



INIJOSS

İnönü University International Journal of Social Sciences / İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi,

Volume/Cilt 8, Number/Sayı 1, (2019)

www.inijoss.net --- <http://inonu.edu.tr/tr/inijoss> --- <http://dergipark.gov.tr/inijoss>

ARAŞTIRMA MAKALEŞİ | RESEARCH ARTICLE

Gönderim Tarihi: 08.04.2019 | Kabul Tarihi: 26.06.2019

MALATYA HAVZASI'NDA SICAKLIK VE YAĞIŞIN TREND ANALİZİ

Vedat AVCI

Fatma ESEN

Dr., Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
vavci@bingol.edu.tr /
<https://orcid.org/0000-0002-3740-1751>

Dr., Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
fesen@bingol.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0003-1439-3098>

Atıf / Citation: Avcı A., Esen F. (2019). Malatya Havzası'nda Sıcaklık ve Yağışın Trend Analizi. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, (INIJOSS)*, 8(1), 230-246.

Özet

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nde ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalı olan Malatya Havzası'nda sıcaklık ve yağışın trend analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Malatya İstasyonu'nun 1975-2017 yılları arasında kaydedilen sıcaklık (ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık) ve yağış (toplam yağış, maksimum yağış ve yağışlı gün sayısı) değerlerinin genel eğilimleri ortaya konmuştur. Bununla birlikte sıcaklık ve yağış değerlerinin 2040 yılına kadar göstereceği tahmini eğilim belirlenmeye çalışılmıştır. Sıcaklık ve yağışın mevcut eğilimleri ile tahmini eğilimleri Lineer regresyon ve Mann-Kendal istatistiksel metotlar kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Malatya Havzası'nda 1975-2017 döneminde sıcaklık artış eğilimindedir. 2040 yılına kadar olan 23 yıllık tahmin aralığında da maksimum, ortalama ve minimum sıcaklıklarda artışın devam edeceği öngörülmektedir. 1975-2017 yılları arasındaki dönemde yağışların aylık, mevsimlik ve yıllık trendlerinde azalış eğilimi görülür. 2040 yılına kadar olan tahmin aralığında maksimum, toplam yağış ve yağışlı gün sayısında azalış eğiliminin devam edeceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelime: Sıcaklık, Yağış, Trend, Mann-Kendal, Malatya Havzası

TREND ANALYSIS OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN MALATYA BASIN

Abstract

In this study, it is aimed to conduct trend analysis of temperature and precipitation in Malatya Basin in Eastern Anatolia Region, the economy of which is mainly based on agriculture. For this purpose, the general trends of the temperature (mean, minimum and maximum temperature) and rainfall (total rainfall, maximum rainfall and rainy days) values recorded by Malatya Station between 1975-2017 were analyzed. However, the estimated tendency of the temperature and rainfall values until 2040 is tried to be determined. The current trends and predictive trends of temperature and precipitation were analyzed by using linear regression and Mann-Kendall statistical methods. According to the results of the analysis, in the period of 1975-2017 Malatya basin tends to increase in temperature. It is foreseen that the increase in maximum, average and minimum temperatures will continue in the 23-year forecast range until 2040. In the period between 1975 and 2017, the monthly, seasonal and annual trends of precipitation tend to decrease. It is foreseen that the tendency the decrease in maximum total precipitation and rainy days will continue in the forecast range up to 2040.

Keywords: Temperature, Precipitation, Trend, Mann-Kendall, Malatya Basin.

1. GİRİŞ

Yerküre'nin varoluşundan günümüze kadar geçen 4.5 milyar yıllık süre zarfında, iklim sistemlerinde küresel ölçekte değişimler olmuştur (Gönençgil ve İçel, 2010; Kayan, 2012). Jeolojik zamanlar içerisinde doğal nedenlere bağlı olarak meydana gelen iklim değişiklikleri bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur (Zachos vd., 2001). Etkileri jeomorfolojik ve klimatolojik olarak iyi bilinen en son ve en önemli doğal iklim değişiklikleri, 4. Zaman'daki (Kuvaterner'deki) buzul ve buzularası dönemlerde oluşmuştur (Türkeş vd., 2000). Ancak Sanayi Devrimi'nin etkisiyle fosil yakıt kullanımının ve atmosfere salınan sera gazı miktarının artması dünya iklimini hızlı bir şekilde değiştirmeye başlamış ve 20. yy boyunca küresel ortalama sıcaklıklar $0.6^{\circ}\text{C}\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ artmıştır (IPCC, 2001). Daha önceleri doğal nedenlere bağlı olarak uzun yıllarda yavaş yavaş değişim gösteren iklim elemanları, artık günümüzde önemli derecede hissedilebilecek hızlı bir değişim sürecine girmiştir (Karabulut, 2012). Bu süreç küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır. Bir insan ömrüne sığacak şekilde kısa sürede yaşanması söz konusu olan küresel ısınmanın çok önemli olumsuz etkileri olacaktır (Türkeş vd., 2000; Cosun ve Karabulut, 2009; Kum ve Çelik, 2014, Kızılelma vd., 2015).

İnsan faaliyetlerine bağlı olarak hız kazanan küresel ısınma, dolayısıyla iklim değişikliğinin sonuçlarından, tropikal alanlardaki sığ denizel alanlar (mercan alanları), Akdeniz bölgesi, yüksek enlemler (polar bölgeler ve donmuş topraklar) ile yüksek ve dağlık alanlar en fazla etkilenenlerdir (French, 1996; Haeberli ve Beniston, 1998; Karas, 2000; Diaz vd., 2003; Beniston, 2003; Cannone vd., 2007; Öztürk, 2012; Öztürk ve Kılıç, 2018). Özellikle Akdeniz Bölgesi konumu itibarıyla sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişimlere karşı oldukça savunmasızdır (Giorgi ve Lionello, 2008; Nastos vd., 2013). İklim modellerinin sonuçlarına göre: 2080-2099 döneminde yağışlar daha kuzeye kayacak ve Akdeniz'in güneyinde yağış oranları 1980-1999 dönemine göre % 20'den fazla düşüş gösterecektir (IPCC, 2007). Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye de küresel ısınmanın etkisi ile daha fazla kuraklaşma eğilimi gösterecektir (Akbaş, 2014; Öztürk vd., 2015).

Hem ulusal hem de uluslararası, resmi ve resmi olmayan birçok kurum ve kuruluş, insanlara sürdürülebilir bir yaşam sağlamak için iklimdeki olası değişiklikleri ve bu değişikliklerin etkilerini doğru bir şekilde belirleme konusunda çaba sarf etmektedir (Demircan vd., 2017). İklim

değişimlerinden, çevre, toplum ve ekonomi alanındaki nüfus, sanayi, tarım başta olmak üzere çeşitli faktörlerin dağılımı etkilenecektir (Şen, 2013). Nüfusun yoğun olduğu Akdeniz Bölgesi'nde iklim değişikliği doğal ve beşeri unsurlar üzerinde olumsuz etkiler oluşturacaktır. İklim değişikliği ile birlikte sel, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, kuraklaşma gibi olumsuz doğa olayların sayısı ve oranları artmaktadır (Hillel ve Rosenzweig, 2002; Paparrizos vd., 2016). İklimdeki değişimlerinin sebep olduğu kuraklaşma, bölgelerin mevcut su potansiyellerinde azalmalara neden olarak, enerji, tarım, içme suyu ve sulak alanlar gibi suya dayalı sektörlerde su kıtlığı yada su noksanlık stresi oluşturmaktadır (McCarthy vd., 2001; Christensen vd., 2007; Fıstıkoğlu ve Biberöglü, 2008). İklim değişimleri, su kaynaklarının miktarının yanı sıra suyun kalitesine de olumsuz etkilenmektedir. Yetersiz olan içme ve sulama sularında kirlilik artmaktadır (Miettinen vd., 2001; Hunter, 2003; Kovats ve Tirado, 2006). Ayrıca iklime bağlı tarım, turizm ve enerji gibi sektörler; emek verimliliği; istihdam ve sonuç olarak ekonomik büyüme de iklim değişikliğinden olumsuz yönde etkilenmektedir (Başoğlu, 2014). İnsan aktiviteleri, iklim değişimlerinden etkilenmeye gelecekte de devam edecektir (IPCC, 2014).

