



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2012, Volume: 7, Number: 4, Article Number: 1A0335

**NWSA-ENGINEERING SCIENCES**

Received: February 2012  
Accepted: September 2012  
Series : 1A  
ISSN : 1308-7231  
© 2010 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Kemal Saplıoğlu<sup>1</sup>**

**Murat Kilit<sup>2</sup>**

Süleyman Demirel University<sup>1</sup>  
Afyon DSİ<sup>2</sup>  
kemalsaplioglu@sdu.edu.tr  
Isparta-Turkey

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AFYON İLİNDEKİ YAĞIŞ VE SICAKLIKLARA ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI VE TRENDLERİNİN BELİRLENMESİ**

**ÖZET**

Küresel iklim değişikliğinin büyük ölçüde kendini hissettirmeye başladığı günümüzde, yağış, akış ve sıcaklık gibi parametrelerin trendlerinin belirlenmesi ve bilinmesi su kaynaklarının planlanmasında ve gelecekte yapılacak projelerin hazırlanması safhasında önemli bir kaynak teşkil edebilecektir. Bu çalışmada iklim değişikliğinin etkisinin görülmeye başladığı Türkiye’de bulunan Afyon iline ait 1929-2011 yılları arasındaki aylık ve yıllık yağış verileri ile sıcaklık verileri dikkate alınarak yağış ve sıcaklık trendleri Mann-Kendall ve regresyon testlerine tabi tutularak belirlenmiştir. Çalışmadaki bulgulara göre yıllık bazda yağış ve sıcaklık değerleri için istatistiksel yönden anlamlı olan bir trend olmadığı görülmüştür. Ancak aylık bazdaki verilere bakıldığında Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık verilerinde %95 güven aralığında artış trendi olduğu, yağış verilerinde de Mayıs ayında trend azalışı Eylül ayında da trend artışı olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yağış, Sıcaklık Türkiye, Afyon,  
Trend Değişimi, Mann-Kendall, Regresyon

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CLIMATE VARIATION ON THE  
PRECIPITATION AND TEMPERATURE OF THE CITY OF AFYONKARAHISAR AND  
DETERMINATION OF TRENDS OF THOSE FACTORS**

**ABSTRACT**

Since the global climate change shows its effect clearly in recent years, it is very important source to determine the variations and trends of precipitation, Run-off and temperature parameters for planning and designing water resources. Therefore, in this study, since the global climate change started also affecting Turkey, precipitation and temperature parameters of the city of Afyonkarahisar in Turkey using the monthly and yearly data between 1929 and 2011 are determined by treating the data to the Mann-Kendall and other regression tests. As a result of this study, it is seen that there is no a meaningful statistical trend in the yearly temperature and precipitation data. However, when we studied monthly temperature data we saw that there is an increase in trend at 95% confidence limits in between June and July. And for the precipitation data, it is found that there is a decrease in trend in May but there is an increase in the trend in September.

**Keywords:** Precipitation, Temperature, Trend Variation,  
Mann-Kendall, Regression, Afyon, Turkey

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde küresel ısınma, dünya üzerindeki pek çok noktada iklim değişikliğine ve buna bağlı olarak ta hidrolojik büyüklüklerin zaman içerisindeki trend değişikliklerine neden olmaktadır. Yağış ise bu trend değişikliğinden sıcaklık ve buharlaşma ile birlikte en çok etkilenen parametrelerden birisidir.

Gregory (1956) tarafından İngiltere'deki yıllık yağış trendlerindeki değişimler, Suziki (1968) tarafından Japonya'daki yağış trendlerindeki değişimler çalışılmıştır. Jagannathan ve Parthasarathy (1973), Dhar et al. (1974), Parthasarathy ve Dhar (1974) tarafından Hindistan'daki yağış verilerindeki trend değişimi analiz edilmiştir. Ayrıca Goswami et al. (2006), yaptıkları çalışmada Hindistan'daki yağışların %80'ini oluşturan muson yağmurlarının (Sahani et al., 2003) trend değişimini irdelemişlerdir. Kanada yapılan çalışmalarda ise Plummer et al.(2006), tarafından sıcaklıklarda 1-2°C artış trendi tespit edilirken Mekis and Hogg(1999), Stone et al. (2000) ve Zhang et al. (2000) yağış trendinde bir artış olduğunu sonucuna varmışlardır. Groleau et al. (2007) ise kış aylarında Kanada'da meydana gelen yağış trendi değişimlerini irdelemişlerdir. Türkiye'de ise mevsimsel ve yıllık bazda yağış trendlerindeki değişimlerle ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Toros (1993), Türkiye'nin batı kısmında yer alan 68 istasyon için mevsimsel ve yıllık bazda trendleri analiz etmiştir. Turkes (1996), kurak ve çok yağış alan dönemleri ayrı ayrı inceleyerek sonuca ulaşmıştır. Partal ve Kahya (2006), Türkiye'nin tamamından almış oldukları 96 yağış istasyonundan aldıkları veriler ile aylık bazdaki trend değişimlerini incelemişler özellikle ocak, şubat ve eylül aylarında önemli trend değişimleri tespit etmişlerdir.

