



ÇANAKKALE YAĞIŞ GÖZLEM İSTASYONLARININ HOMOJENLİK DURUMU VE YILLIK YAĞIŞLARIN TREND ANALİZİ*

Homogeneity of Çanakkale Precipitation Observation Stations and Trend Analysis of Annual Precipitation

Elif KOCAOĞLU¹ ve Ayşe ÇAĞLIYAN²

¹Arş. Gör., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Osmaniye, elifkocaoglu023@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3905-2321

²Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ, acaglayan@firat.edu.tr, orcid.org/0000-0002-0268-2127

Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Bilgisi

Geliş/Received:
29.12.2021

Kabul/Accepted:
12.04.2022

DOI:
10.18069/firatsbed.1050556

Anahtar Kelimeler

Homojenlik, Mann-Kendall, Sen's Slope, ITA, Çanakkale

Keywords

Homogeneity, Mann-Kendall, Sen's Slope, ITA, Çanakkale

ÖZ

Coğrafi bölge olarak Marmara Bölgesinde bulunan ve genel anlamda Akdeniz iklimi özelliklerini yansıtan Çanakkale ili yağış eğiliminin, gidişatının ve sıklığının analiz edildiği bu çalışmada 21 yağış gözlem istasyonunun 1929-2020 yılları arası kaydedilen yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır. İlk olarak istasyonların eksik verileri enterpole edilerek kayıp yıllar tamamlanmış ve SNHT, Pettitt, Buishand, Von-Neuman testi olmak üzere 4 farklı homojenlik testi ile sınanmıştır. Yağış gözlem istasyonlarının Mann-Kendall Testi, Mann-Kendall Meritebe Korelasyon Testi, Sen'in Eğilim Testi ve Şen'in Yenilikçi Eğilimi ile test edilmesi sonucunda 4 testin aynı trend sonucunu vermesiyle birlikte 6 ilçede eğilim kesin olarak saptanmıştır. Ayvacık, Çan, Eceabat, Ezine ve Lapseki ilçesinde artış eğilimi; Biga ilçesinde ise azalış eğilimi belirgin bir şekilde ortaya konulmuştur. Kalan 6 ilçede ise test sonuçları belirgin bir şekilde değerlendirilmeyip çoğunluk durumuna göre belirlenmiştir. Bu duruma göre Bozcaada ve Yenice ilçelerinde artış eğilimi, Bayramiç ve Gelibolu ilçelerinde azalış eğilimi tespit edilmiştir. Merkez ve Gökçeada ilçesinde ise herhangi bir artan veya azalan eğilime rastlanılmamıştır.

ABSTRACT

In this study, which analyzed the precipitation trend, course and frequency of Çanakkale province, which is located in Marmara Region as a geographical region and reflects the characteristics of Mediterranean climate in general, the total annual precipitation data recorded between 1929-2020 of 21 precipitation observation stations were used. First, the missing data of the stations were interpolated, and the lost years were completed and tested with 4 different homogeneity tests: SNHT, Pettitt, Buishand, Von-Neuman test. As a result of the test of precipitation observation stations with Mann-Kendall Test, Mann-Kendall Rank Correlation Test, Sen's Trend Test and Sen's Innovative Trend, the trend was determined precisely in 6 districts with the same trend result of 4 tests. The increasing trend in Ayvacık, Çan, Eceabat, Ezine and Lapseki districts; In Biga district, the decreasing trend was clearly demonstrated. In the remaining 6 districts, the test results were not evaluated significantly and determined according to the majority status. Accordingly, the upward trend was detected in Bozcaada and Yenice districts and decreased trend in Bayramiç and Gelibolu districts. In Center and Gökçeada district, no increasing or decreasing trends were found.

Atf/Citation: 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).

Sorumlu yazar/Corresponding author: Elif KOCAOĞLU, elifkocaoglu023@gmail.com

* This study is derived from the Master Thesis titled "Trend Analysis of Monthly and Annual Rainfall According to Long-Year Meteorological Data of Çanakkale Province"

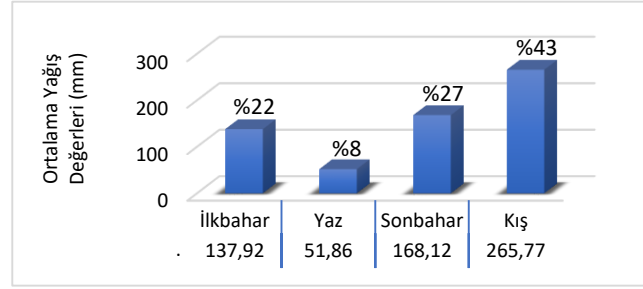
1. Giriş

Küresel iklim değişikliği; yağış, sıcaklık gibi iklim parametrelerini dünyanın her yerinde farklı oranda etkilemektedir. İklim üzerinde olumsuz etkiye sahip olan bu değişiklik sıcaklıkların artmasıyla kuraklık yaşanmasına, deniz seviyesinin yükselmesine ve yağış düzeninin bozulmasına neden olmaktadır. Bu sebeple son yıllarda dünya üzerinde birçok farklı disiplin, iklim parametrelerinde meydana gelen ani değişim ve eğilim durumunu saptayabilmek amacıyla trend analizleri kullanılmaktadır. Trend analiz testleri belli bir zaman serisinden oluşan verilere farklı formüller uygulayarak eğilimini ortaya koymakta ve bu eğilimin hangi yönde ilerlediğini gerek istatistiki raporlar gerekse şekiller üzerinde göstermektedir. Trend analiz ile yapılan çalışma sonuçları gelecekte yapılacak olan çalışma verilerinin güvenilirliğine ve iklim özelliklerine ışık tutmaktadır.

Dünyada ve atmosferik döngüde son yıllarda meydana gelen iklim değişiklikleri meteorolojik olayları ve su döngüsünü etkilemektedir (Ay & Kişi, 2017). İklim sistemlerinin sebep olduğu olumsuz sonuçlardan fazla etkilenmemenin ilk aşamasını mevcut kaynakların iyi bir şekilde planlanması ve yönetilmesi oluşturmaktadır (Büyükyıldız & Bertay, 2004). Trend analizler mevcut su kaynaklarının planlanması ve denetimi konusunda oldukça önemlidir (Yüce vd., 2018). Yağış değişkenliğinde meydana gelen değişimleri yani artış veya azalış hareketlerini ortaya koymak trend analizler ile mümkündür. Yağış parametresi üzerinde yapılan analiz değişiklikleri su kaynakları politikası için kritik öneme sahiptir ve her yağış doğrudan veya dolaylı olarak su kaynaklarını, su mevcudiyetini ve kaynak yönetimini etkilemektedir (Salehi vd., 2019; Hu vd., 2017). Bu nedenle en etkili çözüm yolu su kaynaklarının geçmiş mevcudiyetini ve davranışlarını inceleyip gelecekteki su bilançosu hakkında tahminde bulunmaktır (Gümüş & Yenigün, 2006). Özellikle günümüzde artan nüfus ile su talebinin artması ve buna bağlı olarak su kaynaklarının yetersiz kalması var olan su kaynaklarının optimal bir şekilde kullanılması gerçeğini ortaya çıkarmaktadır (Saphioğlu & Çoban, 2013). Bu konuda planlama yapılması; geçmişte meydana gelen eğilimleri tespit ederek yorumlama ve gelecekte meydana gelebilecek olan eğilimleri ise tahmin etme açısından gereklidir.

Son yıllarda hidro-meteorolojik zaman serileri üzerine eğilimi belirlemek ve gelecekte meydana gelebilecek olan eğilimi ortaya koymak amacıyla yapılan gerek ulusal gerekse uluslararası çalışmalar önem kazanarak artmaktadır ve trend analiz yöntemlerinin önemini ortaya çıkarmaktadır (Zeybekoğlu & Partal, 2018). Özellikle mühendislik, su bilimi ve sosyal bilimler alanlarında gerek Türkiye'nin geneli gerekse bölgeleri ve havzaları üzerinde trend analiz yöntemleri yaygınlaşarak birçok araştırmacı tarafından analiz edilip değerlendirilmiştir. İçağa ve Harmancıoğlu (1995), Yeşilırmak Havzası üzerinde 1979-1984 yılları arası 10 istasyona ait veriler ile MK Testi ve Spearman Rho Testi uygulayarak su kalitesi ölçümünü; Kadioğlu (1997), MK Testi ile 1929-1990 yılları arasında Türkiye'de seçilmiş olan 18 istasyonda ölçülen sıcaklık değerlerinin trend analizini; Kalaycı vd. (2004), MK Testi ve Sen's Slope Yöntemi ile Susurluk Havzası üzerinde 7 istasyona ait aylık akım verilerinin trendini; Akyürek vd. (2004), Türkiye'de bulunan 24 havza üzerinde MK ve T Testi ile bölgesel bazda 107 gözlem istasyonunun akım verisini; Büyükyıldız ve Bertay (2004), 1960-2000 dönemlerini kapsayan 25 adet yağış gözlem istasyonuna ait yağış verileri ile Sakarya Havzasında MK Testi, Sen'in T Testi ve Spearman Rho Testi uygulayarak trend analizini; Cıgızoğlu vd. (2005), Türkiye'de bulunan 24 havza üzerinde 100 adet akım gözlem istasyonlarının verileri ile ortalama, maksimum ve minimum akımların trendlerini; Altın ve Barak (2012), MK Sıra Korelasyon Testi ile 1970-2009 yılları arasında Seyhan Havzası üzerinde bulunan 29 adet meteoroloji istasyonunun hava sıcaklığı ve yağış verileri üzerindeki mevcut eğilimini; Çeribaşı (2016), Batı Karadeniz Havzasında 10 adet meteoroloji istasyonunun yağış verileri ile Yenilikçi Şen Yöntemini; Kahya vd. (2016), 1974-2014 yılları arası Türkiye için farklı noktalarda seçilen 160 meteoroloji istasyonunda aylık yağış veri setine Standart Normal Homojen Testi, Pettitt ve Buishand Testi uygulayarak homojenlik analizini; Kale (2017), Çanakkale ili sıcaklık verileri üzerinde iklim trendleri olarak Pettitt homojenlik analizi, lineer trend analizleri, parametrik olmayan testler ve Box-Jenkins yöntemini; Tosunoğlu (2017), Çoruh Havzasında yıllık, mevsimlik ve aylık olarak 5 adet yağış gözlem istasyonu verilerine günlük maksimum yağışın trend analizini; Özfıdaner vd. (2019), Adana'da 1960-2018 yılları arasındaki aylık maksimum ve minimum sıcaklık verilerini kullanarak MK Testini; Topuz vd. (2021), 1955-2013 yılları arasında Basit Doğrusal Regresyon ve MK Testi ile Türkiye'de seçilmiş olan 29 istasyonun mevsimlik ve yıllık yağış trendini incelemiştir.

Bu çalışmanın amacı homojenlik testleri ve trend analiz yöntemlerinden çıkan değerlerin birbirleriyle mukayese edilerek Çanakkale ili toplam yıllık yağış eğiliminin, gidişatının ve sıklığının analiz edilmesidir. Yöntemlerden çıkan test istatistik değerlerinin CBS ortamına aktarılmasıyla trend haritalarının oluşturulması ve istatistik yöntemlerinin coğrafya ile entegre edilmesiyle benzerlik ve farklılık tespiti açısından bu çalışma önem taşımaktadır.