İklim değişikliği ve küresel ısınma yaygın olarak sıcaklık, yağış, akım, buharlaşma, nem, güneşlenme şiddeti, rüzgâr gibi parametreler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilebilmektedir (Özfidaner vd., 2018). Yağış ve sıcaklık, iklim elemanları içerisinde en fazla değişkenlik gösteren parametrelerdir ve iklim değişikliğinin gözlenmesinde önemli faktörlerdir (Demircan vd., 2017). İklimin niteliğinin tanımlanmasında belirleyici olan sıcaklık ve yağış, zamana ve mekâna bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu iki önemli iklim parametresinde meydana gelen salınımlar, iklimin genel yapısının anlaşılması için önemli ipuçları vermektedir. Bundan dolayıdır ki son yıllarda iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar ağırlıklı olarak sıcaklık ve yağış trend analizlerine yoğunlaşmıştır (Türkeş, 1996; Türkeş, vd., 2002; Kadioğlu, 1997; Şahin, 2010; Özdemir ve Bahadır, 2010; Bahadır ve Saraçlı, 2010; Polat ve Sunkar, 2017; Doğan Demir vd., 2017). Bu çalışmada da iklimdeki değişimleri tespit etmek için sıcaklık ve yağış parametrelerinin trend analizi yapılmıştır.

Genel olarak küresel ölçekte meydana gelen sıcaklık ve yağış koşullarındaki değişimlerin yerel ölçekte değişimini belirlemek amacıyla, Malatya Havzası çalışma alanı olarak tercih edilmiştir. Malatya Havzası'nın ekonomisinde meyvecilik özellikle kayısı üretimi önemli bir yere sahiptir. Sıcaklık ve yağış koşullarındaki değişimler, havzanın ekonomisini olumsuz şekilde etkileyecektir. Bu amaç doğrultusunda Malatya İstasyonu'nun 1975-2017 yılları arasında kaydedilen sıcaklık (ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık) ve yağış (toplam yağış, maksimum yağış ve yağışlı gün sayısı) değerlerinin genel eğilimleri ile 2040 yılına kadar olan tahmini değişimleri trend analizleri yardımıyla ortaya konulmaya çalışılmıştır.

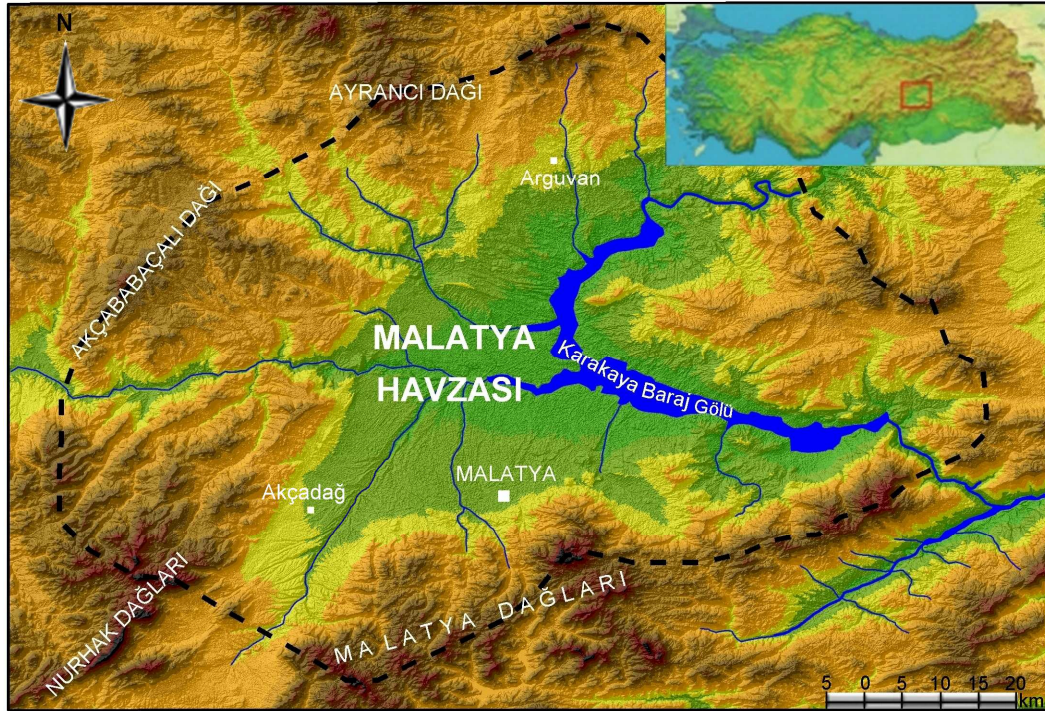
1. MATERYAL VE METOD

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) Malatya İstasyonu'na ait 1975-2017 periyodunu kapsayan 42 yıllık, ortalama, minimum, maksimum sıcaklık ve yağış meteorolojik kayıt verileri değerlendirilmiştir. Çalışmada değerlendirilen sıcaklık ve yağış parametrelerine lineer trend analizi ve Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Lineer trend analizi ile Malatya İstasyonu'nda sıcaklık ve yağış verilerinin uzun yıllar (1975-2017) süregelen eğilimleri ve 2040 yılına kadar olan süreçteki olası eğilimleri tespit edilmiştir. Mann-Kendall testi ile sıcaklık ve yağış parametrelerinin aynı döneme ait

aylık, mevsimlik ve yıllık değişimleri saptanmıştır. Man-Kendall testinde zamana göre sıralanmış (X_1, X_2, \dots, X_n) seriler, H_0 hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılmış rasgele değişkenlerdir. Yani analiz sonucunda $p \geq 0.05$ (p değeri $\alpha \geq 0,05$ seviyesine eşit veya büyük) olduğu müddetçe seride bir trend olmadığı hipotezi kabul edilir. H_1 alternatif hipotezine göre ise ($k \neq j$) ve $n \geq k, j$ (n , data kayıt uzunluğu) olmak üzere seride X_k ve X_j ardışık data değerlerinin dağılımı benzer değildir. Buna göre $p < 0.05$ (p değeri $\alpha < 0,05$ seviyesinden düşük) olduğu müddetçe seride bir trend olduğu hipotezi kabul edilir. Bu çalışmada Mann-Kendal testi için Excel'de veri analizine imkân tanıyan XLSTAT 2018 istatistik yazılımı, Lineer trend analizi için ise Minitab programı kullanılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Malatya Havzası, doğuda Karakaya Baraj Gölü, güneyde Malatya Dağları, batıda Nurhak ve Akçababaçalı dağları, kuzeyde Ayrancı Dağı ile çevrilidir (Şekil 1). Havzanın en alçak alanları doğuda Karakaya Baraj Gölü kıyısında görülür. Burada yükselti 690 m'ye kadar düşer. Çevresindeki dağlık alanlarda ise yükselti yer yer 2500m'yi aşar. Malatya Şehri, Tohma ve Sultansuyu çayları tarafından yarılmış olan Malatya Havzası'nda kurulmuştur. Malatya Havzası'nın kenarları faylarla çevrili olup, iç kısmı neojen göl depoları ile bunları yer yer örten çakıllar ve grelerden oluşan tabakalarla kaplıdır (Erinç, 1954: 111). Sultansuyu ve Sürgü çayları vadisi ile Akdeniz'e, Tohma Çayı Vadisi ile İç Anadolu'ya, Fırat Nehri Vadisi ile Doğu Anadolu'ya açılan havza, bu üç bölge arasında önemli bir geçiş alanı oluşturur (Moltke, 2012).



