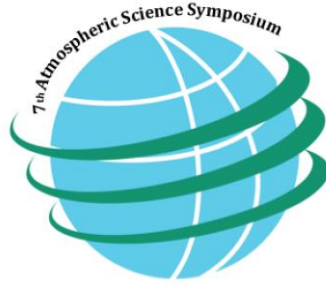


7TH ATMOSPHERIC SCIENCES SYMPOSIUM

28-30 APRIL 2015
ISTANBUL



PROCEEDINGS

EDITORS

DOÇ.DR. ALİ DENİZ
BAHTİYAR EFE
BİHTER DURNA
PELİN CANSU ÇAVUŞ

Chairs

Assoc. Prof. Dr. Ali DENİZ, İstanbul Technical University (Chair)

Prof. Dr. Mustafa ÇIKRIKÇI, İstanbul Aydın University (Co-chair)

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin TOROS, İstanbul Technical University (Vice Chair)

Prof. Dr. Osman UÇAN, İstanbul Aydın University (Vice Chair)

Honoree Chairs

Prof. Dr. Mehmet KARACA, Rector, İstanbul Technical University

Dr. Mustafa AYDIN, Head of Trustees, İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Zekai ŞEN, Head of Water Foundation

Prof. Dr. Yedigir İZMİRLİ, Rector, İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Lütfi AKÇA, Counselor in Ministry of Forestry and Water Affairs

Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK, Counselor in Min. of Environment and Urban Planning

Bilal EKŞİ, General Manager, Directorate General of Civil Aviation

Hamdi TOPÇU, Chairman of the Board, Turkish Airlines

Assoc. Prof. Dr. Temel KOTİL, General Manager, Turkish Airlines

İsmail GÜNEŞ, General Manager, Meteorological Service

Akif ÖZKALDI, General Manager, State Hydraulic Works

Funda OCAK, Deputy General Manager, State Airports Authority

Fırat ÇUKURÇAYIR, Head of the Chamber of Meteorological Engineers

Ramazan ÖZÇELİK, Regional Director, Marmara Clean Air Centre

Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet Duran ŞAHİN, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Celal Nazım İREM, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. Hasan SAYGIN, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. H. Sema TOPÇU, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Kasım KOÇAK, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Levent ŞAYLAN, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. M. Orhan KAYA, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Selahattin İNCECİK, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Zafer ASLAN, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. Zahit MECİTOĞLU, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Zerefşan KAYMAZ, İstanbul Technical University, Turkey

TÜRKİYE GENELİ YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNDE EĞİLİMLER VE SALINIMLAR

Bahtiyar Efe, Hüseyin Toros, Ali Deniz

İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, efeba@itu.edu.tr, toros@itu.edu.tr, denizali@itu.edu.tr.

ÖZET

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1950–2013 yılları sıcaklık ve yağış verileri incelenmiştir. Türkiye geneli tüm istasyonlara ait sıcaklık değişkeninin uzun yıllar yıllık ortalaması 13.8 °C, standart sapması ise 0.67 °C'dir. Yine Türkiye geneli tüm istasyonlara ait maksimum sıcaklık değişkeninin ortalaması 19.1 °C, standart sapması ise 0.73 °C'dir. Benzer şekilde Türkiye geneli tüm istasyonlara ait minimum sıcaklık değişkeninin ortalaması 8.6 °C, standart sapması ise 0.67 °C'dir. Yağış için ise Türkiye geneli tüm istasyonlara ait yıllık toplam yağış ortalaması 640.52 mm, standart sapması ise 68.6 mm olarak bulunmuştur.

1. Giriş

İnsan kaynaklı atmosfer atılan kirleticiler beraberinde atmosferdeki sera gazlarının artmasına ve bu da beraberinde iklimde değişimlere sebep olabileceği görüşü hakim olmuştur. Son zamanlarda iklim değişimi tüm dünyada önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. İklim değişikliği üzerine değişik senaryolar üretilmeye ve bu senaryo sonuçlarına göre sosyo-ekonomik etkileri tartışılmaktadır. Senaryo sonuçlarına göre doğal olarak farklı model sonuçları elde edilebilmektedir. Senaryolar yanında, son yıllarda iklim verilerinin incelenmesi ve varsa değişimlerin, salınımların değerlendirmelerde kullanılması gelecek adına katkı sağlayacaktır

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de iklim verileri üzerine bir çok çalışma yapılmış ve hala yapılmaktadır (Toros H., 1993; Dursun S., Kunt F., Toros H., Mankolli H., 2014; Kadioğlu M., ve Toros H., 1993; Karaca M., Tayanç M., Toros H., 1995; Tayanç M., Toros H., 1997; Toros 2012a, 201b). Bu çalışmada Türkiye'de son yıllarda iklimde meydana gelen salınım ve eğilimler değerlendirilmiştir. Çalışmada istasyon verisi kullanılmıştır. Veriler genel olarak 1950-2013 yılları arasında içermektedir. Bu çalışmanın daha önceki çalışmalardan farkı son yıllarda gözlenen sıcaklıktaki soğuma değerlerini içermesidir.

2. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada Türkiye geneli ölçümü yapılan tüm istasyonlardaki meteorolojik parametrelerden sıcaklık ve yağış parametrelerinden uzun süreli olan verileri kullanılarak, çeşitli istatistik bilgiler ve trend analizleri ortaya konmuştur. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den alınan sıcaklık ve yağış verilerinin değerlendirme periyodu 1950–2013 yıllarını kapsamaktadır. Eğer bir istasyonda 13 yıldan fazla eksik veri varsa o istasyon değerlendirmeye alınmamıştır. Değerlendirmede ortalama, maksimum ve minimum sıcaklığın yıllık ortalama değerleri, yağışın ise yıllık toplam değerleri kullanılmıştır.