Şekil 2. 1929-2020 yılları arası Çanakkale ilinin mevsimlere göre ortalama yağış miktarı

Marmara ile Ege Bölgesini birbirinden ayıran ve iki bölge sınırı arasında kalan en önemli yüzey şeklini 1774 m. yükseltiyeye sahip Kaz Dağları oluşturmaktadır. Kaz Dağları'nın kuzey yamacı yani Çanakkale il sınırları içerisinde kalan kısmının yükselti farkı fazla ve dik bir topografyadan oluşmaktadır (Koç, 2007: 30). Kaz Dağları gibi çalışma alanı içerisinde kalan yüksek kesimlerde ise Yarı Nemli- Nemli Akdeniz Dağ İklimi etkisinden söz edilebilir. Sıcaklığın düşmesi ve yağışın artması ile yağışın büyük bir bölümü kar yağışı şeklinde düşmektedir. Bu yüksek alanlarda yıllık ortalama yağış, kıyı kuşağına göre daha düşüktür (Atalay, 2011: 115). Kaz Dağları'nın kuzeyinde Karamenderes nehrinin menderes oluşturarak aktığı Bayramiç ve Ezine depresyonu bulunmaktadır. Buna benzer olarak ilin kuzeyinde Biga Çayı diğer ismiyle Kocabaş Çayı, Biga ve Çan ilçeleri üzerinde akmakta ve buraları birer depresyon haline getirmektedir. Saroz Körfezi kıyısında Kavak Deresi'nin alüvyonlarla biriktirdiği Kavak Ovası (Evreşe Ovası), Kumköy yakınında Yalova Ovası, Gelibolu Yarımadası'nda Kilye ve Pirsen Ovaları, Yenice ilçesindeki Agonya Ovası ilin yükseltisi az olan depresyon ovalarını oluşturmaktadır. Bu alanlarda Asıl Akdeniz İklimi hüküm sürmektedir. Bu iklimin en karakteristik özelliği kışların ılık ve yağışlı, yazların kurak ve sıcak geçmesidir (Atalay, 2011: 115).

Çanakkale, geçiş iklimi etkisinde kaldığından dolayı bitki örtüsü Akdeniz iklimi ve Marmara iklimi bitki örtüsüne uyum sağlamaktadır (Ayaşlıgil, 1997). Çanakkale ili yüzölçümünün %33,4'ünü işlenebilir arazi, %3,1'ini mera, %49,3'ünü ormanlık ve fundalık araziler, %14,2'sini diğer araziler oluşturmaktadır (Ziraat Mühendisleri Odası, 2020). İlin kıyı kuşağında kireçsiz kahverengi topraklar görülürken içlere doğru asit kahverengi orman toprağı ve kahverengi orman toprağı yaygındır. Bayramiç ovası, Lapseki kıyı kesimi, Sarıçay deltası, Umurbey ovası, Kumkale ovası gibi taban düzlüklerinde ise alüvyal toprak hakimdir. Çanakkale ilinde bulunan yerüstü suları küçük akarsulardan oluşmaktadır. Bu akarsular Kaz Dağları'ndan doğmakta ve genel anlamda Çanakkale Boğazı ile Ege Denizinin kesiştiği noktaya dökülmektedirler. Karların erimeye başladığı nisan ve mayıs ayları hariç diğer aylarda debileri çok az olan bu su kütlelerinin düzensizliklerinden dolayı Çanakkale ili zengin bir yerüstü suları olan il kategorisinde bulunmamaktadır.

2. Veri ve Metodoloji

2.1. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Veriler

Veri setinin güvenilirliği açısından verinin temin edildiği kaynaklar yani istasyonlar büyük önem arz etmektedir. Klimatik ve hidro-meteorolojik veriler içeren bir serinin en yeni ve güncel ölçüm cihazlarıyla ölçülmesi, güvenilir olması, doğru ve sürekliliğinin olması, kullanıma ve amacına uygun olması gerekmektedir. İstasyon konumu, yüksekliği, ölçüm ortamı ve araçları, hesaplama şekli gibi istasyon bilgisi çalışmadan önce mutlaka bilinmelidir. İstasyon konumu değişikliği, ölçüm cihazının bozulması veya yanlış yere kurulması gibi istasyonlardan kaynaklı sistematik hatalar veri setinde gerçek değerlerden uzak sonuçlar doğurmaktadır. Herhangi bir analiz yöntemiyle eğilimi ortaya koyan iklim çalışmalarında bazı önemli ölçütler dikkate alınarak istasyon seçimi yapılmalıdır. Partal (2002), çalışmasında bu ölçütleri şu şekilde sıralamıştır:

- ✓ İstasyonlar olabildiğince doğal koşullarda yer almalı ve şehirleşme gibi insan kaynaklı etkilerden etkilenmemelidir.
- ✓ İstasyonlarda verilerin sürekliliği bulunmalıdır (en az 20-30 yıl).
- ✓ Veriler güvenilir olmalıdır.

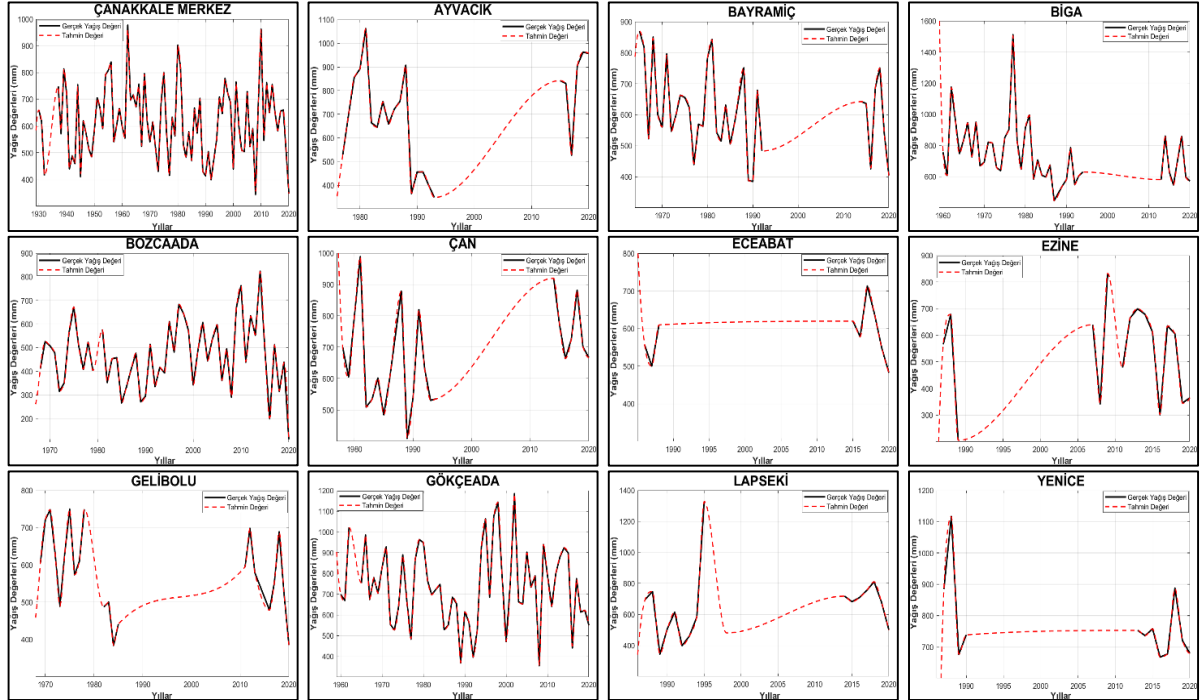
İklimbilimcilere göre birbirinin devamı olan zaman serilerinde verinin sürekliliği çok önemli olmakla birlikte bir iklim değerlendirmesinin yapılabilmesi için en az 20-30 yıl veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada kullanılan verilerin uzunluğu 1929-2020 yılları arasında istasyonlara göre değişmektedir. Çalışmada kullanılan toplam 21 istasyondan en fazla veriye (92 yıl) 17112 numaralı istasyon en az veriye (4 yıl) ise 3481 numaralı istasyon sahiptir. Veri uzunluğunun ilçe bazında değerlendirilmesi sonucu en fazla veri 92 yıl ile Çanakkale il merkezinde, en az veri ise 11 yıl ile Eceabat ilçesinde bulunmaktadır. İstasyonların %76'sı

(16 istasyon) 0-20 yıllık, %5'i (1 istasyon) 20-30 yıllık ve %19'u (4 istasyon) 30 ve daha fazla yıllık veri uzunluğuna sahiptir. Tüm istasyonların veri uzunluğu ortalaması ise 21 yıldır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Yağış Gözlem İstasyonlarının Temel Bilgileri

İlçeler	İstasyon No	İstasyon Konumu	Yükselti (m)	Veri Aralığı	Veri Uzunluğu (yıl)
İl Merkezi	17112	40°14'K - 26°39'D	6	1929-2020	92
Ayvacık	3668	39°60'K - 26°40'D	275	1976-1993	18
	18435	39°60'K - 26°39'D	341	2013-2020	8
Bayramiç	626	39°80'K - 26°61'D	70	1964-1992	29
	18436	39°81'K - 26°59'D	192	2013-2020	8
Biga	630	40°21'K - 27°25'D	25	1959-1994	36
	18084	40°23'K - 27°26'D	34	2012-2020	9
Bozcaada	17111	39°83'K - 26°07'D	30	1967-2020	54
	779	40°03'K - 27°05'D	100	1977-1994	18
Çan	18437	40°01'K - 27°05'D	139	2013-2020	8
	2665	40°18'K - 26°33'D	10	1985-1988	4
Eceabat	18580	40°20'K - 26°28'D	43	2014-2020	7
	3481	39°80'K - 26°33'D	25	1986-1989	4
Ezine	17671	39°77'K - 26°34'D	73	2005-2020	16
	2156	40°41'K - 26°61'D	10	1968-1985	18
Gelibolu	17773	40°40'K - 26°64'D	51	2012-2020	9
	17110	40°19'K - 25°90'D	79	1959-2020	62
Gökçeada	2318	40°35'K - 26°68'D	25	1986-1998	13
Lapseki	18438	40°34'K - 26°69'D	40	2013-2020	8
	3122	39°91'K - 27°25'D	275	1986-1990	5
Yenice	18085	39°93'K - 27°26'D	252	2012-2020	9

