,5	6,4	8,7	13,0	17,3	17,4	10,7	5,8	2,8	-1,2
2017	-4,2	-1,6	3,6	3,3	8,8	14,3	16,1	14,6	15,3	7,7	3,7	3,3
2018	0,7	2,7	0,1	5,3	9,6	13,4	18,5	22,2	14,7	10,3	7,3	4,3
2019	3,8	3,0	2,9	6,8	11,9	16,5	18,2	19,1	11,7	10,5	8,7	4,2
2020	2,8	-2,1	2,1	5,2	9,0	13,3	18,2	17,6	17,9	15,2	7,9	4,8
2021	0,4	0,2	3,3	5,3	9,4	15,0	20,4	20,9	13,6	11,6	8,3	0,8

Sinop ili için yıllık OMnS değerleri ile oluşturulan basit doğrusal regresyon modeline (BDRM) göre minimum sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,483$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Yıllık OMnS değerleri incelendiğinde minimum sıcaklığın 2015, 2016 ve 2017 yıllarında 2012 yılı ortalama değerinin ($8,09^{\circ}\text{C}$) altına düştüğü ve diğer yıllarda 2012 değerinin üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 2). 2012–2021 yılları arasında Sinop'ta OMnS $8,36^{\circ}\text{C}$ ve minimum sıcaklığın artış oranı $1,01^{\circ}\text{C}$ olmuştur.



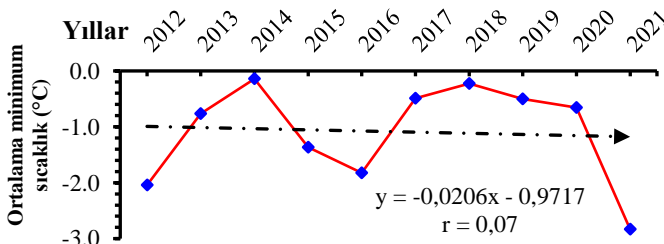
Şekil 2. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMnS (°C) değerlerindeki değişim

Kastamonu'da 2012-2021 yılları arasındaki EDMnS 2012 yılının şubat ayında $-20,2^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür. Diğer taraftan bu süre zarfında EYMnS 2014 yılının temmuz ve ağustos aylarında $10,0^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Diğer aylara ait MnS sonuçları Çizelge 3'te sunulmuştur. Çizelge 3'te görülebileceği gibi, Kastamonu'da MnS'nin 0°C 'nin altına düştüğü ay ekim ve tekrar 0°C 'nin üstüne çıktığı ay mayıstır. Değerlendirme periyodu içerisinde her ne kadar aylık MnS'nin en düşük ölçüldüğü ay Şubat ($-20,2^{\circ}\text{C}$) olsa da minimum sıcaklığın 10 yıllık ortalama sonuçlarına göre $-11,97^{\circ}\text{C}$ 'lik değer ile ocak Kastamonu ilinin en soğuk ayı olup, Şubat ($-10,02^{\circ}\text{C}$) ikinci sırayı almıştır.

Çizelge 3. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık minimum sıcaklık (°C) değerleri

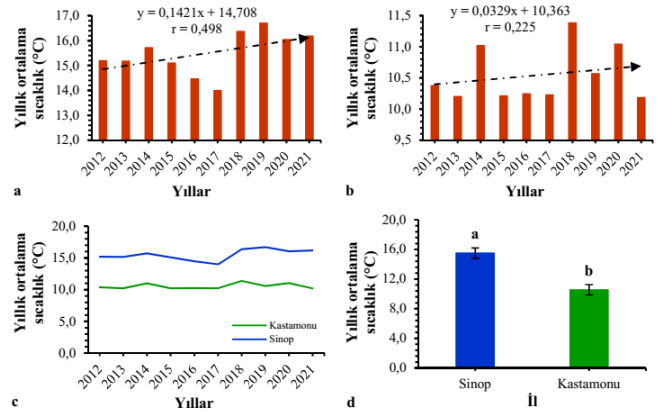
Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	-16,0	-20,2	-10,1	-1,4	4,3	6,2	8,6	4,8	4,1	3,5	-3,3	-5,0
2013	-10,0	-3,2	-8,9	-1,6	5,7	6,2	8,9	9,0	4,8	-2,1	-4,3	-13,7
2014	-8,4	-9,5	-5,8	-2,4	3,6	7,1	10,0	10,0	2,8	-1,6	-3,7	-3,8
2015	-17,0	-11,4	-6,2	-4,4	1,7	9,1	9,4	6,6	7,4	2,2	-3,6	-10,2
2016	-12,8	-9,2	-4,6	-2,1	3,2	6,4	8,2	7,7	3,5	-1,1	-7,7	-13,4
2017	-12,4	-11,5	-3,5	-2,9	2,7	5,5	9,8	9,5	5,0	0,1	-4,0	-4,2
2018	-6,4	-4,9	-7,3	-1,9	2,7	6,5	9,7	6,6	1,4	0,1	-3,5	-5,7
2019	-11,6	-4,8	-6,3	-2,2	2,0	9,5	7,5	8,5	0,7	2,1	-3,0	-8,4
2020	-10,4	-10,2	-6,3	-3,3	0,6	5,9	9,4	7,1	8,2	4,3	-6,9	-6,3
2021	-14,7	-15,3	-5,9	-2,0	-1,2	4,2	9,6	9,2	3,6	-2,1	-5,3	-14,1

Kastamonu ili için yıllık OMnS değerleri ile oluşturulan BDRM göre minimum sıcaklığın azalış eğiliminde ($r = 0,007$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Yıllık OMnS değerleri incelendiğinde minimum sıcaklığın 2021 yılında ($-2,83^{\circ}\text{C}$) 2012 yılı ortalama değerinin ($-2,04^{\circ}\text{C}$) altına düştüğü, diğer yıllarda 2012 değerinin üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 3). 2012–2021 yılları arasında Kastamonu'da OMnS $-1,09^{\circ}\text{C}$ ve minimum sıcaklığın azalış oranı $-0,09^{\circ}\text{C}$ olmuştur.