Hem sıcaklık hem de yağış verilerinin trend analizinde Mann – Kendal Trend analizi kullanılmıştır. Nonparametrik bir test olan Mann Kendall testi verilerin dağılımından bağımsızdır (Mann, 1945; Kendall, 1975). Testin uygulanacağı zaman serisi x_1, x_2, \dots, x_n de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $C1$ ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $C2$ ile gösterilirse test istatistiği $C=C1-C2$ şeklinde tanımlanır.

Kendall korelasyon katsayısı :

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2}\right]} \quad [1]$$

$n \geq 10$ için

$$\mu_S = 0 \text{ ve } \sigma_S = \sqrt{\frac{[n(n-1)(2n+5)]}{18}} \quad [2]$$

olmak üzere

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma_S} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S-1}{\sigma_S} & S < 0 \end{cases} \quad [3]$$

şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa σ_S aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_S = \sqrt{\frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum t_i(t_i-1)(2t_i+5)]}{18}} \quad [4]$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Anlatılan şekilde hesaplanan Z 'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu ve S değeri negatif ise azalan yönde, pozitif ise artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır (Yu, Zou, & Whittemore, 1993; Toros, 1993).

Mann – Kendall testi, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir. Kullanılan zaman serisinde sol taraftan başlayarak veriler (x_i), teker teker göz önünde bulundurulurken veri yerine kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılır. Bu sayıya n_i dersek x_i veri değerleri bunlarla yer değiştirerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir.

Bu tam sayıların ardışık toplamlarını t_i ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad [5]$$

şeklinde tanımlanır. Bunun ortalaması

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad [6]$$

varyansı;

$$var(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad [7]$$

dir. Mann-Kendall test istatistiği $u(t)$ ise

$$u(t) = \frac{t-E(t)}{\sqrt{var(t)}} \quad [8]$$

olarak elde edilir (Sneyers, 1990; Toros, 1993).

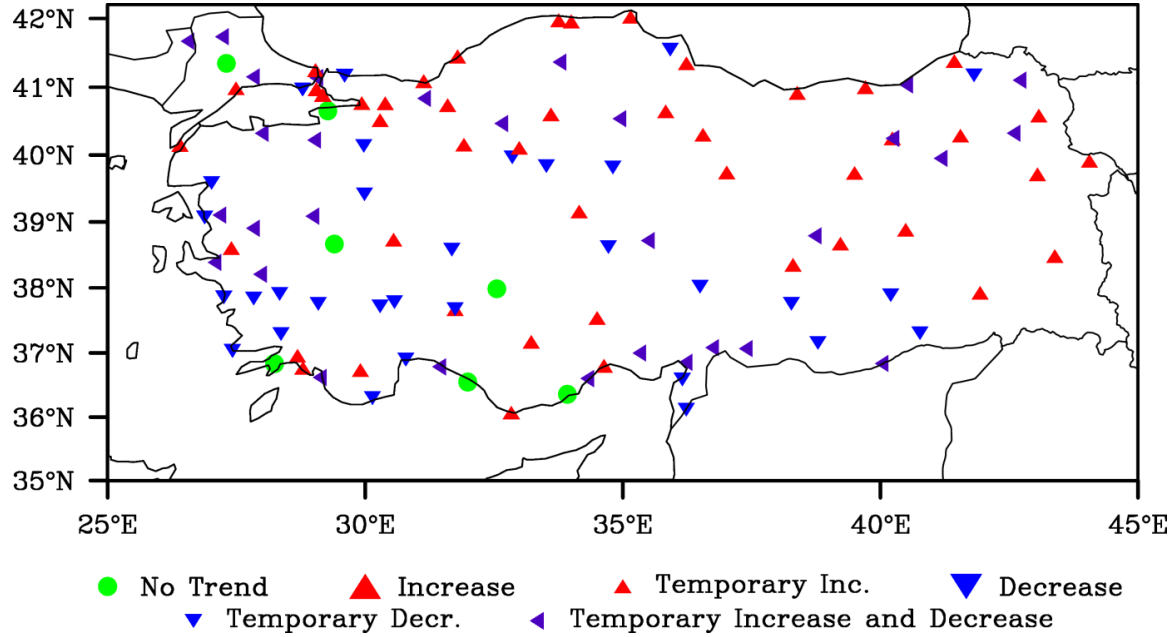
Elde edile $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri zamanla bir değişim yok kabulünü, $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişimin olduğunu gösterir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin artan veya azalan önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir. $u(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafiksel gösterimde trend bulunmaması halinde bu iki eğri birbirini altlı üstlü keserler. Eğilim olması halinde ise, iki eğrinin birbirini kesme zamanı eğilimin başlangıç yılını temsil eder..