Mann-Kendall testi ise tren analizi testlerinde en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Kısa ve uzun dönemli sıcaklık, akarsu akımı ve yağış trendlerinin hesaplanmasında en çok başvurulan yöntemlerdendir. Lettenmaier et al. (1994) USA'da 1009 akarsu üzerinde alınmış 1039 veri ile geniş çapta bir iklim değişimi araştırması Mann - Kendall testi ile oluşturmuşlardır. Bu çalışmada USA'nın dörtte birini temsil eden orta kesimlerinde yağış trendlerinde artışa rastlanmıştır. Yue and Hashino (2003) Japonya'da yaptıkları çalışmada yağışlarda negatif bir trend tespit etmişlerdir. Benyahya et al. (2004) Kanada'da yaptıkları çalışmada 81 ila 101 yıllık ölçüm periyotlarına sahip olan 4 hava gözlem istasyonu için yaptıkları çalışmada ocak ve şubat aylarında sıcaklıkta bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada Türkiye'de yer alan Afyon iline ile ait 1929 - 2011 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Elde edilen bu verilere öncelikle Mann-Kendall testi uygulanmış ve %95 güven aralığında bir trende sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Bir sonraki aşamada ise bütün veriler ayrı ayrı regresyon analizine tabi tutularak denklem takımları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu denklem takımlarının eğimine göre ise aylar ve yıllar içinde azalış ve artış miktarları mm ve °C mertebesinde belirlenmiştir.

## 3. ANALİTİK ÇALIŞMA (ANALYTICAL STUDY)

Çalışma alanını olan Afyon havzası (Şekil 1), 7337 km<sup>2</sup>'lik bir drenaj alanına sahip Akarçay havzasının 818,5 km<sup>2</sup> drenaj alanına sahip bir alt havzasıdır (Tezcan ve arkadaşları, 2002). 1929-2011 yılları arası Afyon iline ait sıcaklık ve yağış verileri Devlet Meteoroloji İşlerinin 38°44' K, 30°34' D koordinatlarında bulunan istasyonundan

alınmıştır. Bu verilere göre havzanın yıllık ortalama toplam yağış miktarı 436,8 mm dir. Ortalama 54,3 mm ile en yoğun yağış Mayıs ayında görülürken, en kurak dönem ortalama 11,2 mm ile Ağustos ayıdır. Yıllık ortalama 11,2 °C sıcaklığa sahiptir. En sıcak dönem ortalama 22,1°C ve 22,0°C ile temmuz ve Ağustos ayları olurken en soğuk dönem ortalama 0,3°C sıcaklığa sahip Ocak ayıdır. Aylara göre gözlemlenmiş ortalama yağış ve sıcaklık değerleri ile gözlemlenmiş en küçük ve en büyük aylık ve yıllık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri Tablo 1 ve 2’de özetlenmiştir.

Tablo 1. 1929-2011 yılları arasında meydana gelmiş aylık ve yıllık yağış verileri  
 (Table 1. Monthly and annual precipitation data that occurred between 1929-2011)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort.	43,3	40,4	45,4	46,5	54,3	38,2	20,7	11,2	19,7	35,4	34,3	47,4	436,8
En Yük.	102,3	114,2	137,0	104,3	165,8	110,6	133,9	71,2	141,3	89,6	93,4	151,7	679,1
En Düş.	2,5	6,6	5,0	6,8	0	0	0	0	0	0,3	1,5	0,3	238,2

Tablo 2. 1929-2011 yılları arasında meydana gelmiş aylık ve yıllık sıcaklık verileri  
 (Table 2, monthly and yearly temperature data that occurred between the years 1929 to 2011)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort.	0,3	1,6	5,1	10,3	15,0	19,0	22,1	22,0	17,9	12,2	6,8	2,3	11,2
En Yük.	5,5	7,3	11,2	15,5	18,5	21,4	24,8	26,6	21,5	16,5	11,9	6,5	13,85
En Düş.	-6,5	-6	-0,1	6,2	12,4	16,7	19	18,5	13,8	8,3	2,5	-5,8	9,25