Şekil 3. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMnS (°C) değerlerindeki değişim

Sinop ili yıllık ortalama sıcaklık değişimi grafiğinde (Şekil 4a) görülebileceği gibi ortalama sıcaklığın en düşük olduğu yıl 2017 ($14,0^{\circ}\text{C}$), en yüksek olduğu yıl 2019 ($16,7^{\circ}\text{C}$) olmuştur. Sinop'ta 2012–2021 yılları arasındaki ortalama sıcaklık $15,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu sonuca göre Sinop'un ortalama sıcaklığı Kastamonu'dan daha yüksektir (Şekil 4c) ve illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 4d). Yıllara göre değişimi gösteren BDRM göre (Şekil 4a) Sinop'ta yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,498$) olduğu ortaya çıkmıştır. 2012–2021 aralığında ortalama sıcaklığın artış oranı $1,0^{\circ}\text{C}$, ocak ($7,84^{\circ}\text{C}$) en soğuk ve ağustos ($24,99^{\circ}\text{C}$) en sıcak aydır.



Şekil 4. Sinop (a) ve Kastamonu (b) illerinde ortalama sıcaklığın yıllara göre değişimi, sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması (c) ve sıcaklıkların istatistiksel farkı (d); sütunlar ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

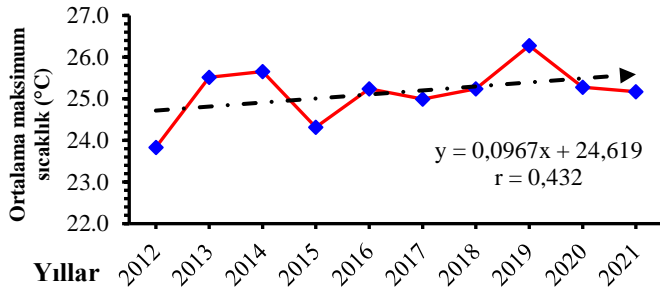
Kastamonu iline ait yıllık ortalama sıcaklık değişimi Şekil 4b'de gösterilmiştir. Ortalama sıcaklığın en düşük ve en yüksek olduğu yıl sırasıyla 2021 ($10,18^{\circ}\text{C}$) ve 2020 ($11,38^{\circ}\text{C}$) olmuştur. Kastamonu'da 2012–2021 döneminde ortalama sıcaklık $10,54^{\circ}\text{C}$ olup, illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 4d). BDRM Kastamonu'da yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,225$) olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4b). 10 yıllık periyotta ortalama sıcaklığın artış oranı $0,19^{\circ}\text{C}$, ocak ayı en soğuk ($-0,03^{\circ}\text{C}$) ve temmuz en sıcak ($20,64^{\circ}\text{C}$) aydır.

Sinop'ta 2012–2021 yılları arasındaki en düşük maksimum sıcaklık (EDMkS) 2012 yılı şubat ayında $11,5^{\circ}\text{C}$, en yüksek maksimum sıcaklık (EYMkS) 2019 yılı ağustos ayında $39,3^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Aylık maksimum sıcaklığın (MkS) en yüksek ölçüldüğü ay ağustos ($39,3^{\circ}\text{C}$) olduğu gibi, 10 yıllık ortalamaya göre de $31,94^{\circ}\text{C}$ 'lik değer ile ağustos Sinop ilinin en sıcak ayıdır. En sıcak geçen aylar sıralamasında Temmuz ($30,56^{\circ}\text{C}$) ikinci, Haziran ($28,97^{\circ}\text{C}$) üçüncü sırayı almaktadır.

Çizelge 4. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık maksimum sıcaklık (°C) değerleri

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	16,0	11,5	18,8	22,7	22,6	29,3	30,5	30,0	27,0	30,6	24,3	22,7
2013	21,0	20,9	26,1	25,5	30,5	29,5	29,3	29,9	27,0	24,0	25,2	17,3
2014	19,8	18,9	18,8	29,8	28,7	32,0	29,6	31,1	29,4	26,1	23,6	20,0
2015	17,9	20,9	23,2	22,2	24,9	26,2	31,4	30,1	29,0	26,4	24,8	14,8
2016	18,9	25,0	24,4	30,7	26,2	28,2	30,0	30,0	28,1	22,3	26,8	12,3
2017	16,2	20,2	18,9	21,8	24,3	29,4	30,8	30,9	32,2	29,8	24,1	21,3
2018	16,8	21,2	23,6	24,4	24,8	28,8	31,2	35,1	31,4	27,0	21,3	17,3
2019	18,8	19,5	22,9	26,7	26,4	30,2	30,2	39,3	29,0	27,0	25,4	19,9
2020	14,8	19,4	24,1	23,0	30,4	27,3	30,1	30,4	29,9	31,3	20,1	22,5
2021	22,4	22,3	17,4	22,5	26,3	28,8	32,5	32,6	27,0	22,3	24,8	23,1

Sinop ili yıllık ortalama maksimum sıcaklık (OMkS) değerleri ile oluşturulan BDRM göre maksimum sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,432$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). 2012–2021 aralığında Sinop'ta maksimum sıcaklığın artış oranı $1,33^{\circ}\text{C}$ ve maksimum sıcaklığın 10 yıllık ortalaması $25,15^{\circ}\text{C}$ olmuştur. Öte yandan maksimum sıcaklığın 2012, 2015 ve 2017 yıllarında ortalamanın altında bir değer oluşturduğu görülmektedir (Şekil 5). Maksimum sıcaklığın $1,68^{\circ}\text{C}$ ve $0,93^{\circ}\text{C}$ 'lik artışla en fazla yükseliş gösterdiği yıllar sırasıyla 2013 ve 2016 olmuştur.