3. Sonuçlar

3.1 Sıcaklık değerleri

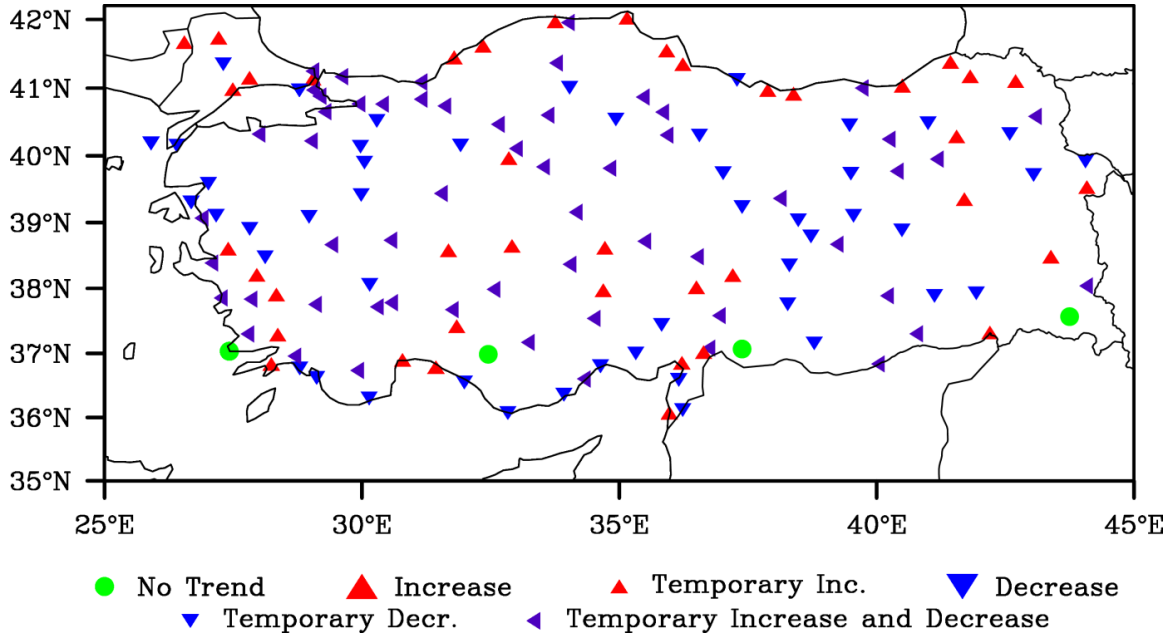
Sıcaklığa ilişkin trend analizi yapılırken büyük kırmızı renkli üçgen artan trendi, küçük kırmızı üçgen geçici artan trendi, mavi renkli büyük üçgen azalan trendi ve mavi renkli küçük üçgen geçici azalan trendi temsil ederken; toplam yağışa ilişkin trend analizinde ise kullanılan renklerde tam tersi durum söz konusudur. Bütün grafiklerde mor renkli üçgen geçici artan ve azalan trend durumunu, yeşil daire ise trend olmaması durumunu temsil etmektedir.

Türkiye geneli 1950 - 2013 periyodu için yıllık ortalama sıcaklık trend analizi Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de incelendiğinde sadece 7 istasyonda trendin olmadığı, en fazla sayıda trend çeşidinin ise küçük kırmızı üçgenle gösterilen geçici sıcaklık artışı şeklinde olduğu görülmektedir. Bölgesel olarak bakıldığında Türkiye'nin iç ve kuzey kısımlarında geçici sıcaklık artışı trendinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ülkemizin güney ve batı bölgelerinde ise sıcaklıkta geçici azalan trendler gözlenmiştir.



Şekil 1. Yıllık Ortalama Sıcaklık için Trend Analizi

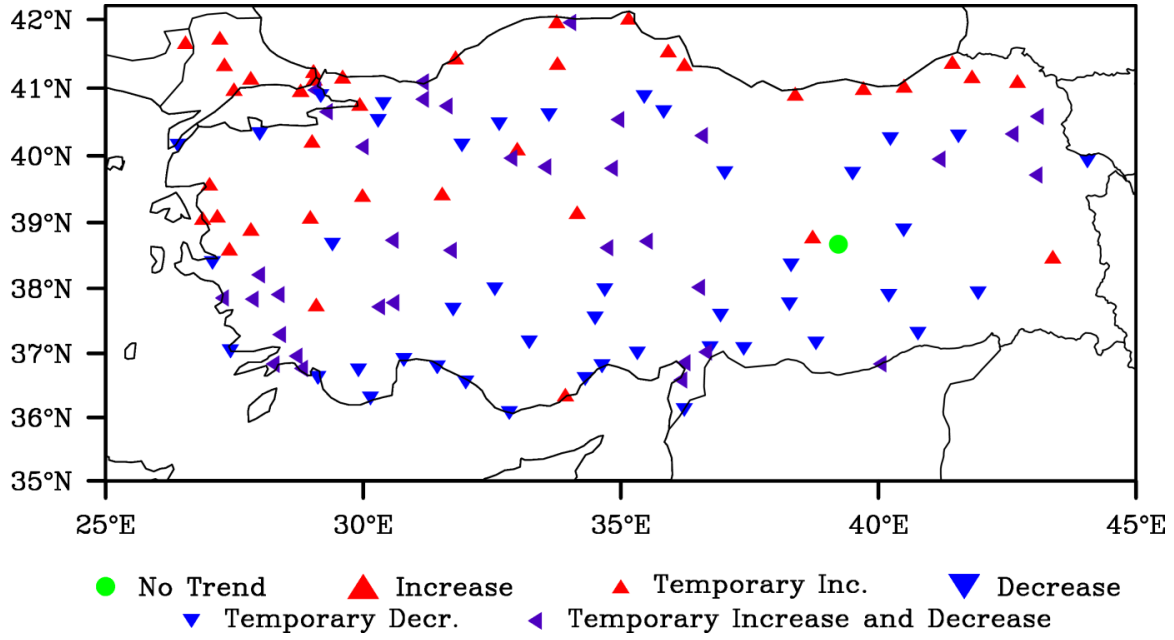
Türkiye geneli 1950 - 2013 periyodu için yıllık maksimum sıcaklıklara ait trend analizi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Maksimum Sıcaklıkların Yıllık ortalaması için Trend Analizi