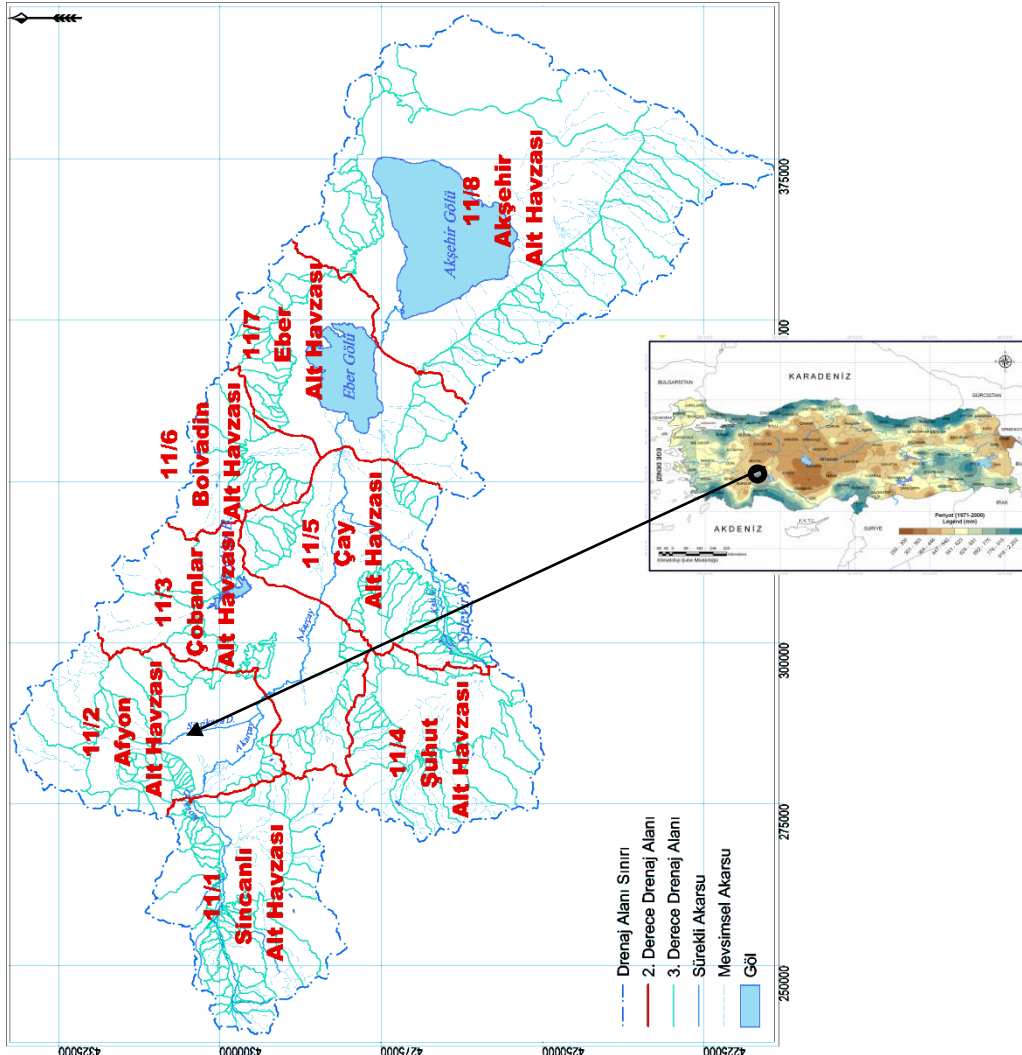
Çalışmada trendin belirlenmesi için trend analizlerinde sıklıkla kullanılan Mann - Kendall testi kullanılmıştır. Mann-Kendall testi (Mann, 1945; Kendall 1975) parametrik olmayan bir testir. Data dağılımından bağımsızdır. Zaman serisi içerisinde bir trendin var olup olmadığını sıfır hipotezine göre test eder. Hipotez sonucu hayır çıkıyor ise trend var demektir (Bayazit, 1996). Analiz yapılırken zaman serileri  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ,  $(x_i, x_j)$  olmak üzere iki guruba bölünür. Bu çiftlerden her  $x_i < x_j$  için  $i < j$  P değeri bir arttırılır tersi durumda yani  $x_i > x_j$  için M bir arttırılır. Daha sonra da test istatistiği tanımlanır.  $S=P-M$ .

$n > 10$  için Kendall korelasyon katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\mu_s = 0 \text{ ve } \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (1)$$

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sigma_s} & s > 0 \\ 0 & s = 0 \\ \frac{s-1}{\sigma_s} & s < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Hesaplanan Z değeri normal dağılımda Z/2 değerine karşılık gelen  $\alpha$  sayısından küçük ise hipotez kabul edilir ve trend olmadığı belirlenir. Şayet bu değer Z/2 değerine karşılık gelen  $\alpha$  değerinden büyük ise hipotez reddedilir ve trend olduğu kabul edilir. Trendin olduğu durumlarda bulunan S değeri pozitif ise trendin artış eğiliminde olduğu, negatif ise trendin azalış yönünde olduğu belirlenir. Bu teste dataların dağılım ile uyumlu olmasına gerek olmadığı için pratik bir yöntemdir. (Yue and et al, 1993).

