

TUJJB

TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ - JEOFİZİK BİRLİĞİ
GENEL KURULU BİLDİRİ KİTABI
8 - 11 HAZİRAN 1993, ANKARA

TEMSİLCİ KURUM
MSB. HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI
ANKARA

1993

**TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ - JEOFİZİK
BİRLİĞİ**

DÜZENLEME KURULU

Yük. Müh. Ömür E. DEMİRKOL

Yük. Müh. E. Emin AYHAN

Yük. Müh. Rüçhan YILMAZ

Yük. Müh. Hüseyin YÜCE

Yük. Müh. Halil KÜTAHYA

Dr. Yük. Müh. Tuncay ERCAN

Yük. Müh. Ayhan TEKER

Yük. Müh. Günay YALDIZ

BİLİMSEL KURUL

Prof. Dr. Ömer ALPTEKİN (TUSAK)

Prof. Dr. Hüseyin DEMİREL (TUJK)

Prof. Dr. Ümit ÜNLÜATA (TUOK)

Prof. Dr. Doğan ALTINBİLEK (TUHK)

Prof. Dr. Ahmet M. IŞIKARA (TUJAK)

Doç. Dr. Cemal GÖNCÜOĞLU (TUVAK)

Yük. Müh. Taşkın TUNA (TUMAK)

KÜRESEL ISINMA VE TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİMİ

Mikdat KADIOĞLU, Hüseyin TOROS

İstanbul Teknik Üniversitesi

Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak 80626, İstanbul

Belgin KURTULUŞ

DMİ, Zirai Meteoroloji ve İklim Rasatları ve Dairesi, Ankara

ÖZET

Günümüzde atmosferin küresel ölçekte giderek ısınması sonucu, yerel iklimler ile birlikte meteorolojik elemanlarda görülen değişimlerin, Türkiye'deki doğal kaynaklarının plan, proje ve işletilmesinde de artık göz önünde bulundurulması gerekir. Bu tebliğde, Türkiye'nin nasıl bir iklim değişimine maruz kaldığını belirleyebilmek için 18 ilin yaklaşık 60 yıllık düşük ve yüksek sıcaklık kayıtları ile yağış gözlemleri incelenmiştir. Bu meteorolojik elemanların değişimindeki trendlerin belirlenebilmesi için Mann-Kendall testi gibi parametrik olmayan istatistiki yöntemler kullanılmıştır. Sonuç olarak Türkiye'de kayıt edilen düşük sıcaklıklarda, özellikle ilkbahar mevsiminde, önemli artışların olduğu; yüksek sıcaklıklar ile toplam yağış miktarında ise önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. GİRİŞ

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. Benzer şekilde, yeşil alanların yok edilmesi ve çarpık şehirleşme, atmosferik çevrede geriye dönüşümü olmayan değişimlere neden olabilmektedir. Bunların oluşturduğu sera etkisi de küresel ısınmaya neden olmaktadır, (Changnon, 1992).

Türkiye'de kirleticilerin atmosfere yayılarak hava kirliliği problemi oluşturmasında meteorolojik şartların büyük rol oynadığı bilinmektedir, (örneğin bkz. 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 yarıdan fazlası (%59) yoğun insan aktivitesi tarafından etkilenmiş kent iklimlerinde yaşamaktadır, (DİE, 1990). Diğer taraftan 1985 nüfus sayımına göre ortalama 65 kişi/m² olan nüfus yoğunluğunun 1990 yılı esas alındığında ortalama 73 kişi/m²'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 meteorolojik elemanlarda ne tür değişikliklerin ortaya çıktığını tespit edebilmeyi amaçlamaktadır.

Türkiyenin bu geometrik bir hızla çoğalan nüfusu sonucu, artan ihtiyaçları karşılayabilmek için içme, kullanma, tarımsal sulama

ve endüstri suyu sorununu da beraberinde getirmektedir. Fakat, küresel ölçekte atmosferde ortaya çıkan değişimler, yerel hava sirkülasyonunu ve hava paternlerinin normal yörüngelerini de etkileyerek değişik yağış rejimlerine neden olabilecektir. Büyük şehirlerimizde kritik seviyeye düşmüş içme suyu ve GAP gibi büyük su kaynaklarının planlanması ve işletilmesinde, iklim ve onun sonucu olan yüzey hidrolojisinde anlamlı bir değişim olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir, (Duranyıldız, 1991; İncecik ve arkadaşları, 1993).