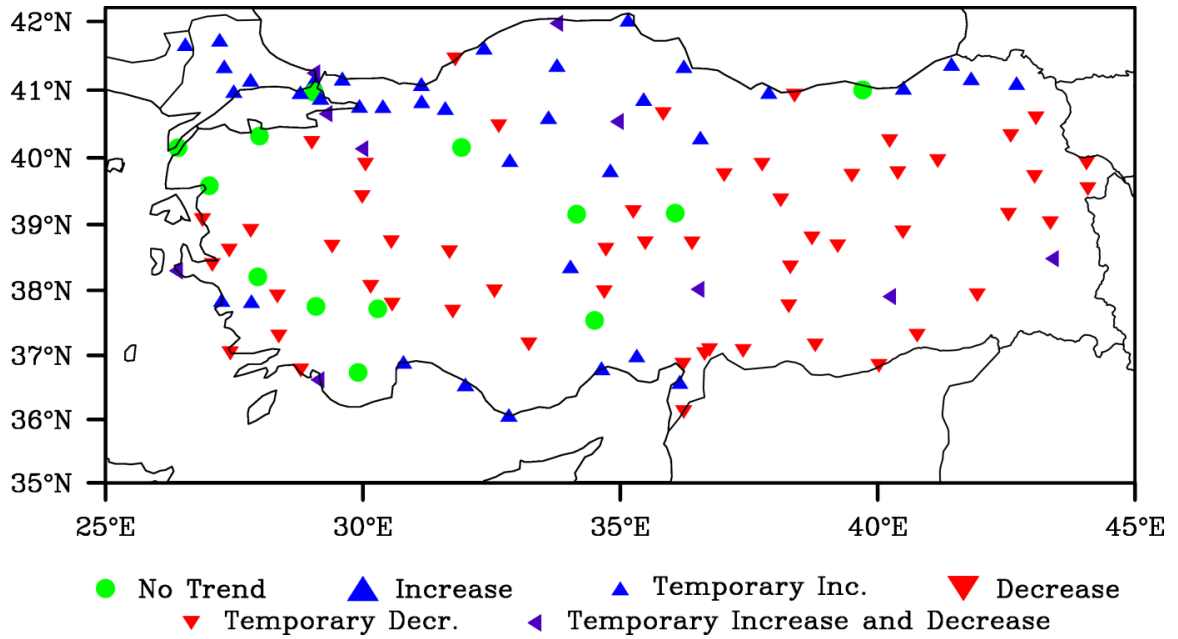
Şekil 2’de görüldüğü gibi maksimum sıcaklıklardaki geçici artış trendleri başta Karadeniz bölgesi olmak üzere hemen hemen tüm sahil şeridinde belirgindir (kırmızı üçgenler). İç kesimlerde ise maksimum sıcaklıklarda genellikle çok küçük değişimler söz konusudur (mor üçgenler). Sadece 4 istasyonda ise trend yoktur (yeşil daireler).

Türkiye geneli 1950 - 2013 periyoduna ait yıllık minimum sıcaklık için trend analizi şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Minimum Sıcaklıkların Yıllık ortalaması için Trend Analizi

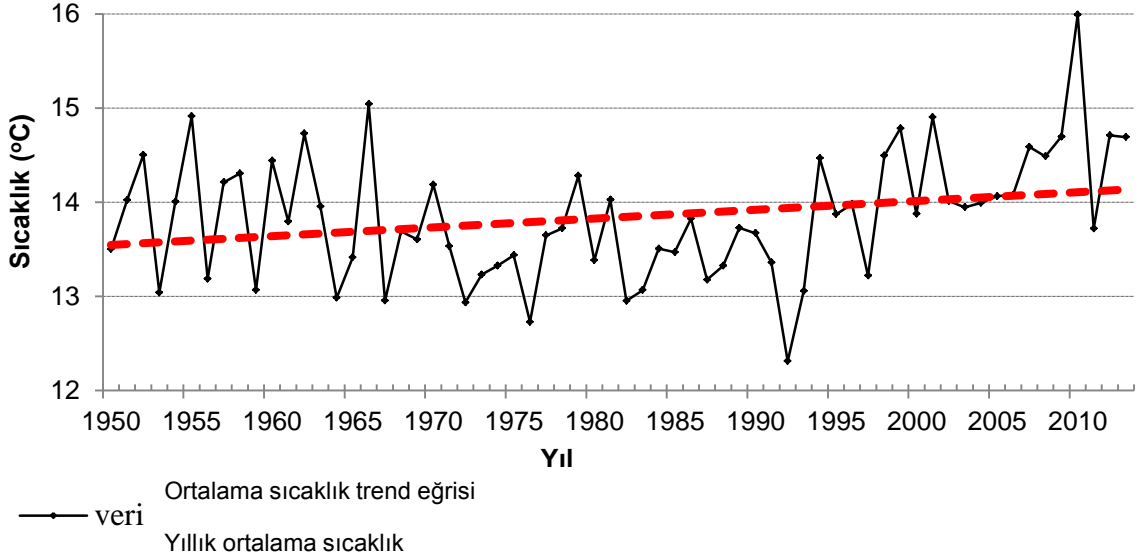
Şekil 3’de görüldüğü üzere Karadeniz, Trakya ve Kuzey Ege bölgelerinde minimum sıcaklıkta artan bir trend gözlenmesine rağmen, diğer kıyı bölgelerinde azalan bir trend gözlenmiş ve iç kesimlerde ise belirgin bir trend gözlenmemiştir. Sadece bir istasyonda ise trend yoktur. Türkiye geneli 1950 - 2013 periyoduna ait yıllık toplam yağış için trend analizi Şekil 4’te verilmiştir. Şekil 4’te görüldüğü gibi Karadeniz ve Marmara bölgesi başta olmak üzere tüm kıyı şeridinde yağışlarda artan bir trend söz konusudur. Hemen hemen tüm karasal bölgelerde ise yıllık toplam yağışların azalan bir trende sahip olması kuraklığa doğru gidişatın bir ön göstergesi olabilir. 13 istasyonda ise yıllık toplam yağışlarda trend gözlenmemiştir.