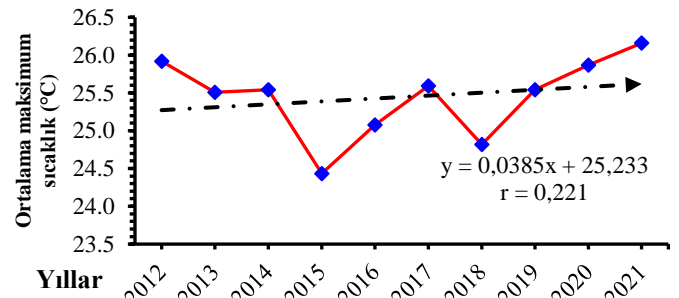
**Şekil 5.** Sinop iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMkS (°C) değerlerindeki değişim

Kastamonu'da 2012–2021 yılları arasındaki en düşük maksimum sıcaklık (EDMkS) 2013 yılı aralık ayında $8,8^{\circ}\text{C}$, en yüksek maksimum sıcaklık (EYMkS) 2012 yılı temmuz ayında $39,8^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Her ne kadar Mks'nin en yüksek ölçüldüğü ay Temmuz ($39,8^{\circ}\text{C}$) olsa da, 10 yıllık ortalama sonuçlarına göre $36,06^{\circ}\text{C}$ ile ağustos, Kastamonu ilinin en sıcak geçen ayıdır. En sıcak geçen aylar sıralamasında Temmuz ($35,86^{\circ}\text{C}$) ikinci, Eylül ($32,97^{\circ}\text{C}$) üçüncü sırayı almaktadır.

Çizelge 5. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık maksimum sıcaklık (°C) değerleri

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	11,6	11,1	19,4	26,8	28,6	34,6	39,8	38,0	33,7	29,6	21,2	16,6
2013	15,8	18,6	24,4	29,3	30,4	32,8	30,5	34,3	31,4	26,4	23,4	8,8
2014	12,8	21,1	23,3	25,1	29,4	32,0	36,3	37,4	34,4	22,7	17,7	14,3
2015	11,5	16,0	21,9	24,7	32,5	27,7	35,9	34,0	35,6	23,3	19,9	10,2
2016	11,5	20,7	22,1	29,1	27,3	31,8	36,8	34,9	29,1	26,6	20,0	11,0
2017	10,4	17,8	21,1	27,7	29,8	33,4	37,6	35,0	35,7	25,4	20,0	13,2
2018	11,9	16,4	20,7	27,5	27,9	34,5	32,1	34,7	32,2	26,1	22,4	11,4
2019	13,5	14,2	20,6	25,5	31,3	30,6	35,1	38,3	30,8	30,4	21,2	15,0
2020	11,0	15,9	22,8	23,9	33,9	31,8	35,1	36,2	39,3	31,4	15,9	13,2
2021	19,2	17,6	19,0	28,1	32,2	29,7	39,4	37,8	27,5	23,2	23,2	17,0

Kastamonu ili yıllık OMkS değerleri ile oluşturulan BDRM göre 2012–2021 periyodunda maksimum sıcaklığın artış eğiliminde ($r = 0,221$) olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 6). Çalışma döneminde maksimum sıcaklığın artış oranı $0,24^{\circ}\text{C}$ olmuştur. Maksimum sıcaklığın 10 yıllık ortalaması $25,45^{\circ}\text{C}$ olurken; en fazla artış $0,72^{\circ}\text{C}$ ile 2019 yılında olmuştur. OMkS değerleri incelendiğinde 2015 ($24,43^{\circ}\text{C}$), 2016 ($25,08^{\circ}\text{C}$) ve 2018 ($24,82^{\circ}\text{C}$) yılları hariç, maksimum sıcaklığın 10 yıllık ortalama değerinin ($25,45^{\circ}\text{C}$) altına düşmediği tespit edilmiştir.