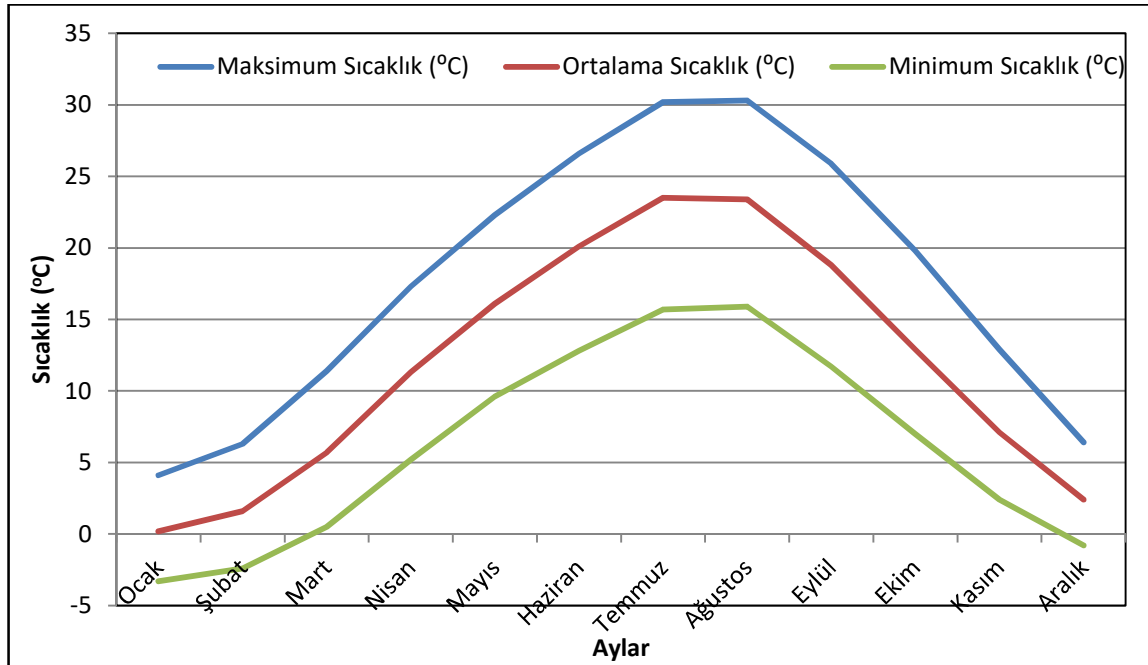
Şekil 1: Malatya Havzası'nın lokasyon haritası.

Yaklaşık on bin yıllık bir tarihe sahip olan ve iki bin yıldır da kendi adıyla tarihte sahne alan Malatya (Demiral ve Evin, 2014), 1.241.000 hektarlık yüzölçümü ile toprak büyüklüğü bakımından

Türkiye'nin 21. büyük ilidir. 2017 yılı nüfus verilerine göre 786.676 kişilik nüfusu ile nüfus büyüklüğü bakımından ülkemizin 28. büyük ili durumundadır. Malatya İli'nde ekonomi büyük ölçüde tarıma ve tarım ürünlerinin işlendiği sanayiye bağlıdır. Aktif nüfusun % 70'i tarım, hayvancılık, balıkçılık, ormancılık ve avcılıkla uğraşır. Yıllık gayri safi hâsılanın % 35'i tarımdan ve % 20'si sanayiden, % 12'si hizmet sektöründen sağlanır. Malatya, ortalama 329.655 ton yaş kayısı üretimi ile Türkiye kayısı üretiminin yaklaşık %53,4'ünü, Dünya kuru kayısı ihracatının da %85'ini karşılar (Anonim, 2016). Kayısı üretiminde Malatya bir dünya markası haline gelmiştir (Öztürk ve Karakaş, 2017).

Türkiye'de iklim olaylarını, basınç merkezlerinin durumu ve çeşitli yönlerden etkili olan hava kütlelerinin mevsimlik değişimleri düzenlemektedir. Başka bir ifade ile oluşum alanları ve özellikleri bakımından farklı hava kütlelerinin mevsimlere göre değişen etki alanında bulunduğundan geçiş kuşağı özelliğine sahiptir (Erinç, 1996; Koçman, 1993). Türkiye, kış mevsiminde polar, yaz mevsiminde ise tropikal hava kütlelerinin etkisi altında olup, genel olarak Akdeniz iklimi hâkimdir.

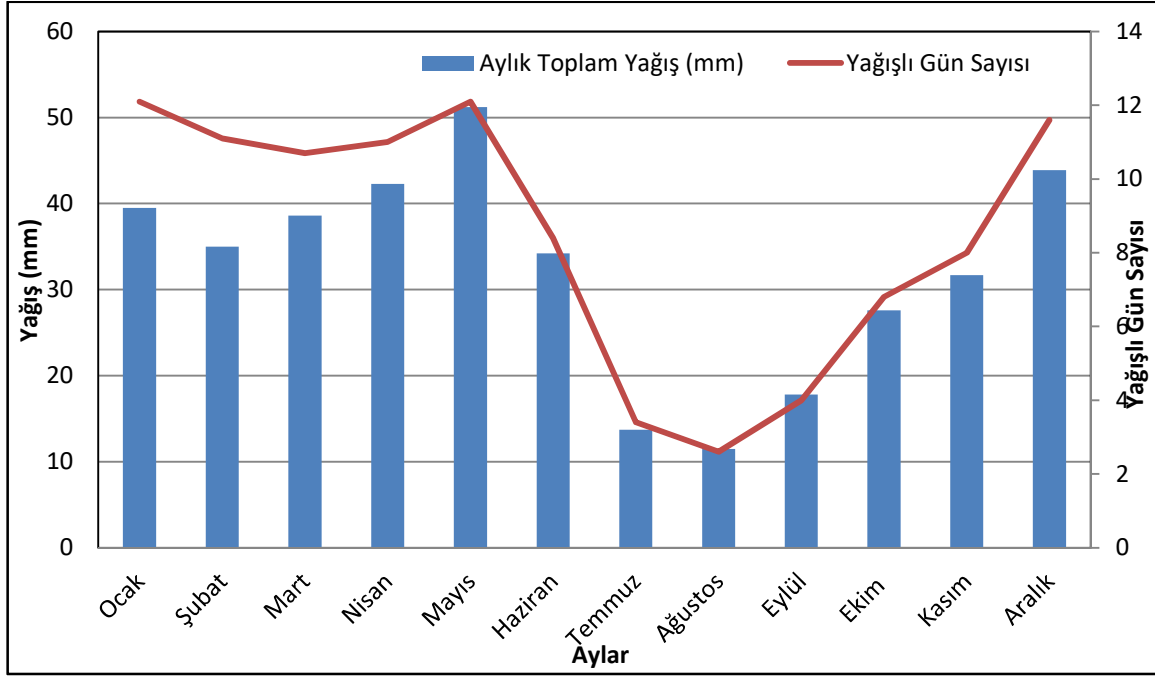
1927-2017 yılları arasında ölçülmüş iklim verilerine göre çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklığı 11,9⁰C'dir. Sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu ay Temmuz (23,5⁰C), en düşük olduğu ay ise Ocak (0,2⁰C) ayıdır. Uzun dönem maksimum sıcaklık ortalaması 17,8⁰C'dir. Maksimum sıcaklık ortalamalarının en yüksek olduğu ay Ağustos (30,3⁰C), en düşük olduğu ay ise Ocak (4,1⁰C) ayıdır. Minimum sıcaklık ortalamasının 6,2⁰C olduğu çalışma alanında, minimum sıcaklık ortalaması sadece kış aylarında 0⁰C'nin altına düşer. En düşük minimum sıcaklık -3,3⁰C ile Ocak ayında görülür (Şekil 2).



Şekil 2: Malatya Havzası'nda uzun yıllar aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri (1927-2017) (MGM).

Ortalama yağışlı gün sayısı 101,8 gündür. Yağışlı gün sayısı kış ve bahar aylarında fazla, yaz aylarında ise düşüktür. 12,1 gün ortalama yağışlı gün sayısı ile Ocak ve Mayıs ayları yağışlı gün sayısının en fazla olduğu aylar olarak görülür. Ağustos ayı ise 2,6 gün ile en düşük ortalama yağışlı

gün sayısına sahip aydır. Uzun dönem (1927-2017) yıllık toplam yağış ortalaması 387,0 mm'dir. Mayıs ayı 51,2 mm yağış değeri ile aylık ortalama yağışın en yüksek olduğu ay, Ağustos ayı ise 11,5 mm ile aylık ortalama yağışın en düşük olduğu aydır (Şekil 3).