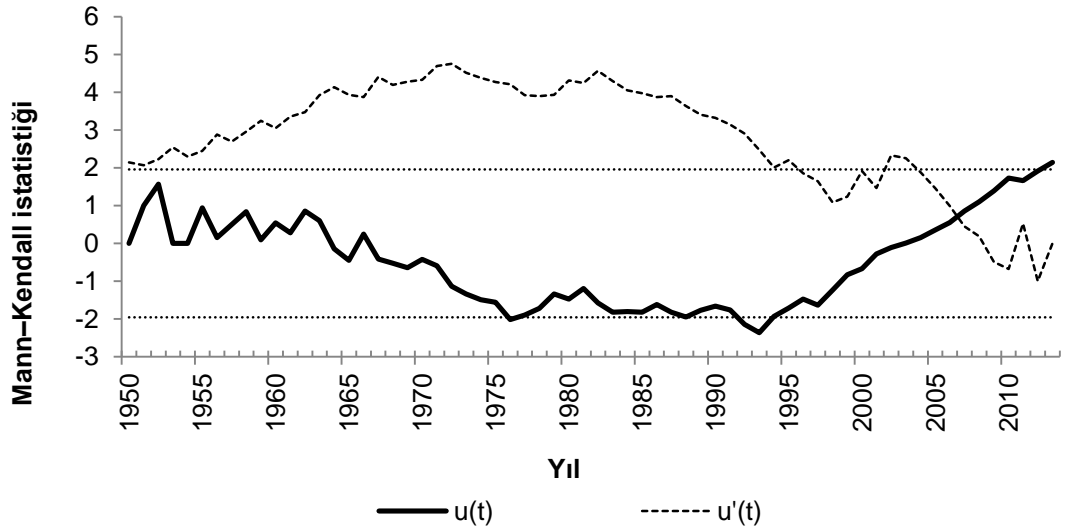
Şekil 4. Yıllık toplam yağış için trend analizi

3.2 Sıcaklık ve Yağış Parametrelerinin Türkiye Ortalamalarının Zaman Serileri ve Mann – Kendall Test İstatistiği

Türkiye geneli tüm istasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 1950-2013 dönemine ait zaman serisi **Error! Reference source not found.**'te ve Mann – Kendall test istatistiği ise Şekil 6'da görülmektedir.



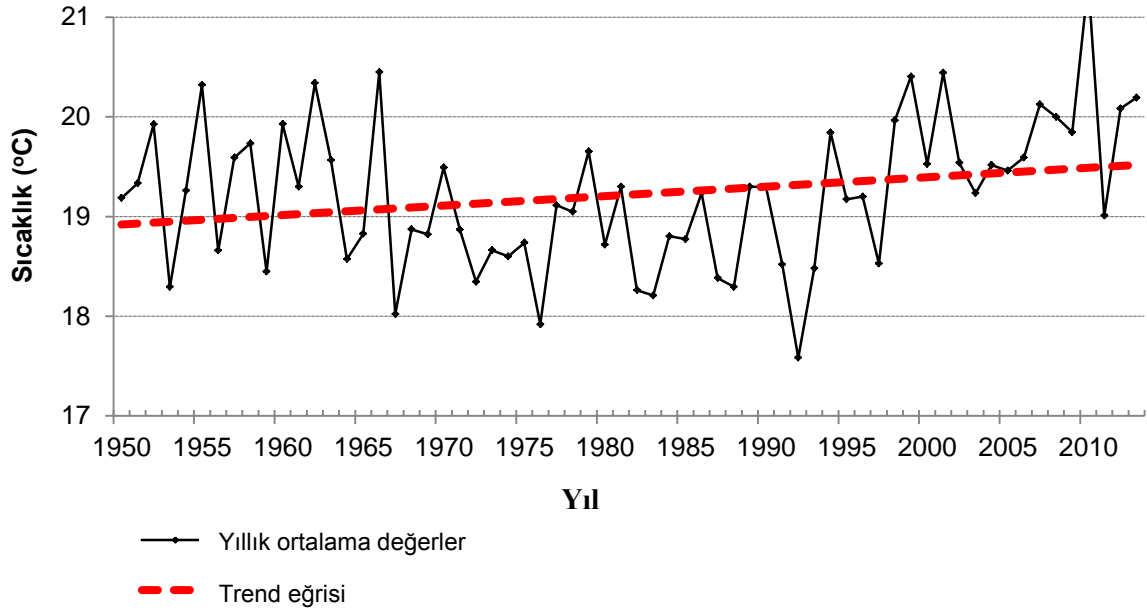
Şekil 5. Türkiye geneli tüm istasyonların ortalama sıcaklıklarının zaman serisi