**Şekil 6.** Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında yıllık OMkS (°C) değerlerindeki değişim

Minimum (gece) hava sıcaklıklarında belirgin artışların gerçekleştiği Türkiye'de, bu gece ısınması oranlarının, $0,08-0,56^{\circ}\text{C}/\text{on yıl}$ aralığında olduğu vurgulanmaktadır (Türkeş ark., 2002). Bununla birlikte, Türkiye'de son 25 yıllık dönemde, hem sıcaklık rejimi belirgin olarak daha ılıman ve artış trendine doğru evrilmiş, hem de sıcak hava dalgalarının sıklığında ve şiddetinde önemli değişimler gerçekleşmiştir (Türkeş, 2019). Nitekim 2010–2020 yılları arasında Türkiye ortalama sıcaklığı $14,1^{\circ}\text{C}$ 'dir. Uzun dönem verilerine göre, 1970–2020 yılları arasında ise Türkiye ortalama sıcaklığının $13,2^{\circ}\text{C}$ olduğu bildirilmektedir. Üstelik aynı çalışmada 1970–2020 yılları arasında Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın artış eğiliminde olduğu raporlanmaktadır (URL-4, 2022). Yapılan başka bir çalışmada Türkiye'de, özellikle 1990'lı yıllarla birlikte gece en düşük ve gündüz en yüksek hava sıcaklıklarının artış eğiliminde olduğu belirtilmektedir (Türkeş, 2012). Bu çalışmada elde edilen ortalama sıcaklık değerlerinden Kastamonu iline ait sıcaklık değeri ($10,54^{\circ}\text{C}$) Türkiye ortalamasının altında kalırken, Sinop ilinin sıcaklık değeri ($15,5^{\circ}\text{C}$) genel ortalamanın üstündedir. Ayrıca bu çalışmada Sinop ve Kastamonu illerinde

yıllık ortalama sıcaklığın 2012–2021 yılları arasında artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan benzer diğer bir çalışmada, Kastamonu’da ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklıklar ile minimum ve maksimum sıcaklıklarda 1980–1999 ile 2000–2015 yılları arasında aylar bazında değişikliklerin olduğu ifade edilmektedir. Söz konusu çalışmada hem OMnS hem de OMkS değerlerinin 1980–1999 ile 2000–2015 yılları arasında nispeten artış gösterdiği tespit edilmiştir (Bolat ve ark., 2017). Başka bir çalışmada Türkiye'nin Batı Karadeniz bölgesi illerinde (Bartın, Bolu, Düzce, Kastamonu, Sinop ve Zonguldak) 1960–2017 periyodunda hesaplanan z değerlerinin anlamlı bir istatistiksel eğilim göstermediği ve aylık ortalama sıcaklık zaman serilerinde anlamlı olmayan istatistiksel eğilimler bulunduğu belirtilmiştir (Ay, 2020). Çankırı ve Kastamonu illerinde bulunan sekiz meteoroloji istasyonunun maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık verilerinin trend analizi sonuçları genel olarak değerlendirildiği bir çalışmada, sekiz istasyon için toplam 408 analiz yapılmıştır. Bu analizlerden 154 tanesi istatistiksel olarak anlamlı ve tamamının artış trendinde olduğu saptanmıştır. Geriye kalan 254 analizin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, bunların da 221 tanesinin yine artış trendine sahip olduğu, sadece 33 tanesinin azalış trendinde olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak incelenen istasyonlarda sıcaklıklarda artış trendi olduğu ifade edilmektedir. Buradan hareketle çalışmada birçok anlamlı artış trendinin belirlenmiş olması incelenen istasyonlarda gelecek dönemlerde sıcaklıklarda artışların meydana gelebileceğini göstermektedir (İlker ve Terzi, 2021). Öztürk et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada Bartın meteoroloji istasyonu verilerine dayanılarak son 11 yılın (2002–2012) yıllık ortalama sıcaklığının 1982 ile 2001 arasındaki yıllara göre 0,7°C daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Öte yandan aynı araştırmacılar (Öztürk et al., 2017), tarafından yapılan başka bir çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesi'nde herhangi bir iklim değişikliği ihtimalinin, öncelikle bölgedeki tarımsal çeşitliliği tehdit edeceği vurgulanmaktadır. Türkeş (2019) tarafından yakın zamanda yapılan bir araştırmaya göre, Türkiye'nin özellikle yaz ve sonbahar sıcaklıklarında artış eğilimleri olduğu ve bu ısınmanın giderek güçlendiği rapor edilmiştir. Ancak bu ısınmanın Karadeniz bölgesinin genelinde diğer bölgeler ile kıyaslandığında nispeten zayıf şekilde gerçekleştiği belirtilmektedir. Demir ve ark. (2008) Türkiye’de 27 istasyonda minimum sıcaklıkların genel bir artış eğilimi gösterdiği ve yıllık maksimum sıcaklık serilerinin Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ile Doğu Anadolu’nun güney kesimlerinde artma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, daha önce gerçekleştirilen çalışma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada 2012–2021 yılları arasında Sinop ilinde ortalama sıcaklık 15,5°C ve Kastamonu iline ait ortalama sıcaklık 10,54°C olarak bulunmuştur. Deniz seviyesinden daha yüksekte olan Kastamonu ilinde ortalama sıcaklık Sinop iline göre daha düşüktür. Bu durum beklenen bir sonuçtur. Birbirine komşu olan iki ilin ortalama sıcaklık farkı yaklaşık 5°C’dir. Gözlenen bu sıcaklık farkı, bu kentlerin yükseltileri (Çizelge 1) dikkate alınınca anlaşılabilir bir sonuçtur. Nitekim daha önce yapılan çalışmalarda (Çepel, 1995; Özyuvacı, 1999; Türkeş, 2010) yağışın aksine yükselti arttıkça sıcaklığın düştüğü bildirilmektedir. Bu düşüş miktarının standart atmosferdeki normal lapse-rate’e (düşey/dikey sıcaklık gradyanı) göre her

100 m yükseklik için yaklaşık olarak 0,5°C olduğu kabul edilmektedir. Dolayısıyla bu kabule göre Sinop ve Kastamonu illerinin ortalama sıcaklık farkının 4°C olması gerekirdi. Bu durumda aradaki bu 1°C’lik fark üzerinde yükseklik basamakları, iklim bölgeleri, aylar, mevsimler ve buna benzer faktörler etkili olmuş olabilir. Netice olarak birçok etkenin söz konusu olduğu konuma bağlı yükselmelerde meydana gelen sıcaklık azalmasını belirleyecek ve her yerde geçerli olabilecek bir düşey sıcaklık gradyanından söz etme olanağı yoktur. Örneğin havanın su buharı içeriğine yani nem düzeyine ve salmış olduğu yoğunlaşma gizli ısısına bağlı olarak, gerçek atmosfer koşullarında ölçülen değerler bu oranın biraz altında ya da üzerinde olabilir (Türkeş, 2010).

