



*Mersin Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi*



*Çevre Bakanlığı
İçel Çevre İl Müdürlüğü*



Türk Isı Bilimi ve Tekniği Derneği

Bildiriler

ENERJİ ve ÇEVRE Sempozyumu

13 - 15 Nisan 1994

Mersin

EDİTÖRLER :

Prof. Dr. Yusuf ZEREN
Prof. Dr. Mustafa Özcan ÜLTANIR

ORGANİZASYON KOMİTESİ :

Prof. Dr. Yusuf ZEREN (ME.Ü. Mühendislik Fakültesi Dekanı)
Prof. Dr. M. Özcan ÜLTANIR (TIBD, UGET-TB, AREB-TŞ Temsilcisi)
Mustafa TUNÇ (Çevre Bakanlığı İçel İl Müdürü)
Prof. Dr. Fadime TANER (ME.Ü.)
Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK (Ç.Ü.)
Prof. Dr. Tuncay YILMAZ (Ç.Ü.)
Doç. Dr. Oya ZEREN (ME.Ü.)
Doç. Dr. Halil KUMBUR (ME.Ü.)
Yrd. Doç. Dr. Oya NALÇACI (ME.Ü.)
Yrd. Doç. Dr. Ali ÜNYAYAR (ME.Ü.)

DÜZENLEYİCİ KURULUŞLAR :

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çevre Bakanlığı İçel Çevre İl Müdürlüğü
Türk Isı Bilimi ve Tekniği Derneği

DESTEKLEYİCİ KURULUŞLAR :

Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu (ISES) Türkiye Bölümü (UGET-TB)
Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği (EWEA) Türkiye Şubesi (AREB-TŞ)

ÇUKUROVA'DA ARTAN SANAYİLEŞME VE İKLİM'E ETKİSİ

A. Şükrü ÖZTEPE, Hüseyin TOROS

ÖZET

Bu çalışmada Çukurova bölgesi ikliminde nasıl bir değişim olduğunu incelemek için bölgede bulunan 2 meteoroloji istasyonunun en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri dikkate alınarak araştırılmıştır. Aylık ortalama değerlerden elde edilen zaman serisindeki periyodiklik, kayan ortalamalar yöntemi ile giderilmiştir. Verilerin homojenlikleri ise run testi ile incelenmiştir. Serinin zamanla bir değişime uğrayıp uğramadığı Mann-Kendall değişim testi ile analiz edilmiştir. Verilerde zamanla meydana gelen değişimin, bölgede meydana gelen çevre bozulması ile bir ilişkisinin olabileceği üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucuna göre çevre bozulmasının yoğun olduğu Adana ve Mersin'de en düşük sıcaklıklarda bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

ABSTRACT

The climate change has been investigated by using the records of two meteorological stations in Çukurova region. The periodic changes of temperature time series is filtered by using moving average method. For homogeneity of time temperature series 'run test' was used. To check the temperature trend, the Mann-Kendall test was used. The results indicated a increasing in the minimum temperature in the region. This could be due to natural environmental changes such as deforestation, buildings and roads etc.

1. GİRİŞ

Son yüzyılda Dünya nüfusunun hızla artması ve insanların daha rahat yaşama istekleri sonucu çevre tahrip edilmekte ve neticede daha fazla enerji kullanılmaktadır. Nüfusun artması ile birlikte teknik-teknolojide gelişmeler ve buna bağlı olarak sanayileşmenin belli noktalarda yoğunlaşması ile ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Ekolojik denge içerisinde meteorolojik etmanların önemli bir yere sahip olması sonucu bu etmanlardaki meydana gelen değişimler canlı ve cansız varlıkları olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

°İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü 80626, Maslak, İSTANBUL

Günümüzde artan aşırı ve düzensiz şehirleşme yoğunluğu, özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden çıkan gaz atıkları, motorlu vasıtalar, ısıtmada kullanılan fosil yakıtları ile bitki örtüsünün değişmesi, bir bölgedeki ısı dengesini ve hidrolojik çevrimi etkileyebilmektedir. Bir bölgedeki sıcaklık ve yağıştaki salınım ve değişimlerin bilinmesi; yapılaşmadan kurulacak endüstriye kadar bina ve aletlerin dizaynı ve yapımında önem kazanmaktadır. Yine iklimdeki değişim ve salınımların bilinmesi, tarım ve orman ürünlerinin artımı ile ilgili olumlu ve olumsuz etkilerin saptanması bakımından faydalar sağlayacaktır.

