

Sinop, Ordu ve Samsun İllerinin Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Trend Analyses of Temperature Data of Sinop, Ordu and Samsun Provinces

Aslı ÜLKE*^{1,a}, Tuğba ÖZKOCA^{2,b}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 55200, Samsun

²DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 07080, Antalya

• Geliş tarihi / Received: 11.11.2017 • Düzeltilecek geliş tarihi / Received in revised form: 08.05.2018 • Kabul tarihi / Accepted: 22.05.2018

Öz

Atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artışına bağlı olarak iklim değişikliğinin, Türkiye’de neden olabileceği çevresel etkilerin en önemli sonuçları kuraklık ve taşkın olaylarının sıklığının ve şiddetinin artmasıdır. İklim değişikliği ile ilgili çalışmalar içerisinde sıcaklık parametreleri üzerinde yapılan analizler önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi kıyı şeridinde bulunan Sinop, Ordu ve Samsun illerinin sıcaklık verileri analiz edilmiştir. Kullanılan veri setleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiştir. Verilerin zaman içerisindeki değişimlerinin ortaya konulması için Mann-Kendall Trend Testi ve Sen’in Trend Eğim Testi uygulanmıştır. Sonuçlar, bölgede beklendiği gibi sıcaklığın genellikle artış trendine sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Karadeniz Bölgesi, Küresel İklim Değişikliği, Mann-Kendall Testi, Sen’in Eğim Testi, Trend Analizi

Abstract

Of climate change due to increases in greenhouse gas concentrations in the atmosphere, the most important results of the environmental impact in Turkey may cause an increased incidence of droughts and floods. Among the studies pertaining to climate change, the analysis on the parameters of temperature has an important place. In this study, temperature data of Sinop, Ordu and Samsun cities which located in coastal side of the Middle Black Sea Region were analyzed. Used data sets were provided from Turkish State Meteorological Service. Mann-Kendall Trend Test and Sen’s Slope Test were performed to data sets to discover how data changes within time. . The results unsurprisingly show that the temperature has mostly positive trend in the region.

Keywords: Black sea Region, Global Climate Change, Mann-Kendall Analysis, Sen’s Slope Test, Trend Analysis

*^a Aslı ÜLKE; asli.ulke@omu.edu.tr; Tel: (0362) 312 19 19 (dahili: 1101); orcid.org/0000-0002-9676-8377

^b orcid.org/0000-0002-9959-478X

1. Giriş

20. yüzyılda, uygarlığın hızlı gelişimiyle birlikte doğal kaynaklar insanlar tarafından hızla tüketilmeye başlanmıştır. Sanayileşme, araç kullanımı ve evlerde fosil yakıt kullanımı giderek artmıştır. Fosil yakıt kullanımı da atmosfere bol miktarda sera gazı salınmasına neden olmuştur. Artan sera gazı miktarı iklimi etkilemektedir ve iklimde hissedilebilir değişiklikler meydana gelmeye başlamıştır. İnsan etkisi ile meydana gelmeye başlayan iklim değişikliğinin yanı sıra doğal değişkenlikler de iklimi etkilemektedir. Bu doğal değişkenlikler iç ve dış süreç olarak ayrıldığında; iç süreçler, genellikle atmosfer, okyanuslar, krayosfer, biyosfer ve litosfer arasındaki karşılıklı etkileşimin çeşitli birleşimlerini içermektedir. Dış süreçler ise, güneş radyasyonu ve dünyanın yörünge değişimleri, kutupların yer değiştirmesi, kıtaların kayması ve yükselmesi, dağ oluşumu, deniz seviyesi değişimleri gibi klimatolojik, atmosferin kütlesi ve kompozisyonu gibi meteorolojik, volkanik aktivite ve stratosferik aerosollerin üretimi gibi jeomorfolojik etmenlerden oluşmaktadır (Türkeş, 1989).

İnsanlığın son yüzyıl içinde yaptığı tahribatın bir sonucu olarak havanın da bileşimi önemli ölçüde bozulmuştur. Artan şehirleşme, özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden çıkan sera gazları nedeniyle çevre ve atmosfer büyük ölçüde kirlenmekte ve küresel ölçekte havanın ısınma eğilimi de giderek artmaktadır (Kadıoğlu, 2008). Buna dayanarak insanın iklimi, iklimin de insanı etkilediği ortadadır. Ülkemizde kuraklığın yakın bir zamanda bugünkünden çok daha fazla hissedilebileceği açıktır. Bu nedenle, suyun öneminin artacağı göz önünde bulundurularak, ileriki yıllarda, suyun yönetimine, kuraklık planlarına, suyun yeniden kullanımıyla ilgili sistemlerin geliştirilmesi ve sulama tekniklerinin iyileştirilmesi çabaları yoğunluk kazanmalıdır.