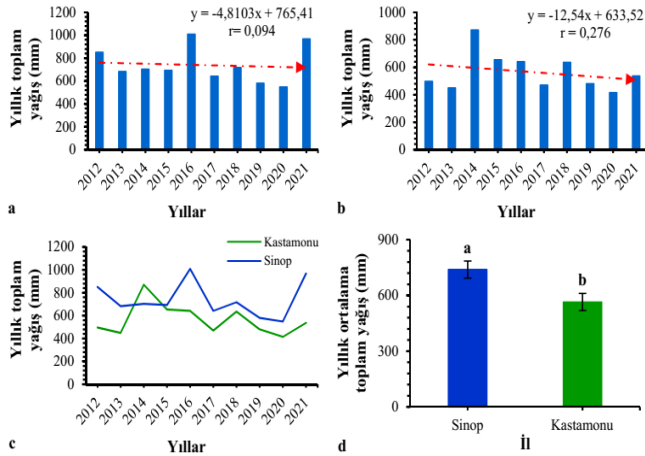
3.2 Minimum, ortalama ve maksimum yağış

Sinop ili 2012–2021 yılları aylık toplam yağış (ATY) miktarları Çizelge 6’da görülmektedir. Ölçülen en düşük yağış miktarı (EDYM) 2015 yılı temmuz ayında 1,6 mm, en yüksek yağış miktarı (EYYM) 2016 yılı aralık ayında 197,9 mm şeklinde tespit edilmiştir. ATY’ın mevsimlere göre dağılımında büyükten küçüğe doğru sıralama kış (268,53 mm), sonbahar (222,94 mm), ilkbahar (140,70 mm) ve yaz (128,09 mm) mevsimi şeklindedir.

Çizelge 6. Sinop iline ait 2012–2021 yılları arası aylık toplam yağış (mm) miktarları

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	144,1	62,8	89,7	22,1	16,6	52,1	70,8	110,5	15,1	29,5	92,1	144,9
2013	65,1	20,8	91,6	40,4	5,6	19,0	53,3	15,3	144,8	122,0	24,7	79,3
2014	13,7	17,4	64,2	47,8	26,4	29,2	29,1	66,4	95,8	129,5	55,0	129,1
2015	79,7	79,7	57,9	25,6	24,6	30,3	1,6	35,6	33,4	164,3	45,4	113,4
2016	113,4	47,4	33,3	35,9	120,2	33,2	65,8	38,3	125,8	61,8	135,1	197,9
2017	59,9	17,1	49,4	46,5	73,4	58,0	1,9	45,4	27,6	36,0	83,3	143,1
2018	55,9	55,7	112,6	3,8	20,7	4,2	38,3	28,7	106,9	97,4	67,1	125,9
2019	42,5	43,2	47,0	38,6	40,6	16,7	35,3	49,4	53,8	114,0	17,0	82,7
2020	107,2	60,6	24,6	25,8	27,8	61,9	7,2	9,1	11,5	30,9	74,6	106,2
2021	107,2	40,3	84,6	52,4	57,3	43,3	45,8	185,2	95,2	76,0	63,8	116,0

Sinop ili yıllık toplam yağış (YTY) miktarının değişimi Şekil 7a’da gösterilmiştir. YTY 2020 yılında en az (547,40 mm), 2016 yılında en fazla (1008,10 mm) olmuştur. Sinop’ta 2012–2021 döneminde ortalama toplam yağış (OTY) 738,95 mm olmuştur. Bu sonuca göre Sinop, Kastamonu iline kıyasla daha fazla yıllık toplam yağış miktarına sahiptir (Şekil 7c). YTY değerleri arasında istatistiki olarak da fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 7d). Öte yandan YTY miktarı dağılımı ile oluşturulan BDRM’ye göre (Şekil 7a), Sinop’ta yağış miktarının azalış eğiliminde ($r = -0,094$) olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 7. Sinop (a) ve Kastamonu (b) illerinde ortalama yağışın yıllara göre değişimi, yağış değerlerinin karşılaştırılması (c) ve değişimi (d); sütunlar ortalama \pm standart hatayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Kastamonu ili 2012–2021 yılları arasındaki ATY miktarları Çizelge 7’de yer almaktadır. Ölçümlenen EDYM 2020 yılı kasım ayında 1,0 mm ve 2017 yılı şubat ayında 1,4 mm olarak kaydedilmiştir. 2017 ve 2020 yılları arasındaki toplam yağış miktarının farkı sadece 0,4 mm olduğundan, bu iki yıl en az yağışlı yıllar olarak değerlendirilmiştir. Öte yandan 2014 yılı eylül ayında ölçülen 175,4 mm, EYYM olarak tespit edilmiştir. ATY’ın mevsimlere göre dağılımında sıralama yaz (189,80 mm), ilkbahar (185,19 mm), sonbahar (96,49 mm) ve kış (93,07 mm) şeklindedir.