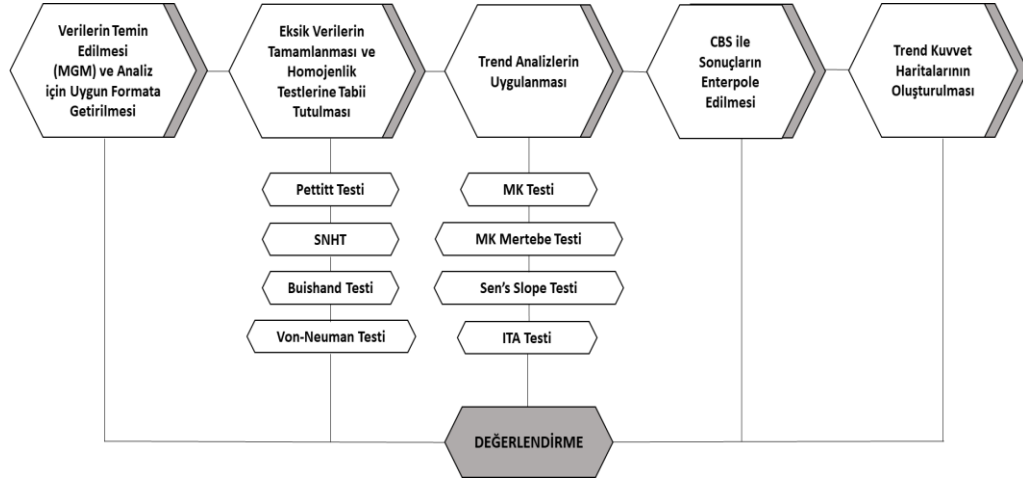
Çalışmada istasyonların veri başlangıç yıllarından 2020 yılına kadar veri sürekliliğini sağlamak amacıyla veri kaybı bulunan yılların enterpolasyonu MATLAB R2019a programında yapılarak tamamlanarak trend hesaplamalarına dahil edilmiştir. Matlab'ta "Shape-Preserving Interpolant" adı verilen şekil koruyan enterpolasyon, eksik verileri uydurmak için Parçalı Kübik Hermite Enterpolasyonu (PCHIP) mantığına dayanmakta ve sayısal analizlerde her bir noktaya hermite formu içinde belirtilen üçüncü derecede polinom eklemektedir. Bu yöntemde her eksik verinin eğilimleri değerlerin etki alanının uç noktalardan üretilmekte ve temel veriye bağlı olarak farklılık göstermektedir. Yağış gözlem değerleri arasında çok fazla fark olmayan düz bir eğilime yakın olan veri setindeki eksiklikler, dalgalanma olmadan bir doğru şeklinde bağlanırken; yağış gözlem değerlerinin arasındaki farkların ve dalgalanmaların arttığı veri setinde eksik veriler, dalgalanmalara uyum sağlayarak kübik polinom şeklinde birbirine bağlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. İlçelere göre yıllık yağış veri setindeki eksik verilerin tamamlanması

2.2. Metodoloji

Bu çalışmada Çanakkale ili iklim trendinin belirlenmesi için gerekli veriler, “<https://mevbis.mgm.gov.tr/>” adresinden online olarak sipariş verilip Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden (MGM) alınmıştır. Çanakkale iline ait 12 ilçe için Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne bağlı 21 adet yağış gözlem istasyonundan uzun yıllık toplam yağış verileri Manuel ve OMGİ ölçümleri şeklinde temin edilip, veriler Excel dosyasında uygun formata getirilerek yıllık metaveri şeklinde altlık olarak kullanılmıştır. Yıllık yağış veri setindeki eksik veriler MATLAB R2019a programında “Shape-Preserving Interpolant” adını verdiğimiz Parçalı Kübik Hermite Enterpolasyonu (PCHIP) mantığına dayanan ve şekil koruyan enterpolasyon ile tamamlanarak trend hesaplamalarına dahil edilmiştir. Veri setinin homojenliğini ve meydana gelen ani değişim yıllarını tespit etmek amacıyla %99 güven aralığı esas alınarak Pettitt Testi, Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT), Buishand Sıra Testi ve Von-Neuman Oran Testi XLSTAT 2019 programı yardımıyla uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan bu homojenlik testleri boş hipotezleri yansıtan testlerin sayısına bağlı olarak şüpheli, kritik ve homojen olmak üzere 3 kategoriye ayrılarak sınıflandırılması yapılmıştır. Kayıp yılları tamamlanan ve homojenlik testlerine tabi tutulan veriler parametrik olmayan trend testlerinden Mann- Kendall Testi, Mann-Kendall Meritebe Korelasyon Testi, Sen’in Eğilim Testi (Sen’s Slope), Şen’in Yenilikçi (Innovative) Eğilim Trend Analizi (ITA) olmak üzere 4 farklı trend analiz yöntemine tabii tutularak eğilim durumları saptanmıştır. Analizler sonucunda çıkan test istatistik değerleri ARCGIS 10.6 programına aktarılıp trend haritalarının oluşturulmasıyla istatistiksel yöntemler ve coğrafya entegre edilmiş ve CBS yardımıyla trend kuvvet haritaları oluşturulmuştur. Farklı yöntem ve testlerle yapılan trend analizler gerek istatistiki sonuçlar ile gerekse haritalar üzerinden yıllık ölçekte birbirleriyle mukayese edilerek analizlerin benzerlik ve farklılıkları yağış değişkenliği üzerinde ortaya konulmuştur. Böylece Çanakkale ili yağış eğilimi her bir yöntemle değerlendirilerek gelecekteki gidişatı ve beklenen olası durumları coğrafi olarak yorumlanmış ve değerlendirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Yöntem iş akış şeması

2.3. Homojenlik Testleri

Homojenlik testleri verilerin güvenilirliği açısından temin edilen verilere uygulanan, anlamlılık düzeyini ve değişim yıllarını gösteren testlerdir. İki ya da daha bağımsız değişkenin mevcut düzene göre test edilmesi ve ana kütleyle uymayan verileri tespit ederek belirtmesi mantığına dayanır. Klimatik ve hidro-meteorolojik veriler içeren bir serinin homojenlik testi, değişim noktasının olup olmadığını sorgulamak için zorunludur. Bu nedenle klimatoloji ve hidro-meteoroloji çalışmalarında farklı yöntemler kullanılarak geliştirilmiştir. Bu çalışmada da homojenliğin sorgulanması amacıyla iklim çalışmalarında sıklıkla kullanılan ve mutlak yöntem olarak bilinen Standard Normal Homojenlik testi (SNHT) (Alexandersson, 1986), Pettitt (Pettitt, 1979), Buishand Sıra (Buishand, 1982) ve Von-Neumann Oran (Von-Neumann, 1941) testi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bu testlerin güven aralığı %99 olarak kabul edilmiştir.

2.3.1. Pettitt Testi

Paramerik olmayan ve Pettitt (1979) tarafından geliştirilen bu test iklimsel verilerdeki ani değişimleri saptamak için kullanılır. Değişimin zamanı tam bilinmediğinde serideki kırılma noktalarını aylık ve yıllık olarak tespit edebilmektedir. Serideki değişim noktasını belirlemek amacıyla Y_i gözlem değeri r_1, r_2, \dots, r_n değerleri olarak sıralanır. “n” tane gözlem değeri için test istatistiği olan X_k ;

$$X_k = \sum_{i=1}^k r_i - k(n+1) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n$$

eşitliği ile sağlanır. X_k test sonuçları grafiksel olarak gösterilir. “T” yılında bir kırılma olması durumunda $k=T$ yılında, test istatistiği maksimum veya minimum değerlerdedir. Seride herhangi bir T noktasında meydana gelen değişim X_k mutlak değeri için en büyük değeri alır.

$$X_T = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k|$$

Eğer X_T tablo değerini aşarsa yokluk (H_0) hipotezi reddedilir ve H_a olan alternatif hipotezi kabul edilir. Bu test istatistiğine ait kritik değerler aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Veri Sayısına Göre Pettitt Testi'nin %99 ve %95 Güven Aralığı (GA) Kritik Değerleri

n GA	20	30	40	50	70	100
%99	71	133	208	293	488	841
%95	57	107	167	235	393	677

2.3.2. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)

Alexandersson (1986) tarafından geliştirilen bu teste göre seride rastgele bir k noktası alınır ve seri ikiye bölünür. X olarak belirtilen seride istatistik hesaplamak için kullanılan denklem;

$$X(k) = kZ_i^2 + (n-k)Z_{i+1}^2 \quad k \geq 1 \text{ olmak üzere} \quad k = i, i+1, i+2, \dots, n$$

ile $X(k)$ değeri hesaplanır. Eğer seride T yılında bir değişim olmuşsa $X(k)$ en büyük değeri alır. O halde bu test istatistiği; $X_T = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k|$ değerinden yüksek bir değere ulaşırsa yokluk (H_0) hipotezi reddedilir ve H_a olan alternatif hipotezi kabul edilir. Bu test istatistiğine ait kritik değerler aşağıda verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Veri Sayısına Göre SNHT'nin %99 ve %95 Güven Aralığı (GA) Kritik Değerleri

n GA	20	30	40	50	70	100
%99	9,11	10,15	10,77	11,19	11,73	12,22
%95	6,95	7,65	8,10	8,45	8,80	9,15

2.3.3. Buishand Sıra Testi

Buishand (1982) tarafından geliştirilen bu testte R düzeltme değeri olarak anılmaktadır. Bu değer test istatistiği olarak bilinmektedir. Test istatistiğini hesaplamak için;

$$S_0^* = 0 \text{ ve } S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n$$

eşitliğinden yararlanır. Burada S , standart sapmayı; S_0^* ve S_k^* ise kısmi toplamları gösterir. Maksimum S_k ve minimum S_k arasındaki farkın standart sapma değerine oranı R düzeltme değerini vermektedir (Wijnngaard vd., 2003). R düzeltme değeri aşağıdaki denklem gibi hesaplanır.

$$R = (\max_{1 \leq k \leq n} S_k^* - \min_{1 \leq k \leq n} S_k^*) / s$$

Seride homojenliğin olması durumunda S^* değeri 0'a eşit olur. Çünkü seride herhangi bir nedenden kaynaklanan sistematik sapma söz konusu değildir. Hesaplanan test istatistiğinin homojen olmaması ise testi yapılan serinin kritik değerlerden büyük olması ile açıklanır. Bu durumda sıfır hipotezi (H_0) hipotezi reddedilir yerine alternatif hipotez (H_a) kabul edilir. Buishand sıra testinde R/\sqrt{n} için kritik değerleri belirten tablo aşağıda verilmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Veri Sayısına Göre Buishand Testi'nin %99 ve %95 Güven Aralığı (GA), R/\sqrt{n} Kritik Değerleri

n GA	20	30	40	50	70	100
%99	1,60	1,70	1,74	1,78	1,81	1,86
%95	1,43	1,50	1,53	1,55	1,59	1,62

2.3.4. Von-Neuman Oran Testi

Von Neuman (1941) tarafından ortaya atılan bu testte, N_{vn} olmak üzere ardışık (yıldan yıla) farkların kareleri toplamının bulunması ve varyans değerine oranlanmasıyla elde edilen bu test istatistiği ile Von-Neuman için N_{vn} kritik değer tablosu aşağıda verilmiştir (Tablo 5).

$$N_{VN} = \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - Y_{i+1})^2 / \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - \bar{Y})^2$$

Tablo 5. Veri Sayısına Göre Von-Neuman Testi'nin %99 ve %95 Güven Aralığı (GA), N_{VN} Kritik Değerleri

n GA	20	30	40	50	70	100
%99	1,04	1,20	1,29	1,36	1,45	1,54
%95	1,30	1,42	1,49	1,54	1,61	1,67

Pettitt Testi, Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Buishand Testi veri setindeki ortalamaları karşılaştırarak homojenlik durumunun yanında kırılmaları ve değişim yıllarını tespit ederken, Von-Neuman Testi veri setinde istatistik yaparak sadece homojenlik durumunu saptar (AL-Salih vd., 2014).

2.4. Trend Analizleri

Bir zaman serisindeki parametre değerlerinin artması veya azalmasına bağlı olarak oluşan değişim yönü trend olarak ifade edilir. Özellikle zaman serisi verilerinde trend analizlerin yapılmasındaki en temel amaç geçmiş serilerden faydalanarak gelecekteki eğilimi tahmin etmektir. Serilerdeki mevcut trendi incelemek için parametrik veya parametrik olmayan (non-parametrik) istatistiki testlerden faydalanılır. Klimatolojik ve hidro-meteorolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılan ve non-parametrik olan testler; Mann-Kendall Testi, Mann-Kendall Meritbe Korelasyon Testi, Sen's Slope, Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizi testleridir.