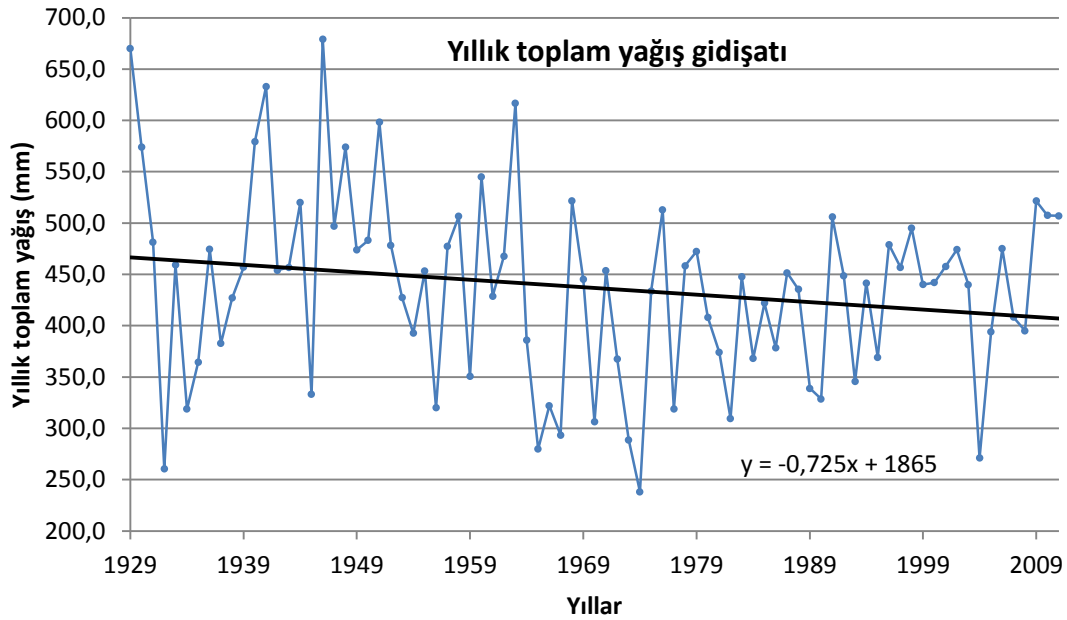


Şekil 1. Afyon havzası yerbulundu haritası (Tezcan ve arkd., 2002)  
(Figure 1. The finding Map of Afyon basin (Tezcan et al, 2002))

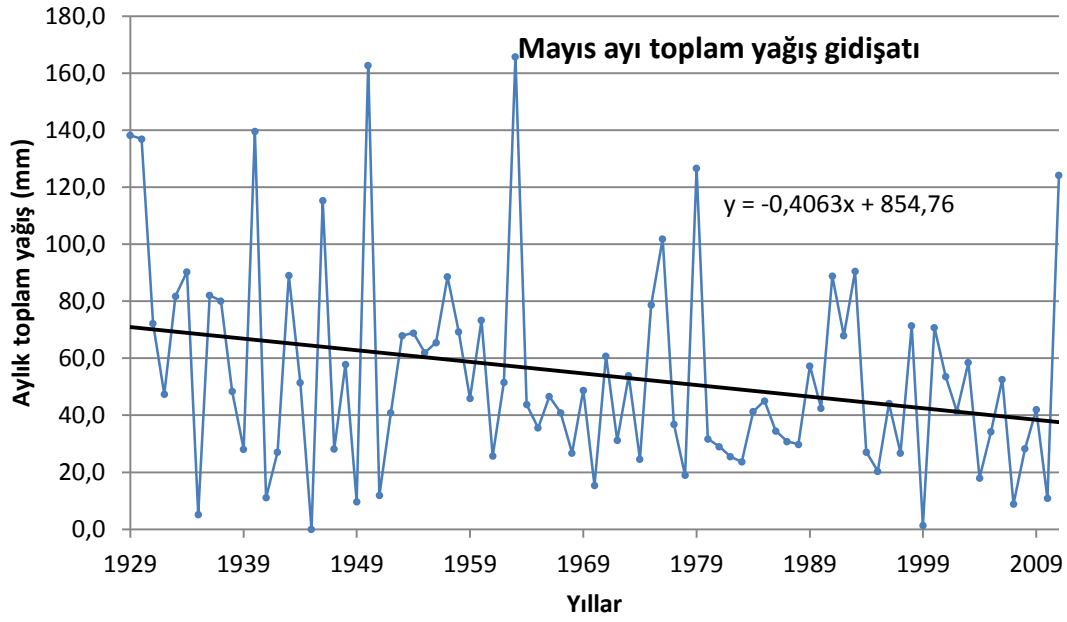
Mann-Kendall testine tabi tutulan veriler son olarak saçılım diyagramı çizilerek regresyon testine tabi tutulup trendeki değişimlerin denklemleri elde edilmiştir. Birinci dereceden bu denklem sayesinde 83 yıllık periyotda yağışta ve sıcaklıkta meydana gelen değişimler yıllık ve aylık olarak tespit edilmeye çalışılmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