Çizelge 7. Kastamonu iline ait 2012–2021 yılları arasında aylık toplam yağış (mm) miktarı

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012	99,0	53,8	27,7	22,0	86,6	39,2	49,6	28,8	16,4	6,8	24,7	41,7
2013	13,6	4,4	92,0	58,2	42,8	125,2	27,7	26,0	23,2	16,4	10,8	9,2
2014	14,0	27,2	47,8	80,3	133,0	139,6	60,0	25,0	175,4	47,8	36,2	84,2
2015	55,2	23,4	37,0	33,8	85,8	158,6	16,4	43,0	51,4	93,6	30,4	25,6
2016	37,2	17,8	25,4	75,2	162,0	78,6	21,6	131,8	18,9	6,4	33,0	33,0
2017	13,6	1,4	26,0	41,1	41,5	138,3	30,9	63,7	11,8	42,2	15,0	45,7
2018	15,6	35,7	105,5	17,3	118,7	67,9	80,2	7,0	75,0	42,1	30,6	39,1
2019	37,8	22,7	20,1	28,6	154,9	53,7	47,6	60,1	2,9	14,7	14,0	22,0
2020	12,9	54,2	20,1	46,4	58,4	175,4	8,5	3,9	10,6	15,3	1,0	7,6
2021	26,5	26,9	50,8	50,7	62,2	61,3	39,5	88,9	56,8	11,3	30,2	31,7

Kastamonu ili YTY miktarının değişimi Şekil 7b’de gösterilmiştir. YTY miktarının en düşük olduğu yıl 2020 (414,3 mm) ve en yüksek olduğu yıl 2014 (870,50 mm) yılı olmuştur. Kastamonu’da 2012–2021 döneminde OTY 564,55 mm olarak belirlenmiştir. Kastamonu miktar olarak diğer il olan Sinop’a göre daha az yağış almıştır (Şekil 7c). Nitekim illerin YTY değerleri arasında da istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır (Şekil 7d). YTY miktarı dağılımı ile oluşturulan BDRM’ye göre Kastamonu’da yağışın azalış eğiliminde ($r = 0,276$) olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 7d).

1970–2020 yılları Türkiye YTY ortalamasının 621,4 mm; 2010–2020 arasında ise YTY ortalamasının 619,3 mm olduğu bildirilmektedir (URL–5, 2022). Batı Karadeniz bölgesinde

yıllık ortalama yağış 1400 mm olmasına karşın yağış rejimi homojen değildir (Kayhan, 2007). Sinop iline ait yıllık toplam yağış miktarı Türkiye ortalamasından (621,4 mm) yaklaşık %20 oranında fazladır. Öte yandan Kastamonu iline ait YTY miktarı Türkiye ortalamasından (621,4 mm) yaklaşık %10 oranında azdır. Diğer taraftan, iki ilin yıllık toplam yağış miktarı Batı Karadeniz bölge ortalamasından (1400 mm) azdır. Elde edilen bu bulgulara göre 2012–2021 döneminde Sinop ili Kastamonu iline göre daha fazla yağış almıştır. Bu sonuç komşu illerin dahi eşit miktar ve oranda yağış almadığını, aralarında farklılığın olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu çalışmada BDRM’ye göre Sinop ve Kastamonu’da YTY miktarının azalış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan Sinop ilinde 1950–2016 yılları arasında yapılan ölçümlere göre Sinop il merkezinin yıllık ortalama toplam yağışının 689,8 mm olduğu bildirilmektedir. Sinop’ta yıllık yağışın %35’i sonbahar (240,9 mm), %31’i kış (214,8 mm), %18’i ilkbahar (123,3 mm), %16’sı yaz (110,8 mm) mevsiminde meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca rasat süresi boyunca (1950–2016) yağışların standart anomalisi 36 yıl negatif değer göstermiş, 31 yılda da pozitif anomali göstermiştir (Ercan ve Günel, 2020). Benzer olarak Türkiye’nin uzun süreli eğilim ve değişimleri incelendiğinde, genel olarak kış ve ilkbahar yağışlarında Akdeniz yağış rejiminin egemen olduğu Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde belirgin bir azalmanın olduğu görülmektedir. Örneğin, Türkiye geneli için 01 Ekim 2013–17 Ocak 2014 tarihleri arasında hesaplanan kümülatif yağış tutarında, uzun yıllar ortalamasına göre %37 ve 2013 yılına göre de %47,4 oranında azalma gerçekleşmiştir (Türkeş, 2019). Bartın, Zonguldak ve Düzce İllerini kapsayan çalışmada 1980–1999 ve 2000–2015 yılları arasındaki periyotlarda aylık ve yıllık ortalama yağış verilerinde, özellikle yaz aylarında (Haziran, Temmuz ve Ağustos) azalış eğilimi ortaya çıkmıştır (Bolat et al., 2018). Yıllık toplam yağış miktarları değerlendirildiğinde, bu çalışma da benzer sonuçlar ortaya koymakta ve Türkiye için daha önce yapılan yağış eğilim ve değişimlerine ilişkin değerlendirmelerle uyumluluk göstermektedir. Buna karşın Ay (2020) tarafından Türkiye’nin Batı Karadeniz bölgesindeki illerinde (Bartın, Bolu, Düzce, Kastamonu, Sinop ve Zonguldak) 1960–2017 yıllarını kapsayan çalışmada Zonguldak ve Düzce illerinde ATY miktarının hesaplanan z değerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim olmadığı, z değerinin işaretine (z’nin işareti -) göre istatistiksel olarak anlamsız eğilimlerin olduğu belirtilmektedir. Mann–Kendall testine göre; Bolu, Düzce ve Zonguldak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma, Bartın, Kastamonu ve Sinop ise anlamlı olmayan bir artış eğilimine sahiptir.

