



Alınış tarihi (Received): 21.12.2020
Kabul tarihi (Accepted): 07.05.2021

Ordu İli İklim Parametrelerinin Trend Analizi ve Değişim Noktasının Belirlenmesi

Saniye DEMİR^{1,*}, Kadir KARAKAYA², Orhan KAVUNCU³, Yunus AKDOĞAN²

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat

² Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Konya

³ Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Kastamonu

*Sorumlu yazar: saniye.demir@gop.edu.tr

ÖZET: Atmosferdeki sera gazı birikiminin ve sıcaklığın artışına bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişikliği, hidrolojik süreçler ve su kaynakları gibi konuları içeren hidrolojik ve meteorolojik çalışmalarda çok sık ele alınmaktadır. İklim değişikliği ile ilgili çalışmalarda yağış, maksimum ve minimum sıcaklık, solar radyasyon, bağıl nem, buharlaşma ve rüzgâr hızı gibi iklim değişkenleri üzerinde yapılan analizler, önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi kıyı şeridinde bulunan Ordu ilinin, iklim değişkenleri analiz edilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilen veri setinin zaman içerisindeki değişimlerinin ortaya konulması için Pettitt testi, von Neumann oran testi, Buishand aralık testi ve Standart normal homojenite testi uygulanmıştır. Bulunan sonuçlar, iklim değişikliğinin etkisi olarak sıcaklık serisinin artış trendine sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler– Ordu, trend analizi, değişim noktası analizi, iklim değişikliği

Trend Analysis of Climate Parameters of Ordu Province and Determination of Change Point

ABSTRACT: Climate change, which occurs due to the increase in greenhouse gas accumulation and temperature in the atmosphere, is frequently addressed in hydrological and meteorological studies, including issues such as hydrological processes and water resources. Analysis on climate variables such as precipitation, maximum and minimum temperature, solar radiation, relative humidity, evaporation and wind speed have an important place in studies on climate change. In this study, the climate variables of Ordu province, located on the coastal line of the Middle Black Sea Region, were analyzed. Pettitt's test, von Neumann ratio test, Buishand's range test and standard normal homogeneity test were applied to reveal the changes of the data set provided from the Turkish State Meteorological Service. As a result of the analyzes, it has shown that it has a temperature data increase trend as an effect of climate change.

Keywords– Ordu, trend analysis, change point analysis, climate change

1. Giriş

Uluslararası İklim Değişikliği Panelinin 5. değerlendirme raporunda, son yüzyıl boyunca küresel iklimde önemli değişiklikler olacağı belirtilmiştir (IPCC, 2007). Son yüzyıldır kara ve deniz suyundaki sıcaklık artışının, geçmiş uzun yıllar ile karşılaştırıldığında 0.74°C arttığı ifade edilmiştir. Uzun süreli şiddetli kuraklık, çölleşme olaylarındaki artışlar, kasırgalar, seller, taşkınlar ve şiddetli hava olayları iklimsel değişikliğin sonuçlarıdır. Sıcaklık ve yağış zaman serilerindeki değişimin belirlenmesi, klimatoloji alanında çalışanların en çok

ilgilendiği araştırma alanıdır. Bu serilerin dağılımında beklenmedik değişimler gözlenmektedir. Değişim noktası, veri setinin bir rejimden diğerine istatistiksel olarak aniden değişmesi olarak tanımlanmaktadır (Rybski ve Neumann, 2011). Yağış ve sıcaklıktaki değişimler bölgesel ölçekte farklılık göstermektedir. İklimsel özellikleri farklı olan bölgeler arasında, alan ve zamana bağlı olarak bu değişimlerin oldukça fazla olacağı düşünülmektedir (Yue and Hashino, 2003). Küresel sıcaklıklardaki artışlara paralel olarak Türkiye'yi etkileyen basınç sistemlerinin yerleri, etki oranları ve dönemlerinde de oynamalar olacaktır. Bu oynamalar Türkiye yağışlarını gerek miktar bakımından, gerekse şiddet bakımından etkileyebilecektir. Türkiye de küresel ısınmanın etkileri açısından riskli bölgeler arasında gösterilmektedir (Türkeş, 1999, 2001, 2003, 2007; Türkeş vd. 2007, 2008).

Dünyada, sıcaklık ve yağış serilerinin trend analizi ve değişim noktalarının belirlendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Serra ve ark., 2001; Türkeş ve Summer, 2004; Zer Lin ve ark., 2005; Partal ve Kahya, 2006; Smadi, 2006; Al Buhairi, 2010; Croitoru ve ark., 2012). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de, yağış ve sıcaklık serilerinin Mann-Kendall trend analizi ile değerlendirildiği çok sayıda çalışma yapılmıştır. Terzioğlu ve ark. (2019), Trabzon ve Akçaabat yöresindeki 5 dakikadan 24 saate kadar olan yağışları Mann-Kendall ve Sen's Slope testlerini kullanarak incelemiştir. Trabzon verileri arasında artan bir trend söz konusu iken; Akçaabat verilerinde bir trend belirlenememiştir. Kuyucu ve ark. (2017), Türkiye'yi temsilen 81 adet vilayet istasyonunun sıcaklık verileri Mann-Kendall trend yöntemi ile yıllık olarak analiz edilmiş, çalışmanın sonucunda Türkiye'nin büyük çoğunluğunda artan bir trend eğiliminin olduğu görülmüştür.