Atmosfer içindeki CO_2 , CH_4 gibi kirletici gazların ve partiküllerin artması yeryüzünün daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır, (1,2). Küresel ölçekte sıcaklıkta son yüzyılda bir artış gözlenmektedir. Yapılan araştırmalarda bu artış yaklaşık $0.3^{\circ}C$ ile $0.6^{\circ}C$ arasındadır, (3). Türkiye genelinde ise 1930-90 yılları dönemi için yapılan "iklim değişimi" çalışmalarına göre en düşük sıcaklıklarda 0.5° 'lik bir artış olduğu tesbit edilmiştir. (4).

Dünyada ve Türkiye'de meydana gelen sıcaklık artışına şehir ısı etkisinin sebep olup olmadığını belirleyebilmek için Ankara ve İstanbul için yapılan bir araştırmada, çarpık şehirleşme ve düzensiz endüstrileşmenin etkili olduğu izlenimleri görülmüştür, (5). Bu çalışmanın amacı Çukurova bölgesinde meydana gelen ekolojik denge bozukluğunun önemli meteorolojik elemanlardan olan sıcaklığa etkisini araştırmaktır.

2. VERİ VE VERİ İNCELEME YÖNTEMLERİ

Çukurova bölgesinde doğal çevrenin sözü edilen nedenlerle çok fazla bozulduğu Mersin ve Adana ile daha az belirlenen bilge dışından Anamur ve Dört Yol meteoroloji istasyonlarının en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri incelenmiştir. Bu istasyonlardan Adana ve Mersin merkezinde bulunan istasyonlar şehirleşmeden daha fazla etkilendiği, civar istasyonların ise daha az etkilendiği düşünülmüştür. Veriler yerden 2 metre yükseklikte normal hava şartlarını temsil eden bir siper içinde ölçülmektedir. Hava sıcaklığı güneş doğmadan önce en düşük değere ulaşırken, öğleden sonra en yüksek değere ulaşmaktadır. İncelemeye alınan veriler ise günlük ölçüm değerlerinin aylık ortalamaları alınarak yapılmıştır. Sıcaklık yıl içinde periyodik salınımlar göstermektedir. Klimatolojik aylık zaman serisinde inceleme yapmadan önce bu periyodikliğin giderilmesi yıllarla birlikte iklim verisinin değişime uğrayıp uğramadığının tespitini kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada periyodikliği gidermek için kayan ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Zaman serisinin homojen olup olmadığını araştırırken run testi uygulanırken, verinin zaman'la

bir değişime uğrayıp uğramadığını belirleyebilmek için dağılımdan bağımsız Mann-Kendall trend testi ve istatistiği kullanılmıştır.

2.1 Kayan Ortalama

Seri içinde bulunan periyodikliklerin giderilmesi için kayan ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Periyodik salınımlar 12'şer aralıklarla olduğundan burada n yıl sayısı olmak üzere,

X_i : Esas Seri, $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Y_j : Kayan Ortalama Serisi,

m : Kayan Ortalama Aralığı (12 ay),

$j = 1, 2, 3, \dots, n - m + 1$ 'dir.

$$Y_1 = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})/m$$

$$Y_2 = (x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13})/m$$

...