Şekil 3: Malatya Havzası'na ait uzun yıllar aylık ortalama yağış değerleri (1927-2017) (MGM).

Malatya Havzası'nda 1982-2017 yılları arasında ölçülmüş iklim verilerine göre yıllık ortalama rüzgâr hızı 9,8 km/sa'tir. Rüzgârın en fazla estiği yönler ise GB (%20), KB (%18) ve G(%14) yönleridir. Yıllık ortalama karlı gün sayısı 16,5 gün, yıllık ortalama donlu gün sayısı 84,1 gündür. Yıl içerisinde karlı ve donlu günler en fazla Ocak ayında görülür. Çalışma alanı De Martonne formülüne göre 10,9 indis değeri ile yarı nemli, Erinç formülüne göre ise 21,7 indis değeri ile yarı kurak ve step bitki örtüsüne sahiptir. Köppen formülüne göre de BSk iklim tipinde olup, yarı kurak step iklim özelliğindedir. Thorntwaite formülüne göre Malatya'nın iklimi; D B'2 d b'2 yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası yok veya pek az olan, Karasal iklime yakın iklim tipindedir (Sunkar vd., 2013).

4. ANALİZLER VE BULGULAR

4.1. Lineer Trend Analiz ile Elde Edilen Sıcaklık ve Yağış Verileri

Lineer trend analizi ile iklim parametrelerinden maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ile toplam yağış, maksimum yağış ve yağışlı gün sayısı analiz edilmiştir. Bahsi geçen iklim parametrelerinin her biri için 1975-2017 yılları arasındaki dönemde göstermiş oldukları eğilim ve 2040 yılına kadarki süreçte tahmini eğilimleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Lineer trend analiz sonuçlarına göre Malatya Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 1975-2017 yılları arasında artış eğilimi görülür. Oluşturulan regresyon modeline göre bu dönemde ortalama sıcaklık değeri $0,930^{\circ}\text{C}/42\text{y}$ civarında artmıştır.

Tahmin aralığında 2017 yılında 15,0⁰C olan yıllık ortalama sıcaklığın 0,9⁰C'lik artışla 2040 yılında 15,9047 ⁰C'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Tablo 1, Şekil 4). Özfidaner vd., (2018) Antalya istasyonu için 1976–2017 yılları arası aylık ve yıllık ortalama sıcaklık verilerinde yıllık olarak önemli artış olduğunu belirlemiştir. İklim değişikliği modelleri 21. yy içerisinde Türkiye'nin ortalama sıcaklığının 2016-2040 döneminde 1-2⁰C, 2041-2070 döneminde 1.5-4⁰C ve 2071-2099 döneminde 1.5-5⁰C arasında artacağını, yaz mevsimi sıcaklıklarında ise 2099'a kadar 6⁰C'lik artış gerçekleşeceğini öngörmektedir (Şen, 2013; Demircan vd., 2017).

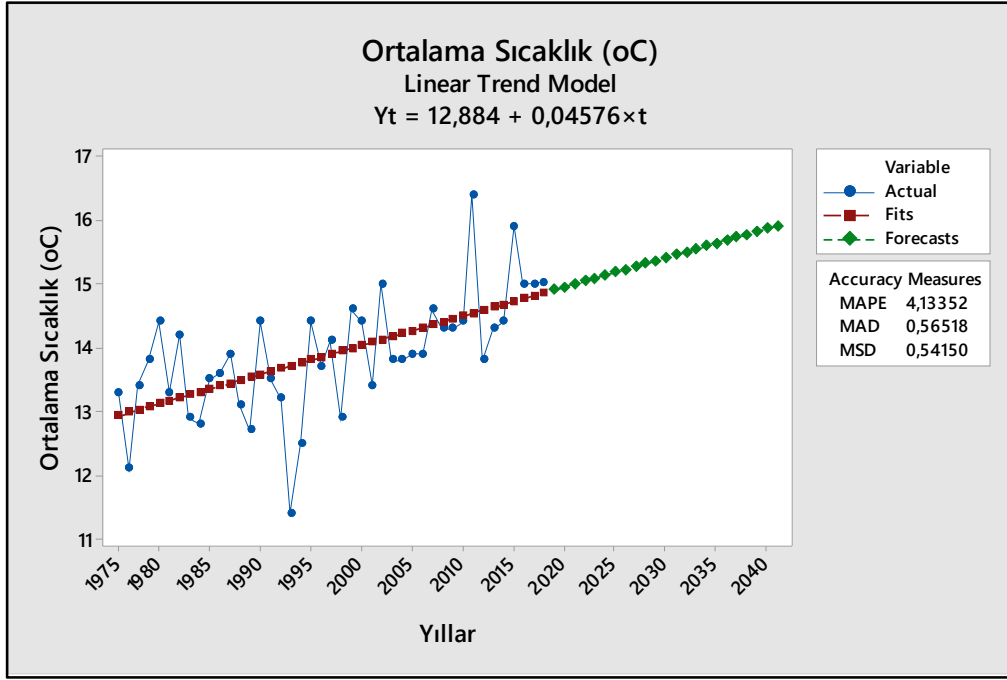
Maksimum sıcaklık ortalamalarında da 42 yıllık süreç içerisinde artış eğilimi görülür. Maksimum sıcaklık ortalamaları için oluşturulan regresyon modeline göre 1975-2017 döneminde 1,112⁰C/42y civarında artış gerçekleşmiştir. Maksimum sıcaklık ortalamasının gelecekte de artış eğilimini sürdüreceği ve 2017'de 26,9 olan maksimum sıcaklık ortalamasının 0,96⁰C'lik artış ile 2040 yılında 27,47⁰C'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Tablo 1, Şekil 5).

Tablo 1: Malatya Havzası'nda sıcaklıkların 2040 yılına kadar tahmini gidişi.

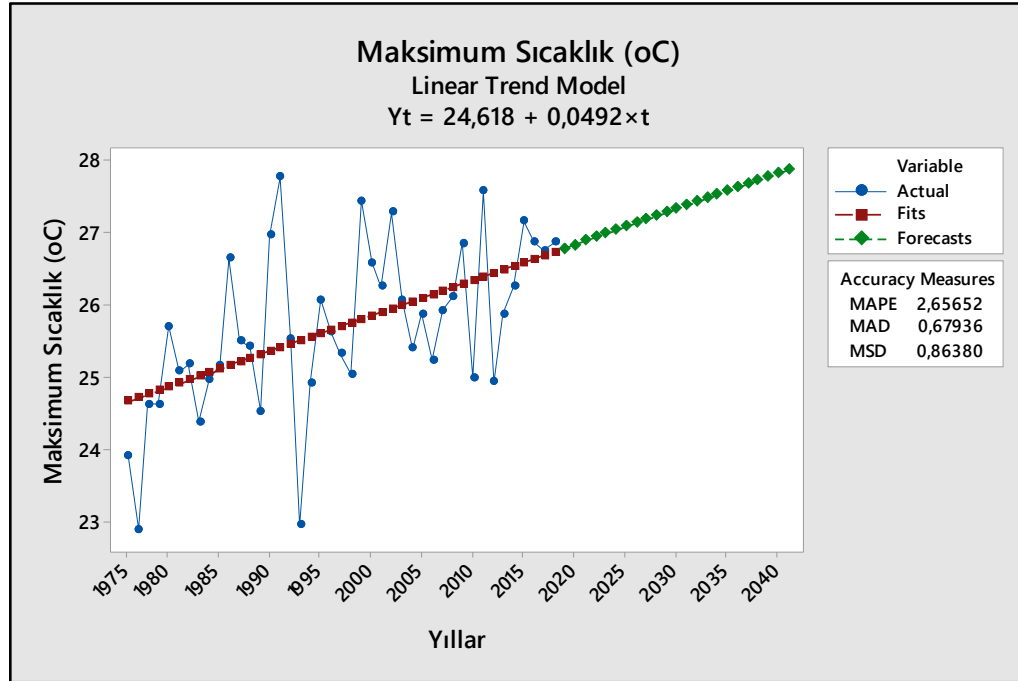
Yıl	Ortalama Sıcaklık	Maksimum Sıcaklık	Minimum Sıcaklık
2018	14,8979	26,7839	3,90961
2019	14,9437	26,8331	3,95557
2020	14,9894	26,8823	4,00153
2021	15,0352	26,9316	4,04749
2022	15,0810	26,9808	4,09345
2023	15,1267	27,0300	4,13942
2024	15,1725	27,0792	4,18538
2025	15,2182	27,1285	4,23134
2026	15,2640	27,1777	4,27730
2027	15,3098	27,2269	4,32326
2028	15,3555	27,2761	4,36922
2029	15,4013	27,3253	4,41519
2030	15,4471	27,3746	4,46115
2031	15,4928	27,4238	4,50711
2032	15,5386	27,4730	4,55307
2033	15,5844	27,5222	4,59903
2034	15,6301	27,5715	4,64499
2035	15,6759	27,6207	4,69096
2036	15,7217	27,6699	4,73692
2037	15,7674	27,7191	4,78288
2038	15,8132	27,7684	4,82884
2039	15,8589	27,8176	4,87480
2040	15,9047	27,8668	4,92076