Bu nedenle, bölgesel ölçekte nasıl yeni bir yağış rejimi ortaya çıkabileceğini belirleyebilmek için, Genel Sirkülasyon Modelleri ile yurt dışında yapılan deneyler, atmosferin ısınmasıyla birlikte alt tropiklerdeki yüksek basınç kuşağının kuzeye doğru yer değiştireceği, bunun neticesi olarak da Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile birlikte, tüm Güney Anadolu'nun yer aldığı 25-35 derece enlemleri arasında yağışların da azalmasına neden olabileceğini göstermektedir. (Brown, 1989). Aynı zamanda nümerik modellerin ülkemizle ilgili tahminlerini de şimdiden irdeleyebilmek için uzun yıllardan beri devam eden küresel ısınmanın, Güney Anadolu ile birlikte Türkiye genelindeki yağış rejimini şu ana kadar nasıl etkilediğini incelemekte yarar vardır. Bu nedenlerden dolayı, düşük ve yüksek sıcaklıklar ile birlikte bu çalışmada 18 ile ait yağış gözlemleri de analiz edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan veri ve yöntem tanıtıldıktan sonra, test sonuçları analiz edilip sonuçlar özetlenecektir. Türkiye'deki iklim değişiminin tespit edilebilmesine yönelik çalışmaların iyi bir şekilde yapılabilmesi için de bazı önerilere son bölümde yer verilmiştir.

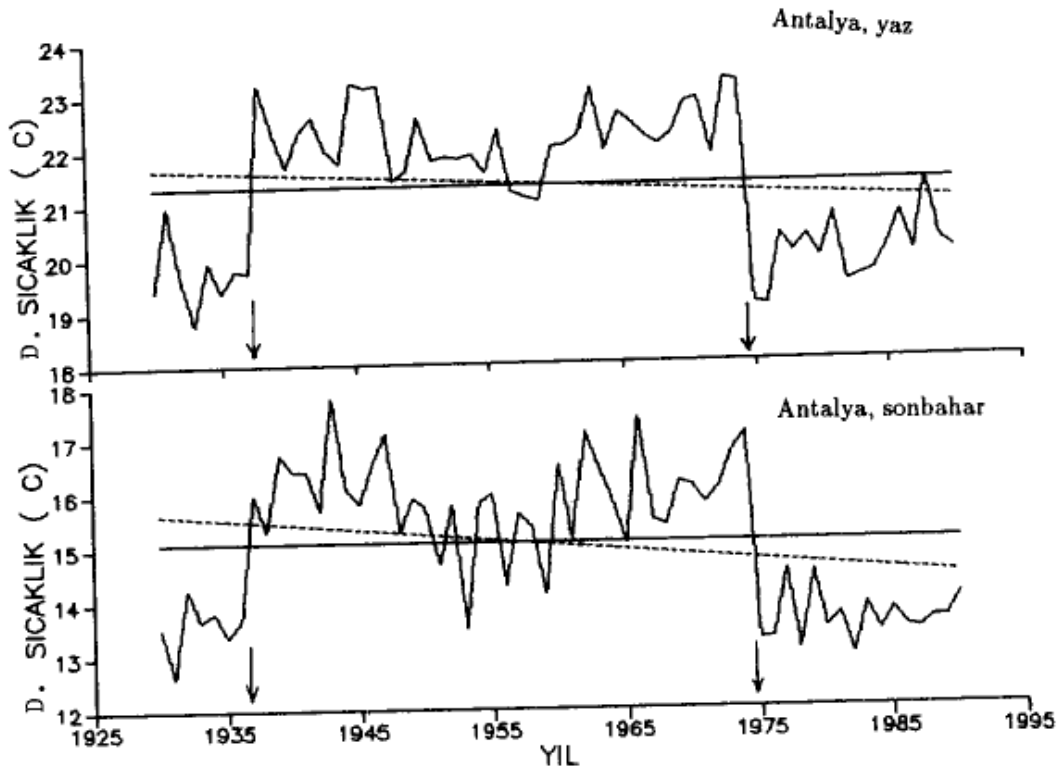
2. KULLANILAN VERİ

Türkiye geneline dağılmış irili ufaklı kentlerin iklim elamanlarındaki değişimi ifade edebilmek için Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğüne ait 18 meteoroloji istasyonu bu çalışmada ele alınmıştır. DMİ istasyonlarının genellikle şehir ve kasabalarda kurulmuş olması nedeniyle, bu çalışmada incelenen veriler, şehirlerin iklim üzerine olan etkisini de içermektedir (DSİ, 1992). Verileri kullanılan istasyonların adları, denizden olan yükseklikleri, veri periyotları ile İlkbahar mevsinde düşük sıcaklıklara ait bazı temel istatistiki özellikleri, Tablo 1'de belirtilmiştir.