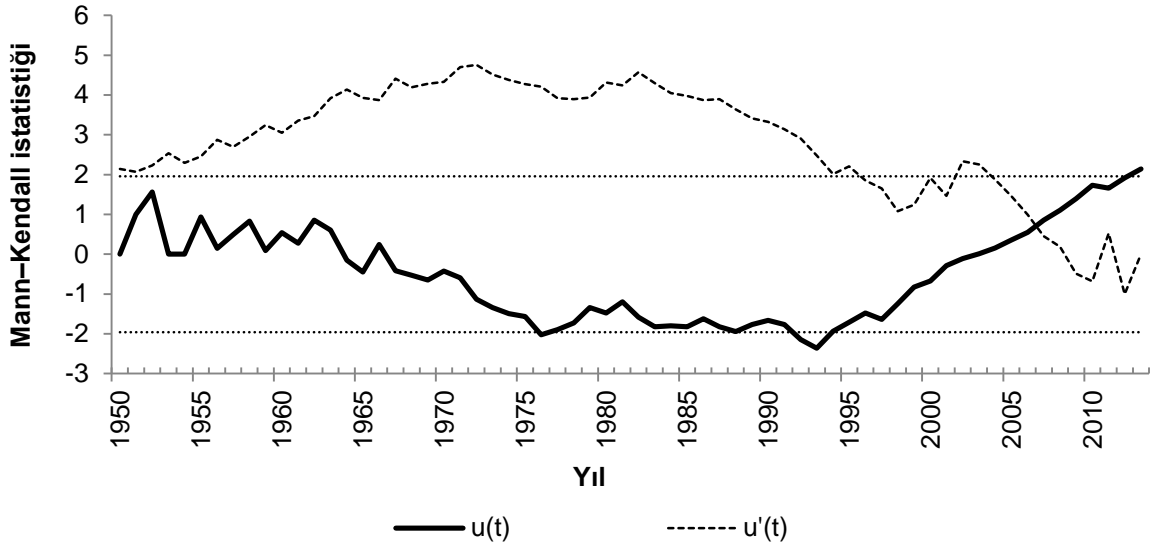
Şekil 6. Ortalama sıcaklıkların Mann - Kendall istatistiği

Şekil 6'dan görüldüğü gibi Türkiye geneli tüm istasyonların 1950 - 2013 döneminde yıllık ortalama sıcaklık değerleri 1990'lı yılların başlarına kadar azalan bir trend göstermesine rağmen, 1992 yılından itibaren ciddi bir artış eğilimi göstermektedir. Şekil 6 incelendiğinde $u(t)$ değerleri kritik değer olan 1.96'nın üzerindedir. Dolayısıyla artış eğilimi Mann-Kendall rank korelasyon istatistiğine göre %95 güven aralığında anlamlıdır.

Tüm istasyonların maksimum sıcaklıklarının yıllık ortalamasının zaman serisi Şekil 7’de ve Mann – Kendall test istatistiği ise Şekil 8’de görülmektedir.



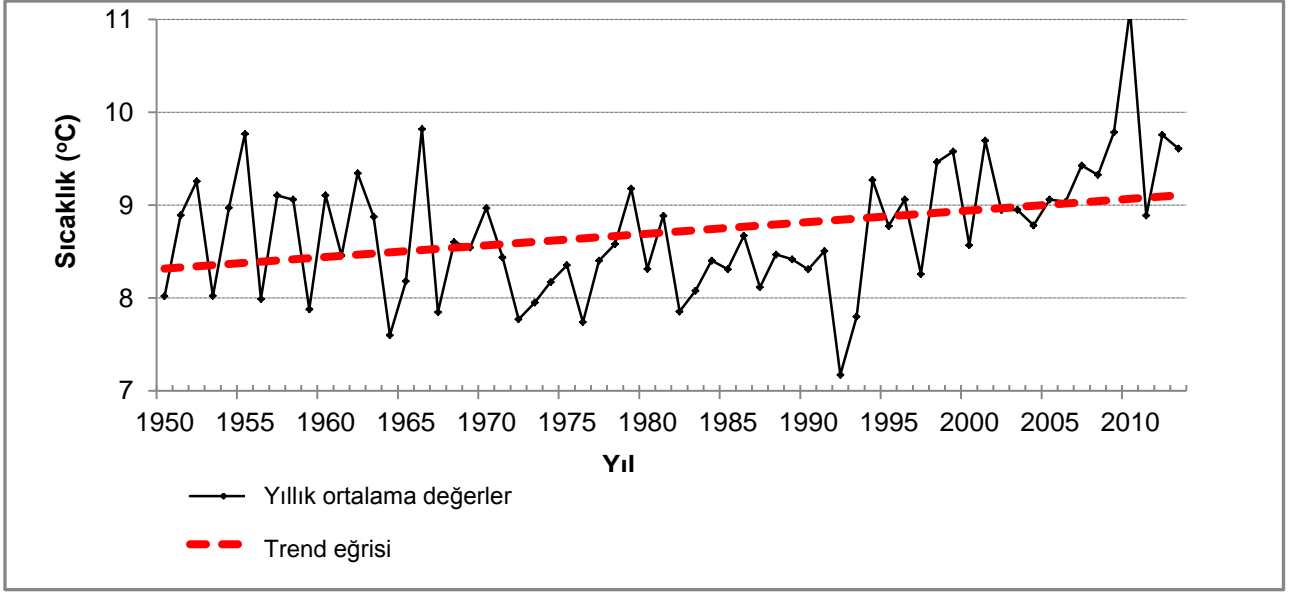
Şekil 7. Türkiye geneli tüm istasyonların maksimum sıcaklıklarının zaman serisi