Ülkemiz için su, enerji ve tarım açısından son derece önemlidir. Su yapılarının amaçlarına uygun faaliyet gösterebilmesi ise ancak yeterli miktarda yağışın düşmesi ile mümkün olmaktadır. Buharlaşmanın, küresel ısınma ile artacağı ve ülkemizde daha şiddetli ve uzun süreli kuraklıkların görüleceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle hem su kaynakları, hem de yağışa bağlı olan tarım ve hidroelektrik enerji üretimi büyük oranda etkilenebilmektedir. Hidrolojik döngüdeki değişimler diğer yandan, ani sel olaylarını da tetiklemektedir. Son yıllarda ülkemizde sıcaklık, yağış, akış ve deniz seviyesi gibi değişik

parametreler üzerinde trend analizi ile ilgili değişik bölgeleri kapsayan çalışmalar gittikçe artmaktadır (Türkeş vd. 1995; 1996; Kadıoğlu, 1997; Kahya ve Kalaycı, 2004; Partal ve Kahya, 2006; Toros, 2012; Erlat ve Türkeş, 2013). Türkeş vd., (2002), yaptıkları çalışmada kış ve ilkbahar ortalama sıcaklıklarının özellikle Türkiye'nin güney bölgelerinde artma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir.

Karadeniz Bölgesinde de benzer çalışmalar gerçekleştirilmiştir, kısaca özetlenecek olursa; Tecer vd., (2004), Rize ölçüm istasyonundan aldıkları 1975-2001 yıllarına ait sıcaklık ve yağış verilerine çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri uygulayarak iklim değişimini yerel olarak ele almışlardır. Analiz sonucunda, ortalama yıllık ve ortalama maksimum yıllık sıcaklıklarda artış saptarken, Rize yağışlarının da daha yağışlı bir iklime doğru eğilim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Okutan vd., (2004), iklim değişikliklerinin, özellikle Çayeli ve yöresindeki yağışlar üzerindeki etkilerine bağlı olarak, yörede gelişen seller ve heyelanların incelenmesini amaçladıkları çalışmalarında Kuzeydoğu Anadolu'da sıcaklıkların zaman içinde düzenli olarak arttığını belirlemişlerdir. Kahya vd., (2004), Türkiye'deki akım değerlerinin trend analizi üzerine yaptıkları çalışmada 31 yıllık veri seti ile Sen's T test, Sperman Rho Testi ve Mann-Kendall testini kullanarak trend analizi çalışması yapmışlardır. Yaptıkları çalışma neticesinde Türkiye'nin batısında 0,05°C'lik bir azalış trendi, doğusunda ise herhangi bir trendin olmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca yaptıkları çalışmada Yeşilirmak'ın kuzeyinde bir pozitif trendin var olduğunu belirtmişlerdir. Şensoy vd., (2005), Türkiye'de sıcaklıkların artma eğiliminde olduğunu, günlük sıcaklık genişliği ile birlikte donlu ve buzlu günlerin sayısında azalma olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda serin geceler sayısı azalırken, sıcak geceler sayısının artış gösterdiğini, hem maksimum hem de minimum sıcaklıkların arttığını vurgulamıştır. Ceylan ve Kömüşçü (2007), Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımlarını ortaya koymak amacıyla yaptıkları çalışmada, 1940–2006 yıllarını esas alarak 2000'li yıllardan itibaren doğal afetlerin sayısında artış eğilimi olduğunu belirtmişlerdir. Bu tür olayların özellikle Karadeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde ön plana çıktığını belirtmişlerdir. Türkeş (2007), tüm dünyadaki ortalama sıcaklıklarda bir artışın olduğunu, 1996-2005 döneminde küresel ortalama sıcaklıklarda 0,74 °C'lik artış trendinin olduğu sonucunu elde etmiştir. Cosun ve Karabulut (2009),

Kahramanmaraş'ta ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıkları için trend analizi çalışması yapılmıştır. Kahramanmaraş ve Elbistan istasyonlarında sıcaklıkta anlamlı bir artışın varlığını olduğunu tespit etmişlerdir. Tecer ve Cerit (2009), 1975-2007 yılları arasında Rize ilindeki sıcaklık değerlerinin trend analizi üzerine yaptıkları çalışmalarında 33 yıllık periyotta maksimum sıcaklıklarda 1.61 °C'lik bir artışın olduğu, ayrıca yıllık minimum sıcaklıklarda ise 0.99 °C'lik artış trendinin olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Erlat ve Türkeş (2013), Türkiye'nin 2010 yılına kadar olan dönemde yaz günlerinin ve tropikal günlerin sayısının artışına yönelik 97 meteoroloji istasyonu ile yaptıkları çalışmalarında Anadolu'nun kuzeybatısında pozitif bir trendin olduğunu sonucuna varmışlardır. Doğan vd., (2014a), 1950-2006 dönemini ele alarak Türkiye'deki sıcaklık serilerinin trend analizi üzerine yaptıkları çalışmalarında 1992 yılı itibariyle trendde bir dönüm noktası olduğunu elde etmişlerdir. Yine Doğan vd., (2014b), elde ettikleri çalışma sonucuna göre Türkiye kıyılarının deniz seviyelerinde belirgin bir artış söz konusudur.