Mann-Kendall trend analizi ve Pettit's testleri gibi non parametrik analizler, toprak ve su koruma gibi hidrolojik çalışmalarda iklim değişikliğinin etkisini tahmin etmede yaygın olarak kullanılan analizlerdir (Gao ve ark., 2017). Pettitt testi, bir zaman aralığında bilinmeyen bir noktanın ortalanmasında meydana gelen değişim noktalarının ve ekstrem yağışların belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Zarenistanak ve ark. (2014), Güneybatı İran bölgesindeki yıllık ve mevsimsel yağış, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların trend ve değişim noktalarını araştırmışlardır. Mann-Kendall ve Pettit's testlerini kullandıkları çalışmada, sıcaklıktaki artışın önemli ve yağışlardaki artışın ise önemsiz olduğunu ifade etmişlerdir. 1990 yılların başlarından günümüze kadar sıcaklık üzerinde değişimleri inceleyen çalışmalar çoğunluktadır. Jaswai ve ark. (2015), non-parametrik testleri kullanarak yağış, sıcaklık, buharlaşma, nem, rüzgar hızı, solar radyasyon gibi iklim parametrelerindeki trend ve değişim noktalarını analiz etmişlerdir. 1900-2000 yıllar arasında önemli değişim noktaları belirlemişlerdir. Sıcaklıktaki artışın önemli ve diğer iklim parametrelerinde önemli bir ilişki olmadığı çalışmanın sonucunda ifade edilmiştir. Tarım ve hayvan sektörü hem yağış ve sıcaklık hem de rüzgar şiddeti ve nemlilik gibi diğer iklim değişkenleri ile yakından etkilenmektedir (Sivakumar ve ark., 2012).

Ordu ili, son yıllarda Türkiye'nin önemli bir ticari ve turizm şehri olarak ön plana çıkmaktadır. Karadeniz bölgesinde özellikle ağustos ayında, şiddetli yağışların frekansı yüksek olmaktadır. Erhat (1997), rasat süreleri 32-64 yıl arasında değişen 69 istasyonun günlük yağış verileri kullanılarak, Türkiye'de günlük yağışların şiddeti üzerine bir değerlendirme yapmıştır. İstasyon seçiminde Türkeş (1996) tarafından geliştirilen yağış rejimi bölgelerini esas alınmıştır. Bu sınıflandırmada Türkiye 7 yağış rejimi bölgesine ayrılmıştır. Erhat çalışmasında, söz konusu yedi yağış rejimi bölgesine dâhil 69 istasyonu, günlük yağış miktarları itibariyle, yağışlı gün sayıları ve yağış şiddeti açısından ele almıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'de yağış şiddetinin en yüksek olduğu alanların, Akdeniz yağış rejimine sahip istasyonlar olduğunu belirlenmiştir. Şiddetli sağanakların olma ihtimalinin en

fazla olduğu dönem ise kısımlıdır. Akdeniz bölgesinden sonra şiddetli yağışların frekansının yüksek olduğu diğer alanlar ise Karadeniz ve Marmara olduğu çalışmanın sonucunda ifade edilmiştir. Bu çalışmada, Ordu ili yağış, maksimum ve minimum sıcaklık, nem, solar radyasyon, buharlaşma ve rüzgar hızı gibi iklim parametrelerinin trend analizi ve değişim noktalarının istatistiksel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Ordu ili 40°59'1.72"K enlemi ile 37°53'9.10"D boylamının kesiştiği alanda ve deniz seviyesinden 4 m yüksekte yer almaktadır. Ordu Meteoroloji İstasyonu verilerine göre çalışma alanının yıllık sıcaklık ortalaması 14.2°C'dir. Yıllık ortalama değeri ise 16.7°C'dir. Nisandan, aralık ayına kadar olan devrede ortalama sıcaklıklar 10°C'nin üzerinde seyretmektedir. Sahada ortalama yüksek sıcaklıkların en yüksek değeri 27.5°C ile ağustos ayında gözlenirken, en düşük değeri ise 10.5°C ile şubat ayıdır. Çalışma alanında ortalama düşük sıcaklıkların en düşük olduğu ay 3.5°C ile şubat ayı, en yüksek olduğu ay 19.7°C ile ağustos ayıdır. Çalışma sahasında yıllık ortalama yağış miktarı 1042.4 mm'dir. Yıl içinde en fazla yağış Ekim (140.3 mm) ayında düşmektedir. Bu aydan itibaren yağışlar Mayıs ayına kadar azalarak devam eder. En düşük yağış değerleri Mayıs (56.4 mm) ayında görülür. Bu aydan sonra Haziran (74,4 mm) ayında yağış miktarında ani bir yükselme görülse de, Temmuz (59.0 mm) ayında yağışlar azalır ve normal seyrinde yeniden artmaya başlar. Çalışma sahası için 1967-2018 yılları arasındaki aylık yağış, minimum ve maksimum sıcaklık, solar radyasyon, buharlaşma, bağıl nem ve rüzgâr hızı gibi iklim parametreleri analiz edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Homojenlik testleri

Uzun yıllara ait iklim verilerinin trendinin belirlenmesinde, ilk olarak veri seti için homojenlik testi uygulanmaktadır. Verilerin homojen olmaları daha güvenli analiz yapılması açısından önemlidir. Serinin homojen olması için verilerin aynı toplumdan gelmesi ve verilerin birbirinden tamamen bağımsız olmaları gerekmektedir. Homojen olmayan bir istasyondaki verilerde, aynı bölge içinde komşu gözlemlerle karşılaştırıldığında ortalamadan beklenmedik bir sıçrama farkı ortaya çıkmaktadır. Hidrolojik veya meteorolojik bir zaman serisinde meydana gelen önemli değişimler istatistiksel yöntemler ile belirlenmektedir. Pettitt ve Standart Normal Homojenlik testi değişim noktalarının belirlenmesinde en fazla kullanılan yöntemlerden ikisidir.

