

26 - 29 HAZİRAN 1993

TÜRK DEVLETLERİ ARASINDA  
2. İLMİ İŞBİRLİĞİ KONFERANSI

ÇEVRE'93



## TÜRK DEVLETLERİ ARASINDA 2. İLMİ İŞBİRLİĞİ KONFERANSI

26 - 29 HAZİRAN 1993  
ALMATI, KAZAKİSTAN

ÇEVRE'93

TEBLİĞLER



İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
KAZAKİSTAN DEVLET ZİRAAT ÜNİVERSİTESİ  
DOĞU KAZAKİSTAN DEVLET ÜNİVERSİTESİ



TÜRK DEVLETLERİ ARASINDA  
2. İKLİM İŞBİRLİĞİ KONFERANSI  
27 - 28 HAZİRAN 1993  
ALMAY, KAZAKİSTAN



## ŞEHİRLEŞMENİN TÜRKİYE'DE İKLİME ETKİSİ

Mikdat KADIOĞLU, Hüseyin TOROS

İstanbul Teknik Üniversitesi  
Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Ayazağa 80626, İSTANBUL

### ÖZET

Artan şehirleşme, özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden çıkan gaz atıkları ile çevre ve atmosferin büyük miktarda kirlenmesi sonucu küresel ölçekte havanın ısınma eğilimi giderek artmaktadır. Bu tebliğde, Türkiye nüfusunun yarısından fazlasının yaşadığı kentlerimizin, şehir ölçeğinde, nasıl bir sıcaklık değişimine maruz kaldığını belirleyebilmek için 18 ilin yaklaşık 60 yıllık gece ve gündüz sıcaklık kayıtları incelenmiştir. Sıcaklık değişimindeki trendlerin belirlenebilmesi için Mann-Kendall testi gibi parametrik olmayan istatistikî yöntemler kullanılarak, sonuçta Türkiye'de kayıt edilen gece sıcaklıklarında, özellikle ilkbahar mevsiminde, önemli artışların olduğu tespit edilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

### ANAHTAR KELİMELELER

Şehirleşme ve Atmosferik Çevre, Hava Kirlenmesi, İklim Değişimi.

### GİRİŞ

Şehirleşme hareketleri kırsal kesimden olan göçlerle birlikte hızlanmakta, nüfus yoğunluğunun aşırı bir şekilde artması ve değişen yaşam standartları sonucu da daha çok sanayi üretimine ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece, biyosferden stratosfere kadar olan kısım başta olmak üzere, günümüzde dünya atmosferinin kirlenmesi giderek artmaktadır. Bütün bunlar, havayı kirletip doğayı tahrip ederek kentlerin iklimini değiştirmekte ve biyosferdeki yaşamı tehdit eden çevre problemlerini de beraberinde getirmektedir.

Yaklaşık olarak son 150. yılda, gittikçe artan miktarda tüketilen fosil yakıtları, diğer kaynaklardan atmosfere salınan gaz ve parçacıklar nedeniyle dünya atmosferinin kimyasal bileşiminde önemli değişimler gözlenmiştir. Bunların oluşturduğu sera etkisi de küresel ısınma problemini ortaya çıkartmıştır, (Changnon, 1992).