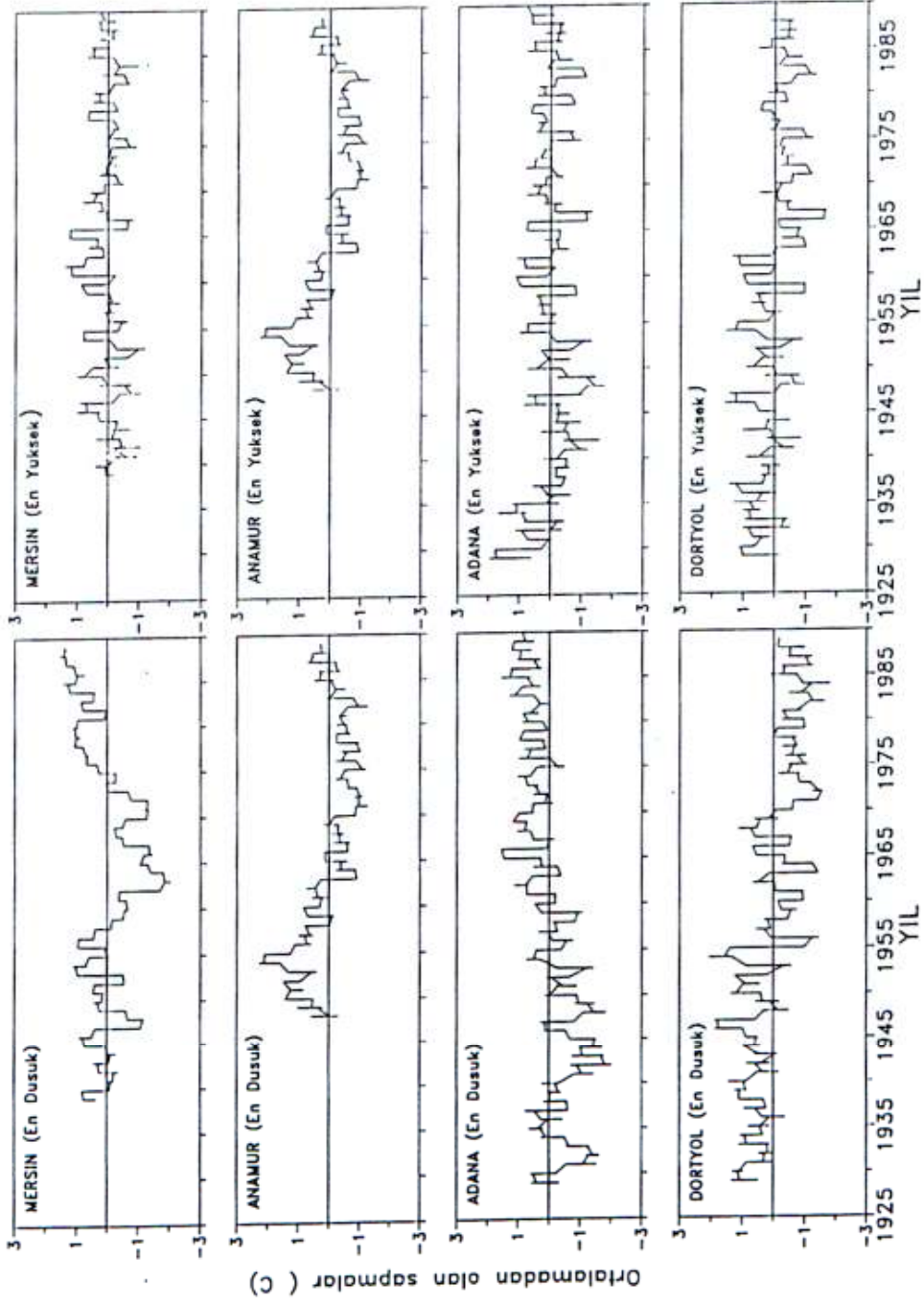
...

$$Y_{n-m} = (x_{n-11} + x_{n-10} + x_{n-9} + \dots + x_{n-2} + x_{n-1} + x_n)/m \quad (1)$$

olmak üzere kayan ortalama serisi elde edilir.