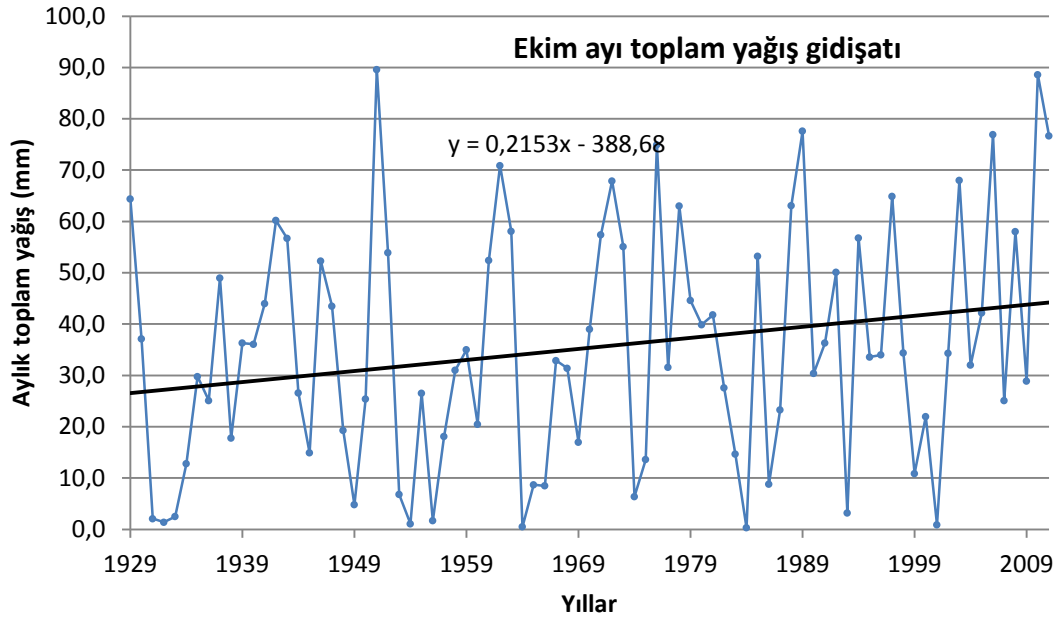
Çalışmada Türkiye'nin batısında bulunan Afyon iline ait 1929 - 2011 yılları arasındaki yıllık ve aylık ortalama toplam yağış miktarları ile sıcaklık değerlerine göre Mann- Kendall testi uygulanmış ve buna göre trend eğilimleri tespit edilmiştir. Ayrıca bu veriler regresyon testine tabi tutulmuş ve trend değişimlerinin eğimini belirleme amacı ile birinci dereceden denklemleri tespit edilerek yıllık ortalama yağış değerinin yanı sıra her ay içinde 83 yıllık periyotta yağış ve sıcaklık değerlerinde meydana gelen değişimler hesaplanmıştır.



Şekil 2. Yıllık toplam yağış trendi değişimi  
(Figure 2. Annual change in trend in total precipitation)