İklim değişimi çalışmalarında homojen ve uzun zaman serilerine ihtiyaç vardır. Atmosferik süreçler dışındaki etkiler ile homojenliği bozulmuş olan serileri düzeltmeden kullanmak büyük hatalara yol açar. Bu nedenle sıcaklık ve yağış verileri, çeşitli homojenlik testlerine tabi tutularak güvenilirlikleri de araştırılmıştır. Tablo 1'de İlkbahar için özetlenen Run homejenlik testi sonuçlarına göre Antalya'ya ait sıcaklık serilerinin rastgele karakteri büyük ölçüde bozulmuştur. Şekil 1'de verilen Antalyanın düşük sıcaklık zaman serilerinden görüleceği üzere 1937 ve 1974 yıllarında ani sıçramalar vardır. Bu tarihlerde meteoroloji istasyonu muhtemelen yer değiştirmiş yada alette veya gözlem yönteminde bir değişiklik olmuştur. Antalyanın sıcaklık serileri %99 anlam seviyesinde heterojen çıktığından analiz edilmemiştir. Diğer istasyonlara ait verilerde çok daha düşük anlam düzeyinde görülen heterojenliklere sadece iklimsel değişimden dolayı ortaya çıkan trendlerin neden olduğu bu çalışmada kabul edil mektedir. Bu kabulün doğruluğu yada yanlışlığına, istasyonların tarihçeleri incelenerek, istasyonun yer değiştirip

Tablo 1. incelenen istasyonlara ait bilgiler, ilkbahar mevsimi düşük sıcaklıklar için temel istatistik ve run testi sonuçları.

İstasyon adı	Denizden yükseklik (metre)	Periyot	ORT	ON	MODE	STD	MIN	MAX	S.SK	S.KU	Run testi	
											r	z
ZONGULDAK	136	1939-90	8.0	8.0	7.8	1.13	5.8	10.2	0.46	-0.24	18	-1.96
SAMSUN	44	1929-90	8.1	8.0	8.0	1.02	5.8	9.9	0.10	-0.91	26	-1.02
TRABZON	37	1929-90	8.9	8.9	8.6	1.00	6.6	10.7	-0.13	-0.72	34	1.72
EDİRNE	48	1929-90	7.0	6.9	7.0	0.90	4.8	8.9	0.44	-0.19	29	-0.26
GÖZTEPE	40	1929-90	7.7	7.6	6.9	1.04	5.8	10.2	0.60	-1.09	30	0.39
SİVAS	1285	1930-90	2.2	2.4	3.6	1.36	-1.2	4.9	-1.91	-0.18	22	-1.69
KARS	1775	1930-90	-1.9	-1.9	-2.2	1.59	-6.9	1.1	-1.73	1.37	27	0.14
ÇANAKKALE	3	1930-90	8.1	8.2	7.5	0.99	6.2	10.2	-0.22	-1.36	29	0.13
ANKARA	902	1926-90	4.8	4.9	5.5	1.05	2.2	7.2	-1.90	0.18	31	0.38
KOTAHYA	969	1929-89	3.7	3.6	4.5	1.28	1.6	8.2	3.46	4.22	28	-0.13
VAN	1661	1938-90	1.7	1.9	2.5	1.24	-1.6	4.0	-2.03	0.15	23	-0.42
ELAZIĞ	882	1938-89	6.2	6.2	5.9	1.14	3.4	9.2	-0.03	0.33	27	0.56
İZMİR	25	1938-90	11.0	10.9	10.7	0.95	9.1	13.0	-0.29	-1.33	22	-0.57
KONYA	22	1929-90	4.1	4.2	4.2	1.10	0.5	6.1	-2.43	1.37	20	-2.23
Ş. URFA	547	1929-90	9.8	10.0	10.8	1.20	7.2	13.4	-0.01	0.84	19	-2.25
DIYARBAKIR	677	1929-90	7.0	7.2	7.1	1.20	4.0	8.9	-0.67	-0.04	22	-2.05
ANTALYA	50	1930-90	11.2	11.1	11.0	1.11	8.5	13.0	-0.40	-0.84	8	-4.76
ADANA	20	1929-90	11.7	11.9	12.2	1.08	8.3	14.5	-0.24	1.63	22	-1.82