Oluşturulan zaman serileri incelendiğinde en fazla dalgalanmanın minimum sıcaklık ortalamalarına ait zaman serisinde olduğu görülür. Bununla birlikte hazırlanan regresyon modeline göre en fazla artış eğilimi de minimum sıcaklık ortalamalarına aittir (Şekil 4, 5, 6). Malatya

Meteoroloji İstasyonu'nda minimum sıcaklık ortalamaları 1975-2017 yılları arasında $1,179^{\circ}\text{C}/42\text{y}$ artmıştır. 2017 yılında $3,0^{\circ}\text{C}$ olan minimum sıcaklık ortalamalarının artış eğilimine devam ederek, 2040 yılında $4,92^{\circ}\text{C}$ olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil4: Malatya'da yıllık ortalama sıcaklığın trend serisi.



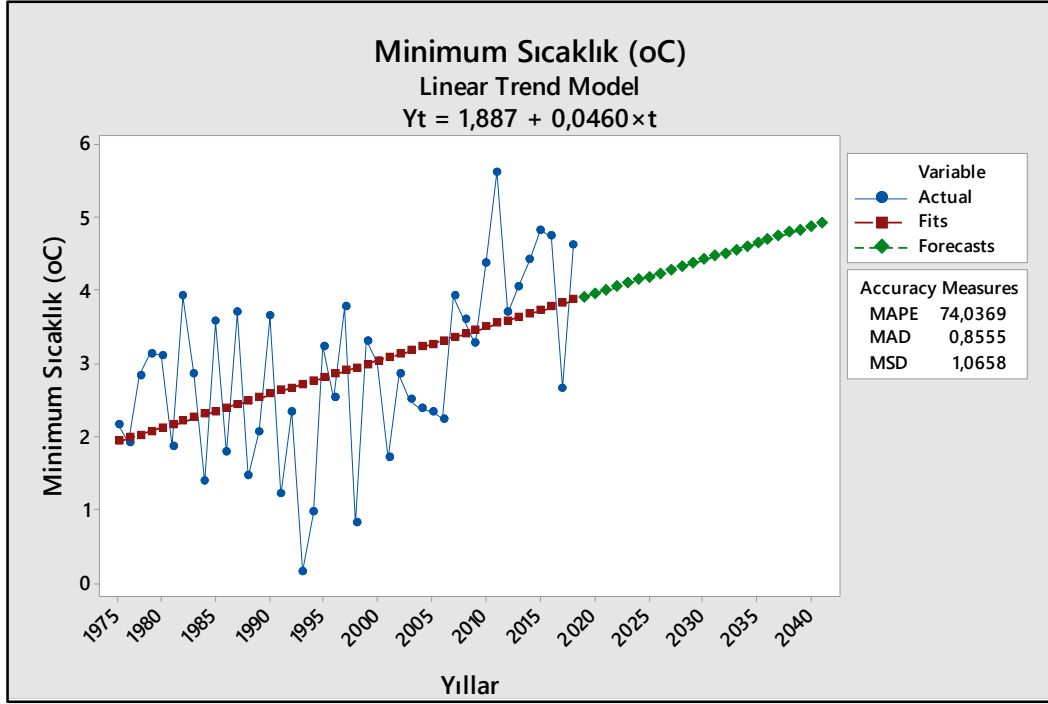
Şekil 5: Malatya'da maksimum sıcaklığın trend serisi.

Toplam yağış, maksimum yağış ortalaması ve yağışlı gün sayısı için oluşturulan zaman serilerinde tüm yağış değerleri azalış eğilimindedir (Şekil 6, 7, 8, 9). Malatya Meteoroloji İstasyonu'nda 1975-2017 döneminde yıllık toplam yağışlar kuvvetli azalış eğilimindedir. Regresyon modeline göre 1975-2017 döneminde yıllık toplam yağışlarda $-81,2\text{mm}/42\text{y}$ civarında azalış

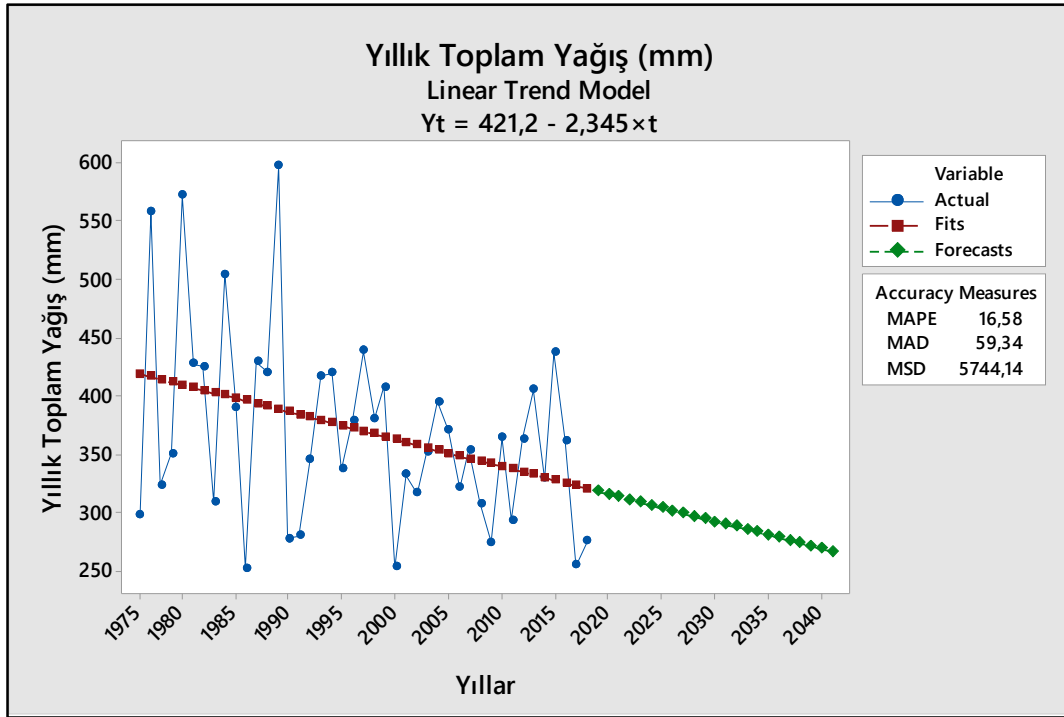
görülür. Karabulut ve Cosun (2009) Kahramanmaraş İli'nde yağışların azalma eğiliminde olduğunu vurgulamıştır. Topuz vd., (2018) Standardize Yağış İndeksi analizi ile Mersin'de 1957-2017 yılları arasını kapsayan dönemde son 10 yıl için yağışlarda önemli azalmalar gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Tahmin aralığında 2017 yılında 275,2 mm olan yıllık toplam yağışın 2040 yılında 266,49 mm ye düşeceği öngörülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2: Malatya Havzası'nda yağışların 2040 yılına kadar tahmini gidişi.