Çalışmada Orta Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Sinop, Ordu ve Samsun illerinin sıcaklık verileri

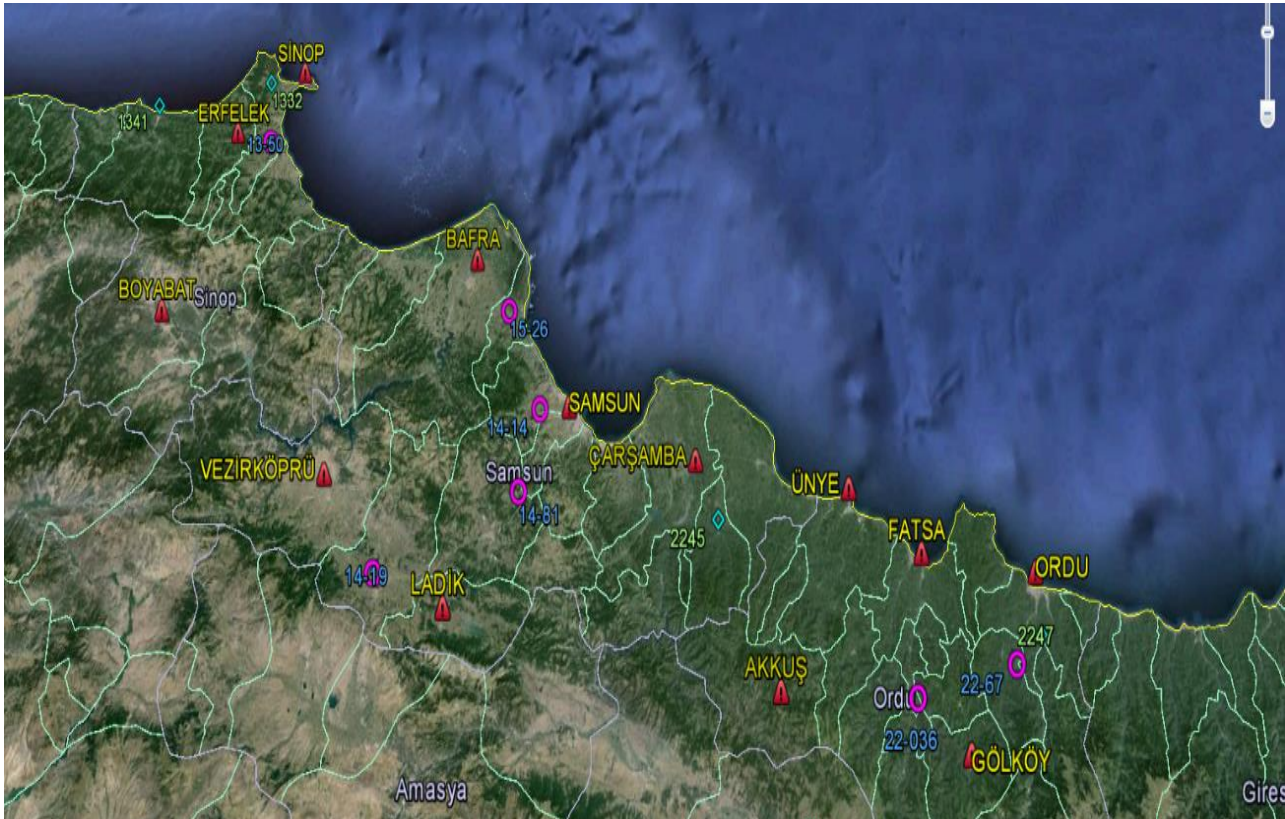
kullanılarak trend analizi yapılmıştır. Çalışma özellikle bölgede son yıllarda meydana gelen taşkınlarla, sıcaklıktaki değişimlere bir açıklama bulabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada sadece bölgenin kıyı kesimlerinde yer alan Sinop, Ordu ve Samsun illerinin sıcaklık verilerin trend analizi çalışılmış, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 13 adet istasyonun 1975-2013 yılları arasındaki ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır (Şekil 1). İstasyonların denizden olan yükseklik, enlem, boylamı Tablo 1'de, istasyonlara ait temel istatistikler ise Tablo 2'de yer almaktadır.

Çalışma bölgesinde kış ayları ortalama sıcaklık değeri 7°C ve yaz ayları ortalama sıcaklık değeri 22°C'dir (TUİK, 2012). Bölgede Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirleri, bunların kolları ve küçük dereler mevcuttur.

Trend analizinin amacı; uzun dönemlerde toplanan verilerden oluşan zaman serilerinde verinin eğilimini incelemektir. Bu amaçla Mann-Kendall Trend Analizi ve Sen's Trend Eğim Testi en sık kullanılan trend analizi yöntemleridir.