2.2 Run Homojenlik Testi

Bu test, verinin aynı toplumdaki geldiği ve birbirinden bağımsız olduğu kabulü veya tersi şeklindeki iki varsayımı kontrol etmek için kullanılmıştır. Söz konusu kabul edilen varsayımdaki serilere, basit rastgele seriler denir. Homojen olmayan serilerin fiziksel dış etki altında kalabileceği ihtimali söz konusudur. Run testi için uygun kritik değer (genellikle iklim verilerinde kritik değer olarak ortanca değer alınır) seviyesi belirlenerek verilerin sırasıyla bu değerin altında veya üstünde olması durumları tespit saptanmaktadır. Üstte ve altta bir birini takip eden değerlerin (run) sayısı belirlenerek, bulunan değer, belli yüzde güvenirlilik için hazırlanmış tablolara bakılarak veya Test formülü uygulayarak, verinin dağılımı z bulunur ve verinin homojen olup olmadığına karar verilir, (6). Bu förmülde; z , test değeri; N , veri sayısı; N_p , medyandan büyük olan veri sayısı; N_e , medyandan küçük olan veri sayısı; r , run sayısı olmak üzere,



Şekil 1. Günlük en düşük ve en yüksek sıcaklıkların aylık ortalamalarının yıllara göre değişimi.

$$z = \frac{r - \frac{2N_e N_p}{(N_e + N_p)} + 1}{\sqrt{\frac{2N_e N_p (2N_e N_p - N)}{(N_e + N_p)^2 (N_e + N_p - 1)}}} \quad (2)$$

şeklinde elde edilir.

Test sonucuna göre %95 güvenirlilik seviyesine karşılık gelen, z 'nin ± 1.96 'dan daha büyük değerlerinde serinin homojenliği kabul edilmemiştir.

2.3 Mann-Kendall Meritebe Korelasyonu İstatistiği

Bu testte gerçek veri yerine, seri içindeki mertebesi (y_i) kullanılır. Herbir y_i önceki mertebelerden büyük olanları sayılarak n_i gibi bir sayı ile tanımlanır. n_i 'lerin toplamı ile test istatistiği t bulunur;

$$t_n = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3)$$

Bunun ortalama ve varyansı sırasıyla,

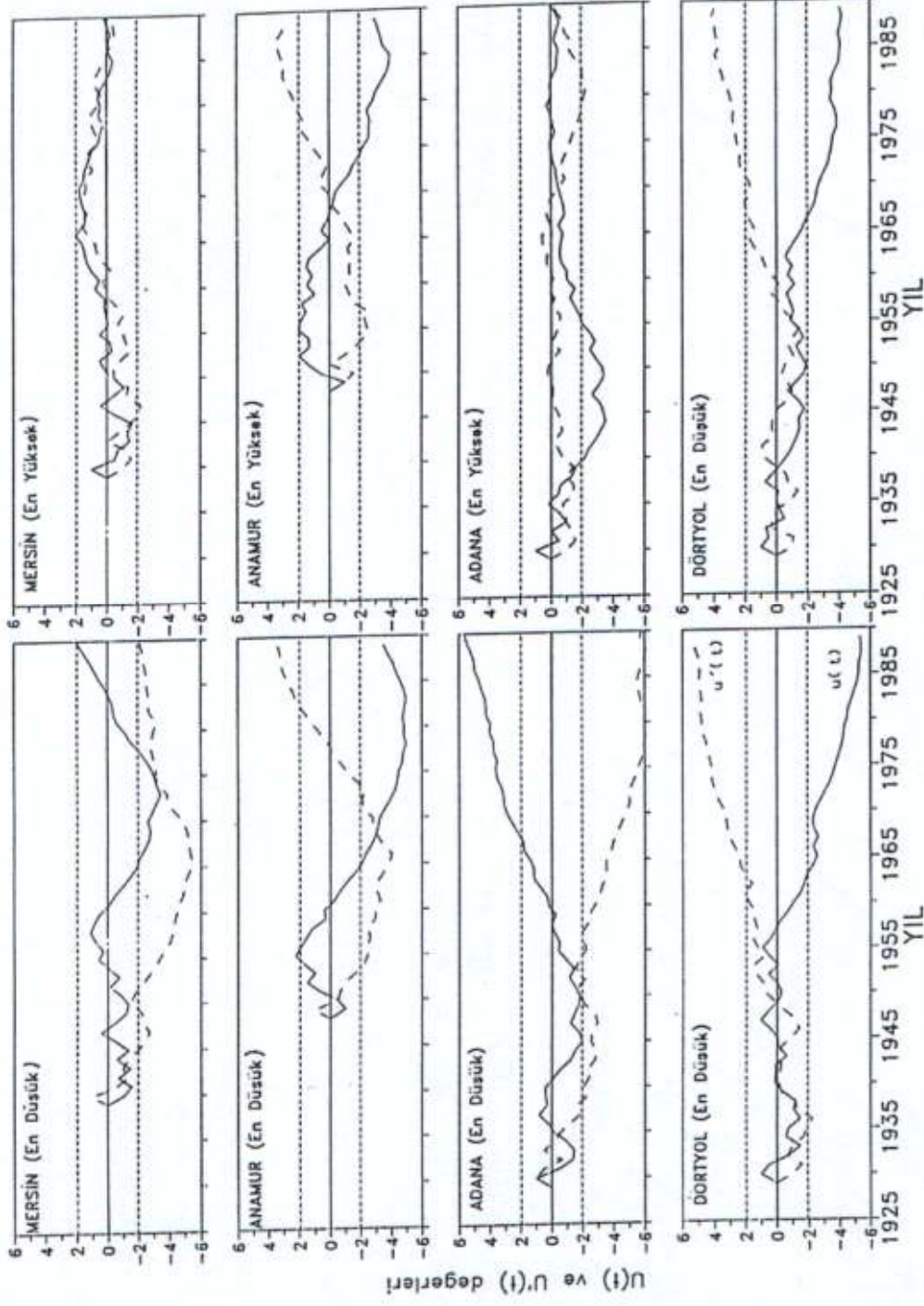
$$E(t_i) = \frac{t_i(t_i - 1)}{4} \quad \text{ve} \quad \text{var } t = \frac{t_i(t_i - 1)(2n + 5)}{72} \quad (4)$$