Yıl	Yıllık toplam yağış (mm)	Maksimum yağış (mm)	Yağışlı gün sayısı (gün)
2018	318,074	26,2814	79,7874
2019	315,729	26,0982	79,3168
2020	313,384	25,9150	78,8463
2021	311,040	25,7318	78,3757
2022	308,695	25,5486	77,9052
2023	306,351	25,3654	77,4346
2024	304,006	25,1822	76,9641
2025	301,661	24,9990	76,4935
2026	299,317	24,8159	76,0230
2027	296,972	24,6327	75,5524
2028	294,627	24,4495	75,0818
2029	292,283	24,2663	74,6113
2030	289,938	24,0831	74,1407
2031	287,593	23,8999	73,6702
2032	285,249	23,7167	73,1996
2033	282,904	23,5335	72,7291
2034	280,560	23,3503	72,2585
2035	278,215	23,1671	71,7880
2036	275,870	22,9839	71,3174
2037	273,526	22,8007	70,8469
2038	271,181	22,6175	70,3763
2039	268,836	22,4344	69,9058
2040	266,492	22,2512	69,4352

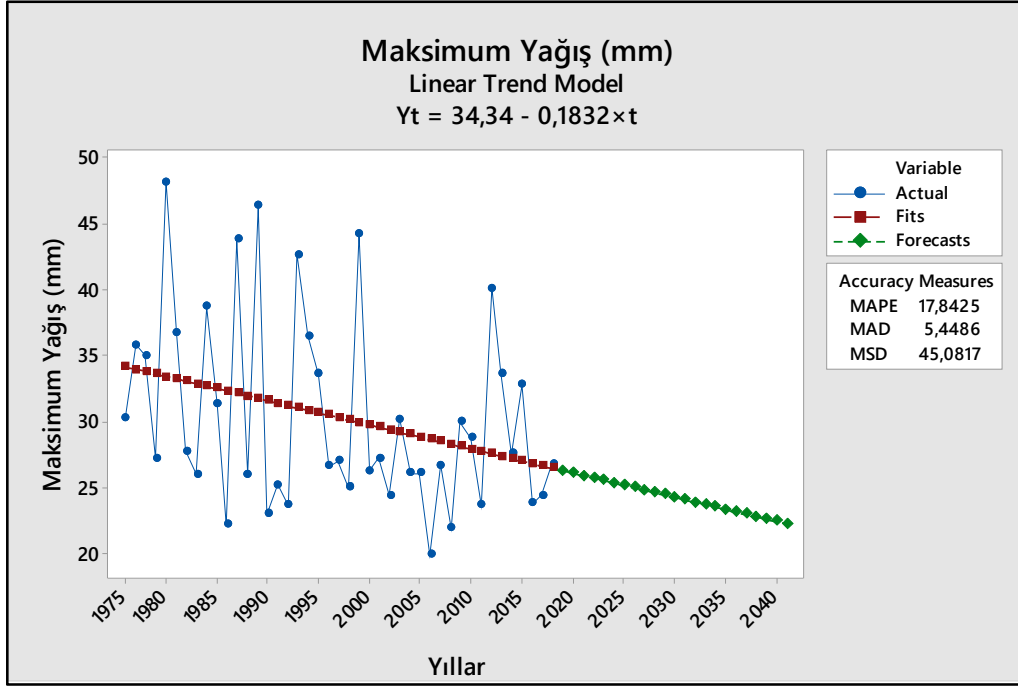


Şekil 6: Malatya'da minimum sıcaklığın trend serisi



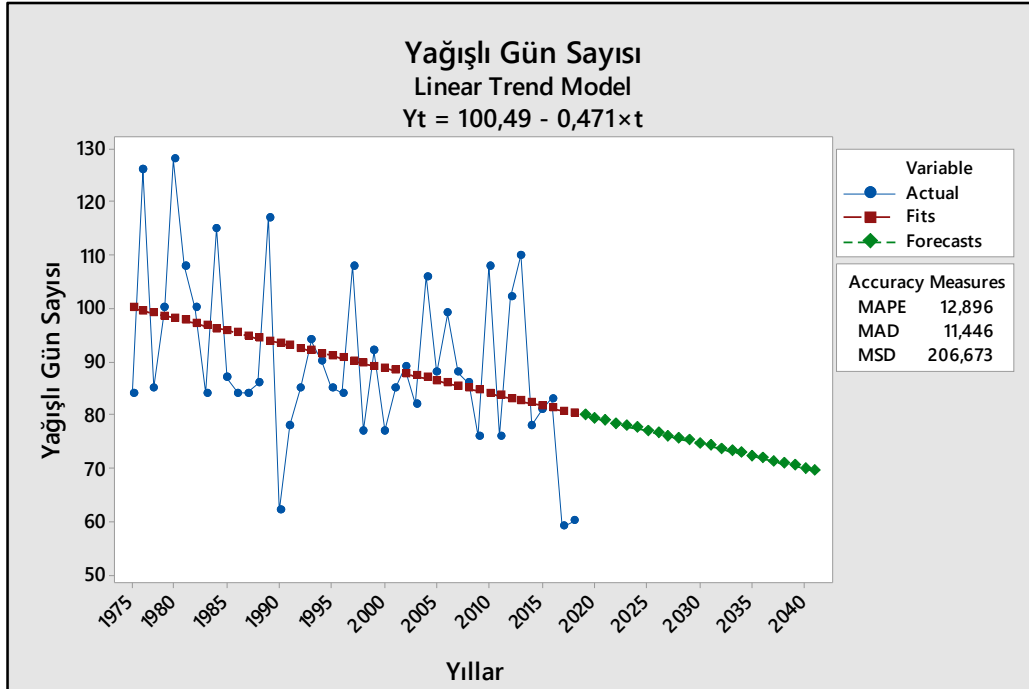
Şekil 7: Malatya'da yıllık toplam yağışın trend serisi.

Malatya'da maksimum ortalama yağış değerleri için oluşturulan zaman serilerinde azalış eğilimi görülür. Hazırlanan regresyon modeline göre 1975-2017 yılları arasındaki dönemde maksimum ortalama yağış değerleri $-7,17\text{mm}/42\text{y}$ civarında azalmıştır. Maksimum ortalama yağışlardaki azalış devam ederek, 2040 yılında $22,2512\text{ mm}$ ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Tablo 2, Şekil 8).



Şekil 8: Malatya’da maksimum yağışın trend serisi.

Yağışlı gün sayısında da aynı dönemde azalış eğilimi görülür. Bu düşüşün aynı trendi göstermesi halinde 2017 yılında 80 gün olan yağışlı gün sayısının 2040 yılında 69,43 gün olacağı tahmin edilmektedir (Tablo 2, Şekil 9). Karabulut ve Cosun (2009) Kahramanmaraş’ta yağışlı gün sayısının -11.44 gün/31 yıl azaldığını ortaya koymuştur.



Şekil 9: Malatya’da yağışlı gün sayısının trend serisi.

2.1. Mann-Kendal Trend Analizi ile Elde Edilen Sıcaklık ve Yağış Verileri

Ortalama sıcaklıkların uzun yıllık trendi incelendiğinde Malatya Meteoroloji İstasyonu için anlamlı artışlar görülür. Bu istasyonda yıllık ortalama sıcaklıklar %95 güven aralığında anlamlılık

taşımaktadır. Sıcaklık ortalamalarının aylar düzeyinde eğilimi incelendiğinde, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında anlamlı artışlar görülür. Tüm mevsimlerde artış eğilimi bulunurken, en anlamlı artış eğilimi ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde görülür (Tablo 3).

Maksimum sıcaklıklar uzun yıllık trendi incelendiğinde yıllık, mevsimlik ve aylık ortalamalarda artış eğilimi görülür. %95 güven aralığında en anlamlı artışlar Şubat, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındadır. Bununla birlikte mevsimlere göre en anlamlı artışlar kış, ilkbahar ve yaz mevsimindedir.

Minimum sıcaklıkların uzun yıllık trendi incelendiğinde Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında %95 anlamlılık düzeyinde artış eğilimi görülür. Mevsim olarak en anlamlı artışlar ilkbahar ve yaz mevsimindedir. Sıcaklıkların yıllık ortalamasında da %95 anlamlılık düzeyinde artış eğilimi görülür.

Tablo 3: Malatya Havzası'nda sıcaklıkların Mann-Kendal trend analiz sonuçları.