Şekil 1. Bölgenin haritası ve kullanılan istasyonların gösterimi

Tablo 1. Kullanılan istasyonlara ait bilgiler

No.	İstasyon Adı	Yükseklik(m)	Enlem	Boylam
1	Bafra	20	41° 35'K	35° 56' D
2	Boyabat	350	41° 28'K	34° 46' D
3	Çarşamba	35	41° 11'K	36° 45' D
4	Erfelek	175	41° 52'K	34° 56' D
5	Fatsa	10	41° 01'K	37° 31' D
6	Gölköy	925	40° 41'K	37° 37' D
7	Ladik	950	40° 55'K	35° 54' D
8	Ordu	4	40° 59'K	37° 54' D
9	Samsun	4	41° 17'K	36° 18' D
10	Sinop Hvl.	14	42° 01'K	35° 04' D
11	Sinop	32	42° 01'K	35° 10' D
12	Ünye	20	41° 08'K	37° 17' D
13	Vezirköprü	260	41° 09'K	35° 27' D

Trend analiz testleri yapıldıktan sonra ele alınan parametrelerin geçmişten günümüze nasıl bir artış veya azalış içinde olduğu, aynı zamanda gelecek yıllarda da eğilimin nasıl olacağı konusu tespit edilmiş olur.

2.1. Homojenlik Testleri

Uzun iklim kayıtlarına dayalı iklim değişikliği çalışmalarının ilk aşamasında kaçınılmaz olarak iklim verilerine homojenlik testi uygulanmalıdır. Homojen olmayan bir istasyondaki veriler, aynı bölge içinde komşu gözlemlerle karşılaştırıldığında ortalamadan ani sıçrama farkı ile karşımıza çıkar. Bu tip ani sıçramalar genellikle istasyonun yerlerinin değiştirilmesiyle ilgilidir. Bu çalışmada verilerin homojenliğini kontrol etmede 2 tip test

uygulanmıştır. Bununla birlikte gözlem programlarındaki değişiklikler, ölçüm cihazlarının yeniden kalibre edilmesi ya da insan kaynaklı ani çevresel değişiklikler de bunlara neden olurlar (Alexandersson ve Moberg 1997; Doğan vd., 2014b).

2.1.1 Standart Normal Homojenlik Testi

Birçok iklimsel ve hidrolojik büyüklüğün homojen olup olmadığını belirlenmesinde kullanılan bu yöntem Alexandersson tarafından 1986 yılında geliştirilmiştir. Esnek ve basit bir kullanıma sahip olan yöntem hidrometeorolojik veri setinin bir noktasını baz alarak ikiye böler ve 1 nolu denklemde T(c) değerini bulur.

Tablo 2. Kullanılan istasyonlara ait temel istatistikler

İstasyon Adı	Ortalama (°C)	Maksimum (°C)	Minimum (°C)	Std. Sapma
Bafra	13.712	15.631	12.383	0.732
Boyabat	13.074	15.103	11.417	0.784
Çarşamba	14.315	15.867	13.183	0.576
Erfelek	13.350	15.423	10.217	0.984
Fatsa	14.427	16.633	13.292	0.747
Gölköy	9.622	12.300	7.383	1.061
Ladik	9.885	12.110	8.283	0.835
Ordu	14.381	16.600	13.100	0.743
Samsun	14.446	16.510	13.183	0.725
Sinop Hvl.	14.369	16.717	13.117	0.870
Sinop	14.175	16.023	13.017	0.870
Ünye	14.322	16.433	13.092	0.758
Vezirköprü	13.146	15.410	11.583	0.845

$$T(c) = c \cdot \bar{z}_1 + (n - c) \cdot c \cdot \bar{z}_2^2 \quad (1)$$

Burada $\bar{z}_1 = \sum_{i=1}^c (y_i - \bar{y}) / \sigma / c$ ve $\bar{z}_2 = \sum_{i=1+c}^n (y_i - \bar{y}) / \sigma / (n - c)$ 'dir.

Veri setindeki değişim eğer bir "h" noktasında meydana geliyorsa, c=h noktasında T(c) maksimum değerine ulaşır. T₀ test istatistiği ise 2 nolu denklemde gösterildiği gibidir. Burada T₀ test istatistiği Tablo 3'de verilen değerini aşarsa sıfır hipotezi reddedilir.

$$T_0 = \max_{1 \leq c \leq n} T(c) \quad (2)$$

Tablo 3. % 99 ve % 95 güven seviyesinde veri sayısına bağlı T₀ test değerleri

N	20	30	40	50	70	100
%1	9.11	10.15	10.77	11.19	11.73	12.22
%5	6.95	7.65	8.10	8.45	8.80	9.15

2.1.2 Pettit testi

Pettitt tarafından 1979 yılında geliştirilen ve parametrik olmayan bu yöntem aylık veya yıllık ölçekte veri setindeki değişim noktasını bulabilmeyi hedefler. Bu testte sıfır hipotezi serinin bağımsız ve rastgele dağılımını belirtir. Bununla birlikte alternatif hipotez de ani bir değişim olma durumunu belirtmektedir. Yöntemdeki test istatistiğinin Mann-Whitney istatistiği ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Wijngaard vd., 2003). Yöntemde ilk olarak X₁,...,X_n değerleri r₁,...,r_n olarak Denklem 3'deki şekliyle sıralanır.