2.4.1. Mann-Kendall Testi

Kendall's Tau olarak bilinen Mann-Kendall testi, klimatolojik ve hidro-meteorolojik verilerin analizinde kullanılan parametrik olmayan bir testtir. Trend bulmada en iyi yöntem olarak bilinen bu testte, verilerin büyüklüğü değil sıralamaları esastır (Burn vd., 2002). Ayrıca Mann-Kendall testinin parametrik olmamasından dolayı değişkenlerin dağılım koşulları rastgeledir. Mann-Kendall τ istatistiği olarak da bilinen yöntem, korelasyon katsayısının hesaplanması esasına dayanmaktadır. Veri seti kümesindeki k tane eleman (k_1, k_2, \dots, k_n) zamana göre sıralanır ve her bir X_k kıyas noktası olarak alınır. Ölçümün başladığı tarihten bitiş tarihine kadar $k=1, 2, \dots, n-1$ 'e kadar olan X_k veri seti ile $j=k+1, k+2, \dots, n$ 'e kadar olan X_j veri setine ilişkin Mann-Kendall test istatistiği olan S denklemi:

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

Yukarıda verilen x_j ve x_k ; j ve k yıllarındaki veri setini göstermektedir. Eğer $j > k$ olursa buna göre işaret fonksiyonu (signum fonksiyonu) olan "Sgn" aşağıda verilen eşitlikteki gibi yazılır.

$$\text{Sgn}(X_j - X_k) = \begin{cases} (X_j - X_k) > 0 & \rightarrow +1 \\ (X_j - X_k) = 0 & \rightarrow 0 \\ (X_j - X_k) < 0 & \rightarrow -1 \end{cases}$$

Normal dağılım özelliğine sahip olan MK test istatistiği S 'nin varyans hesabının yer aldığı denklemde n ; serideki yıl uzunluğunu belirtmektedir. Varyans belirlendikten sonra testin önem düzeyinde olup olmadığı ise aşağıdaki verilen eşitlikte kritik Z değerinin karşılaştırılmasıyla elde edilir.

$$\text{var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad Z = \begin{cases} S > 0 & \text{ise}; & S - \frac{1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \\ S = 0 & \text{ise}; & 0 \\ S < 0 & \text{ise}; & S + \frac{1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \end{cases}$$

Önem seviyesi belirlenen olasılıkta sıfır hipotezi (H_0) ve alternatif hipotez (H_a) kabul durumları tespit edilir. Eşitlikte mutlak olasılıkta bulunan değer, α anlamlılık derecesinin değerinden büyük olma koşuluyla; Z değeri negatif ise azalan trend, pozitif ise artan trend gözlemlenir. Sıfır hipotezi (H_0), normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerine eşit veya bu değerden küçükse kabul edilir ve herhangi bir eğilim tespit edilmez. Aksi durumda yani normal dağılım değerinin $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük olduğu durumda sıfır hipotezi (H_0) reddedilir ve alternatif hipotez (H_a) kabul edilerek eğilim varlığından bahsedilir. Eğilimin durumunu ise S değeri belirler. S değeri negatif ise eğilim azalan, pozitif ise eğilim artan yöndedir (Yue & ark., 1993).

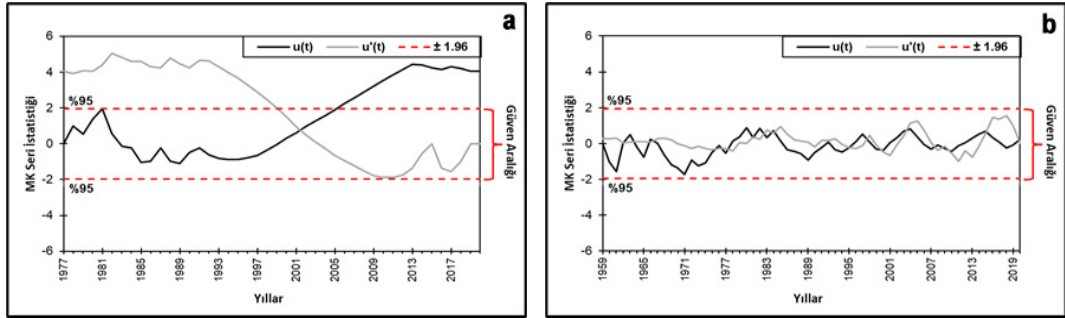
2.4.2. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon İstatistiği

Grafiksel olarak verilen ve trend başlangıç noktalarını da gösteren Mann-Kendall mertebe korelasyon test istatistiğinde; $u(t) > 0$ pozitif bir artış eğilimini, $u(t) < 0$ ise azalış eğilimini göstermektedir. Ayrıca $u(t)$ 'nin anlamlılık seviyesi olan ± 1.96 değerlerine yakın salınımlarda bulunması trendin güvenilirliği ve anlamlılık düzeyi açısından önemlidir. Test istatistiğinde ve grafikte gösterilen $u'(t)$ ise mertebe korelasyon testinde geriye doğru hesaplanan test istatistiği değeridir. Test adından da anlaşıldığı üzere bu testte verilerin gerçek değerleri yerine mertebeleri kullanılır. Her bir değer yerine kendinden önceki büyük olan değerlerin sayısı (n_i) kullanılır. Bu değerlerin toplamı ile Mann-Kendall mertebe korelasyon test istatistiği (t) ve test istatistiğinin $u(t)$ değeri aşağıda verilen denklemler ile bulunur.

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{Var(t)}}$$

Bu eşitliğin ortalaması; $E(t) = n(n-1)/4$ varyansı ise; $Var(t) = n(n-1)(2n+5)/72$ denklemleri ile hesaplanır. Geriye doğru olarak ifade edilen $u'(t)$ değeri de bu çözüme benzer şekilde elde edilir ve $u'(t) = -u(t)$ 'ye karşılık gelmektedir (Sneyers, 1990). Sadece $u(t)$ 'ye göre veriler baştan sona değil, sondan başa doğru elde edilir. Her iki eğilim çizgisi arasındaki ilişki şu şekildedir:

- Çizgiler değişimlerin başladığı noktada birbirine yakınlaşır. Sonrasında ise birbirlerinden uzaklaşarak trendin başlangıcını ve önem düzeyini gösteren noktalara ulaşırlar (Şekil 5a).
- Ancak seride bir trendin varlığı söz konusu değil ise bu iki eğilim çizgisi birçok kez birbirlerine oldukça yakın hareketlerde bulunarak uzaklaşırlar (Şekil 5b).



Şekil 5. Trend olması (a) ve olmaması (b) durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği

2.4.3. Sen'in Eğilim Testi (Sen's Slope)

Hirsch (1982) tarafından ortaya atılan bu test istatistiği, Sen (1968) tarafından geliştirilmiş parametrik olmayan bir eğilim testidir. Sen trend eğilim testinde seride mevcut olan bir eğimin birim zamandaki değişim değeri belirlenir. Testte kullanılan verilerin hataları ve uç değerleri sonucu etkilememektedir. Yani seride eksiklik olsa dahi test uygulanabilir. Bu teste göre (x_1, x_2, \dots, x_n) olarak sıralanmış veri setindeki seride bulunan j ve k zamanlarının değerleri ($j > k$ ön koşulu ile) x_j ve x_k olmak üzere $N = n(n-1)/2$ denklemi ile " n " zaman periyotlarının değer sayısı hesaplanır. Q_i kadar veriden oluşan serinin trend eğilimi ise $Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}$ eşitliği ile elde edilir. Ortaya çıkan Q_i değerleri küçükten büyüğe göre sıralanır. Elde edilen Q_i değerlerinin medyanı eğilim değerinin eğimini verir. Ancak burada medyan değeri N sayısının tek ya da çift olma durumuna göre farklılık gösterip aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunur.

$$\text{Eğer } N \text{ tek ise; } Q_{\text{medyan}} = \left[Q_{\frac{N+1}{2}} \right] \quad N \text{ çift ise; } Q_{\text{medyan}} = \left\{ \frac{1}{2} [Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2}] \right\}$$

Eşitlikten çıkan değerlerin negatif olmasıyla azalan trend, pozitif olmasıyla ise artan trend sonucuna ulaşılır.

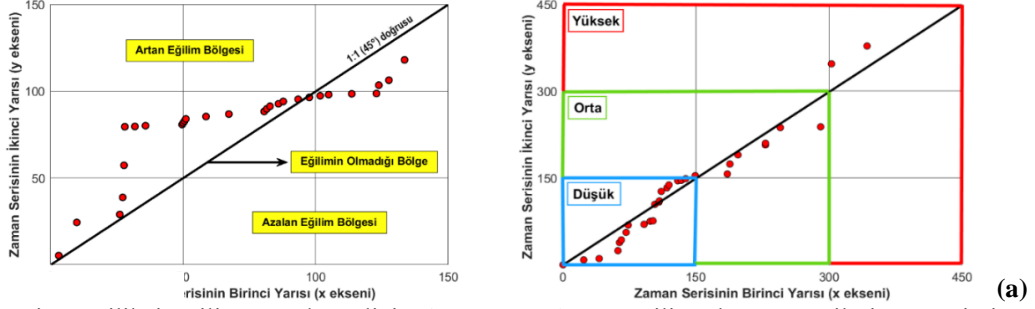
2.4.4. Şen'in Yenilikçi (Innovative) Eğilim Trend Analizi (ITA)

Herhangi bir varsayıma dayanmayan bu yöntem Şen (2012) tarafından geliştirilmiştir. Doğrusal bir grafik özelliği taşıyan bu analizde; verilerin normal dağılım koşulları, serinin uzun ya da kısa olması, içsel bağımlılık sorunu gibi faktörler önemli değildir. Diğer parametrik olmayan (Mann-Kendall, Spearman Rho vb.) yöntemlere göre en büyük avantajı eğilimine bakılan serinin bağımlı ya da bağımsız olmasının herhangi bir etkiye sahip olmamasıdır. Yöntemin uygulama adımları şu şekildedir:

- Gözlemlenecek olan zaman serisi eşit biçimde zaman serisinin birinci yarısı (x ekseni) ve ikinci yarısı (y ekseni) olmak üzere ikiye ayrılır.

- Elde edilen yeni iki seri küçükten büyüğe doğru sıralanıp; birinci alt seri yatay (x) eksenine, ikinci seri ise dikey (y) eksenine gelecek şekilde koordinat düzlemine yerleştirilir.
- Başlangıcı orijin olan 1:1 (45°) doğrusu düzleme yerleştirilir.

Analiz sonucunda değerler 45° doğrusu üzerinde ya da doğruya yakın bir konumda yer alırsa seride eğilimin olmadığı söylenir. Ancak değerler doğrunun altında veya üstünde yer alıyorsa trend mevcuttur. Değerler doğrunun altında kalıyor ve giderek uzaklaşıyorsa azalan eğilim, değerler doğrunun üstünde kalıyor ve giderek uzaklaşıyorsa artan eğilim olduğu sonucuna ulaşılır. Değerlerin 1:1 (45°) doğrusundan uzaklaşma hızı ise artan veya azalan eğilimin eğimini vermektedir (Şekil 6a). Şen'in bu yönteminin bir başka özelliği ise trendi bulunan seriden elde edilen değeri düşük, orta ve yüksek kategorilerde üçe bölerek ölçümü yapılan bölgenin meteorolojik olaylarının tahmininde güçlü öngörüler sunmaya yardımcı olmasıdır (Şekil 6b).