2.2.2. Pettitt testi

Pettitt tarafından 1979 yılında geliştirilen ve parametrik olmayan bu yöntem iklim serisinde beklenmedik değişimleri değerlendirmede kullanılmaktadır (Syners ve ark., 1990; Tarhule ve Woo, 1998; Smadi ve Zghoul, 2006). Aylık ve yıllık zaman aralığında değişim noktasını belirleyen Pettitt testinin sıfır hipotezi serinin bağımsız ve rastgele dağılımını belirtir. Bununla birlikte alternatif hipotez de ani bir değişim olma durumunu belirtmektedir. Test istatistiği Mann-Whitney istatistiği ile ilişkilidir. Bu teste ait kritik değerler *Çizelge 1*'de verilmiştir (Pettitt, 1979). Y_1, \dots, Y_n değerleri r_1, \dots, r_n olarak sıralanmaktadır.

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

X_k değerleri grafik olarak çizilir. X_k 'nin mutlak maksimum değeri değişim noktasını belirler.

$$X_E = \max_{k < n} [X_k]$$

Çizelge 1. %99 ve % 95 güven seviyesinde veri sayısına bağlı XE test değerleri
Table 1. XE test values depending on the number of data at 99% and 95% confidence level

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

2.2.3. Standart normal homojenlik testi

Birçok iklimsel ve hidrolojik veri setinin homojen olup olmadığını belirlenmesinde kullanılan bu yöntem Alexandersson tarafından 1986 yılında geliştirilmiştir (Çizelge 2). Kullanımı oldukça basit olan bu yöntem, analiz edilen veri setinin bir "c" noktasını referans olarak ikiye böler ve T(c) değerini hesaplar.

$$T(c) = c\bar{z}_1 + (n - c)c\bar{z}_2$$

Değişim eğer bir "h" noktasında meydana gelirse, c=h noktasında T(c) mak değerine ulaşır. To test istatistiği

$$T_o = \max_{c < n} T(c)$$

To değeri, test istatistiği değerini aşarsa sıfır hipotezi reddelir.

Çizelge 2. % 99 ve % 95 güven seviyesinde veri sayısına bağlı T test değerleri
Table 2. T test values depending on the number of data at 99% and 95% confidence level

N	20	30	40	50	70	100
%1	9.56	10.45	11.01	11.38	11.89	12.32
%5	6.95	7.65	8.10	8.45	8.80	9.15

2.2.4. Von Neumann rasyon testi

Tek dizilimli serilerin korelasyon katsayıları ile yakından ilişkili bir testtir. Buishand (1982), Kang ve Yusof (2012) ile birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$ olarak dizilim gösteren bir serinin değişim noktasının istatistiksel olarak aşağıdaki formül kullanılarak tanımlanmaktadır.

$$N = \frac{\sum_{n=1}^{n-1} (x_i - x_{i-1})^2}{\sum_{n=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})^2}$$

Bu teste göre; sahip ortalamaya sahip bir yokluk hipotezinde $E(N)=2$ ise örnekler ya da seri homojen olarak kabul edilmektedir. Örnek diziliminde değişim olduğunda, N değeri mutlaka 2'den az olmaktadır. Bu durum ortalamadaki hızlı değişim ile ilişkilidir. %1 ve %5 önem seviyesindeki N'nin kritik değerlerine ait güven aralıkları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3 homojen olmayan bir serinin değişim noktasını tanımlamak için kullanılmaktadır.

Çizelge 3. Test istatistiğinin kritik değerleri
Table 3. Critical values of the test statistic

N	20	30	40	50	70	100
%1	1.04	1.20	1.29	1.36	1.45	1.54
%5	1.30	1.42	1.49	1.54	1.61	1.67

2.2.5. Buishand's Range Testi (Buishand 1982)

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_k, \dots, x_n$ serisinin k'inci gözlemi için ortalamadan (yani \bar{x}) kümülatif sapması olan S_k düzeltilmiş kısmı

$$S_k = \sum_{n=1}^k (x_i - \bar{x})$$

şeklinde ifade edilir.

$S_k \cong 0$ ise bir seri herhangi bir değişim noktası olmaksızın homojen olabilir, çünkü rastgele serilerde ortalamadan sapma, serinin ortalamasının her iki tarafına da dağıtılacaktır. Değişimin önemi, aşağıdaki denklem kullanılarak yeniden hesaplanarak değerlendirilebilir:

$$R = \frac{Maks(S_k) - Min(S_k)}{\bar{x}}$$

Yukarıdan hesaplanacak R değerinde faydalanarak kolaylıkla elde edilecek olan R/\sqrt{n} değeri, Buishand (1982) ve Winingaard ve ark. (2012) verilen kritik değerlerle karşılaştırılabilir ve değişikliğin tespiti için Çizelge 4 kullanılabilir.

Çizelge 4. Test istatistiğinin kritik değerleri
Table 4. Critical values of the test statistic

N	20	30	40	50	70	100
%1	1.60	1.70	1.74	1.78	1.81	1.86
%5	1.43	1.50	1.53	1.55	1.59	1.62

3. Bulgular ve Tartışma

Homojenlik Testi

Uzun yıllara ait iklim verilerinin trendinin belirlenmesinde ilk olarak veri setinin homojenlik testi uygulanmaktadır. Verilerin homojen olmaları daha güvenli analiz yapılması açısından önemlidir. Serinin homojen olması için verilerin aynı popülasyondan gelmeleri ve verilerin tamamen birbirinden bağımsız olmaları gerekmektedir. Homojen olmayan bir istasyondaki veriler, aynı bölge içerisinde komşu gözlemlerle karşılaştırıldığında ortalamadan beklenmedik bir fark ortaya çıkmaktadır.