şeklinde olup, Mann-Kendall test istatistiği $u(t)$ ise;

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)] / \sqrt{\text{var } t_i} \quad (5)$$

olarak hesaplanmaktadır, (7).

Zamanla bir değişim yok varsayımı $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişimin olduğunu gösterir. (+) zamanla bir artışın, (-) olması ise zamanla bir azalmanın olduğunu gösterir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir. $u'(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanabilmektedir. Grafikselleştirildiğinde, $u(t)$ ve $u'(t)$ değişimin başladığı yerde birbirine yaklaştığı, sonrada birbirlerinden uzaklaşarak trendin başladığı tarih ile trendin derecesini gösterebilmektedir. Eğer seri içinde herhangi bir trend yok ise $u(t)$ ve $u'(t)$ birbirlerine bir çok defa yaklaşarak yakın salınımlar yapacaklardır.



Şekil 2. Günlük en düşük ve en yüksek sıcaklıkların yıllık ortalamalarının Mann-Kendall trend testi istatistiği.

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Türkiye'nin çeşitli tarım ve orman ürünlerinin üstün düzeyde yetiştirildiği ekosistemin her geçen yılda olumsuz yönde etkilendiği Çukurova bölgesinde (Adana ve Mersin) son yıllarda doğal çevrenin hızla değiştiği gözlenmektedir. Verimli tarım alanları üzerinde konut, yol, fabrika ve depolar yapılmaktadır. Doğal çevrede meydana gelen bu hızlı değişim sonucu, bölgede bulunan canlı ve cansız varlıklar doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir.

Dört yerleşim birimlerinde ölçülen uzun yıllara ait günlük en düşük ve en yüksek sıcaklık değerlerinin yıllık ortalama değerlerinin homojen olmadıkları görülmektedir, (Çizelge 1). Çalışmamızda incelediğimiz meteorolojik verilerin çevre koşullarından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Kayan ortalama ile periyodiklikleri giderilmiş aylık en düşük sıcaklık serilerine bakıldığında, Mersin'de 1960 yılında başlayan ve sıcaklıkta zamanla artan bir gidişatın olduğu görülmektedir. Sıcaklık değişimindeki bu durum Adana'da ise 1940'lı yıllarda başlamaktadır, (Şekil 1). Mann-Kendall trend test istatistiği ile yapılan yıllık ortalama en düşük sıcaklık değerlerinde ise Mersin ve Adana'da bir artış olduğu ve incelenen dönem dikkate alındığında bu trendin önemliliğinin %95 ($\alpha > \pm 1.96$) seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu iki merkezde en yüksek sıcaklıklarda ise bir değişim görülmemektedir. Sanayileşmenin daha az olduğu Anamur ve Dört Yol'da en düşük ve en yüksek sıcaklık değerlerinde azalmalar saptanmıştır, (Şekil 2).