Şekil 6. Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizi'nde artan, azalan ve eğilim olmayan serilerin gösterimi (a) ile verilerin sınıflandırılması (b).

Grafik üzerinde dağılan veriler; 1:1 (45°) doğrusunun üstünde sürekli doğrudan uzaklaşacak şekilde artıyorsa bu trendin türü tekdüze (monotonic) artan, 1:1 (45°) doğrusunun altında sürekli doğrudan uzaklaşacak şekilde azalıyorsa bu trendin türü tekdüze (monotonic) azalan trend olarak adlandırılmaktadır. Grafikte dağılım gösteren verilerin küçük değerlerde süreklilik göstermemesiyle trend tekdüze özelliğini kaybetmektedir. Değerlerin; küçük değerlerde artış gösterip büyük değerlere doğru azalış göstermesi sonucu tekdüze olmayan azalan trend, küçük değerlerde azalış gösterip büyük değerlere doğru artış göstermesi sonucu ise tekdüze olmayan artan trend gözlemlenmektedir (Dabanlı, 2017: 57).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İstasyon Verilerinin Homojenlik Analizleri

Homojenlik durumu test istatistik sonuçlarının %99 güven aralığında bulunan kritik değer tablosuna göre değerlendirilebileceği gibi p-value değerlerinin $\alpha = 0,05$ olan anlamlılık düzeyine göre yokluk hipotezini kabul etme durumuna göre de değerlendirilebilir. Sıfır hipotezini kabul etmeyen yani reddeden homojenlik testleri alternatif hipotezini kabul ederek yağış veri setinin aynı kümeden gelmediği ve değerlerin birbirleriyle uyum sağlamadığı mantığını kabul etmektedir. Schönwiese & Rapp (1997), sınıflandırmasına göre homojenlik, boş hipotezleri yansıtan (sıfır hipotezi kabul eden) testlerin sayısına bağlıdır. Aşağıdaki kategorilere göre sınıflandırma şu şekilde yapılmaktadır:

Sınıf 1: "Homojen" - %1 anlamlılık seviyesinde boş hipotezi 0 veya 1 test reddeder.

Sınıf 2: "Kritik" - %1 anlamlılık seviyesinde boş hipotezi 2 test reddeder.

Sınıf 3: "Şüpheli" - %1 anlamlılık seviyesinde boş hipotezi 3 veya 4 test reddeder (Schönwiese vd., 1997; J. B. Wijngaard vd., 2003: 681).

Bu çalışmada yağış verileri %99 güven aralığında 4 farklı test ile sınanmış ve p-value değerlerinin sıfır hipotezini reddettiği değerler koyu renk ile gösterilip yokluk hipotezini yansıtan test sayısına bağlı olarak homojenlik durumu değerlendirilmiştir. Pettitt Testi, Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Buishand Testi veri setinde ortalamaya göre kırılmaları ve değişim yıllarını tespit ederken, Von-Neuman Testi veri setinde istatistik yaparak sadece homojenlik durumunu öğrenmemize yardımcı olur. 12 yağış gözlem istasyonundan SNHT testine göre 5, Pettitt testine göre 6, Buishand testine göre 5, Von-Neuman testine göre ise 2 istasyon homojendir. Genel anlamda 4 testin birlikte değerlendirilmesiyle Merkez, Bozcaada, Gökçeada, Lapseki ve Yenice istasyonları homojen sonuç vermesine karşın geri kalan 7 istasyon sınıf: 3 kapsamında şüpheli olarak değerlendirilmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. %99 Güven Aralığında İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Homojen Testi

İlçeler	Veri Aralığı	Test Adı	Test İstatistiği	P-Value	Değişim Yılı	Sonuçlar
Merkez	1929-2020	Pettitt	333	0,592	1981	Sınıf: 1
		SNHT	3,831	0,550	2018	
		Buishand	6,497	0,666	1981	
		Von-Neuman	1,595	0,026	-	
Ayvacık	1976-2020	Pettitt	278	0,010	2006	Sınıf: 3
		SNHT	11,463	0,004	2007	
		Buishand	10,632	0,005	2005	
		Von-Neuman	0,550	<0,0001	-	
Bayramiç	1964-2020	Pettitt	320	0,084	1981	Sınıf: 3
		SNHT	10,903	0,013	1968	
		Buishand	11,404	0,010	1981	
		Von-Neuman	1,515	0,034	-	
Biga	1959-2020	Pettitt	696	<0,0001	1981	Sınıf: 3
		SNHT	21,774	0,032	1981	
		Buishand	17,565	<0,0001	1981	
		Von-Neuman	1,356	0,012	-	
Bozcaada	1967-2020	Pettitt	238	0,340	1994	Sınıf: 1
		SNHT	6,697	0,157	2019	
		Buishand	6,803	0,265	1994	
		Von-Neuman	1,578	0,054	-	
Çan	1977-2020	Pettitt	346	<0,0001	2001	Sınıf: 3
		SNHT	16,472	0,000	2003	
		Buishand	13,282	0,000	2002	
		Von-Neuman	1,020	0,000	-	
Eceabat	1985-2020	Pettitt	237	0,000	1999	Sınıf: 3
		SNHT	17,158	0,008	1987	
		Buishand	6,966	0,064	1987	
		Von-Neuman	0,854	0,001	-	
Ezine	1986-2020	Pettitt	200	0,004	2000	Sınıf: 3
		SNHT	11,681	0,003	1999	
		Buishand	10,050	0,002	1999	
		Von-Neuman	0,976	0,001	-	
Gelibolu	1968-2020	Pettitt	414	0,000	1981	Sınıf: 3
		SNHT	24,195	<0,0001	1980	
		Buishand	15,461	<0,0001	1980	
		Von-Neuman	0,716	<0,0001	-	
Gökçeada	1959-2020	Pettitt	187	0,646	1993	Sınıf: 1
		SNHT	2,863	0,736	2015	
		Buishand	6,019	0,505	1993	
		Von-Neuman	1,554	0,030	-	
Lapseki	1986-2020	Pettitt	160	0,063	2007	Sınıf: 1
		SNHT	2,663	0,663	1994	
		Buishand	4,281	0,540	1994	
		Von-Neuman	1,032	0,002	-	
Yenice	1986-2020	Pettitt	92	0,918	1988	Sınıf: 1
		SNHT	18,479	0,058	1988	
		Buishand	7,223	0,022	1988	
		Von-Neuman	1,720	0,159	-	

3.2. Mann-Kendall Testi ve Sen'in Eğilim Testi ile Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Analizi

Çalışma alanında çoğunlukla artan trendin mevcudiyetiyle artış eğilimi hakimdir. Merkez, Bayramiç, Bozcaada, Gelibolu ve Gökçeada istasyonları olmak üzere toplam 5 istasyonda sıfır hipotezi (H_0) kabul edilmesine karşın geri kalan istasyonlar anlamlılık derecesi olan 0,05 değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezini (H_0) reddederek alternatif hipoteze (H_a) göre değerlendirilmiştir.

MK Test istatistiğine göre Merkez, Bayramiç ve Gökçeada istasyonları sıfır hipotez (H_0) bakımından kabul edilmiş fakat olasılık değerinin anlamlılık değerinden küçük olması nedeniyle herhangi bir artan veya azalan trend bulunamamıştır. Toplamda analizi yapılan 12 istasyondan sadece 9 istasyonda eğilime rastlanılmıştır. Ayvacık, Bozcaada, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Lapseki ve Yenice istasyonlarında artan trende rastlanılırken Biga istasyonunda azalan trende rastlanılmıştır. Sen's Slope test istatistiğine göre ise alternatif hipotez bakımından kabul edilen ilçe istasyonları eğilim değerinin işareti bakımından değerlendirilmiştir. Ayvacık, Bozcaada, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Lapseki ve Yenice istasyonlarında artan trende rastlanılırken; Merkez, Bayramiç, Biga, Gökçeada istasyonlarında azalan trende rastlanılmıştır. Test istatistiği olan Sen's Slope değeri hesaplanırken bu değer alt ve üst sınır değerleri de hesap edilmektedir. 12 ilçe istasyonunun yağış değerlerine göre hesaplanan Sen's Slope değerleri bu alt ve üst değerlerini aşmadığından

test istatistiği %95 güven aralığındadır. Test istatistik değerlerinin güvenilirliği belirleyen bu alt ve üst sınırlara yakın değerlerde çıkması testi anlamlı kılmaktadır (Tablo 7).

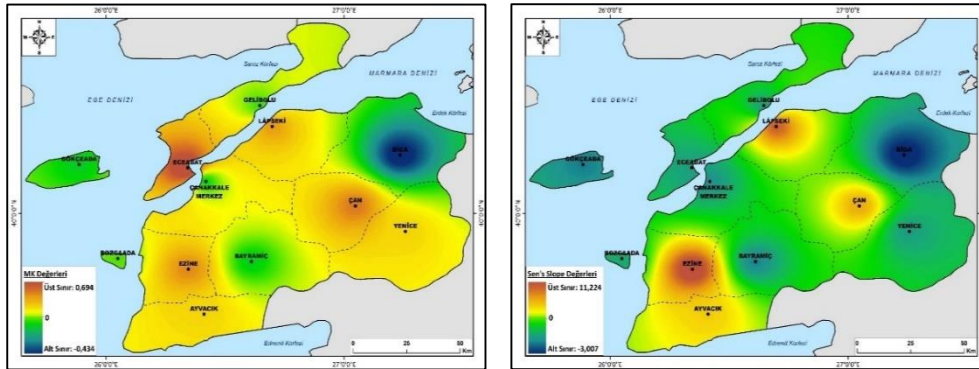
Tablo 7: Mann-Kendall Testi ve Sen'in Eğilim Testi ile Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Analizi.

İlçeler	Veri Aralığı	S	P-Value	H ₀	MK TESTİ		SEN SLOPE TESTİ			
					Kendall's Tau	Trend	Alt Sınır (%95)	Sen's Slope	Üst Sınır (%95)	Trend
Merkez	1929-2020	-55	0,855	Kabul	-0,013	—	-1,225	-0,142	1,065	▼
Ayvacık	1976-2020	234	0,023	Red	0,236	▲	1,279	6,174	16,254	▲
Bayramiç	1964-2020	-70	0,626	Kabul	-0,045	—	-2,804	-0,589	1,703	▼
Biga	1959-2020	-768	<0,0001	Red	-0,434	▼	-3,663	-3,007	-1,976	▼
Bozcaada	1967-2020	69	0,612	Kabul	0,048	▲	-1,848	0,729	3,286	▲
Çan	1977-2020	385	<0,0001	Red	0,426	▲	3,881	7,134	11,062	▲
Eceabat	1985-2020	437	<0,0001	Red	0,694	▲	0,248	0,355	0,490	▲
Ezine	1986-2020	235	0,001	Red	0,395	▲	4,327	11,224	18,497	▲
Gelibolu	1968-2020	41	0,745	Kabul	0,032	▲	-2,211	0,486	1,746	▲
Gökçeada	1959-2020	-97	0,560	Kabul	-0,051	—	-3,346	-0,707	2,208	▼
Lapseki	1986-2020	201	0,003	Red	0,358	▲	3,497	9,443	13,395	▲
Yenice	1986-2020	143	0,044	Red	0,240	▲	0,020	0,290	0,531	▲

(%95 güven aralığında; ▲: Artan trend, ▼: Azalan trend, —: Trend yok)

İstasyon point verisine MK trend analiz sonuçlarının “Z” değerleri ve Sen's Slope test istatistik değerleri girilerek Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında Ters Ağırlıklı Mesafe Yöntemi (IDW) ile çalışma alanı üzerinde enterpolasyon tekniği uygulanmış ve yıllık MK ve Sen's Slope trend dağılımını gösteren haritalar oluşturulmuştur. Kırmızı renk anlamlı artış eğilimlerini belirtirken, mavi renk anlamlı ölçüde azalış eğilimlerini ortaya koymaktadır. Sarı ve yeşil renk genel olarak trend olmaması durumunu yansıtmaya karşın bazen küçük ölçüde var olan veya anlamlı olmayan artış ve azalış eğilimlerini göstermektedir.