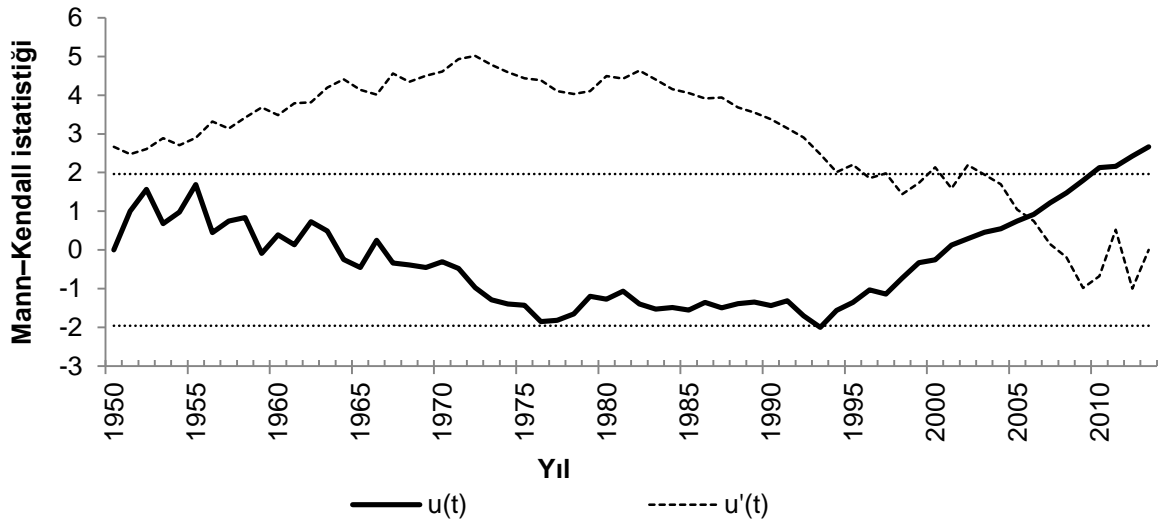
Şekil 8. Maksimum sıcaklıkların Mann - Kendall istatistiği

Günlük maksimum sıcaklığa ait zaman serisinde (Şekil 7) genel olarak ortalama sıcaklığa ait zaman serisine benzer şekilde artan bir trend vardır. 1965 ile 1992 yılları arasında azalan bir trend gözlenmesine rağmen 1992 yılından itibaren ciddi bir artan trend gözlenmektedir. Şekil 8 incelendiğinde maksimum sıcaklığa ait $u(t)$ değerleri, kritik değer olan 1.96’nın üzerindedir. Dolayısıyla artış eğilimi Mann-Kendall rank korelasyon istatistiğine göre %95 güven aralığında anlamlıdır.

Tüm istasyonların minimum sıcaklıklarının yıllık ortalamasının zaman serisi Şekil 9’da ve Mann – Kendall test istatistiği ise Şekil 10’da görülmektedir.



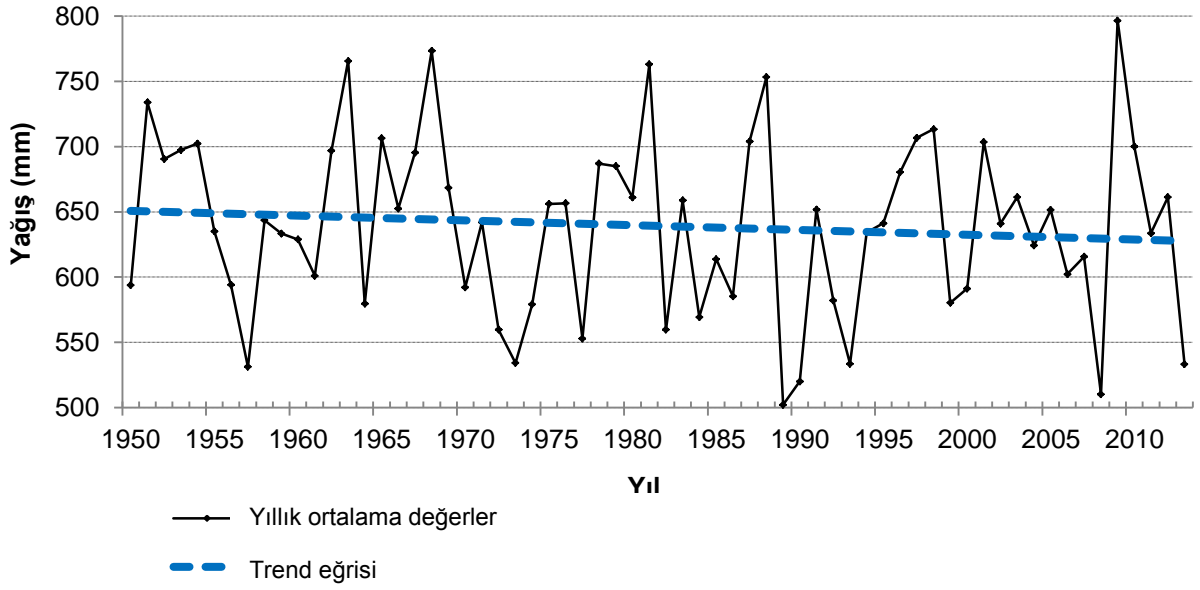
Şekil 9. Türkiye geneli tüm istasyonların minimum sıcaklıklarının zaman serisi