1950 yılında sırasıyla Adana ve Mersin'in nüfusu 118 bin ve 36 bin iken 1990 yılında 916 bin ve 422 bin rakamına ulaşmıştır. Bununla beraber Anamur ve Dört Yol nüfusu 1990 sayımlarına göre 47 bin ve 37 bin gibi rakamlarla Adana ve Mersin nüfusuna göre çok azdır, (8). Nüfusun ve sanayileşmenin çok olduğu yerleşim birimlerinde doğal çevrenin daha fazla zarar görmesini önlemek için gerçekçi bir çevre planlanması yapılarak ekolojik dengenin korunması gerekmektedir. Örneğin Mersin bölgesinde bugüne kadar çerpik yapılaşma ve hızlı sanayileşme yerleşim birimlerinin verimli tarım alanlarında hiçbir çevre koşulları düşünülmeden plansız ve programsız şekilde geliştiği bilinmektedir. Araştırmanın asıl amacı bu olumsuz etkiyi gerçek anlamda matematiksel bir biçimde ortaya koymaktır. Önerimiz ön koşul olarak klimatolojik faktörlerin saptandığı, çevrenin edafik ve biyotik faktörlerin gözönüne alınarak, çok verimli tarım-orman alanlarının dışında kalan degrade olmuş kısmen maki ile kaplı bölgelere kaydırılması zaman geçirilmeden teşvik edilmelidir. Bu çalışma neticesinin hassasiyet derecesinde uygulanabilmesini sağlamak için incelenen istasyon sayısının artırılması ve istasyonların bilinen amaca yönelik olması açısından yerleşim birimlerindeki yeri ve bölgeyi etkileyen meteorolojik olayların gözlenmesini vurgulamak bakımından önem kazanmaktadır.

Sunulan araştırma bir bakıma sözkonusu edilen yöre için önçalışma olmanın ötesinde çevre sorunlarındaki olumsuz etkileri sergilemesi bakımından önemli kabul edilmektedir.

Çizelge 1. İstasyonlar ve incelenen verilere ait istatistiksel bilgiler.

İstasyon Adı	Sıcaklık	İncelenen dönem	run testi r	Mann-Kendall trend testi	1990 nüfusu
Hersin	en düşük	1939-90	-3.64	2.01	422 bin
	en yüksek		-0.56	0.20	
Anamur	en düşük	1948-89	-5.00	-3.31	37 bin
	en yüksek		-2.81	-2.97	
Adana	en düşük	1929-90	-3.33	-5.64	916 bin
	en yüksek		-1.02	0.01	
Dört Yol	en düşük	1929-89	-3.73	-5.34	47 bin
	en yüksek		-2.70	-4.05	

KAYNAKLAR

- (1)WMO, (1990). Global Warming. No. 741, 24 pp., Geneva.
- (2)CHANGNON, A.C., (1992). Inadvertent Weather Modification in Urban Areas, Lessons for Global Climate Change. Bull. Amer. Meteor. Soc., 73 (5), 619-626.
- (3)HILEMAN, B.C., and E.N. WASHINGTON, (1992). Web of Interactions Makes It Difficult to Untangle Global Warming Data. Chemical and Engineering News, 27, 19 pp.
- (4) TOROS, H., (1993). Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- (5) KARACA, M., TAYANÇ, M., TOROS, H., (1993). Climate Change and Urbanization in a Third World Country. It's Detection and Effects in Istanbul and Ankara, Turkey. Atmospheric Environment. (Gönderildi).
- (6)OLIVER, J. E., (1981). Climatology: Selected Applications. Edward Arnold Ltd, 260 pp., London.
- (7)SNEYERS, R., (1990). On the Statistical Analysis of Series of Observations. WMO, No. 415, Geneva.
- (8) DİE, (1991). Genel Nüfus Sayımı, Devlet İ.E. Matbaası, Ankara.