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

Bulunan X_k değerleri grafik olarak çizildikten sonra X_k'nin mutlak maksimum değeri değişim noktasını vermiş olur (Denklem 4).

$$X_E = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k| \quad (4)$$

Bu teste ait kritik değerler Tablo 4'de verilmiştir (Pettitt, 1979). Denklem'ün sonucunda elde edilen

değer, Tablo 4'de yer alan kritik değerden daha küçük ise o veri dizisi homojen demektir.

Tablo 4. %99 ve % 95 güven seviyesinde veri sayısına bağlı XE test değerleri

N	20	30	40	50	70	100
%1	71	133	208	293	488	841
%5	57	107	167	235	393	677

2.2 Trend Testleri

2.2.1 Mann-Kendall Tend Analizi

Parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall Trend testinde hedeflenen hidrometeorolojik zaman serilerinde var olabilecek pozitif veya negatif yöndeki gidişlerin istatistiksel önemini belirlemektir (Mann, 1945; Kendall, 1975; Mondal vd., 2012).

i = 1, ..., n-1'e kadar sıralanmış olan bir x_i veri seti ile j = i + 1, ..., n' e kadar sıralanmış olan bir x_j veri setini kullanan bu testte sıralanmış her bir rakam x_i'yi bir başlangıç noktası gibi kullanarak, diğer sıralanmış veri grubu x_j ile Denklem 5'de gösterildiği gibi kıyaslama yapar.

$$gn(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (5)$$

Denklem 6'da ise Mann-Kendall test istatistiği S'nin hesaplanması anlatılmaktadır. Denklemde n, yıl olarak veri uzunluğunu temsil eder.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n sgn(x_j - x_i) \quad (6)$$

S değeri ise n ≥ 8 olduğunda ortalaması (Denklem 7) ve varyansı (Denklem 8) ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir. n ≥ 30 durumunda ise z testi, t-testine yaklaşır.

$$E(S) = 0 \quad (7)$$

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (8)$$

Denklem 8'de p, veri setindeki bağıl grupların sayılarını, t_i değeri de i uzunluğundaki bir seride bağılı gözlemleri ifade etmektedir. Denklem 8'de

yer alan toplam terimi sadece veri setinde bağlı gözlem olduğunda kullanılır.

Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği Z ise Denklem 9'daki gibi hesaplanabilir. Seride gidiş yoktur şeklinde ifade edilen sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı bir olan standart normal dağılım göstermektedir. Popülasyon parametresine genellikle belli bir değer atanır ve bu öne sürülen temel iddia sıfır hipotezidir. H_0 ile gösterilir. Mann-Kendall test istatistiği $Z_{\text{tablo},1-\alpha/2} \leq Z \leq Z_{\text{tablo},1-\alpha/2}$ eşitsizliğini sağladığında sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Artı ve eksi Z değerleri sırasıyla eğilimlerin artan ya da azalan yönde olduğunu göstermektedir (Mondal vd., 2012).

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} ; S > 0 \\ 0 ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} ; S < 0 \end{cases} \quad (9)$$

2.2.2 Sen'in Trend Eğim Testi

Sen (1968) tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer doğrusal bir gidiş mevcut ise gerçek eğim için veri hatalarından veya ekstrem değerlerden etkilenmeyen, eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilen parametrik olmayan bir yöntem kullanılabilir (Yue vd., 1993). Burada veri sayısı n olmak üzere önce j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k ($j > k$) ise;

$$N = n(n-1)/2 \quad (10)$$

adet olmak üzere Q_i parametresi;

$$Q_i = (x_j - x_i)/(j - k) \quad , (i = 1, \dots, N) \quad (11)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntı yardımı ile tüm Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sen yöntemine göre, hesaplanan N adet Q_i değerlerinin medyanı söz konusu doğrusal gidişin eğimini verir. N sayısının tek olması durumunda Denklem 12, çift olması durumunda ise Denklem 13 kullanılarak ilgili gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bu değerlerin pozitif olması artan yönde, negatif olması ise azalan yönde bir eğilimin olduğunu gösterir.

$$Q_{\text{medyan}} = Q_{(N+1)/2} \quad (12)$$

$$Q_{\text{medyan}} = \frac{|Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}|}{2} \quad (13)$$

3. Bulgular

3.1 Homojenlik Testleri Uygulamaları

İki tip homojenlik testi uygulanmış ve bu testler için kullanılan kritik değerler Tablo 5'de verilmiştir. Bu kritik değerler doğrultusunda hangi istasyonların homojen olup olmadığı Tablo 6'da verilmiştir. Çizelgedeki gri renk homojenliğin olmadığını göstermek amacıyla kullanılmıştır. Buna göre Çarşamba istasyonu dışındaki istasyonların homojen olmadığı görülmektedir. Trendin olup olmadığını belirleyen analiz çalışması sonuçlarında da homojen olmayan istasyonlarda güçlü bir trendin varlığı tespit edilmiştir.