Şekil 1. Antalya düşük sıcaklık serilerindeki süreksizlikler. Oklar süreksizliklerin ortaya çıktığı yılları işaret etmektedir.

değiştirmediği; istasyon ve çevresindeki fiziksel şartlarda farklılaşmanın olup olmadığı; ölçüm alet ve yönteminde bir değişikliğin olup olmadığı gibi sorulara cevap verildikten sonra karar verilebilir.

Ortalama günlük sıcaklık değerleri yerine, gece ile gündüz sıcaklıklarını ayrı ayrı inceleyebilmek için, gece sıcaklıklarını temsilen düşük sıcaklıklar ile gündüz sıcaklıklarını temsilen yüksek aylık ortalamaları ele alınmıştır.

Ülkemizde genellikle kültür bitkilerinin yetişme devrelerinde düşen yağışların düzensiz olması nedeniyle yılın belirli periyotlarında sulanma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır (DSİ, 1992). Benzer şekilde İstanbul gibi metropollerde, sahip oldukları iklimden dolayı, yaz aylarında içme suyunda büyük sorunlar ortaya çıkması nedeniyle, yıllık yağış toplamlarından ziyade, aylık yağış toplamları meteorolojik mevsimler halinde gruplandırılarak incelenmiştir.

Bu gruplandırma meteorolojik mevsim tanımına göre; (bir önceki yılın aralık ayı ve bir sonraki yılın ocak ve şubat ayları) kış; (mart, nisan ve mayıs) ilkbahar; (haziran, temmuz ve ağustos) yaz ve (eylül, ekim ve kasım ayları da) sonbahar olarak yapılmıştır, (Trenberth, 1983). 23 Eylül, 21 Aralık, 21 Mart ve 21 Haziran tarihleri gibi ekinoks ve solistisi aralarındaki zaman dilimlerinin mevsim olarak astronomik tanımı, aylık sıcaklık ortalamaları ve toplam yağış miktarlarından mevsimsel analizler yapılmasını imkansız kıldı.

3. METODOLOJİ

Meteorolojik değişkenlerin oluşturduğu veriler, özellikle yağış gibi süreklilik göstermeyen gözlemler, her zaman normal dağılıma uygunluk gösteremeyeceği için, bu çalışmada dağılımdan bağımsız olan, parametresiz istatistik yöntemler tercih edilmiştir.

Bu çalışmada göz önüne alınan, örneğin sıcaklık gibi sürekli değişkenlerin Tablo 1'den görüleceği gibi, ortalama (ort), orta nokta (on) ve mode değerleri özellikle karasal iklimin hakim olduğu istasyonlarda birbirlerinden oldukça farklıdır. Diğer bir deyişle normal dağılıma sahip değillerdir. Bu nedenle klasik istatistiğin normal dağılımlara yönelik kavram ve yöntemleri bu verilere uygulanamaz. Bu nedenle ortalama ve benzeri parametrelere ihtiyaç duyulmayan parametresiz istatistik yöntemler kullanılacaktır.

Yerel klimatolojik şartlarda ne yönde bir gidiş (trend) olduğunu tespit edebilmek için de parametrik olmayan Mann-Kendall trent testi seçilmiştir. İklim değişimini zaman serilerinden tespit etmekte kullanılan yöntemlere nazaran birçok teorik avantajının bulunması yanısıra önemli bir başka özelliği de, lineer olmaması ve klimatolojik serilerden trentlerin başlangıç yıllarını tespit edebilmesidir.