Çalışmada Sinop ilinde ortalama yıllık toplam yağış (OYTY) 738,95 mm ve Kastamonu ilinde ise 564,55 mm olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre deniz seviyesinden daha yüksekte olan Kastamonu ilinde ise OYTY Sinop iline göre daha düşüktür. İki il arasındaki OYTY farkı yaklaşık 174,4 mm olup, bu fark istatistiki olarak anlamlıdır ($P < 0,05$) (Şekil 7d). Yapılan araştırmalarda, yağış miktarının denizden yükseldikçe arttığı bilinmektedir. Bu artış denizden her 100 m yükseliş için yılda 45–55 mm kadardır. Ancak bu sonuç belirli koşullarda geçerlidir. Genel olarak hem ölçüm yapılan istasyonun hem de yağış miktarı hesaplanmak istenen yörenin aynı bakıya sahip yamaçlar üzerinde bulunmaları ve yağış getiren rüzgar yönünde

olmaları gerekir. Kapalı havzalar, derin vadiler, yağış gölgesinde kalan yamaçlarda aldatici, yanlış sonuçlar alınabilmektedir (Çepel, 1995; Özyuvacı, 1999). Dolayısıyla yağışların dağılışı bölgeden bölgeye hatta yöreden yöreye büyük farklılık göstermektedir. Bu konuda yerküresel etmenler ve coğrafi etmenlerin rol oynadığı ifade edilmektedir. Coğrafi etmenler, yerküresel etmenlerin denetlediği büyük ölçekli küresel yağış dağılışı içinde bölgesel ya da yöresel değişikliklere neden olan fiziki coğrafya etmen ve özellikleridir. Coğrafi etmenler 1) yer şekilleri, bakı ve yükselti, 2) denize uzaklık ve kıyının konumu, 3) kıyı akıntıları ve 4) ormanlar şeklinde sıralanmaktadır (Türkeş, 2010). Yapılan bu çalışmada deniz seviyesinden daha yüksekte olan Kastamonu ilinde Sinop iline göre daha düşük ortalama yıllık toplam yağış elde edilmesinde sayılan bu faktörlerden denize uzaklık ve kıyının konumu diğerlerine göre daha etkili olmuş olabilir. Nitekim bu etmenin başlıca etkisi, yağışın kıyı kuşağından iç bölgelere giderek azalması biçiminde oraya çıkmaktadır. Okyanuslar ve denizler en önemli su buharı kaynağı ve denizel hava kütleleri, görece daha sıcak ve daha fazla su buharı karışma oranı nedeniyle koşullu kararsız oldukları için, çoğunlukla kıyı kuşağı iç bölgelere oranla daha fazla yağış almaktadır (Türkeş, 2010).

4. Sonuçlar

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Sinop'un (15,5°C), çalışmaya konu olan Kastamonu ile kıyaslandığında ortalama sıcaklığı daha yüksektir. Ayrıca illerin ortalama sıcaklık değerleri arasında istatistiki olarak fark ($P < 0,05$) vardır. Bununla birlikte Sinop ve Kastamonu illerinin 2012–2021 periyodunda, Kastamonu ili yıllık ortalama minimum sıcaklık sonucu hariç olmak üzere, minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değişimlerine bakıldığında sıcaklıkların artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Yapılan regresyon modeline göre hem minimum ($r = 0,483$) hem de ortalama ($r = 0,498$) sıcaklığın en fazla artış gösterdiği il Sinop ili olmuştur. Benzer şekilde aynı modele göre maksimum ($r = 0,432$) sıcaklığın en fazla artış gösterdiği il Sinop'tur. Sinop ve Kastamonu illerine ait 2012–2021 yılları arasındaki ortalama minimum ve maksimum sıcaklık değerine göre en soğuk ay ocak, en sıcak ay ağustostur. 2014, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarındaki ortalama sıcaklık değerleri, Sinop ilinin 2012–2021 yılları arası ortalama sıcaklık değerinin (15,5°C) üstündedir. 2014, 2018, 2019 ve 2020 yıllarındaki ortalama sıcaklık değerleri, Kastamonu ilinin 2012–2021 yılları arası ortalama sıcaklık değerinin (10,54°C) üstündedir. Mevsimlere göre en az yağış Sinop ilinde yaz mevsiminde (128,09 mm) ve Kastamonu ilinde kış mevsiminde (93,07 mm) ölçülmüştür. Ortalama toplam yağış Sinop'ta 738,95 mm ve Kastamonu'da 564,55 mm olarak belirlenmiştir. Yıllara göre ortalama toplam yağışın değişimini belirlemek için yapılan regresyon analizi modelinde Sinop ($r = - 0,094$) ve Kastamonu ($r = - 0,276$) illerinde ortalama toplam yağışın azalış eğiliminde olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca illerin yıllık toplam yağış değerleri arasında da istatistiki olarak farkın ($P < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Sinop ve Kastamonu illerinde yıllık ortalama ve maksimum sıcaklıkların artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Yıllık toplam yağışlarda ise düzensizleşme olabileceği gibi azalış eğiliminin olabileceği de öngörülmektedir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan meteorolojik verileri temin ettiğimiz (2012–2021 yılları arası) T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Bartın Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Ayrıca zaman ayırıp makaleyi değerlendirerek katkılar sağlayan çok kıymetli hakeme/hakemlere ve dergi editörüne teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