Tablo 5. İstasyonlar için homojenlik testi kritik değer tablosu

Kritik Değerler (%5 Anlamlılık Seviyesi için Kritik Değerler)	
Standart Normal Homojenlik Testi	Pettitt Test
8.1	167

Tablo 6. Verilere uygulanan homojenlik testi sonuçları

Test Sonuçları			
İstasyon Adı	SNHT	Pettitt Testi	Sınıf
Bafra	12.57	246	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Boyabat	12.83	252	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Çarşamba	1.67	79	Sınıf 1 - Homojen
Erfelek	14.42	301	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Fatsa	17.87	306	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Gölköy	25.25	366	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Ladik	16.89	298	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Ordu	18.92	316	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Samsun	17.79	304	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Sinop Havalimanı	18.68	325	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Sinop	18.08	303	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Ünye	18.51	306	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli
Vezirköprü	19.868	330	Sınıf 3 - Oldukça Şüpheli

3.1 Mann-Kendall Trend Analizi Uygulaması

Sıcaklık istasyonlarına Mann-Kendall trend analiz testi uygulanarak elde edilen sonuçlar Tablo 7’de gösterildiği gibidir. Tablo 7’den görüleceği gibi her istasyon için anlamlılık düzeyine göre irdeleme yapılmıştır. Çarşamba istasyonu için trendin varlığından söz edilememektedir. Aksine Bafra, Boyabat, Erfelek, Fatsa, Gölköy, Ladik, Ordu, Samsun, Sinop Havalimanı, Sinop, Ünye, Vezirköprü istasyonlarında artış trendinin olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre bölge genelinde sıcaklık değerlerinde bir artma eğiliminin var olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 7. Sıcaklık verilerine ait Mann-Kendall trend testi

Mann-Kendall Trend Testi Sonuçları ($\alpha=0.05, Z=1.96$)		
İstasyon Adı	Test Z	Trend
Bafra	2.60	Artış
Boyabat	2.90	Artış
Çarşamba	0.30	-
Erfelek	3.04	Artış
Fatsa	3.12	Artış
Gölköy	3.68	Artış
Ladik	3.68	Artış
Ordu	4.26	Artış
Samsun	3.87	Artış
Sinop Hvl.	4.26	Artış
Sinop	3.77	Artış
Ünye	3.65	Artış
Vezirköprü	3.44	Artış

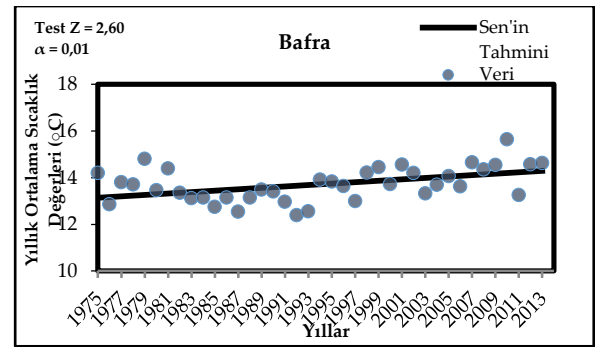
3.2 Sen’in Trend Eğim Testi Uygulaması

Sıcaklık istasyonları Sen’in testi metodu ile yapılan trend analizine ait sonuçlara ilişkin bilgiler Tablo 8’de verilmiştir. Burada dört istasyona ait analiz şekilleri verilmektedir. Bunlar Bafra istasyonu (0,0303’lük bir artış) “Şekil 2”, en düşük artış eğimi gösteren Çarşamba istasyonu (0,0019’luk artış eğimi) “Şekil 3”, en yüksek artış eğimi gösteren Gölköy istasyonu (0,0588’lik artış eğimi) “Şekil 4” ve Samsun istasyonu (0,0411’lik bir artış eğimi) “Şekil 5”dir.

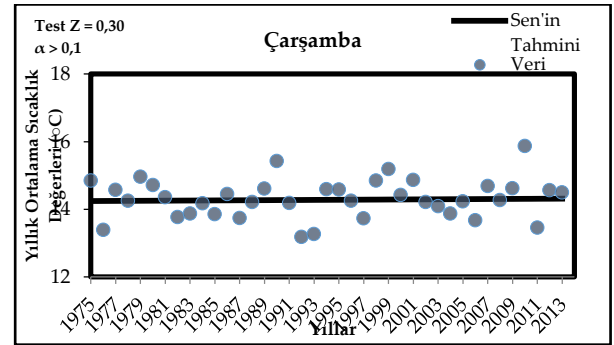
Tüm bu elde edilen değerler Sinop, Ordu ve Samsun kıyı illerinde genel olarak artış eğilimi gözlenmekte olduğunu ve bu artışın Ordu ilinin iç kesimlerinde daha yüksek mertebelere ulaştığını göstermektedir (Özkoca, 2015).