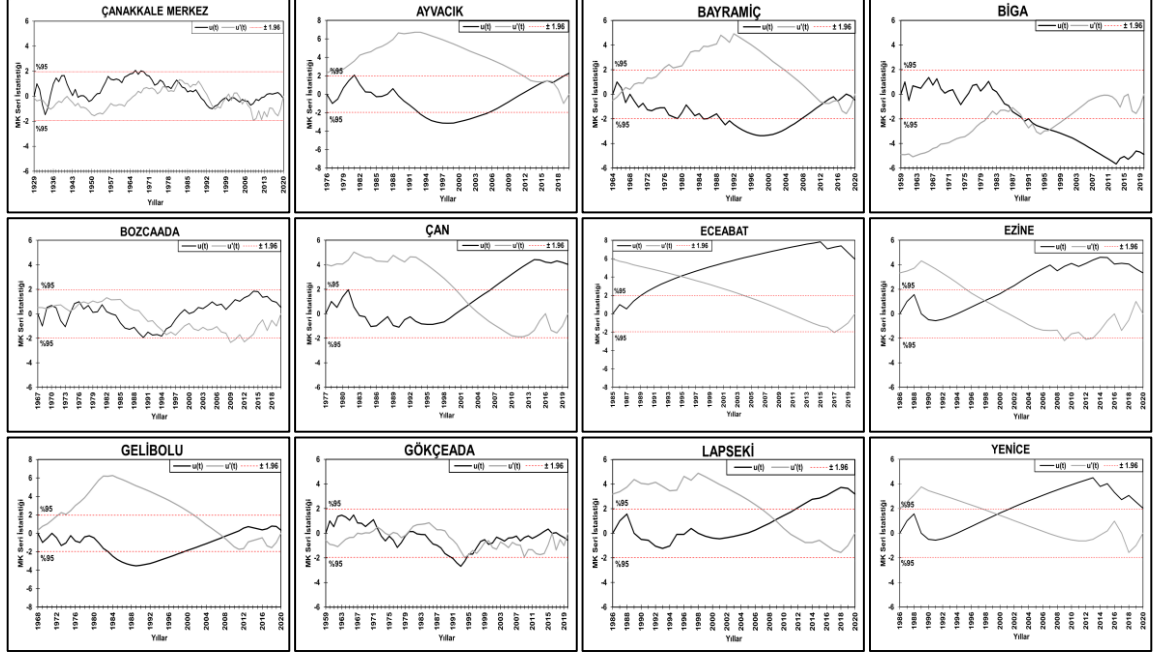
Z değeriyle oluşturulan MK trend haritasında; %95 önem seviyesinde anlamlı artışların var olması sebebiyle Çan, Eceabat, Ezine ve Lapseki istasyonlarında kırmızı, anlamlı azalışların olduğu Biga istasyonunda ise mavi renk hakimdir (Şekil 7a). Sarı renk ile gösterilen Ayvacık ve Yenice istasyonlarında önemli sayılmayacak derecede artış eğilimi mevcuttur. Merkez, Bayramiç ve Gökçeada istasyonlarında herhangi bir artan veya azalan trend bulunmaması sebebiyle bu istasyonlarda yeşil renk belirmiştir. Z değerleri trend yok denecek kadar az olan ve önemsiz sayılan küçük artma eğilimlerinin olduğu Bozcaada (0,048) ve Gelibolu (0,032) istasyonları da yeşil renk ile gösterilmiştir. Tüm istasyonların hesaba katılarak Çanakkale ili MK test istatistiğinde %95 önem seviyesinde ve anlamlı ölçüde trend sayılabilecek üst sınırı Eceabat ilçesi (0,694), alt sınırı ise Biga ilçesi (-0,434) oluşturmaktadır. Sen's Slope test istatistik değeriyle oluşturulan Sen'in Eğilim trend haritasında ise (Şekil 7b); %95 önem seviyesinde anlamlı artışların var olması sebebiyle Ayvacık, Çan, Ezine ve Lapseki istasyonlarında kırmızı renk, anlamlı azalışların olduğu Merkez, Bayramiç, Biga ve Gökçeada istasyonlarında ise mavi renk hakimdir. Azalma trend kuvvetinin en fazla olduğu istasyon koyu renk mavi ile gösterilirken kuvvetin azalması durumunda renk açık hale dönüşür. Artan trend olarak kabul edilen Bozcaada, Eceabat, Gelibolu ve Yenice istasyonlarında önemli sayılmayacak derecede artış eğilimi mevcuttur. Bu istasyonların Sen's Slope değerleri sıfıra yakın olduğundan artış eğilim kuvvetinin fazla olduğu kırmızı renk ile gösterilmemiştir (Şekil 7).



Şekil 7. MK (a) ve Sen's Slope (b) değerleriyle oluşturulan yıllık ortalama yağış verilerinin trend kuvveti haritası

3.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi ile Yıllık Yağış Verilerinin Analizi

Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testinde %95 güven seviyesinde analiz edilen yıllık yağış verilerinin sonuçları incelendiğinde Merkez, Gökçeada ve Bozcaada ilçelerinde $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birbirlerine ± 1.96 güven aralığında birkaç kez yakın salınımlar yapması ve kesişmesi sonucu değişim noktası ve belirgin bir trend bulunamamıştır. Kalan 9 ilçede ise $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birbirlerine yakınlaşıp uzaklaşması sonucu seride trend bulunmuştur. Genel olarak $u(t)$ eğrisinin yüksek oranda pozitif değerlerde salınım yapması sonucu Ayvacık, Çan, Eceabat, Ezine, Lapseki ve Yenice ilçelerinde eğilim artan yöndedir. Bayramiç, Biga ve Gelibolu ilçelerinde ise $u(t)$ eğrisinin yüksek oranda negatif değerlerde salınım yapması sonucu azalan yönde eğilim mevcuttur. Seri içinde $u'(t)$ eğrisinin $u(t)$ 'nin zıddına ters yönde salınım yapması ve iki eğri arasının fazla açılması eğilim kuvvetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum var olan trend kuvvetinin yüksek olmasıyla açıklanmaktadır (Şekil 8).

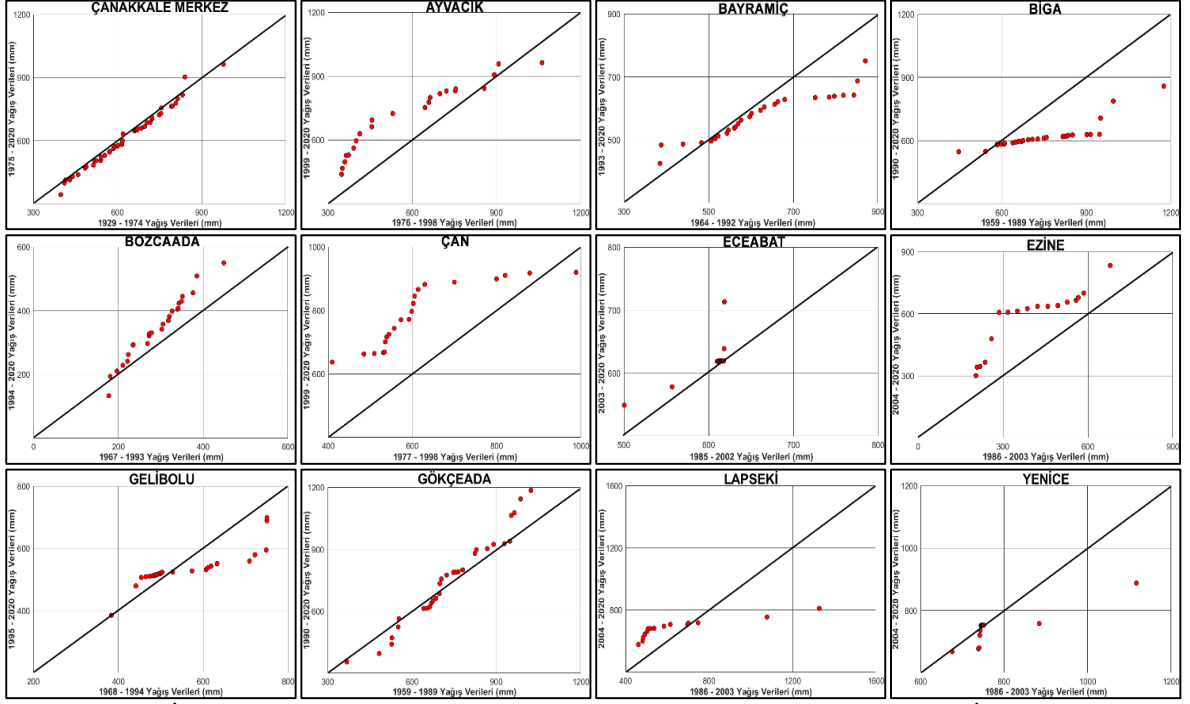


Şekil 8. Uzun yıllık yağış verilerinin Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi ile incelenmesi

3.4. Şen'in Yenilikçi (Innovative) Eğilim Trend Analizi (ITA) ile Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Analizi

Yıllık ortalama yağış verileri Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizine göre 1:1 çizgisi ile hesaplanarak ilçelere göre eğilim grafikleri değerlendirilmiştir. Çanakkale merkez ilçesi yağış verilerinin bazıları grafikte oluşturulan 1:1 (45°) doğrusunun tam üzerinde bazıları ise çok yakın bir konumda sıralandığı için grafikte herhangi bir yöne doğru belirgin bir eğilim tespit edilememiştir. Ayvacık, Bozcaada, Çan, Eceabat, Ezine, Gökçeada ve Lapseki ilçeleri yağış verilerinin büyük çoğunluğu grafikte oluşturulan 45°lik doğrunun üst kısmında sıralandığı için artan eğilim; Bayramiç, Biga Gelibolu ve Yenice ilçeleri yağış verilerinin büyük çoğunluğu ise doğrunun alt kısmında sıralandığı için azalan eğilim bulunmuştur (Şekil 9).