Ordu ili 1967-2018 yılları arasındaki aylık, mevsimsel ve yıllık iklim değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1’de verilmiştir. En düşük min.sıcaklık ocak ayında 3.78 °C ve en yüksek maksimum sıcaklık ise ağustos ayında 27.28 °C olarak belirlenmiştir. Yıllık verilerin standart sapmaları aylık ve mevsimsel verilere göre daha düşüktür. Bu durum yıllık verilerde değişimin diğerlerine göre daha az olduğunu ifade etmektedir. Ordu için en fazla yağış ekim, kasım ve aralık aylarında görülmektedir (Çizelge 5). Özellikle ağustos ve kasım ayındaki yağışların standart sapması oldukça yüksektir. Bu durum da, ekstrem yağışlardan dolayı iklim değişikliğinin etkisi iyice ortaya çıkmaktadır. Ortalama bağıl nem değerleri incelendiğinde ise aylık, yıllık ve mevsimsel değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Ancak, ilkbahardan yaz mevsimine geçişin görüldüğü mayıs ayı ve ilkbahar mevsiminde ortalama en yüksektir. Kasım ayında ise standart sapma yüksektir ki bu durum bu aylarda meydana gelen ekstrem yağışların şiddetine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. En düşük ortalama solar radyasyon 8.97 ile ocak ayında; en yüksek ise 28.14 ile haziran ayında gözlenmiştir. Ayrıca kış mevsiminde 6.03 en düşük ve 23.04 ile en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur. Ordu ilinde yılın tüm aylarında rüzgar aldığı bulunan sonuçlardan görülmektedir. Özellikle, ocak ayında çok sert rüzgârlar meydana gelmektedir (Çizelge 6). En yüksek buharlaşma değerleri yaz mevsiminde görülürken, diğer aylarda ise birbirine yakın değerler bulunmuştur.

Değişim Noktasının Belirlenmesi

Yağış, maksimum ve minimum sıcaklık, nemlilik, rüzgar hızı, solar radyasyon ve buharlaşma iklim değişkenlerinin aylık, yıllık ve mevsimsel zaman aralığı için değişim noktaları belirlenmiştir. Özel parametrelerin değişim noktalarının belirlenmesinde aşağıdaki kriterler kullanılmıştır (Winingaard, 2003).

- a) **Değişim noktası yok veya homojen (HG):** Dört testten birisi veya hiçbir test %5 anlam seviyesinde yokluk hipotezini (H_0) ret ediyorsa bu seri homojen olarak düşünülebilir.
- b) **Şüpheli seri (ŞS):** Dört testten ikisi %5 anlam seviyesinde yokluk hipotezini (H_0) ret ediyorsa bu seri homojen olarak kabul edilmeyebilir ve daha fazla analiz yapılmadan önce kritik olarak değerlendirilebilir.

Değişim noktası veya homojen olmayan (DN): İki'den fazla test %5 anlam seviyesinde yokluk hipotezini (H_0) ret ediyorsa bu serinin değişim noktası olabilir veya doğası gereği homojen olabilir yorumu yapılabilir.

Çizelge 5. İklim değişikliklerinin tanımlayıcı istatistikleri
Table 5. Descriptive statistics of climate change

Aylar/ Mevsimler	Minimum Sıcaklık (°C)				Maximum Sıcaklık (°C)				Yağış (mm)			
	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma
Ocak	0.24	6.45	3.78	1.56	6.87	13.84	10.69	1.81	1.68	16.27	6.17	2.79
Şubat	-0.96	7.92	4.04	1.84	6.24	15.92	11.19	2.27	1.12	11.78	5.31	2.00
Mart	2.13	9.08	5.49	1.40	8.21	16.87	12.39	2.15	1.04	8.99	4.65	1.61
Nisan	6.22	11.76	8.72	1.33	12.59	19.40	15.59	1.71	1.46	12.13	4.61	1.93
Mayıs	11.05	16.24	13.15	1.32	17.62	23.13	19.90	1.35	1.56	10.93	3.82	1.76
Haziran	14.42	20.43	17.04	1.38	21.78	27.23	24.57	1.30	1.68	17.23	6.35	3.43
Temmuz	17.12	22.93	19.84	1.39	22.98	29.87	27.06	1.58	0.96	13.66	5.60	3.62
Ağustos	17.08	22.76	19.84	1.49	23.66	31.11	27.28	1.71	0.46	23.80	6.31	4.42
Eylül	14.09	20.46	16.37	1.38	21.61	27.82	24.02	1.34	1.71	15.54	6.26	3.00
Ekim	8.81	16.26	12.52	1.35	16.03	23.68	19.77	1.50	2.28	14.34	8.41	2.93
Kasım	4.30	12.95	8.38	1.73	11.46	23.37	15.90	2.04	0.28	18.27	8.72	4.11
Aralık	2.61	8.53	5.51	1.51	8.97	16.80	12.57	1.80	2.99	15.92	7.26	2.74
Yıllık	9.49	13.62	11.26	0.92	16.64	20.94	18.45	0.93	4.60	8.00	6.11	0.74
Kış	1.48	7.46	4.44	1.23	7.92	14.53	11.48	1.34	3.33	11.46	6.25	1.48
İlkbahar	6.66	11.81	9.12	1.01	13.50	18.79	15.96	1.30	1.99	7.46	4.36	1.10
Sonbahar	9.42	15.44	12.42	1.12	17.78	22.73	19.90	1.05	3.56	11.36	7.80	1.98
Yaz	16.91	21.79	18.91	1.26	23.69	29.32	26.30	1.38	2.04	12.40	6.09	2.24