Tablo 8. Sen’in Trend Eğim Testi (1975-2013 periyodu, 39 yıl)

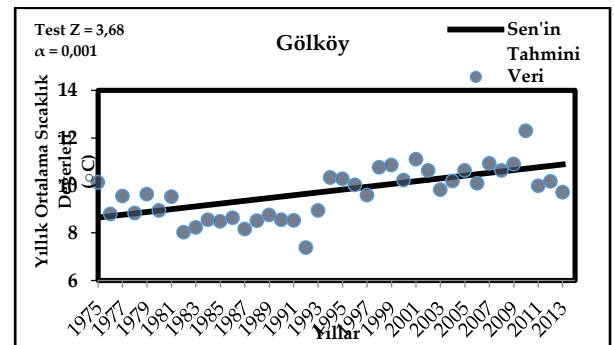
Sen’in Trend Eğim Testi Analizi Sonuçları		
İstasyon Adı	Q	B
Bafra	0.0303	13.1379
Boyabat	0.0306	12.5639
Çarşamba	0.0190	14.2444
Erfelek	0.0343	12.8565
Fatsa	0.0333	13.7417
Gölköy	0.0588	8.6475
Ladik	0.0432	9.0438
Ordu	0.0441	13.5556
Samsun	0.0411	13.6331
Sinop Hvl.	0.0481	13.4944
Sinop	0.0400	13.5133
Ünye	0.0396	13.5625
Vezirköprü	0.0411	12.3859



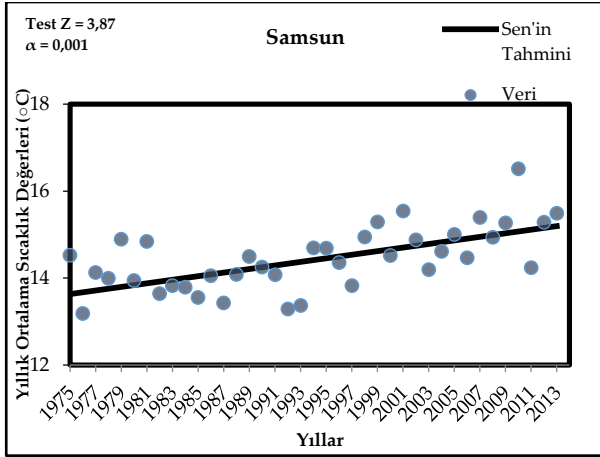
Şekil 2. Bafra İstasyonu Sen’in trend eğim testi analizi



Şekil 3. Çarşamba istasyonu Sen’in trend eğim testi analizi



Şekil 4. Gölköy istasyonu Sen’in trend eğim testi analizi



Şekil 5. Samsun istasyonu Sen'in trend eğim testi analizi

4. Sonuç

Sıcaklık verilerinde Mann-Kendall ve Sen'in Trend Eğim testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde Bafra, Boyabat, Erfelek, Fatsa, Gökçöy, Ladik, Ordu, Samsun, Sinop Havalimanı, Sinop, Ünye ve Vezirköprü istasyonlarında pozitif yönde anlamlı trendin var olduğu sonucu elde edilmiştir. Çarşamba istasyonunda ise anlamlı bir eğilime rastlanmamıştır. Çarşamba istasyonu için bu şekilde trend olmayışı; verilere uygulanan homojenlik testlerinin sonucuna göre anlamlı bulunmuştur.

Orta Karadeniz Bölgesi kıyı şeridi illerinin trend analizini içeren bu çalışmada sıcaklığın bölge genelinde artış trendinde olduğu görülmektedir. Küresel iklim değişikliğinde artan sıcaklık değerlerinin öncelikle yağışları, dolaylı olarak da akışları ve buharlaşmayı etkilediği ortadadır. İklim değişikliğinin tarıma olan etkisi ise kuraklık şeklinde ortaya çıkmaktadır. Yağış azlığı nedeniyle yeterli sulama yapılamamakta, bu da tarımda verimin düşmesine ve ürün çeşitliliğinin azalmasına sebep olmaktadır. Yaşanan bu kuraklık sebebiyle bölge ekonomisinin can damarı olan fındığın ve pirincin rekoltesinde büyük düşüşler gözlenmiştir. İklim değişimi sebebiyle, kentsel altyapıda problemlere yol açan 5, 10, 15 dakikalık kısa süreli yağışın şiddetinde de bir artış görülmektedir. 2012 yılında il merkezinde yaşanan iki büyük taşkın bunun en iyi göstergesidir. Bölgede zaman zaman içme-kullanma ve sulama sularında miktar ve kalite bakımından sıkıntılar gözlenebilmektedir. Son yıllarda yaşanan rejim değişimi sebebiyle Samsun şehir şebeke suyunun miktar ve kalitesinde büyük düşüşler yaşanmıştır.