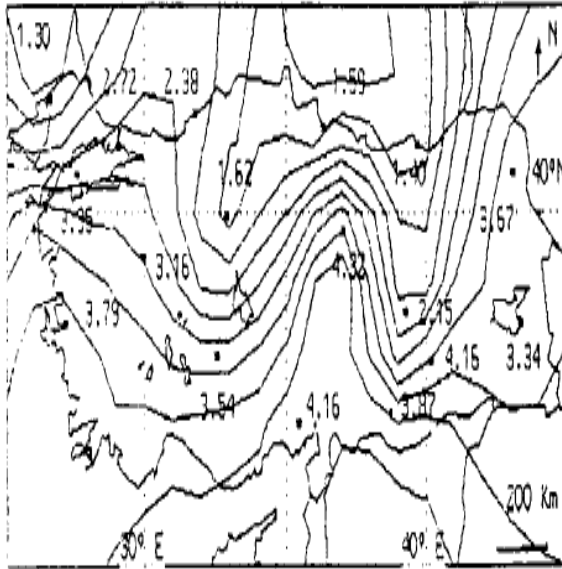
Türkiye'de kirleticilerin atmosfere yayılarak hava kirliliği problemi oluşturmasında meteorolojik şartların büyük rol oynadığı bilinmektedir. (Taşpınar, 1991). Ancak ülkemizdeki büyük yerleşim alanlarından atmosfere salınan kirleticilerin, kentlerdeki hava şartlarını nasıl etkilediği ve kentlerin iklimine nasıl tesir ettiği henüz tespit edilmiş değildir.

1990 nüfus sayımına göre Türkiye nüfusunun yarısından fazlası (459) yoğun insan aktivitesi tarafından etkilenmiş kent iklimlerinde yaşamaktadır. (DİE, 1990). Diğer taraftan 1985 nüfus sayımına göre ortalama 55 kişi/m<sup>2</sup> olan nüfus yoğunluğunun 1990 yılı esas alındığında ortalama 73 kişi/m<sup>2</sup>'ye ulaştığı şehirlerimizde etkili olan klimatolojik şartların uzun yıllar öncesine nazaran belli bir ölçüde değişeceği intibasını vermektedir.

Bundan dolayı; bu tebliğ Türkiye'de görülen hızlı ve çarpık şehirleşmelerin, doğal çevre ile birlikte atmosferik çevremizi nasıl etkilediğini ve özellikle kentlerimizde uzun yıllardır ölçülen gece ve gündüz sıcaklıklarında ne tür değişikliklerin ortaya çıktığını tespit etmeyi amaçlamaktadır.

#### KULLANILAN VERİ

Türkiye genelinde dağılmış irili ufaklı kentlerin iklim zamanlarındaki değişimi ifade edebilmek için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne ait ve kent merkezlerine yakın olan 18 meteoroloji istasyonu bu çalışmada ele alınmıştır. İstasyonların yerleri Şekil 1'de gösterilmiş ve adları Tablo 1'de belirtilmiştir. Seçilen istasyonların her biri en az 52 yıllık düşük ve yüksek sıcaklık ölçümlerine sahiptir.



Şekil 1. İncelenen istasyonların yerleri ve Mann-Kendall istatistiği ( $z > 1.96$   $\alpha = 0.05$  olmak üzere) anlam seviyelerinin kentlere göre dağılımı.

Veriler çeşitli homojenlik testlerine tabii tutularak güvenilirlikleri de araştırılmıştır. Örneğin, Antalya'ya ait klimatolojik seriler, meteoroloji istasyonunun birkaç kez yer değiştirmesi nedeniyle, homojen çıkmadığından analiz edilmemiştir. Ortalama günlük sıcaklık değerleri yerine, gece ile gündüz sıcaklıklarını ayrı ayrı inceleyebilmek için, gece sıcaklıklarını temsilen düşük sıcaklıkların aylık ortalamaları, gündüz sıcaklıklarını temsilen de yüksek sıcaklıkların aylık ortalamaları ele alınmıştır.

#### UYGULANAN YÖNTEM

Meteorolojik değişkenlerin oluşturduğu veriler her zaman normal dağılıma uygunluk göstermeyeceği için, burada dağılımdan bağımsız olan parametresiz istatistik yöntemler tercih edilmiştir. Atmosferin küresel ölçekte ısınması, bölgesel olarak nüfus yoğunluğundaki artış ve/veya şehirleşmenin kentlerdeki yerel klimatolojik şartlarda ne yönde bir yığılma (trend) neden olduğunu da tespit edebilmek için parametrik olmayan Mann-Kendall trend testi seçilmiştir. Bunun sebebi ise sahip olduğu birçok teorik avantajın yanı sıra en büyük özelliği, lineer olmaması ve klimatolojik serilerden trendlerin başlangıç yıllarını da yaklaşık olarak tespit edebilmesidir. (Şekil 2).