Çizelge 6. İklim değişikliklerinin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)
Table 6. Descriptive statistics of climate change (Continued)

Aylar/ Mevsimler	Bağıl Nem (%)				Solar Radyasyon				Rüzgar Hızı (km/saat)				Evaporasyon (mm)			
	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma	Min	Mak	Ortalama	S.Sapma
Ocak	57.49	77.52	67.91	4.56	119.36	165.00	145.72	8.97	0.79	12.25	1.72	2.11	0.58	1.25	0.95	0.14
Şubat	55.67	79.08	70.05	4.45	165.07	225.20	198.83	13.86	0.79	9.95	1.59	1.77	0.96	1.79	1.25	0.19
Mart	60.75	84.25	73.68	4.89	211.67	315.45	265.54	23.57	0.71	9.60	1.51	1.68	1.11	2.11	1.62	0.24
Nisan	64.98	85.71	75.98	4.02	275.15	381.69	339.61	22.95	0.64	8.51	1.46	1.47	1.76	2.81	2.22	0.25
Mayıs	61.31	84.52	76.40	5.08	338.54	453.93	391.90	26.71	0.86	10.20	1.68	1.75	2.20	3.52	2.97	0.29
Haziran	57.61	79.92	72.49	4.43	384.18	510.70	439.20	28.14	0.46	9.06	1.71	1.76	3.33	4.47	3.87	0.28
Temmuz	62.15	79.73	72.89	3.96	372.34	491.68	417.79	24.95	0.80	9.42	1.73	1.76	3.23	4.45	3.91	0.33
Ağustos	60.38	81.05	73.01	4.30	328.22	451.79	378.16	25.61	0.79	7.93	1.57	1.48	2.80	4.04	3.57	0.28
Eylül	61.34	82.32	73.98	4.49	264.64	356.58	311.04	19.54	0.19	8.31	1.47	1.63	2.08	3.03	2.67	0.22
Ekim	63.97	83.16	74.84	4.25	196.82	261.63	222.68	15.12	0.67	8.36	1.49	1.48	1.16	2.22	1.71	0.21
Kasım	53.61	82.20	69.93	6.05	131.02	194.82	163.29	12.46	0.77	11.66	1.64	1.89	0.87	1.51	1.16	0.17
Aralık	59.14	76.34	67.61	4.04	115.82	144.65	132.15	7.23	0.67	13.93	1.52	1.91	0.71	1.32	0.94	0.15
Yıllık	61.63	77.28	72.41	3.36	264.57	319.46	284.15	11.55	0.84	9.37	1.59	1.67	2.02	2.45	2.24	0.11
Kış	59.27	74.69	68.53	3.17	142.58	168.59	158.90	6.03	0.86	11.54	1.61	1.84	0.88	1.26	1.04	0.11
İlkbahar	63.70	82.71	75.35	3.99	300.77	370.23	332.35	16.63	0.81	8.86	1.55	1.63	1.96	2.58	2.27	0.16
Sonbahar	61.63	80.00	72.91	4.13	210.49	257.27	232.34	10.16	0.63	8.88	1.53	1.65	1.56	2.15	1.84	0.14
Yaz	60.43	79.16	72.79	3.89	366.54	484.72	411.72	23.04	0.71	8.80	1.67	1.66	3.40	4.16	3.78	0.21

Minimum sıcaklıklar için 4 homejenlik testi sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir. 1997 yılının nisan ayı, tüm testler için değişim noktası bulunmuştur. Değişim noktası, veri setinin ortalarına karşılık gelmekte ve değişim noktasından sonrasında veri setinin ortalamasında bir artış görülmektedir. Değişim noktası 1997-2008 yılları arasındadır. En fazla değişim noktası Buishand aralık testi için 1997-2005 yılları arasında belirlenmiştir. Yıllık ve mevsimsel minimum sıcaklıklar için herhangi bir dönüşüm noktası belirlenmemiştir. Minimum sıcaklıkların 4 test için 1997 ve 1995 yıllarında değişim noktasının olduğu ve verilerin homojen olmadığı görülmüştür.

Çizelge 7. Minimum sıcaklık için değişim noktası analiz sonuçları
Table 7 Change point analysis results for minimum temperature

Periyod	Pettitt's Testi		SNHT Test			Buishand's Test			von Neumann's Test		Değişim Sonuçları		
	İstatistik	Değişim	Değişim Yılı	İstatistik	Değişim	Değişim Yılı	İstatistik	Değişim	Değişim Yılı	İstatistik	Değişim	Sonuç	Değişim Yılı
Ocak	0.03672	Yok		8.7344	Yok		1.5779	Yok		1.7636	Var	HG	
Şubat	0.01874	Yok		12.879	Yok		1.5414	Var	1998	1.5257	Yok	HG	
Mart	0.02402	Yok		10.662	Yok		1.4139	Var	2005	1.4397	Yok	HG	
Nisan	0.06359	Var	1997	7.8028	Var	1997	1.3706	Var	1997	2.0013	Var	DN	1997
Mayıs	0.00153	Yok		19.215	Yok		1.8794	Yok		1.5066	Yok	HG	
Haziran	4.61E-05	Yok		25.221	Yok		2.3639	Yok		1.1192	Yok	HG	
Temmuz	5.69E-07	Yok		28.34	Yok		2.6539	Yok		0.77273	Yok	HG	
Ağustos	1.09E-06	Yok		29.815	Yok		2.6792	Yok		0.80022	Yok	HG	
Eylül	1.95E-05	Yok		23.217	Yok		2.4214	Yok		1.1984	Yok	HG	
Ekim	0.001881	Yok		12.744	Yok		1.8764	Yok		1.6916	Var	HG	
Kasım	0.02402	Yok		9.5429	Yok		1.7516	Yok		1.7726	Var	HG	
Aralık	0.3101	Var	1995	4.9994	Var	2008	1.4395	Var	1995	1.5985	Var	DN	1995
Yıllık	2.05E-07	Yok		31.998	Yok		2.7756	Yok		0.66063	Yok	HG	
Kış	0.004444	Yok		14.467	Yok		1.776	Yok		1.4139	Yok	HG	
İlkbahar	0.000725	Yok		16.456	Yok		1.9422	Yok		1.4148	Yok	HG	
Yaz	1.09E-07	Yok		33.187	Yok		2.859	Yok		0.56578	Yok	HG	
Sonbahar	5.50E-06	Yok		23.773	Yok		2.5196	Yok		0.98395	Yok	HG	