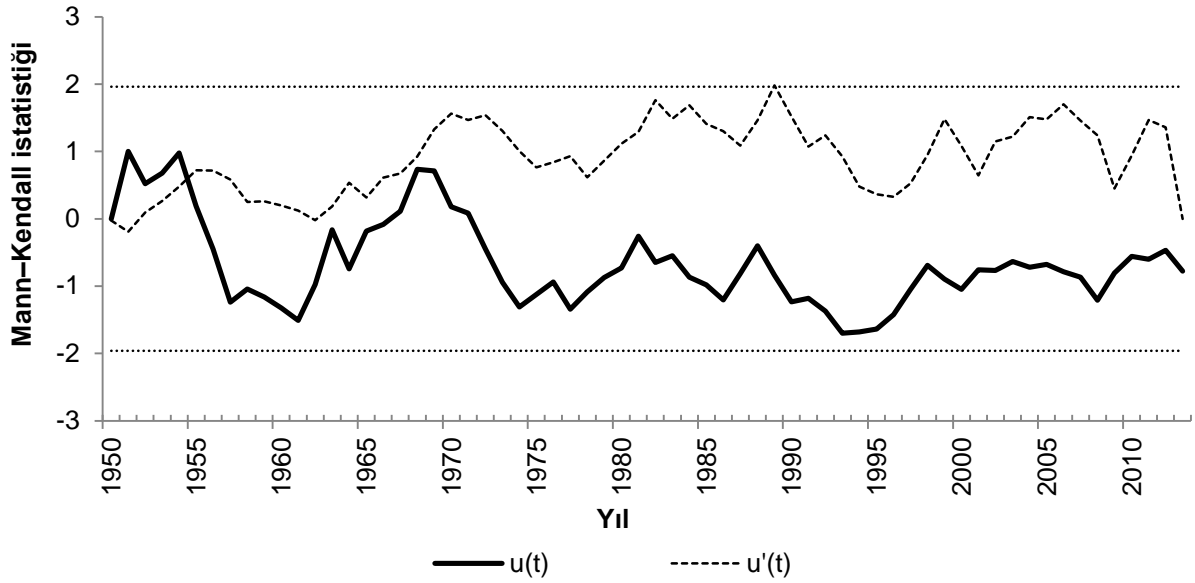
Şekil 10. Minimum sıcaklıkların Mann - Kendall istatistiği

Günlük minimum sıcaklığa ait zaman serisinde Şekil 9 genel olarak ortalama sıcaklık ve maksimum sıcaklığa ait zaman serilerine benzer şekilde artan bir trend vardır. 1965 ile 1992 yılları arasında azalan bir trend gözlenmesine rağmen 1992 yılından itibaren ciddi bir artan trend gözlenmektedir. Şekil 10 incelendiğinde minimum sıcaklığa ait $u(t)$ değerleri, kritik değer olan 1.96'nın üzerindedir. Dolayısıyla artış eğilimi Mann-Kendall rank korelasyon istatistiğine göre %95 güven aralığında anlamlıdır.

Tüm istasyonların yıllık toplam yağışlarının ortalamasının zaman serisi Şekil 11'de ve Mann - Kendall test istatistiği ise Şekil 12'de görülmektedir.



Şekil 11. Türkiye geneli tüm istasyonların yıllık toplam yağışların zaman serisi



Şekil 12. Yıllık toplam yağışların Mann - Kendall istatistiği

Şekil 11’den görüldüğü gibi Türkiye geneli tüm istasyonların 1950-2013 döneminde yıllık toplam yağışlara ait zaman serisinin sıcaklıktaki artan trendin tersine olacak şekilde azalan bir trende sahip olduğu görülmektedir. Fakat toplam yağıştaki azalan trend, sıcaklıktaki artan trend kadar belirgin değildir. Şekil 12’de ise bu durum açıkça görülmektedir. Toplam yağışa ait $u(t)$ parametresi 1.96 değerine ulaşamamaktadır. Ancak bu durum Türkiye için genel bir durumdur. Farklı sinoptik sistemlerin değişik coğrafi bölgelerde farklı yağış rejimlerine neden olabileceği gerçeği göz ardı edilmemelidir. Böylece iklim değişikliğinin Türkiye geneli uzun dönemde sıcaklıklarda artan, toplam yağışta ise azalan bir etkiye sahip olması ile ülke geneli kuraklığa doğru kötü bir gidişatın olduğu sonucuna varılabilir.

Kaynaklar

- Dursun S, Kunt F, Toros H, Mankolli H, 2014, Climate Change and the Changes in Regional Precipitation, International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES), 4(1), 1-4.
- Kadioğlu M, Toros H, 1993. Şehirleşmenin Türkiye’de iklime etkisi, Türk Devletleri Arasında 2. İlmî İşbirliği Konferansı, 26-29 Haziran 1993 ALMATI, KAZAKİSTAN, pp. 241-246
- Karaca M, Tayanç M, Toros H, 1995. Effects of urbanization on climate of İstanbul and Ankara, Atmospheric Environment, 29(23), 3411-3421.
- Tayanç M, Toros H, 1997. Urbanization effects on regional climate change in the case of four large cities of Turkey, Climatic Change, 35(4), 501-524.
- Toros H, 2012a. Spatio-temporal precipitation change assessments over Turkey. International Journal of Climatology, 32(9),1310-1325.
- Toros H, 2012b. Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey. International Journal of Climatology, 32(7),1047-1055.
- Toros, H., 1993. “Klimatolojik Serilerden Türkiye Genelinde Trend Analizi“, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1993.