Böyle bir parametrik olmayan testin uygulamasında orjinal veriler yerine, ranklar (y_i) kullanılır. Her rankdan önceki daha büyük ranklar sayılarak, n_i gibi bir sayı tanımlanır. Böylece $y_i > y_j$ 'lerin n_i toplamları t test istatistiğini verir;

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

Bu test istatistiğinin dağılım fonksiyonununun ortalaması ve varyansı

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

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

olarak tanımlanırsa Mann-Kendall istatistiği

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

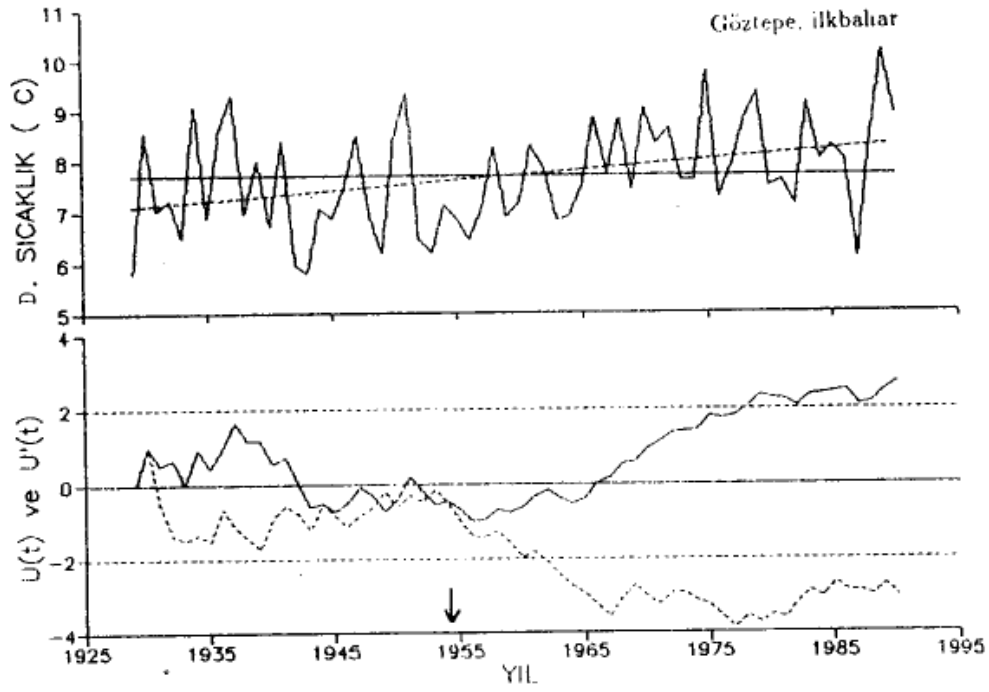
olarak hesaplanır. Standart normal dağılım tablolarından

$$\alpha_1 = P\{\text{ABS}(u) > \text{ABS}[u(t)]\}$$

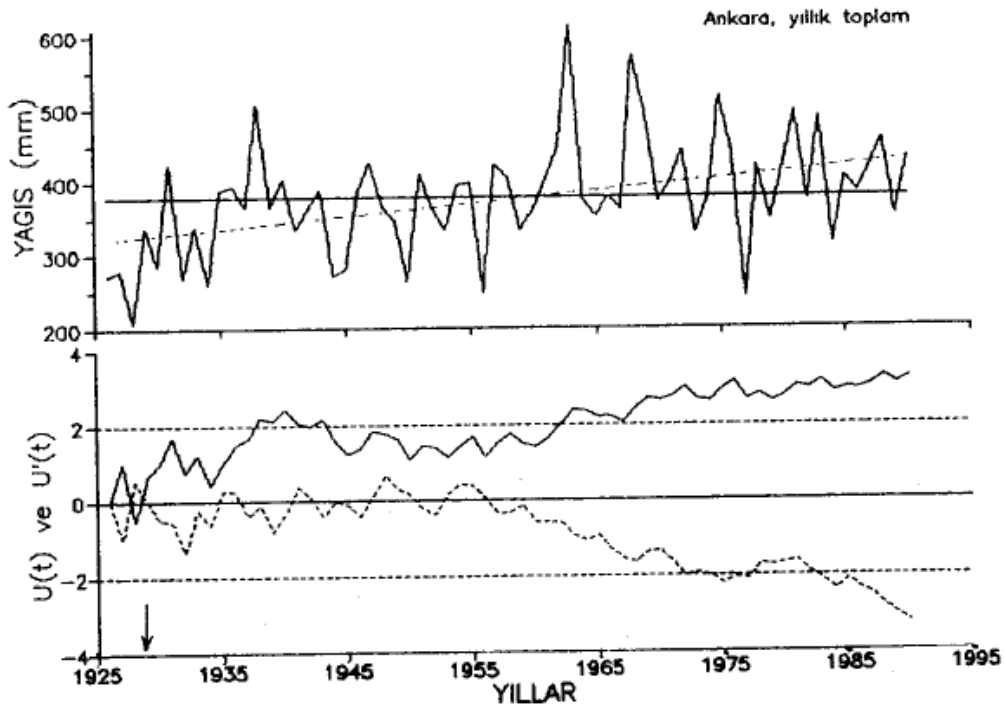
şeklinde hesap edebilecek olasılığı ile H_0 hipotezi, α_0 anlam seviyesinde $\alpha_1 > \alpha_0$ veya $\alpha_1 < \alpha_0$ olmasına göre kabul veya red edilir, (Sneyers, 1990). Benzer şekilde klimatolojik serinin sonundan-başlangıcına doğru geri yönde de bu işlemler tekrarlanırsa elde edilecek $u'(t)$ istatistiği, Şekil 2 ve 3' de (kesikli çizgiler ile gösterilen), x-ekseni yıllar ve y-ekseni $u(t)$ ve $u'(t)$ 'nin değerleri olmak üzere mevcutsa klimatolojik serideki trendin başlangıç yerini ve anlam seviyesini grafik üzerinde gösterir. Bu grafiklerde u_1 ile u'_1 eğrilerinin birbirlerine yaklaştığı yerler trendlerin başlangıç yıllarını işaret eder ve en azından $z = -1.96$ ile $+1.96$ değerleri üzerinde olmaları trendin $\alpha_0 = 0.05$ kritik seviyesinde önemli olduğunu gösterir. (Şekil 2 ve 3'e bakınız).