HG:Homojen, DN:Değişim Noktası

Trend analizinde tüm değişkenlere ait sonuçlar Çizelge 8’de verilmiştir. En fazla değişim noktası yağışlarda görülmektedir. 1976-2014 yılları arasında değişim noktaları bulunmuştur. Şubat, nisan, ağustos ve ekim ayları hariç diğer tüm aylar için değişim noktası bulunmaktadır. Yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde değişim noktası belirlenmiştir. Özellikle sonbahar mevsimi yağışlarının ortlaması oldukça yüksektir. Yağış ve buharlaşma değişkenlerinin uzun yıllar değişim noktası analizinde, eylül ayını içeren ilkbahar mevsiminde değişim noktası bulunduğu görülmektedir. Değişim noktaları yağış için 1983 yılının eylül ayı iken, buharlaşma için ise 1999 yılıdır. Buharlaşma ile ilgili değişimler 1998-2000 yıllarında görülmektedir. Rüzgar hızı, bağıl nem ve maksimum sıcaklıklarda bir değişim noktası olmamakla birlikte, solar radyasyonda 1968-2010 yılları arasında çok az sıklıkla değişim noktası bulunmuştur. Yıllık serilerde hiç değişim noktası belirlenmemiştir. Serilerde görülen değişim noktaları grafiksel olarak Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Ordu İli İklim değişkenlerinin değişim noktası
Graph 1. Ordu Province Climate Variables Change Point

Trend Analizi

Değişim noktası analiz sonuçlarından, serilerin çoğunun homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Ancak, 1990 ve 2000 yılları arasında bazı değişkenler için çok sayıda değişim noktası belirlenmiştir. Bu durum, bölgedeki endüstri ve ticari aktivitelerin artmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı, farklı iklim değişkenlerinin trend analizi P-1 (1967-1992), P-2 (1993-2018) ve P-3 (Tüm periyot) olmak üzere 3 farklı periyotta çalışılmıştır. Trendin belirlenmesinde Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Winingaard ve ark. (2003) tarafından farklı meteorolojik değişkenlerin trendlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem önermişlerdir. Çalışmada kullanılan iklim değişkenlerinin trend analiz sonuçları

Çizelge 8’de verilmiştir. P-1 döneminde minimum sıcaklıklar mayıs, eylül ayları ile sonbahar mevsiminde azalan; haziran ve yaz aylarında ise artan bir trend görülmektedir.

P-2 döneminde ise ocak, nisan, ekim ve aralık ayları hariç tüm dönemler için artan bir trend söz konusudur. P-3 yani tüm seri için ise ekim, kasım ve aralık aylarında herhangi bir trend söz konusu değil iken; tüm dönemler için artan bir eğilim bulunmaktadır. Ancak maksimum sıcaklıklarda haziran, temmuz ve ağustos ayları dolayısıyla yaz mevsiminde artan bir trend belirlenmiştir. Bu dönemde nemlilik ve solar radyasyon birbirleri ile zıt bir trend göstermektedir. Nemlilik değişkenine ait seri ağustos, eylül, yıllık, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsiminde azalan bir trend söz konusudur. Solar radyasyon ise ocak, şubat, mart, ekim, kasım, aralık ve kış mevsimi hariç diğer dönemler artan bir trend görülmektedir.

P-2 dönemi olarak sınıflandırılan 1993-2018 yılları arasında yağış, nemlilik, solar radyasyon, rüzgâr hızı ve buharlaşmada çok fazla trend görülmemektedir. Ancak, yağış serisinde nisan, ekim, yıllık dönemlerinde azalan; nemlilik serisinde şubat ayında artan bir trend söz konudur. Solar radyasyonda eylül ve ekim ayı ile yıllık ve sonbahar mevsiminde; rüzgâr hızlarında ise ocak, şubat ayları, yıllık ve kış mevsiminde azalan bir trend belirlenmiştir. P-1 döneminin aksine P-2 döneminde, maksimum sıcaklıklarda artan bir trend söz konudur. Özellikle sonbahar mevsimi hariç, diğer mevsimle ile yıllık dönem ve şubat, mart, haziran aylarında artan bir trend görülmektedir. Tüm seri maksimum sıcaklıklarında artan trend devam etmekte olup; yalnızca ekim, kasım ve aralık aylarında bir trend söz konusu değildir. Yağış, solar radyasyon ve buharlaşma serilerinde bir trend görülmezken; rüzgâr hızı ve nemlilik serilerinde azalan bir trend bulunmuştur.