MALATYA	Sıcaklık Ort.	Trend	Max. Sıc.	Trend	Min. Sıc.	Trend
Ocak	0,098		0,193		-0,011	
Şubat	0,152		0,242*	▲	0,114	
Mart	0,219*	▲	0,131		0,222*	▲
Nisan	0,146		0,137		-0,089	
Mayıs	0,222*	▲	0,286*	▲	0,264*	▲
Haziran	0,433*	▲	0,337*	▲	0,231*	▲
Temmuz	0,323*	▲	0,219*	▲	0,247*	▲
Ağustos	0,435*	▲	0,322*	▲	0,384*	▲
Eylül	0,255*	▲	0,183		0,197	
Ekim	0,285*	▲	0,046		0,169	
Kasım	0,150		0,099		0,072	
Aralık	0,043		0,012		0,075	
Yıllık Ort.	0,472*	▲	0,384*	▲	0,335*	▲
Kış	0,193		0,211*	▲	0,143	
İlkbahar	0,272*	▲	0,268*	▲	0,236*	▲
Yaz	0,515*	▲	0,414*	▲	0,432*	▲
Sonbahar	0,323*	▲	0,208		0,207	

*p<0.05; ▲: Artan yönde trend, ▼: Azalan yönde trend

Malatya Meteoroloji İstasyonu'nun uzun yıllar toplam yağış değerlerindeki eğilim incelendiğinde genel olarak yağış değerlerinde azalış eğilimi görülür. Toplam yağışların yıllık ortalamasında %95 anlamlılık seviyesinde azalış eğilimindedir. Mevsim olarak ilkbahar en anlamlı azalış eğilimi gösterir. Ayların eğilimi dikkate alındığında Haziran yağışlarında azalış, Ağustos yağışlarında ise artış eğilimi görülür (Tablo 4).

Tablo 4: Malatya Havzası'nda sıcaklıkların Mann-Kendal trend analiz sonuçları.

MALATYA	Toplam Yağış	Trend	Max. Yağ.	Trend	Yağışlı Gün.	Trend
Ocak	0,078		0,054		-0,135	
Şubat	0,031		0,147		-0,216*	▼
Mart	-0,189		-0,180		-0,176	
Nisan	-0,166		-0,229*	▼	-0,181	
Mayıs	-0,139		-0,084		-0,048	
Haziran	-0,246*	▼	-0,224*	▼	-0,098	
Temmuz	0,004		-0,011		0,117	
Ağustos	0,361*	▲	0,362*	▲	0,353*	▲
Eylül	0,169		0,124		0,092	
Ekim	0,006		0,001		0,001	
Kasım	-0,043		0,031		-0,181	
Aralık	-0,124		-0,010		-0,161	
Yıllık Ort.	-0,218*	▼	-0,171*	▼	-0,234*	▼
Kış	-0,003		0,086		-0,242*	▼
İlkbahar	-0,249*	▼	-0,287*	▼	-0,205	
Yaz	-0,196		-0,175		0,054	
Sonbahar	0,063		0,043		-0,036	

*p<0.05; ▲: Artan yönde trend, ▼: Azalan yönde trend

Brazdil vd., (2010) nin Avrupa'nın 500 yıllık klimatolojisini ve değişimlerini kapsayan çalışmalarında özellikle sıcaklıktaki değişim incelenmiş yüksek enlemlerdeki sıcaklık artışının alçak enlemlere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Alansal olarak dağılım incelendiğinde, Akdeniz Havzası'nda 0,5 °C, Merkezi Avrupa'da 0,7°C ve kuzey Avrupa'da 0,9°C'lik artışın olduğu bulgusuna varılmıştır. Söz konusu çalışmada ülkemizin Akdeniz Bölgesi'nde ve geniş anlamda Türkiye'de sıcaklıkta ortalama 0,5°C'lik bir artış ortaya çıkmaktadır. Black (2006) tarafından yapılan çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi içerisinde kuzeyden güneye doğru yıllık miktarı hızla azalan bir yağış rejimi ortaya çıkmaktadır. Nemli kuzey kıyılarımızda 1000 mm'nin üzerinde olan yağışlar Fırat Nehri'nin güneyinde 250 mm civarına gerilemektedir. Sıcaklıkta 1950'li yıllardan sonra artış yönündeki değişimi yağıştaki azalma eğilimi izlemekte, kuraklığın etkisi her geçen yıl daha da şiddetlenmekte olduğu ortaya çıkmaktadır.

Malatya Havzası'nda genel olarak sıcaklıkların artan yönde, yağışların ise azalan yönde bir eğilim gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç, Türkeş vd. (2007)'nin yapmış oldukları çalışmanın sonuçları ile de uyumludur. Söz konusu çalışmada Karasal Akdeniz ile Karasal Doğu Anadolu sınırında bulunan çalışma alanı için sıcaklık değerlerinde artış, yağış değerlerinde ise azalış eğiliminin olduğu ifade edilmiştir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada Malatya Meteoroloji İstasyonu'na ait sıcaklık ve yağış verilerinin 1975-2017 yılları arasındaki 42 yıllık süreçte göstermiş olduğu eğilim, Lineer ve Mann-Kendal trend analizleri kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca aynı istasyon için önümüzdeki 23 yıllık süreçte, yani 2040 yılına kadar sıcaklık ve yağışın nasıl bir değişim göstereceği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Malatya Havzası'nda sıcaklıkların artan yönde, yağışların ise azalan yönde bir eğilim gösterdiği görülmüştür. Oluşturulan regresyon modellerine göre sıcaklık parametrelerinde en fazla artış minimum sıcaklıklarda gözlenmiştir. İlkbahar ve yaz aylarında sıcaklıklarda görülen artış eğiliminin istatistiksel açıdan anlamlıdır. Tahmin aralığında da tüm sıcaklık değerlerinin önümüzdeki 23 yıl boyunca aynı seyri gösterip artış eğiliminde olacağı öngörülmektedir. Yağış değerlerinde genel olarak bir azalış eğilimi dikkat çekerken, özellikle ilkbahar yağışlarının miktarında azalan yönde bir eğilim belirlenmiştir. Yağış regresyon modeline göre Malatya Havzası'nda toplam yağış miktarında -81,2 mm/42 yıl azalış gerçekleşmiştir. Yağışlı gün sayısının %95 anlamlılık seviyesinde azaldığı mevsim kış mevsimidir.

Genel olarak tüm Dünya'da sıcaklık değerleri artmakta, yağış değerleri ise düşmektedir. İklim değişikliği olarak tanımlanan bu süreç, hava olaylarında sıra dışı değişikliklere neden olmaktadır. Dünya üzerinde bir bölge kuraklıkla mücadele ederken, çok yakın başka bir bölge şiddetli yağışlar sonucunda sel ve taşkınlara maruz kalabilmektedir. Malatya Havzası gibi bünyesinde büyük kentleri barındıran alanlarda, mevcut küresel ısınmanın etkisi ile sıcaklıkların artışına ek olarak, şehir ısı adası faktörü ile ısı artışı katlanabilmektedir. Çevresine oranla daha sıcak olan bu alanlarda soğuk hava akımları şiddetli yağışlara neden olabilmektedir. Kentsel alanlarda yüzeyin beton, asfalt vb. malzemelerle kaplı olması, düşen yağışın emilmesine engel olduğundan, büyük su kütleleri halinde akışa geçmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda şiddetli sel olayları meydana gelmektedir. Malatya Havzası'nda Ağustos ayının ortalama, maksimum ve yağışlı gün sayısında, %95 anlamlılık düzeyinde artış eğilimi belirlenmiştir. Bu durum ani yağışlara bağlı olarak sel ve taşkınların meydana gelme olasılığını güçlendirmektedir. Bu nedenle ilgili kurumların Ağustos ayı için ekstra önlem alması gerektiği öngörülmektedir.