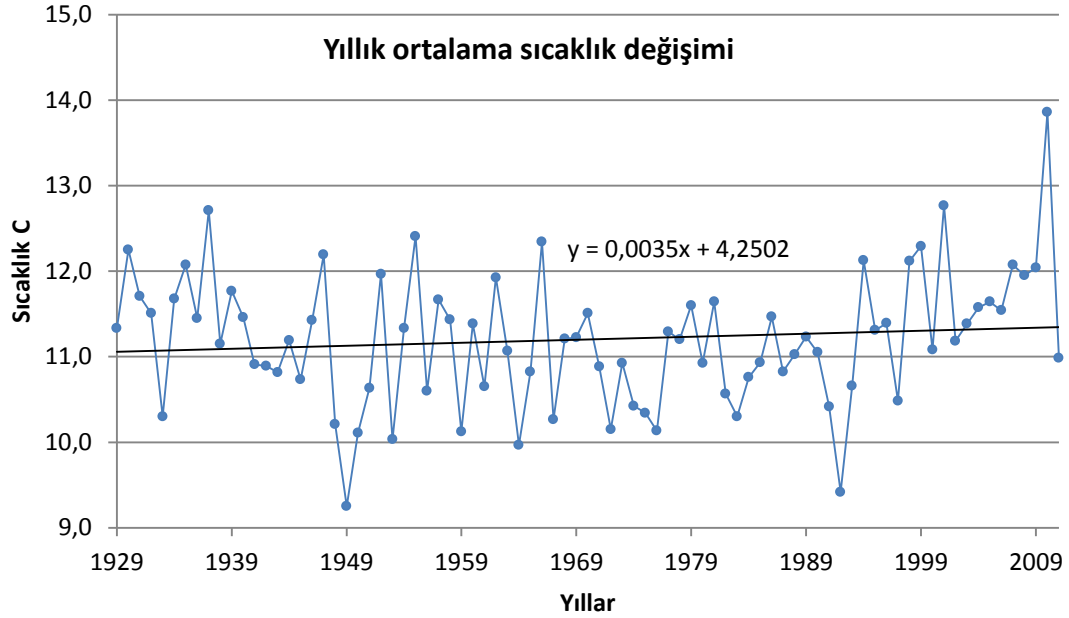
Şekil 3. Mart ayı toplam yağış trendi değişimi  
(Figure 3. Change in the trend of total rainfall in March)



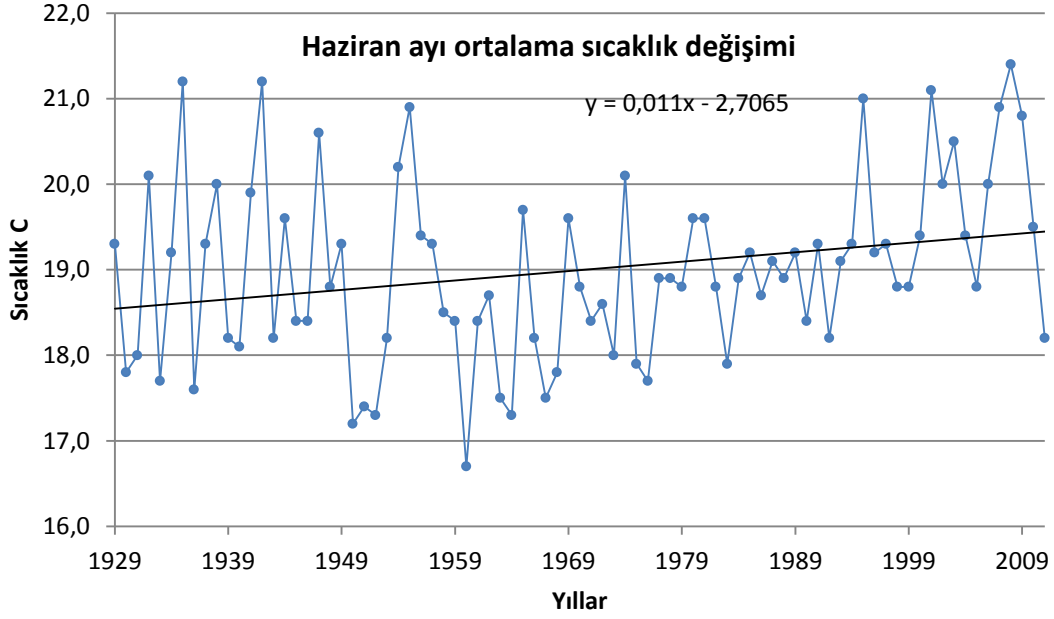
Şekil 4. Ekim ayı toplam yağış trendi değişimi  
(Figure 4. Change in the trend of total rainfall for October)

Tablo 3. Afyon ili aylık ve yıllık yağış trendlerin değişimleri  
(Table 3. Changes in monthly and annual precipitation trends in the  
province of Afyon)