Çizelge 8. İklim değişkenlerinin üç farklı periyot için trend analiz sonuçları
Table 8. Trend analysis results of climate variables for three different periods

Periyod	Yağış		Solar		Nem		Rüzgar Hızı		Buharlaşma		Mak.Sıcaklık	
	Seri Değişim	Yıl	Seri Değişim	Yıl	Seri Değişim	Yıl	Seri Değişim	Yıl	Seri Değişim	Yıl	Seri Değişim	Yıl
Ocak	DN	1999	DN	1968	HG		HG		HG		DN	2000
Şubat	DF		DN	1983	DF		HG		DF		DN	
Mart	DN	1986	DN	1987	HG		HG		DN		DN	
Nisan	DF		DN	1977	HG		HG		DF	1998	DN	
Mayıs	DN	1989	HG		HG		HG		DN	2000	HG	
Haziran	DN	1982	HG		HG		HG		DN	2000	HG	
Temmuz	DN	2000	HG		HG		HG		DF		HG	
Ağustos	DN		HG		HG		HG		DN	1973	HG	
Eylül	DN	1983	HG		HG		HG		DN	1999	HG	
Ekim	DF		DF		HG		HG		HG		DF	
Kasım	DN	1996	DN	2010	DF		HG		HG		DN	
Aralık	DN	2012	DF		HG		HG		HG		DN	
Yıllık	DF		HG		HG		HG		HG		HG	
Kış	DN	2014	DN	2010	HG		HG		HG		HG	
İlkbahar	DN	1976	HG		HG		HG		DN	1999	HG	
Yaz	DF		HG		HG		HG		DN	2000	HG	
Sonbahar	DN	2007	HG		HG		HG		HG		HG	

HG:Homojen, DN:Değişim Noktası

Çizelge 9. İklim değişkenlerinin üç farklı periyot için trend analiz sonuçları
Table 9. Trend analysis results of climate variables for three different periods

P-1 (1967-1992)							
Periyod	Min. Sıcak (°C)	Mak. Sıcak (°C)	Yağış (mm)	Bağıl Nem (%)	Solar Radyas. (cal/m ²)	Rüzgâr Hızı (km/sa)	Buhar. (mm)
Ocak	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
Şubat	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
Mart	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
Nisan	Yok	Yok	Yok	Yok	Artan	Azalan	Yok
Mayıs	Azalan	Yok	Yok	Yok	Artan	Azalan	Yok
Haziran	Artan	Artan	Yok	Yok	Artan	Azalan	Yok
Temmuz	Yok	Artan	Yok	Yok	Artan	Azalan	Yok
Ağustos	Yok	Artan	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok
Eylül	Azalan	Yok	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok
Ekim	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
Kasım	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
Aralık	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yıllık	Yok	Yok	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok
Kış	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
İlkbahar	Yok	Yok	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok
Yaz	Artan	Artan	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok
Sonbahar	Azalan	Yok	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok

Çizelge 9. İklim değişkenlerinin üç farklı periyot için trend analiz sonuçları (Devamı)
Table 9. Trend analysis results of climate variables for three different periods (Continued)

P-2 (1993 - 2018)							
Periyod	Min. Sıcak (°C)	Mak. Sıcak (°C)	Yağış (mm)	Bağıl Nem (%)	Solar Radyas. (cal/m ²)	Rüzgâr Hızı (km/sa)	Buhar. (mm)
Ocak	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
Şubat	Artan	Artan	Yok	Artan	Yok	Azalan	Yok
Mart	Artan	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Nisan	Yok	Yok	Azalan	Artan	Yok	Yok	Yok
Mayıs	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Haziran	Artan	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Temmuz	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Ağustos	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Eylül	Artan	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok	Yok
Ekim	No	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok	Yok
Kasım	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Aralık	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yıllık	Artan	Artan	Azalan	Yok	Azalan	Azalan	Yok
Kış	Artan	Artan	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok
İlkbahar	Artan	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yaz	Artan	Artan	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Sonbahar	Artan	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok	Yok

Çizelge 9. İklim değişkenlerinin üç farklı periyot için trend analiz sonuçları (Devamı)
Table 9. Trend analysis results of climate variables for three different periods (Continued)

P-3 (Tüm seri)							
Periyod	Min. Sıcak (°C)	Mak. Sıcak (°C)	Yağış (mm)	Bağıl Nem (%)	Solar Radyas. (cal/m ²)	Rüzgâr Hızı (km/sa)	Buhar. (mm)
Ocak	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Şubat	Artan	Artan	Yok	No	Yok	Azalan	Yok
Mart	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Nisan	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Mayıs	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Haziran	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Temmuz	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Ağustos	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Eylül	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Ekim	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Kasım	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Aralık	Yok	Yok	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Yıllık	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Kış	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
İlkbahar	Artan	Artan	Yok	Azalan	Artan	Azalan	Yok
Yaz	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok
Sonbahar	Artan	Artan	Yok	Azalan	Yok	Azalan	Yok

4. Sonuç

Bölgesel ve alansal ölçekte görülen iklim değişikliği veya insani faaliyetler, su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde önemlidir. Bundan dolayı, iklim değişikliğinin zamana bağlı değişimlerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, farklı non-parametrik istatistiksel yöntemler kullanılarak değişim noktaları araştırılmıştır. Pettitt, Von Neumann oran, Standart normal homojenite ve Buishand aralık testi ile yağış, maksimum ve minimum sıcaklık, buharlaşma, solar radyasyon ve rüzgâr hızı serilerinin aylık, yıllık ve mevsimsel zaman aralığında değişim noktaları analiz edilmiştir. Özellikle yağışlarda yaz mevsimi hariç diğer tüm mevsimlerde; aylık yağışların tamamına yakın değişim noktası görülmüştür. Maksimum ve minimum sıcaklıklarda mevsimlerde dahil olmak üzere artan bir trend söz konusudur. Ortalamalarda görülen değişiklik sonucu, istatistiksel olarak da ciddi değişimler meydana gelmiştir.