4. ANALİZ VE SONUÇLAR

Küresel ölçekte atmosferin ısınması, yerel ölçekte nüfus artışı ve özellikle çarpık kentleşmenin sıcaklık ve yağış gibi hidrolojik çevrim elemanlarında belirgin bir değişime neden olup olmadığını belirleyebilmek için;



Şekil 2. İstanbul (Göztepe) düşük sıcaklık zaman serisi ve Mann-Kendall trend istatistiği. Ok trendin başladığı yılı gösterir.



Şekil 3. Ankara toplam yağış (mm) zaman serisi ve Mann-Kendall trend istatistiği. Ok trendin başladığı yılı gösterir.

H_0 : Klimatolojik seride bir değişim yok,

H_1 : Klimatolojik seri önemli bir trende sahiptir.

şeklinde birbirini tamamlayıcı hipotezler yapılır. Bu hipotezler ile Türkiye genelinde 18 ile ait yaklaşık yarım yüzyıldan daha uzun süreli aylık sıcaklık ortalamaları ve yağış toplamlarından oluşan seriler Mann-Kendall trend testine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 2 ve 3'de özetlenmiştir.

Tablo 2'de %95 (*) ve %99 (**) önem seviyelerinde min (gece) ve max (gündüz) sıcaklıklarındaki derece Celsius olarak tespit edilen mevsimsel değişimler gösterilmiştir. Tablo 2'de özetlenen Mann-Kendall 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, (daha ayrıntılı bilgi için Kadioğlu ve Toros, 1993'e bakınız). Gece sıcaklıklarındaki bu önemli artışlar da daha çok ilkbahar mevsiminde ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Şekil 2, İstanbul (Göztepe)'de yaklaşık olarak 1953 yılından başlayan ilkbahar düşük sıcaklıklarındaki kuvvetli ısınma trendlerini açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 3'de %95 (*) ve %99 (**) anlam düzeylerinde olmak üzere yağış miktarlarında yaklaşık son yarım yüzyılda görülen mevsimsel değişimler, yağış ortalamalarına (ort) göre, yüzde (%) ve milimetre (deg) olarak tespit edilip işaretlenmiştir. Tablo 3'de özetlenen Mann-Kendall testinin sonuçlarına göre H_0 hipotezi, Türkiye genelinde çoğunlukla kabul edilmektedir. Tablo 3'de mevsimsel olarak yağış toplamalarında, önemli olmasa da, özellikle kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma eğilimi vardır, (daha fazla bilgi için Kadioğlu ve