- Akçakaya, A., Sümer, U. M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocaturk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Acar, Y., Ekici, M., Yağan, S., Çukurçayır, F., 2015. Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 164 s., Ankara.
- Apak, G., Ubay, B., 2007. *First national communication of Turkey on climate change*. Retrieved from: <http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/Publications/EnvSust/iklim1.bildirimi-27ocak2007.pdf>
- Ay, M., 2020. Trend and homogeneity analysis in temperature and rainfall series in the western Black Sea region, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 139, 837–848.
- Babalık, A. A., Yazıcı, N., Dursun, İ., 2018. İklim değişikliği, kuraklık ve Türkiye. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi (SUÇEV-2018), Bildiriler Kitabı, ISBN: 978-605-68414-1-5, 22–24 Mart 2018, p. 2337, Bursa, Türkiye.
- Bolat, İ., Şensoy, H., 2023. Analysis of some meteorological data and their variation trends in three provinces of the Western Black Sea Region between 2012 and 2021, *Forestist*, 73(3), 220–230.
- Bolat İ., Kara Ö., Tok, E., 2018. Global warming and climate change: a practical study on Bartın, Zonguldak and Düzce. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20(1), 116–127.
- Bolat, İ., Kara, Ö., Tok, E., 2017. Change of temperature and precipitation in Kastamonu, Karabük and Bolu Between 1980–1999 and 2000–2015 years. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19(1), 276–289.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No 3886/433, ISBN: 975-404-398-1, 536 s., İstanbul.
- Çepel, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK, Popüler Bilim Kitapları, Aydoğdu Matbaası, 183 s., Ankara.
- Daşcıoğlu, B. Z. Ö., 2021. İpcc'nin altıncı değerlendirme raporu ne anlama geliyor? *Seta-Perspektif*, 136, 1–4.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., Sümer, U. M., 2008. Türkiye'de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler. *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 69–84. TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13–14 Mart 2008, Ankara.
- Demirbaş, M., Aydın, D., 2020. 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 15(4), 163–179.
- Ercan, F., Günal, N., 2020. Sinop il merkezinin yağış özellikleri. *Uluslararası Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 25–54.

- Gül, E., Erşahin, S., Dölarslan, M., 2017. Yarı kurak doğal çam ormanlarında çölleşme riskinin belirlenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 39–49.
- IPCC., 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change, The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC., 2021. Summary for Policymakers, Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Valerie Masson-Delmotte vd., Cambridge University Press, 2021, s. 21.
- İbret, Ü. B., 2018. Kastamonu İlinin Coğrafi Özellikleri-Geographical Features of Kastamonu (Turkey). 81 İlde Kültür ve Şehir-KASTAMONU, Kastamonu Valiliği Yayını, s. 16–25.
- İlker, A., Terzi, Ö., 2021. Sıcaklık verilerinin trend analizi: Çankırı ve Kastamonu. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1339–1347.
- Öztürk, M., Bolat, İ., Gökyer, E., 2017. Land use suitability classification for the actual agricultural areas within the Bartın Stream Watershed of Turkey. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*, 5(1), 30–36.
- Öztürk, M., Bolat, İ., Gökyer, E., Kara, Ö., 2016. Growth gradients of multi-aged pure oriental beech stands along the altitudinal gradients within a mesoscale watershed landscape. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(4), 101–119.
- Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, Rektörlük No. 4196, Fakülte No. 460, ISBN. 975- 404-544-5, 369 sayfa, İstanbul.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E., Balık, İ., 2008. Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *Su Ürünleri Dergisi*, 25(1), 89–94.
- Sarıyıldız, T., Varan, S., Duman, A., 2008. Ölü örtü ayrışma oranları üzerinde kimyasal bileşenlerin ve yetiştirme ortamı özelliklerinin etkisi: Artvin ve Ankara yöresine ait örnek bir çalışma. *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 109–119.
- Türkeş, M., 2019. Scientific basis of climate change and impacts on Turkey. Climate change training module series 1, the project co-funded by the European Union and the Republic of Turkey. <http://www.iklimin.org/moduller/bilimmodulu.pdf> [access: 24.12.2022].
- Türkeş, M., 2010. Klimatoloji ve Meteoroloji. 650 s., Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Türkeş, M., 2012. Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1–32.
- Türkeş, M., Sümer, U., Demir, İ., 2002. Türkiye’nin günlük ortalama maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. *Klimatoloji Çalıştayı* (11–13 Nisan), İzmir, 89–106.
- URL–1., 2023. <http://www.sinop.gov.tr/cografya#:~:text=41%20derece%2012%20dakika%20ve,kuzeyi%20ise%20Karadeniz%20ile%20C3%A7evrilidir>, Sinop Valiliği web sayfası, (Erişim tarihi: 13.02.2023).
- URL–2., 2023. <https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/Menu/46/Cografya-Yapisi>, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Kastamonu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 13.02.2023).
- URL–3., 2022. <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 17.01.2023).
- URL–4., 2022. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Ortalama-Sicaklik-2020.pdf>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 01.03.2022).
- URL–5., 2022. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Yagis-2020.pdf>, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, (Erişim tarihi: 01.03.2022).
- Uzun, S., 2021. Üniversite öğrencilerinin iklim değişikliği konusunda farkındalıklarının belirlenmesi: Düzce Üniversitesi ilgili grupları örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 161–174.
- Yazıcı, N., Babalık, A. A., Dursun, İ., 2019. İklim değişikliği ve havza yönetimi. 2nd International Conference on Technology and Science (Techno-Science 2019), 14–16 Kasım 2019, Burdur, pp. 1095–1102.