Böyle bir testin uygulamasında orjinal veriler yerine, ranklar (y.) kullanılır. Her rankdan önceki daha büyük ranklar sayı olarak n, gibi bir sayı tanımlar. Böylece y. > y'lerin n. toplamı t test istatistiğini verir;

$$t = \sum_{i=1}^{n-1} n_i$$

Bu test istatistiğinin dağılım fonksiyonunun ortalaması

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4}$$

ve varyansı

$$\text{Var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

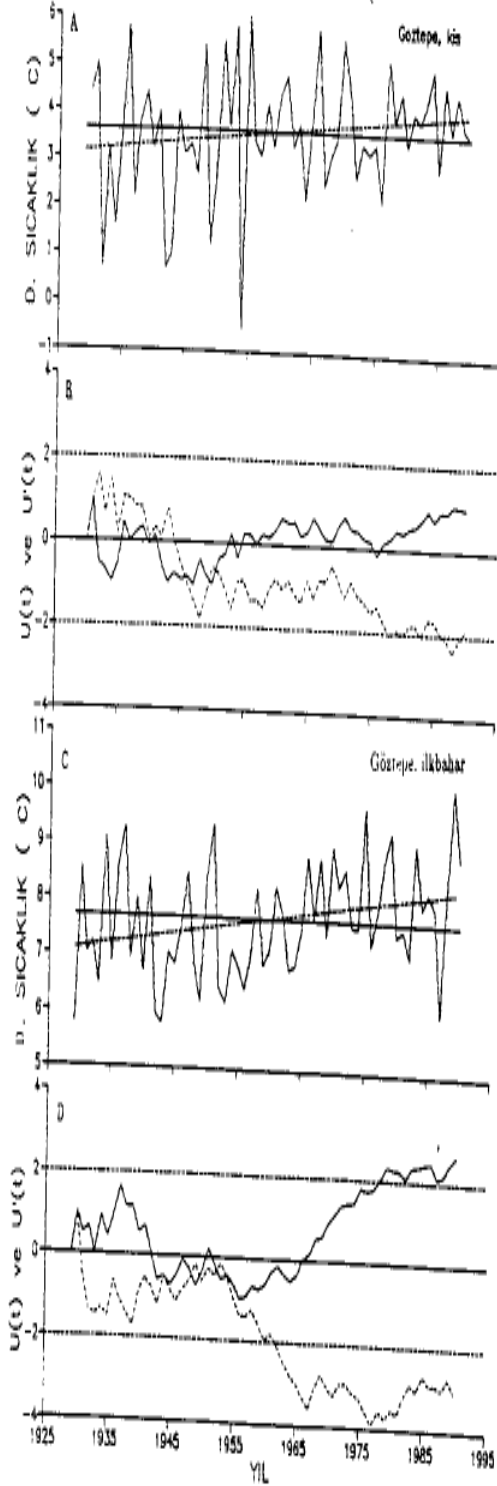
olarak tanımlanırsa Mann-Kendall istatistiği

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{Var}(t)}}$$

olarak hesaplanır. Standart normal dağılım tablolarından

$$\alpha = P(\text{ABS}(u) > \text{ABS}(u(t)))$$

şeklinde hesap edilecek olasılığı ile H<sub>0</sub> hipotezi,  $\alpha$  anlam seviyesinde  $\alpha > \alpha_0$  veya  $\alpha < \alpha_0$  olmasına göre kabul veya red edilir. (Sneyers, 1990). Benzer şekilde klimatolojik serinin sonundan-başlangıcına doğru geri yönde de bu işlemler tekrarlanırsa elde edilecek u'(t) istatistiği; Şekil 2' de (kesik çizgiler ile gösterilen), x-ekseni yıllar ve y-ekseni u(t) ve u'(t)'nin değerleri olmak üzere mevcutsa klimatolojik serideki trendin