Eğilim grafiklerine göre analiz edilen yıllık ortalama yağış verileri düşük, orta ve yüksek değerlere göre sınıflandırılarak sonuçlandırılmıştır. Bu çalışmada Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizi sonucunun yüksek veya düşük olarak sınıflandırılması seçilen yağış parametresi üzerinde kritik bir öneme sahiptir. Yağış verilerinin yüksek olarak sınıflandırılan alanda toplanması sonucu üzerinde çalışılan bölgede taşkın riski doğmaktadır. Eğilimin gidişatı ve kuvvetine göre gelecekte bu durumun sıklığı hakkında yorum yapılabilir. Yağış verilerinin düşük olarak sınıflandırılan bölgede toplanması ise kuraklığın yaşandığına veya gelecekteki kuraklık eğilimi hakkında bilgi verir. Ayrıca yağış verilerinin 45°lik doğruya göre konumlandırılmasıyla değerlendirecek olursak Ezine ilçesi yağış verilerinin tamamı doğrunun üst kısmında yer aldığı için artan eğilim tekdüzedir. Diğer ilçelerin eğilim grafikleri incelendiğinde ise verilerin çoğunluğu dışında küçük bir kısmı doğrunun üst veya alt kısmında bulunduğu için artan/azalan eğilim tekdüze değildir (Tablo 8).



Şekil 9. İlçelere Göre Yıllık Yağış Verilerinin Şen'in Yenilikçi Eğilim Yöntemi ile İncelenmesi

Tablo 8. İlçelere Göre Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizi ile Yıllık Ortalama Yağış Verilerinin Sınıflandırılması

İlçeler	Veri Aralığı	Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizi			
		Düşük	Orta	Yüksek	Sonuç
Merkez	1929-2020	Eğilim yok (%50)	Eğilim yok (%47)	Eğilim yok (%3)	Eğilim yok
Ayvacık	1976-2020	Artan (%40)	Artan (%49)	Azalan (%11)	Tekdüze olmayan artan
Bayramiç	1964-2020	Artan (%18)	Azalan (%66)	Azalan (%16)	Tekdüze olmayan azalan
Biga	1959-2020	Artan (%30)	Azalan (%58)	Azalan (%12)	Tekdüze olmayan azalan
Bozcaada	1967-2020	Azalan (%4)	Artan (%24)	Artan (%72)	Tekdüze olmayan artan
Çan	1977-2020	Artan (%30)	Artan (%61)	Artan (%9)	Tekdüze olmayan artan
Eceabat	1985-2020	Artan (%17)	Eğilim yok (%80)	Artan (%3)	Tekdüze olmayan artan
Ezine	1986-2020	Artan (%17)	Artan (%40)	Artan (%37)	Tekdüze artan
Gelibolu	1968-2020	Eğilim yok (%4)	Artan (%71)	Azalan (%25)	Tekdüze olmayan azalan
Gökçeada	1959-2020	Azalan (%22)	Artan (%56)	Artan (%22)	Tekdüze olmayan artan
Lapseki	1986-2020	Artan (%91)	Azalan (%6)	Azalan (%3)	Tekdüze olmayan artan
Yenice	1986-2020	Eğilim yok (%88)	Azalan (%9)	Azalan (%3)	Tekdüze olmayan azalan

Uygulanan 4 farklı trend analiz yöntemi ile yıllık yağış eğilim durumları saptanmış, karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir (Tablo 9). Toplam 12 ilçe istasyonundan artan eğilime sahip 7, azalan eğilime sahip 3 ve eğilimin bulunmadığı ilçe sayısı ise 2 olarak çıkmıştır. Çanakkale'nin fiziki ortam şartlarına ve ilçelerine göre değişkenlik gösteren yağış verilerinin analizini yapmak amacıyla uygulanan analizler sonucunda 4 testin aynı trend sonucunu vermesiyle birlikte 6 ilçede eğilim durumu kesin olarak saptanmıştır. Ayvacık, Çan, Eceabat, Ezine ve Lapseki ilçelerinde artış eğilimi; Biga ilçesinde ise azalış eğilimi ortaya konulmuştur. Kalan 6 istasyonda ise trend test sonuçlarının çoğunluk durumuna göre eğilimler belirlenebilmektedir. Merkez ve Gökçeada ilçelerinde herhangi bir artan veya azalan eğilime rastlanılmamıştır. Bozcaada ve Yenice ilçelerinde artış eğilimi tespit edilirken, Bayramiç ve Gelibolu ilçe istasyonlarında ise azalış eğilimi tespit edilmiştir. Yağış gözlem istasyonlarında veri seti açısından süreklilik ve devamlılık sağlayan ilçe istasyonlarında genel anlamda eğilim saptanmamıştır. Bu durumda il için coğrafi yönden herhangi bir meteorolojik olay riskinin olmadığı sonucuna varılabilir. Veri aralığı kısa olan ve veri sürekliliğini sağlayamayan ilçe istasyonlarında ise yağış değerlerinin eğilimi artan veya azalan yönde hareket etmiştir. Bu istasyonlarda nemli ve kurak aylara ilişkin yağışın artma ve azalma trendine bağlı olarak gelecek için meteorolojik olay tahminlemesi yapılabilmektedir. Fakat veri sürekliliğinin olmadığı ve eksik veri tahminleme aşamasında verilerin gerçek değerlerden uzaklaşarak büyük ölçüde sapmaya uğradığı bu gibi istasyonlarda trend analiz sonuçlarının baz alınarak gelecek yıllar için meteorolojik olay tahminlemesinin ve

yorumlanmasının pek sağlıklı sonuçlar vermediği düşünülmektedir. Bu yüzden bu istasyonların bulunduğu ilçelerde gelecek açısından eğilim tahmini yapılmamış, mevcut eğilimin tespiti analiz edilerek saptanmıştır.

Tablo 9. Çalışmada Kullanılan Trend Analiz Yöntemlerinin Yıllık Olarak Karşılaştırılması

İlçeler	Mann-Kendall Testi	Mann-Kendall Meritebe Korelasyon Testi	Sen's Slope	Sen Yenilikçi Eğilim Trend Analizi
Merkez	—	—	▼	—
Ayvacık	▲	▲	▲	▲
Bayramiç	—	▼	▼	▼
Biga	▼	▼	▼	▼
Bozcaada	▲	—	▲	▲
Çan	▲	▲	▲	▲
Eceabat	▲	▲	▲	▲
Ezine	▲	▲	▲	▲
Gelibolu	▲	▼	▲	▼
Gökçeada	—	—	▼	▲
Lapseki	▲	▲	▲	▲
Yenice	▲	▲	▲	▼

(%95 güven aralığında; ▲: Artan trend, ▼: Azalan trend, —: Trend yok)

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Türkiye'nin yıllık yağışlarında gözlenen önemli azalma eğilimleri ile Çanakkale'de gelecek yıllarda etkili olacak muhtemel iklim eğilimini ortaya çıkarmak için yapılmış çeşitli iklim modellemeleri ve öngörülerini destekler mahiyettedir. Çanakkale ili sıcaklık verileri üzerinde iklim trendleri olarak Pettitt homojenlik analizi, lineer trend analizleri, parametrik olmayan testler üzerinde çalışma yapan Kale (2017), 1970-2012 dönemlerinin aylık, mevsimsel ve yıllık sıcaklık serilerindeki uzun dönemli eğilimleri, değişimleri ve zamansal özellikleri göz önünde bulundurularak analizler yapmıştır. Analizler sonucu sıcaklık serilerinde önemli bir artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Bu artış küresel ısınma ile birlikte iklim değişikliğine neden olmaktadır ve ülkemiz riskli ülkeler arasında yer almaktadır. Bu anlamda iklim değişikliği etkilerinin araştırılması ve sonuçlarının dikkate alınması önemlidir. İklimde meydana gelen değişimler ile yağış, buharlaşma, yüzey akışı ve topraktaki kullanılabilir su miktarı değişime uğramaktadır (Öztürk, 2002). Değişim sonucu meteorolojik kuraklık oluşur ve bu durum düşen toplam yağışın ortalama yağış miktarının altında kalmasıyla açıklanır (Sarış & Gedik, 2021). Kuraklığa bağlı olumsuz durumların devam etmesi ile gelecek yıllarda ülkemizde su kaynakları ile ilgili daha büyük problemler meydana gelmesi beklenmektedir (Türkeş, 1999). Türkeş vd. (2007), Türkiye'de uzun yıllık toplam yağışlarında ve yağış yoğunluğu tutarlarında özellikle 1950 yılından sonra belirgin olan azalma eğilimleri tespit etmiştir. Bu tespit ile çalışmada sıklıkla bahsedilen küresel iklim değişikliğini anlama, trend analizleri ile ortaya çıkarma ve buna yönelik bilimsel çalışmaları artırma önerileri önem kazanmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Çanakkale ili yıllık toplam yağış değerlerinin eğilimini ortaya koymak amacıyla 21 yağış gözlem istasyonundan alınan veri setinin programa aktarılıp 12 ilçenin istasyon verilerinin değerlendirme sonuçları incelendiğinde; en az veri kaybına sahip olan ilçe Bozcaada iken, en çok veri kaybına sahip olan ilçenin ise Gelibolu olduğu görülmektedir. Her ne kadar en fazla eksik veriye sahip olan istasyon Gelibolu olsa da Eceabat ve Yenice istasyonlarında da veri aralığının ve verisi tam olan yılların da az olması sebebiyle bu istasyonlardan elde edilen eğilimlerin sonuçlarını değerlendirmek sağlıklı ve doğru olmayacaktır. Buna karşılık Çanakkale ilinin yıllık yağış trend analizi incelemeleri için Merkez, Bozcaada ve Gökçeada istasyonları veri uzunluğu ve sürekliliği bakımından uygun istasyon konumundadırlar.

Eksik yılları tamamlanan istasyon yağış verileri Pettitt, SNHT, Buishand ve Von-Neuman Oran Testi olmak üzere %99 güven aralığında 4 farklı homojenlik testine tabii tutulmuştur. Bu homojenlik testleri boş hipotezleri yansıtan test sayısına bağlı olarak şüpheli, kritik ve homojen olmak üzere 3 kategoriye ayrılmış ve sınıflandırılması yapılmıştır. Sınıflandırma sonucunda 12 ilçe yağış gözlem istasyonundan SNHT testine göre 5, Pettitt testine göre 6, Buishand testine göre 5, Von-Neuman testine göre ise 2 istasyon homojen olarak çıkmıştır. Genel anlamda 4 testin birlikte değerlendirilmesiyle Merkez, Bozcaada, Gökçeada, Lapseki ve Yenice istasyonları olmak üzere 5 istasyon Sınıf 1 kapsamında homojen sonuç vermesine karşın geri kalan 7 istasyon Sınıf 3 kapsamında şüpheli olarak değerlendirilmektedir.

Kayıp yılları tamamlanan ve homojenlik testleri ile sinanan yağış verilerine Mann-Kendall Testi, Mann-Kendall Meritebe Korelasyon Testi, Şen'in Eğilim Testi (Sen's Slope), Şen'in Yenilikçi Eğilim Trend Analizi (ITA) olmak üzere 12 ilçeye 4 farklı trend analiz yöntemi uygulanarak yıllık yağış eğilim durumları saptanmış, karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda 4 testin aynı trend sonucunu

vermesiyle birlikte 6 ilçede eğilim durumu kesin olarak saptanmıştır. Ayvacık, Çan, Eceabat, Ezine ve Lapseki ilçelerinde artış eğilimi; Biga ilçesinde ise azalış eğilimi görülmektedir. Kalan 6 istasyonda ise trend test sonuçlarının çoğunluk durumuna göre eğilimler belirlenebilmektedir. Merkez ve Gökçeada ilçelerinde herhangi bir artan veya azalan eğilime rastlanılmamıştır. Bozcaada ve Yenice ilçelerinde artış eğilimi tespit edilirken, Bayramiç ve Gelibolu istasyonlarında ise azalış eğilimi tespit edilmiştir.