Kaynaklar

- Alexandersson H. 1986. A Homogeneity Test Applied to Precipitation Data, *Journal of Climatology*, 6, 661-675.
- Alexandersson H. ve Moberg, A. 1997. Homogenization of Swedish temperature data. part I: homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*, 17, 25-34.
- Ceylan, A. ve Kömüçü, A.İ., 2007. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, 11-13 Nisan 2007, İTÜ, İstanbul, Türkiye s. 93-104.
- Cosun, F., ve Karabulut, M., 2009. Kahramanmaraş'ta Ortalama, Minimum ve Maksimum Sıcaklıkların Trend Analizi
- Doğan M., Ülke A. ve Cigizoglu, H.K., 2014a. Trend direction changes of Turkish temperature series in the first half of 1990s, *Theor. Appl. Clim.*, vol.121, no:1 - 2, 23-39.
- Doğan M., Cigizoglu, H.K., Şanlı, D.U. ve Ülke A., 2014b. Investigation of sea level anomalies related with NAO along the west coasts of Turkey and their consistency with sea surface temperature trends, *Theor. Appl. Clim.*, vol.121, no: 1-2, 349-358
- Erlat, E. ve Türkeş. M., 2013. Observed changes and trends in number of summer and tropical days and the 2010 hot summer in Turkey, *International Journal of Climatology*, 33, s.1898-1908.
- Helsel D. R. ve Hirsch R. M. 1992. *Statistical Methods in Water Resources*. Studies in Environmental Science 49, New York, Elsevier
- Kadıoğlu, M., 1997. Trends in surface air temperature data over Turkey, *International Journal of Climatology*, 17, s. 511-520.
- Kadıoğlu, M., 2008. Günümüzden 2100 yılına iklim değişimi, TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 13-14 Mart 2008, Ankara, Türkiye, s. 27-46.

- Kahya, E., ve Kalaycı, S., 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey, *Journal of Hydrology*, 289, s.128-144.
- Kendall, M.G., 1975. Rank correlation methods. Oxford University Press, New York.
- Mann, H.B., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 13(3), 245-259, DOI:10.2307/1907187.
- Mondal, A., Kundu, S. ve Mukhopadhyay, A., 2012. Rainfall trend analysis by Mann-Kendall test: A case study of North-Eastern part of Cuttack District, Orissa, *International Journal of Geology*, 2, s.70-78.
- Okutan, H., Cerit, O. ve Karacan, E., 2004. Küresel İklim Değişiklerinin Çayeli (Rize) Yöresindeki Doğal Afetlerin Oluşumuna Etkilerinin İncelenmesi, I. Ulusal Çevre Kongresi, Sivas, Türkiye, s. 367-377.
- Özkoca, T. 2015. Orta Karadeniz bölgesi kıyı illerinin hidrometeorolojik parametrelerinin trend analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Partal, T. ve Kahya, E., 2006. Trend analysis in Turkish precipitation data, *Hydrological Processes*, 20, s.2011-2026.
- Pettitt A. N. 1979. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Detection, *Applied Statistics*, Cilt 28, 126-135.
- Sen, P.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau, *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379-1389.
- Şensoy, S., Demircan, M., ve Alan. İ., 2005. 1971-2004 Yılları Arası Türkiye İklim İndileri Trendleri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- Tecer, L., Okutan H. ve Cerit O., 2004. İklim Değişimi: 1975- 2001 Periyodunda Rize yağış ve sıcaklık trendlerinin analizi, I. Ulusal Çevre Kongresi, Sivas, Türkiye, s. 355-365.
- Tecer, L.H., ve Cerit, O., 2009. Temperature trends and changes in Rize, Turkey, for the period 1975-2007. *Clean*, 37(2), 150-159.
- Toros, H., 2012. Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey, *International Journal of Climatology*, 32, s.1047-1055.
- TUİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2012. Seçilmiş Göstergelerle Samsun 2012, s.14
- Türkeş, M., 1989. İklim değişimleri kuraklık ve çölleşme, D.M.İ. Genel Müdürlüğü Meteoroloji Dergisi, 38, s. 7-24.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Kılıç, G. 1995. Variations and trends in annual mean air temperatures in Turkey with respect to climatic variability, *International Journal of Climatology*, 15, s. 557-569.
- Türkeş, M., Sümer, U., ve Kılıç, G., 1996. Observed changes in maximum and minimum temperature in Turkey, *International Journal of Climatology*, 16, s. 463-477.
- Türkeş, M., Sümer, U., ve Demir, İ., 2002. Türkiye'nin Günlük Ortalama Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıkları İle Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler ve Değişiklikler, 11-13 Nisan Klimatoloji Çalıştayı Bildiriler Kitabı, İzmir, s. 89-106.
- Türkeş, M., 2007. İklim Değişliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlene ve Öngörülen Değişiklikler, I. Türkiye İklim Değişliği Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 38-53, İstanbul.
- Yue, S., Zou, S., ve Whittemore, D. 1993. Non-parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas, *Journal of Hydrology* 150(1), s. 61-80.