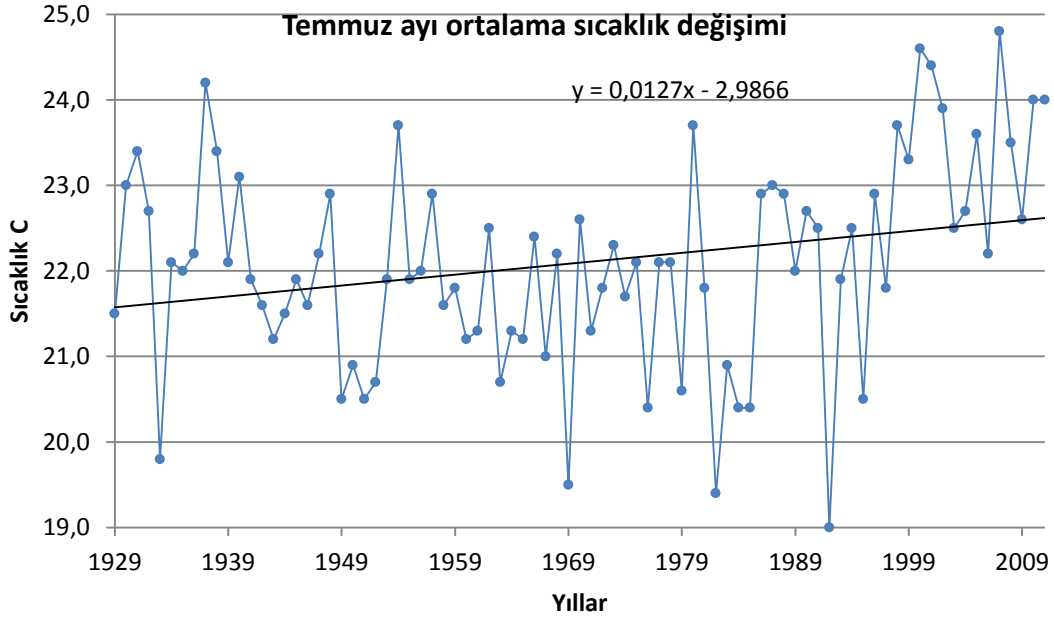
Dönem	Ortalama Yağış (mm)	S	Z	Trend Z(0,95)	Deęişim (mm)
Ocak	43,3	-144	-0,566	Yok	-0,091
Şubat	40,4	-176	-0,692	Yok	-0,092
Mart	45,4	60	0,236	Yok	-0,072
Nisan	46,5	261	1,026	Yok	0,108
Mayıs	54,3	-554	-2,179	Var	-0,406
Haziran	38,2	-402	-1,581	Yok	-0,226
Temmuz	20,7	-160	-0,629	Yok	-0,159
Ağustos	11,2	447	1,758	Yok	0,071
Eylül	19,7	-400	-1,573	Yok	-0,075
Ekim	35,4	517	2,033	Var	0,215
Kasım	34,3	-109	-0,429	Yok	0,004
Aralık	47,4	50	0,197	Yok	0,001
Yıllık	436,8	-288	-1,133	Yok	-0,725



Şekil 5. Yıllık ortalama sıcaklık trendi değişimi  
(Figure 5. The change in the trend of the average annual temperature)



Şekil 5. Haziran ayı ortalama sıcaklık trendi değişimi  
(Figure 5. Change in the trend of the average temperature for June)



Şekil 6. Temmuz ayı ortalama sıcaklık trendi değişimi  
(Figure 6. Change in the trend of the average temperature for July)



Tablo 4. Afyon ili aylık ve yıllık sıcaklık trendlerinin değişimleri  
Table 4. Changes in monthly and annual temperature trends in the  
province of Afyon)

Dönem	Ortalama Sıcaklık °C	S	Z	Trend Z(0,95)	Deęişim °C
Ocak	0,30	125	0,49159	Yok	0,005
Şubat	1,61	21	0,08259	Yok	0,002
Mart	5,15	345	1,35679	Yok	0,0124
Nisan	10,28	-181	-0,711821	Yok	-0,0035
Mayıs	15,01	129	0,50732	Yok	-0,0006
Haziran	18,99	729	2,86695	Var	0,011
Temmuz	22,10	595	2,33996	Var	0,0127
Ağustos	22,01	171	0,67249	Yok	0,0073
Eylül	17,61	332	1,30566	Yok	0,0091
Ekim	12,21	16	0,06292	Yok	-0,0014
Kasım	6,79	-230	-0,904524	Yok	-0,0098
Aralık	2,35	-167	-0,656763	Yok	0,0021
Yıllık	11,20	182	0,71575	Yok	0,0035

##### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Küresel ısınma sonucunda dünya çapında meydana gelmeye başlayan ve birçok bölgede iklim değişikliği yağış rejimlerini önemli ölçüde değiştirmeye başlamıştır. Bu yüzden yapılan, yapılmakta olan ve yapılacak olan projelerin meydana gelen trend değişiklikleri göz önüne alınarak yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Türkiye'nin batısında bulunan Afyon iline ait yağışların ve sıcaklıkların trendleri Mann-Kendall testi ile incelenmiş ve değişimler tablolarında özetlenmiştir. Genel olarak bakıldığında yıllık bazda yağış trendinin de bir azalma gözlenmesine karşın bu azalmanın %95 güven aralığında bir anlam ifade etmediği görülmüştür. Ancak aylık bazda bakıldığında %95 güven aralığında Mayıs ayında negatif yönde bir trend olduğu, buna karşın Ekim ayında da pozitif yönde bir trend meydana geldiği görülmüştür. Elde edilen bu sonuçların yanı sıra regresyon analizinden elde edilen denklem takımına göre de yıllık bazda yıllık 0,725 mm azalma meydana geldiği belirtilmiştir. Trendin gözlemlendiği Mayıs ayında 0,406 mm lik bir azalma meydana gelirken Ekim ayında 0,215 mm bir artış olduğu ifade edilmiştir. Çalışmanın diğer kısmı olan sıcaklık değişimlerine bakıldığında yıllık bazda bir trend değişimi gözlemlenmezken Haziran ve Temmuz aylarında pozitif yönde bir trend belirlenmiştir. Buna göre Haziran ve Temmuz aylarında 0,011 ve 0,0127°C bir artış meydana geldiği görülmüştür.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Benyahya, L., St-hilaire, A., Favre, A.-C., Bobée B., and Slivitzky, M., (2004). Caractérisation statistique des redoux : Applications à quatre stations de la province de Québec. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau-Terre et Environnement, Research Report R-722, pp.52. (in French).
2. Dhar, O.N., Parthasarathy B., and Ghose, G.C., (1974). A study of mean monthly and annual rainfall of contiguous Indian area. Vayu Mandal 4, pp. 49-52.
3. Goswami, B.N., Venugopal V., and Sengupta, D., (2006). Increasing trend of extreme rain events over India in a warming environment. Science 314: 1442. DOI: 10.1126/science.1132027.
4. Gregory, G., (1956). Regional variations in the trends of annual rainfall over the British Isles. Geogr. J. 122.



5. Groleau, A., Mailhot A., and Talbot, G., (2007). Trend analysis of winter rainfall over Southern Québec and New Brunswick (Canada) *Atmosphere-Ocean*, 45(3), pp.153-162.
6. Jagannathan, P. and Parthasarathy, B., (1973). Trends and periodicities of rainfall over India. *Mon. Weath. Rev.* 101, pp.691-700.
7. Lettenmaier, D.P., Wood E.F., and Wallis, J.R., (1994). Hydro-climatological trends in the continental United States, (1948-88). *Journal of Climate* 7: pp. 586-607.
8. Kendall, M.G., (1975), *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin. London.
9. Mann, H.B., (1945). Non-parametric test against trend, *Econometrika*, Vol. 13, pp. 245-259.
10. Mekis, E. and Hogg, W.D., (1999), Rehabilitation and analysis of Canadian daily precipitation time series. *Atmosphere-Ocean*, 37(1), pp. 53-85.
11. Partal, T. and Kahya, E., (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data *Hydrol. Process.* 20, pp. 2011-2026.
12. Parthasarathy, B. and Dhar, O.N., (1974), Secular variations of the rainfall over India. *Quart. J. Roy. Met. Soc.* 100, pp. 245-257.
13. Plummer, D.A., Caya, D., Frigon, A., Côté, H., Giguère, M., Paquin, D., Biner, S., Harvey R., and De Elia, R., (2006). Climate and climate change over North America as simulated by the Canadian RCM. *J. Clim.* 19(13), pp. 3112-3132.
14. Sahai, A.K., Grimm A.M., Satyan, V., and Pant, G.B., (2003). Long-lead prediction of Indian Summer monsoon rainfall from global SST evolution. *Climate Dynamics* 20, pp. 855-863.
15. Stone, D.A., Weaver, A.J., and Zwiers, F.W., (2000), Trends in Canadian precipitation intensity. *Atmosphere-Ocean*, 38(2), pp. 321-347.
16. Suzuki, E., (1968). Secular variations of the rainfall in Japan. *Pap. Met. Geophys.* 19, pp. 363-399.
17. Tezcan, L., Meriç, T., Dođdu N., Akan B., Atilla Ö., Kurttaş T., (2002). Akarçay havzasi hidrojeolojisi ve yeraltisuyu akim modeli cilt - I Akarçay Havzasi Hidrojeolojisi Final Raporu. Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama Ve Araştırma Merkezi.
18. Toros, H., (1993). Trend analysis of climatologic series in Turkey. MSc thesis, Institute of Science Technology, Istanbul Technical University.
19. Turkes, M., (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 16, pp. 1057-1076.
20. Yue, S., Zou, S., and Whittemore, D., (1993). Non-parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*. 37.
21. Yue, S. and Hashino. M., (2003). Long term trends of annual and monthly precipitation in Japan. *Journal of the American Water Resources Association* 39, pp. 587-596.
22. Zhang, X., Vincent, L.A., Hogg, W.D., and Niitsoo, A., (2000). Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th century. *Atmosphere-Ocean*, 38(3), pp. 395-429.