Genel olarak, Çanakkale ili yıllık yağış veri aralığı uzun ve sürekli olan istasyonlarda eğilim saptanmamıştır. Bu durumda artan veya azalan trend bulunmadığından Çanakkale ili için coğrafi yönden herhangi meteorolojik olay riskinin olmadığı sonucuna varılabilir. Fakat küresel iklim değişikliğinin etkilerini düşünecek olursak herhangi bir artan veya azalan eğilimin bulunmaması ilde önlem alınması gerektiğini gerekli kılmaktadır. Veri aralığı kısa olan ve veri sürekliliği sağlayamayan ilçe istasyonlarında yağış değerleri artan veya azalan yönde hareket etmiştir. Bu istasyonlarda nemli ve kurak aylara ilişkin yağışın artma ve azalma trendine bağlı olarak gelecek yıllar için meteorolojik olay tahminlemesi yapılabilmektedir. Fakat veri sürekliliğinin olmadığı ve eksik veri tahminleme aşamasında verilerin gerçek değerlerden uzaklaşarak büyük ölçüde sapmaya uğradığı bu gibi istasyonlarda trend analiz sonuçlarının baz alınarak gelecek yıllar için meteorolojik olay tahminlemesinin ve yorumlanmasının pek sağlıklı sonuçlar vermediği düşünülmektedir. Bu yüzden bu istasyonların bulunduğu ilçelerde gelecek açısından eğilim tahmini yapılmamış, mevcut eğilimin tespiti analiz edilerek saptanmıştır. Çanakkale ilinde toplam 12 ilçe istasyonundan artan eğilime sahip 7, azalan eğilime sahip 3 ve eğilimin bulunmadığı 2 ilçe istasyonu bulunmaktadır.

Sonuç olarak, veri sürekliliğinin tam anlamıyla bulunduğu Merkez istasyonun baz alınmasıyla Çanakkale ilinde herhangi bir eğilim gözlemlenmemiştir. Bu ise küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklıkların artacağı aynı zamanda yağışların azalacağı dolayısıyla kuraklık yaşanması ve mevcut su kaynaklarının azalacağı sonucunu ortaya koyabilir. Bu durumun özellikle Çanakkale ilinde meydana getireceği olumsuz sonuçları tahmin etmek amacıyla çok yönlü araştırmalar, incelemeler, gözlem ve modeller yapılmalıdır. İl yağış parametresi üzerinde yapılan trend analizinin azalan trend halini almaması için klimatolojik çalışmalara daha fazla önem verilmeli ve çevre potansiyeli ortaya konulmalıdır. Yağışlarda var olabilecek azalma eğilimi doğal ortam başta olmak üzere beşeri coğrafya unsurları olan tarım, yerleşme, enerji, sanayi üzerinde de etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu durum sonucu oluşan etkilerin en aza indirilmesi ve yağış değişkeni üzerindeki olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması için meteoroloji uzmanlarına, klimatologlara ve planlamacılara büyük ölçüde iş düşmektedir. Klimatoloji, meteoroloji ve hidroloji ile ilgili sağlıklı ölçümlerin yapılabilmesi için istasyon sayıları artırılmalı, yapılacak ölçümlerin gerçek zamanlı ölçümler olmasına dikkat edilmeli, kaliteli ekipmana sahip istasyonlar kurulmalı ve herhangi bir olumsuz bir duruma karşı hızlı önlem alınmalıdır. Alınacak önlemler analizlerin alt yapısını oluşturmakla birlikte Meteoroloji uzmanları, klimatologlar ve planlamacılar koordineli çalışarak iş birliği içerisinde olmalıdırlar. Böylece eğilimin olmadığı Çanakkale’de veya azalan eğilimin olduğu bölgelerde klimatolojik çalışmalara daha fazla önem verilmeye çalışılmalı ve çevre potansiyeli ortaya konulmalıdır.

Kaynaklar

- Akyürek, M., Önöz, B., Bayazıt, M., Cıgızoğlu, K. (2004). Türkiye Yıllık Ortalama Akımlarının Trend Analizi. *IV. Ulusal Hidroloji Kongresi*, İstanbul.
- Al-Salihi, A. M., Al-Timimi, Y. K., & Al-Lami, A. M. (2014). The Homogeneity Analysis of Rainfall Time Series for Selected Meteorological Stations in Iraq. *Diyala Journal For Pure Science*, 10(2-part 1), 60-77.
- Alexandersson, H. (1986). A Homogeneity Test Applied to Precipitation Data. *Journal of Climatology*, 6(6), 661-675.
- Altın, T., Barak, B. (2012). Seyhan Havzasında 1970-2009 Yılları Arasında Yağış ve Hava Sıcaklığı Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 58, 21-34.
- Atalay, İ. (2011). *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*. Meta Basım, İzmir, s.115.
- Ayaşlıgil T. (1997). *Kent Gelişimi Sürecinde Açık ve Yeşil Mekân Gereksiniminin Çanakkale Örneğinde İrdelenmesi*, (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı).
- Ay, M., Kişi, Ö. (2017). Kızılırmak Nehrinde Bazı İstasyonlardaki Akımların Trend Analizi. *Teknik Dergi*, 28(2), 7779-7794.
- Buishand, T. A. (1982). Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records. *Journal of Hydrology*, 58(1-2), 11-27.
- Büyükyıldız, M., Berktaş, A. (2004). Parametrik Olmayan Testler Kullanarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi*, 19(2), 23-37.

- Cıgızoğlu, K., Bayazit, M., Önöz, B., Yıldız, M., Malkoç, Y. (2004). Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler. *IV. Ulusal Hidroloji Kongresi*, İstanbul.
- Çanakkale Valiliği İl Koordinasyon Müdürlüğü. (2020). Sayılarla Çanakkale. Erişim adresi <http://www.canakkale.gov.tr/dosyalar-ve-veriler-yatirim-ve-istatistik>
- Çağlıyan, A., Ayhan, G. (2018). *Türkiye’de Yağışın Mekânsal Analizi*. Tücaum 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Çeribaşı, G. (2018). Batı Karadeniz Havzasının Yağış Verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi ile Analizi. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 6(3), 168-173.
- Dabanlı, İ. (2017). *Türkiye’de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği*. (Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Bilim Dalı).
- Gümüş V., Yenigün K. (2006, Ekim 11-13). *Aşağı Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi*. 7. Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresinde sunulmuştur. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Hirsch RM, Slack JR, Smith RA (1982). *Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data*. Water Resour Res, 1:107–121
- Hu, Z., Zhou, Q., Chen, X., Qian, C., Wang, S. and Li, J. (2017). Variations and Changes of Annual Precipitation in Central Asia Over the Last Century. *International Journal of Climatology*, 37, 157–170.
- İçağa, Y., Harmancıoğlu, N. (1995). Yeşilirmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi. *Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi*, 482-497.
- Kadıoğlu, M., (1997). Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 17, 511-520.
- Kahya, E., Arıkan B., Akdeniz E. (2016). Homogeneity Analysis of Precipitation Series in Turkey, *ACE 2016*, 1-7.
- Kalaycı, S., Büyükyıldız, M., Kahya, E. (2004). Are The Major Streamflow Variables Decreasing in Susurluk Basin (Turkey), *Agro-Environ*, Udine.
- Kale, S. (2017). Climatic Trends in the Temperature of Çanakkale City Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, 2(3), 14-27.
- Kara, T., Atasoy, E. (2018). Eğitim Coğrafyası Perspektifinden Çanakkale İli. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 1233-1257.
- Karabulut, M., Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65-83.
- Koç, T. (2007), Kaz Dağı Kuzey Kesiminin (Bayramiç-Çanakkale) Jeomorfolojisi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2), 27-53.
- Özfidaner, M., Şapolyo D., Topaloğlu F. (2019). Adana İlinde Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Gidiş Analizi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(2), 237-241. Erişim adresi <https://doi.org/10.29136/mediterranean.536973>
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65.
- Partal, T. (2002). *Trend Analysis in Turkish Precipitation Data*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği).
- Pettitt, A. (1979). A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Applied Statistics*, 126-135.
- Sağlık, A. (2014). *Çanakkale Kenti Rekreatyon Potansiyelinin Kentlerin Yaşanabilirliği Açısından Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı).
- Salehi, S., Dehghani, M., Mortazavi, S.M. and Singh, V.P. (2019). Trend Analysis and Change Point Detection of Seasonal and Annual Precipitation in Iran. *International Journal of Climatology*, 1-16.
- Saphioğlu, K., Çoban E. (2013). *Karadeniz Bölgesi Yağış Serilerinin Trend Analizi*. 500-512, VII. Ulusal Hidroloji Kongresinde sunulmuştur., Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Sarış, F., & Gedik, F. (2021). Konya Kapalı Havzası’nda Meteorolojik Kuraklık Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 42, 295-308. Erişim adresi <https://doi.org/10.26650/JGEOG2021-885519>
- Schönwiese Cd, Rapp J. (1997). *Climate Trend Atlas of Europe Based on Observations 1891–1990*. Kluwer: Dordrecht, The Netherlands.
- Sen, PK. (1968). Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389.
- Sneyers, R. (1990). *On The Statistical Analysis of Series of Observations*. WMO, 415, Geneva.

- Şen, Z. (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. *Journal of Hydrology Engineering*, 17(9), 1042–1046.
- Topuz, M., Feidas, H., Karabulut, M. (2021). Türkiye'deki Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Atmosferik Sirkülasyonla İlişkileri: (1955-2013). *İtalyan Agrometeoroloji Dergisi*, 2, 91-107. Erişim adresi <https://doi.org/10.13128/ijam-887>
- Tosunoğlu, F. (2017). Trend Analysis of Daily Maximum Rainfall Series in Çorlu Basin. *Iğdır Üni. Fen Bil. Ens. Dergisi*, 7(1), 195-205, Turkey.
- Türkeş, M. (1999). *Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation Andridity Condition*, Ankara.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5 (1), 57-73.
- 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.
- Wijngaard, J., Klein Tank, A., Können, G. (2003). Homogeneity of 20th Century European Daily Temperature and Precipitation Series. *International Journal of Climatology*, 23, 679-692.
- Yue, S., Zou, S., Whittemore, D. (1993). Non-Parametric Trend Analysis Of Water Quality Data Of Rivers In Kansas. *Journal Of Hydrology*, 150(1), 61-80.
- Yüce, Ş., Ercan, B., Eşit, M., Ünsal, M., Yüce, M.İ. (2018). Seyhan Havzası Yağış Verilerinin Eğilim Analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 3(2), 47–54.
- Zeybekoğlu, U., Partal, T. (2018). Sinop İline Ait Aylık ve Yıllık Yağış Yükseklikleri ile Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Farklı Trend Analizi Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 3(1), 1-8.
- Ziraat Mühendisleri Odası Çanakkale Şubesi. (2020). Çanakkale'de Tarımsal Yapı, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Erişim adresi <https://www.researchgate.net/publication/344555895>

Etik, Beyan ve Açıklamalar

1. Etik Kurul izni ile ilgili;

Bu çalışmanın yazar/yazarları, Etik Kurul İznine gerek olmadığını beyan etmektedir.

2. Bu çalışmanın yazar/yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedir.

3. Bu çalışmanın yazar/yazarları kullanmış oldukları resim, şekil, fotoğraf ve benzeri belgelerin kullanımında tüm sorumlulukları kabul etmektedir.

4. Bu çalışmanın benzerlik raporu bulunmaktadır.