Şekil 2. (A) İstanbul (Göztepe) 1925-1990 Kış mevsimine ait düşük sıcaklıkların zaman serisi. Düz yatay doğru uzun yıllar ortalaması; kesiklik doğru ise lineer trendi gösterir. (C) A'ya Denter fakat ilkbahar mevsimi için. (B) ve (D) için metine bakınız.

başlangıç yerini ve anlam seviyesini grafik üzerinde gösterir. Bu grafiklerde  $u$  ile  $u'$  eğrilerinin birbirlerine yaklaştığı yerler trentlerin başlangıç yıllarını işaret eder ve en azından  $\alpha = -1.96$  ile  $+1.96$  değerleri üzerinde olmaları trendin  $\alpha = 0.05$  kritik seviyesinde önemli olduğunu gösterir. Örneğin, Şekil 2, İstanbul (Göztepe)'de yaklaşık olarak 1953 yılından başlayan ilkbahar düşük sıcaklıklarındaki kuvvetli ve kışın gece sıcaklıklarındaki önemsiz ısınma trentlerini açık bir şekilde göstermektedir. Şekil 1'de ilkbahar düşük sıcaklıklarına ait Türkiye genelinde Mann-Kendall ( $\lambda$ ) değerlerinin dağılımı da verilmiştir.

#### SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel ölçekte atmosferin ısınması, yerel ölçekte nüfus artışı ve özellikle çarpık şehirleşmenin, iklimde belirgin bir değişmeye neden olup olmadığını belirleyebilmek için;

$H_0$ : Kentlerin klimatolojik serilerinde bir değişim yok,

$H_1$ : Kentlerin klimatolojik serileri (azalan veya artan yönde) belirgin bir trente sahiptir,

şeklinde birbirini tamamlayıcı hipotezler yapılır. Türkiye genelinde 17 kente ait yaklaşık yarım yüzyıldan daha uzun süreli düşük ve yüksek sıcaklıkların aylık ortalamalarından oluşan klimatolojik seriler Mann-Kendall trent testine tabii tutulmuş ve sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Düşük (min) ve yüksek (max) sıcaklıklarda derece Celcius olarak mevsimsel değişim ve önem seviyeleri.

İstasyon	Yıl sayısı	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		min	max	min	max	min	max	min	max
Zonguldak	52	0.29	-0.10	-0.66*	0.37	0.47*	-0.07	0.19	-0.38
Samsun	62	0.27	0.23	0.35	-0.15	0.15	-0.28*	-0.17	-0.60**
Trabzon	59	0.08	0.49	0.31	0.19	-0.26*	-0.06	-0.68**	-0.34
Edirne	62	0.57	0.66	0.28	0.47*	-0.19	-0.10	-0.46**	-0.10
Göztepe	62	0.47	0.31	0.61**	0.09	0.42*	-0.22	-0.12	-0.48
Sivas	61	1.49	0.58	1.31**	0.47	1.16**	0.13	0.37**	0.21
Karş	57	1.31**	0.64	1.27**	0.32	0.11	0.07	0.14	0.60
Çanakkale	61	0.49	0.36	0.79**	0.02	0.52**	-0.03	-0.10	-0.28
Ankara	65	0.85	0.49	0.53	0.10	0.00	-0.34	0.08	-0.42
Kütahya	61	0.62	0.46	1.14**	0.92*	0.45	0.37	-0.48	-0.98
Van	53	0.60	-0.04	1.02**	0.32	0.29	-0.57*	0.03	-0.1*
Elazığ	52	1.19	0.35	0.70**	0.55	-0.09	0.00	-0.16	-0.04
İzmir	53	0.23	0.05	0.06**	0.36	0.75**	-0.15	0.29	-0.22
Konya	62	0.82	0.02	0.89**	0.05	0.54*	-0.19	0.38	-0.31
Urfa	59	0.56	0.00	1.14**	0.09	0.39*	-0.36*	0.44*	-0.58**
Qiyarbakır	62	0.71	0.15	0.92**	-0.29	0.73**	-0.10	0.67	-0.33
Adana	62	0.72*	0.23	0.99**	0.13	-0.82**	-0.34*	0.76**	-0.33

\* % 95 seviyesinde önemli.