Malatya Havzası'nda genel olarak yağış değerlerinin mevcut seyri takip edeceği ve 2040 yılına kadar olan tahmin aralığında azalış eğilimi göstereceği öngörülmektedir. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak içme, sulama ve kullanma suyu ihtiyacının artacağı açıktır. Ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayanan Malatya için artan sıcaklık ve azalan yağış miktarının ilerleyen dönemlerde ciddi su sorunu oluşturacağı söylenebilir. Bu nedenle mevcut su kaynaklarının korunması, atık suların arıtılarak tarımsal sulamada tekrar kullanımı teşvik edilmeli, su kaynaklarının kullanımı konusunda toplumsal bilinç geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, A. (2014). "Türkiye'de Klimatolojik Kuraklık Olasılıklarının Dağılışı". Türk Coğrafya Dergisi 63, 1-7.
- Anonim (2016). Malatya İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu. T.C. Malatya Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Bahadır, M., Saraçlı, S. (2010). "Isparta'da Arıtma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi". E-Journal of New World Sciences Academy 5(3).

- Baçođlu, A. (2014). "Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri". KTÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 175-196.
- Beniston, M. (2003). "Climatic Change in Mountain Regions: A Review of Possible Impacts". Climatic Change 59(1), 5-31.
- Black, E. (2006). "The Impact of North Atlantic Oscillation on Middle East Rainfall". International Conference on Climate Change and the Middle East Past, Present and Future, 20-23 November, Istanbul., Proceedings 39-45.
- Brazdil, R., Petr D., Jürg L., Anders M., Christian P., Dennis W., Eduardo Z. (2010). "European climate of the past 500 years: new challenges for historical Climatology". Climatic Change, 101:7-40.
- Climate Change and the Middle East Past, Present and Future, 20-23 November, Istanbul., Proceedings 39-45
- Cannone, N., Sgorbati, S., Guglielmin, M. (2007). "Unexpected Impacts of Climate Change on Alpine Vegetation". Frontiers in Ecology and the Environment 7: 360-364.
- Christensen, J.H, Hewitson, B., Busuioc, A., Solomon S., Qin, D., Manning, M. et al. (2007). AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Cosun, F., Karabulut, M. (2009). "Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi". Coğrafi Bilimler Dergisi, 7(1): 65-83.
- Demiral, B., Evin, H. (2014). "Malatya Büyükşehir Belediyesi: Arakentten Bütünkente Bir Dönüşüm Hikâyesi". Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 1/ Özel Sayı: 77-87.
- Demircan, M., Gurkan, H., Eskiođlu, O., Arabacı, H., Coşkun, M. (2017). "Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios". Turkish Journal of Water Science & Management 1: 22-43.
- Diaz, H. F., Grosjean, M., Graumlich, L. (2003). "Climate Variability and Change in High Elevation Regions: Past, Present and Future". Climatic Change 59(1): 1-4.
- Doğan Demir, A., Demir, Y., Şahin, Ü., Meral, R. (2017). "Bingöl İlinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi ve Tarıma Etkisi". Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 4(3): 284-291.
- Erinç, S. (1954). Doğu Anadolu Cođrafyası,
- Erinç, S. (1996). Klimatoloji ve Metodları. Alfa Basım Yayım, İstanbul.
- Fıstıkoğlu, O., Biberođlu, E. (2008). "Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi ve Uyum Önlemleri". TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 238-252.
- French, H.M. (1996). The Periglacial Environment. Pearson Education, Longman, London.
- Giorgi, F., Lionello, P. (2008). "Climate Change Projections For The Mediterranean Region". Global Planetary Change 63: 90-104.
- Gönençgil, B., İçel, G. (2010). "Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006)". Türk Coğrafya Dergisi 55: 1-12.
- Haeberli, W., Beniston, M. (1998). "Climate Change and its Impacts on Glaciers and Permafrost in the Alps". Ambio, 258-265.
- Hillel, D., Rosenzweig, C. (2002). "Desertification in Relation to Climate Variability and Change". Adv. Agron. 77: 1-38.
- Hunter, P.R. 2003. "Climate Change and Waterborne and Vector-Borne Disease". J. Appl. Microbiol. 94: 37-46.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers-Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC Secretariat, WMO, Geneva.

- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kadioğlu, M. (1997). "Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey", International Journal of Climatology 17: 511-520.
- Karabulut, M., (2012). "Doğu Akdeniz'de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi". KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, Özel Sayı: 37-45, Kahramanmaraş.
- Kayan, İ., (2012). Kuvaterner Bilimi, Ankara Üniversitesi Yayınları No: 350, Ankara.
- Kızılelma, Y., Çelik, M.A., Karabulut, M. (2015). "İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi", Türk Coğrafya Dergisi 64: 1-10, İstanbul.
- Karas, J. (2000). Climate Change and the Mediterranean Region. Greenpeace Report.
- Koçman, A, (1993). Türkiye İklimi. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 72, İzmir.
- Kovats, R.S., Tirado, C. (2006). "Climate, Weather and Enteric Disease. Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health". B. Menne and K.L. Ebi, Eds., Springer, Darmstadt, 269-295.
- Kum, G., Çelik, M. A., (2014). "Impact of Global Climate Change on the Mediterranean Region: Adana as a Case Study". Procedia Social and Behavioral Sciences 120: 600-608.
- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York.
- Miettinen, I., Zacheus, O., Von Bonsdorff, C., Vartiainen, T. (2001). "Waterborne Epidemics in Finland in 1998-1999". Water Sci. Technol. 43: 67-71.
- Moltke, H. Von (2012). Moltke'nin Türkiye Mektupları, Çeviren: Hayrullah Örs.
- Nastos, P., Kapsomenakis, J., Douvis, K. (2013). "Analysis of Precipitation Extremes Based on Satellite and High-Resolution Gridded Data Set Over Mediterranean Basin". Atmospheric Research 131: 46-59.
- Özfidaner, M., Şapolya, D., Topaloğlu, F. (2018). "Seyhan Havzası Akım Verilerinin Hidrolojik Kuraklık Analizi". Toprak Su Dergisi, 7 (1): (57-64).
- Öztürk, D., Karakaş, G. (2017). "Kayısı Üretimi ve Pazarlama Sorunları; Malatya İli Örneği". Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi 4: 113-125.
- Özdemir, M. A., Bahadır, M. (2010). "Denizli'de Box - Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri" The Journal of International Social Research 3(12).
- Öztürk, M. (2012). Uludağ'daki Periglasiyal Süreçlerin, Periglasiyal Yerçekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi. Nilüfer Akkılıç Kütüphanesi Yayınları, No: 10.
- Öztürk, T., Ceber, Z.P., Türkeş, M. ve Kurnaz, M.L. (2015). "Projections of Climate Change in the Mediterranean Basin by using Downscaled Global Climate Model Outputs". International Journal of Climatology 35(14): 4276-4292.
- Öztürk, M., Kılıç, H. (2018). "Ardahan'da İklim Parametrelerindeki Değişimin Zamansal Analizi". Türk Coğrafya Dergisi 70: 37-43.
- Paparrizos, S., Maris, F., Matzarakis, A. (2016). "Integrated Analysis of Present and Future Responses of Precipitation over Selected Greek Areas with Different Climate Conditions". Atmospheric Research 169: 199-208.
- Polat, P., Sunkar, M. (2017). "Rize'nin İklim Özellikleri ve Rize Çevresinde Uzun Dönem Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Trend Analizleri", Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 27(1): 1-23.
- Sunkar, M., Hatun, Ü., Toprak, A. (2013). "Malatya Havzası ve Çevresinde İklim Özelliklerinin Meyveciliğe Etkisi". 3. International Geography Symposium - GEOMED 2013, 566-574.
- Şahin, K. (2010). "Türkiye'de Etkili Olan Hava Durumu Modelleri ile Samsun'da Bazı Meteorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkiler: 2008 Yılı Örneği ". The Journal of International Social Research 3(10): 537-557.

- Şen, O. L. (2013). A holistic View of Climate Change and its Impacts in Turkey. Report. Istanbul Policy Centre, Sabanci University, Istanbul.
- Türkeş, M. (1996). "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey". International Journal of Climatology 16: 1057-1076.
- Türkeş, M. (2002). İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu.
- Türkeş, M., Koç, T., ve Sarı, F. (2007). "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi". Coğrafi Bilimler Dergisi, 3, 57-73.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups K. (2001). "Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present". Science, 292 (5517): 686-693