Küresel iklim değişikliğinin sonucu olarak; sıcaklıklarda görülen bu artış öncelikle yağışları dolaylı olarak akış ve buharlaşmayı etkilemektedir. Ürün verimi ve su kullanımı üzerine olumsuz etkilerinden dolayı, tarımsal açıdan kuraklık şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Yaşanan bu kuraklığa bağlı olarak bölge ekonomisinin can damarını oluşturan fındık üretiminde büyük düşüşler gözlenmiştir. Yine içme ve sulama sularında kullanma ve kalite bakımından da sıkıntılar yaşanmaktadır.

5. Kaynaklar

- Al Buhairi, M.H., 2010. Analysis of monthly, seasonal and annual air temperature variability and trends in Taiz city. Republic of Yemen; J. Environ. Protection, 1, 401–409.
- Buishand., T.A., 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. J Hydrol, 58(1–2):11–27
- Croitoru, A.E., Holobaca, I.H., Catalin, L.C., Moldovan, F., Imbroane, A., 2012. Air temperature trend and the impact on winter wheat phenology in Romania. Clim. Change, 111(2), 393-410.
- Erlat, E. 1997. Türkiye’de Günlük Yağışların Şiddeti Üzerine Bir İnceleme. Ege Coğrafya Dergisi, 9, 159-184.
- Gao, P., Deng, J., Chai, X., Mu X., Zhou, G., Shao, H., Sun, W., 2017. Dynamic sediment discharge in the Hekou-Longman region of Yellow river and soil and water conservation implications. Science of The Total Environment, 578, 56-66.
- IPCC 2007. Summary for policymakers; In: Climate change 2007. The physical science basis (eds) Solomon, S. Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L., Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- Jaiswal., R.K., Lohani., A.K., Tiwari., H.L., 2015. Statistical analysis for change detection and trend assessment in climatological parameters. Environmental Processes, 2 (4),729.
- Kang, HF, Yusof, F. 2012. Homogeneity test on daily rainfall series in Peninsular Malasiya. Int J Contemp Math Sci, 7(1):9–22.
- Kuyucu, H., Demir, V., Geyikli M.S., Citakoğlu, H., 2017. Trend Analysis of Turkey Temperatures. 1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Proceedings November, 2-4, 2017, Tokat, Turkey.
- Serra, C., Burgueno, A., Lana, X., 2001. Analysis of maximum and minimum daily temperatures recorded at Fabra Observatory (Barcelona, NE Spain) in the period 1917–1998. Int. J. Climatol., 21, 617–636.
- Partal, T., Kahya, E., 2006. Trend analysis in Turkish precipitation data. Hydrol. Process. 20, 2011–2026.
- Pettitt, A.N., 1979. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Detection, Applied Statistics, 28, 126-135.
- Sneyers, S., 1990. On the statistical analysis of series of observations. Technical note, 143.
- Smadi, M.M., 2006. Observed abrupt changes in minimum and maximum temperatures in Jordan in the 20th century. Am. J. Environ. Sci., 2(3), 114–120.
- Smadi, M.M. Zghoul, A. 2006. A sudden change in rainfall characteristics in Amman, Jordan during the mid 1950’s. Am. J. Environ. Sci., 2(3), 84-91.
- Sivakumar, A.T., Thennarasu, A., Rajkumar, J.S.I., 2012. Effect of season on the incidence of infectious diseases of bovine in Tamilnadu. Elixir Meteorology, 47, 8874.
- Sneyers S. 1990. On the statistical analysis of series of observations. Technical note no 5 143, WMO No 725 415 Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 192 pp.
- Rybski, D., Neumann, J., 2011. A review on the Pettitt test. In extremis., Berlin, Springer. 202–213.
- Tarhule, A., Woo, M., 1998. Changes in rainfall characteristics in northern Nigeria. Int. J. Climatol., 18, 1261-1271.
- Terzioğlu, Z.Ö., Kankal, M., Yüksel, Ö., Nemli, M.Ö., Akçay, F., 2019. Analysis of the precipitation intensity values of various durations in Trabzon province of Turkey by Şen’s innovative trend method. Sigma J Eng and Nat Sci, 37 (1), 241-250.
- Türkeş, M., 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation and Aridity Conditions. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 23, 363-380.
- Türkeş, M., 2001. Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi, 1, 187-205.
- Türkeş, M., Sümer, U.M. 2004. Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey. Theor. Appl. Climatol., 77, 195–227.
- Türkeş, M. 2007. Türkiye’nin kuraklığa, çölleşmeye eğilimi ve iklim değişikliği açısından değerlendirilmesi Pankobirlik, 18, 38-47.
- 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, 57-74.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F., 2008. Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey. International Journal of Climatology. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 29(8), 1056-1074.
- Winingaard JB, Kleink Tank AMG, Konnen GP. 2003. Homogeneity of 20th Century European Daily Temperature and Precipitation Series. Int J Climatol, 23:679–692

- Yue, S., Hashino, M., 2003. Long term trends of annual and monthly precipitation in Japan, *J. Am. Water. Resour.*, 39(3), 587–596.
- Zarenıstanak., M., Dhorde., A.G., Kırpalanı., R.H. 2014. Trend analysis and Change point detection of annual and seasonal precipitation and temperature series over southwest Iran. *Journal of earth system science*, 123 (2), 281.
- Zer Lin, W., Chung Tsai, H., Ho Wang, C. Hsien Teng, W. 2005. Urbanization-induced regional climate change on the western plain of Taiwan for the period 1964-1999. *Int. Conf. on Environment, Ecosystems and Development, Venice, Italy*, 2(4).