\*\* % 99 seviyesinde önemli.

Tablo 1'de %95 (\*) ve %99 (\*\*) önem seviyelerinde düşük (gece) ve yüksek (gündüz) sıcaklıklarındaki derece Celsius olarak tespit edilen mevsimsel değişimler işaretlenmiştir. Tablo 1'de özetlenen Mann-Kendal testine göre özellikle ilkbahar gece sıcaklıkları için  $H_0$  hipotezi red edilmektedir. Gece ile gündüz sıcaklıklarındaki değişimler birbirleriyle karşılaştırılınca Türkiye genelinde özellikle gece sıcaklıklarında önemli artışların olduğu görülür. Gece sıcaklıklarındaki bu önemli artışlar daha çok ilkbahar mevsiminde ortaya çıkmaktadır.

Bu bulgular, ABD, eski Sovyetler Birliği ve Çin'deki 747 meteoroloji istasyonuna ait gözlemlerin analizinde görülen gece sıcaklıklarındaki belirgin artış ve gündüz sıcaklıklarındaki önemsiz değişimler ile uyum içindedir, (Karl, 1992).

Dünyanın bir çok yeriyle beraber Türkiye'de de tespit edilen gece sıcaklıklarındaki bu önemli artışların nedeni üzerine bir çok hipotez öne sürülmektedir. Bunlardan biri, kentlerin oluşturduğu "ısı adaları"dır, (Changnon, 1992). Diğer ise, kükürt oranı yüksek yakıtların metropollerde yoğun olarak tüketilmesi ile ortaya çıkan "kükürt kirliliği"dır. Kükürt dioksitlerin bulutları parlaklaştırıp albedolarını yükseltmesiyle gündüz soğumaya, gecede artan bulut örtüsünün yeryüzeyi için battaniye görevi görmesiyle ısınmaya neden olduğu öne sürülmektedir, (Monastersky, 1992). Bu tür hipotezlerin Türkiye için geçerliliğini tespit etmek üzere Türkiye'de bulutluluk miktarındaki değişim, "ısı adaları" ve Türkiye genelinde kükürt dioksit konsantrasyonlarının tespit edilmesine yönelik çalışmaların bir an önce yapılması gerekir. Bu çalışmalar, şehirleşme ve diğer sosyo-ekonomik programların planlanmasında, değişen kent iklimlerimizin muhtemel etkilerinin de göz önüne alınmasına yardımcı olacaktır.

#### KAYNAKLAR

1. Changnon, A.C., Inadvertent Weather Modification in Urban Areas; Lessons for Global Climate Change, Bull. Amer. Meteor. Soc., 73(5), 619-26, 1992.
2. DİE, Türkiye İstatistik Cep Yıllığı 1990, Genel Nüfus Sayımı 1990, DEİ Haber Bülteni, 1992.
3. Karl, T., Nighttime Warming Trend Identified, Science News, 140(1), 4, 1992.
4. Monastersky, R., Haze Clouds the Greenhouse (Sulfur pollution has slowed the global warming), Science News, 141(4), 232-33, 1992.
5. Sneyers, R., On the Statistical Analysis of Series of Observations, WMO, No:415, Geneva, 1990.
6. Taşpınar, N., Atmosferik Şartların Kirlenmeye Tesirleri. II. Ulusal Meteoroloji Kongresi, İstanbul, 15-17,20-23 Mart 1991.