Tablo 2. Düşük (min) ve yüksek (max) sıcaklıklarda Mann-Kendall trend testine göre 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	-0.68*	0.37	0.47*	-0.07	0.18	-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
Kars	57	2.84**	0.64	1.27**	0.32	-0.13	-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	0.00	0.00	-0.34	0.08	-0.42
Kütahya	61	0.62	0.46	1.14**	0.97*	0.45	0.37	-0.48	-0.98
Van	53	0.60	-0.04	1.02**	0.32	0.29	-0.57*	0.03	-0.61*
Elazığ	52	1.19	0.35	0.70**	0.55	-0.09	0.00	-0.16	-0.04
İzmir	53	0.23	0.05	0.86**	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**
Diyarbakır	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 3. Yağış verilerinde mm olarak mevsimsel değişim ve önem seviyeleri.

İstasyon	Denizden yükseklik (m)	Periyot (yıl)	Yıllık			Kış			İlkbahar			Yaz			Sonbahar		
			ort	deg	%	ort	deg	%	ort	deg	%	ort	deg	%	ort	deg	%
Zonguldak	136	60	1220	-62	-5	390	-18	-5	215	-20	-9	229	-08	-3	386	-18	-5
Samsun	44	60	711	-50	-7	215	-46**	-21	169	-09	-5	109	-10	-9	220	10	4
Trabzon	37	62	799	-35	-4	225	-18	-8	164	-02	-1	135	-08	-6	276	-03	-1
Edirne	48	60	590	-33	-6	183	-14	-8	146	15	10	103	-20	-14	156	-16	-10
Göztepe	40	60	681	17	2	276	09	3	136	09	7	71	-04	-6	198	01	0
Sivas	1285	60	423	17	4	130	00	0	158	11	7	48	05	10	87	-01	-1
Kars	1775	60	495	-55**	-13	72	-16*	-22	155	-16	-10	172	-16	-9	96	-08	-8
Çanakkale	3	60	615	03	0	276	-11	-4	137	08	6	43	02	5	157	-01	-1
Ankara	902	65	378	53**	14	122	12	10	127	18*	14	56	11	20	73	13	18
Kütahya	969	60	597	11	2	225	01	0	164	02	1	69	-06	-9	109	12	11
Van	1661	59	380	-04	0	105	-07	-8	146	00	0	27	04	15	102	-04	-4
Elazığ	882	60	427	-20	5	135	-08	-6	176	01	1	17	-04	-23	98	-08	-8
İzmir	25	60	680	-24	-4	375	-16	-4	149	-10	-7	13	-01	-8	139	-01	-1
Konya	1022	60	325	08	2	111	-03	-3	105	08	8	35	00	0	71	06	8
Ş. urfa	547	57	465	-10	-2	247	-13	-5	145	16	11	4	01	25	69	10	14
Diyarbakır	677	60	497	-04	-1	220	-13	-6	181	12	7	8	-01	-12	90	-06	-7
Antalya	50	60	1043	03	0	665	-55	-8	165	20	12	9	06	67	197	32	16
Adana	20	60	659	62	9	331	37	11	169	11	6	32	07	22	127	10	8

* % 95 ve ** % 99 seviyelerinde anlamlı.

arkadaşları, 1993'e bakınız). İllerin en çok yağış aldığı mevsimlerdeki değişimlerine bakıldığında sadece Ankara'nın ilkbaharda 0.05 anlam seviyesinde bir artışa sahip olduğu görülmektedir. Kars ve Ankara'nın yıllık yağış toplamları ile Samsun'un kış ayları da oldukça önemli trendlere sahiptir. Şekil 3'den de görüldüğü gibi, Ankara'nın yıllık toplam yağış miktarında olan devamlı artış trendi 1930 yılından beri devam etmektedir.

Bu çalışmada elde edilen 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). Yağışın yerel ve zamansal değişiminin çok büyük ve süreksiz olması nedeniyle kaotik bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yağışdaki trendler sıcaklıklardaki gibi belirgin değildir. Bundan dolayı da atmosferin küresel ısınmasına benzer bir şekilde yağışın küresel değişiminden de bahsedilmez. Benzer şekilde, bu çalışmanın Türkiye geneli için tespit edilen yağış trendleri ile sıcaklık trendleri arasında bir benzerlik de yoktur. Bununla birlikte bu ilk sonuçlara göre, yağış trendleri çok önemli olmasa bile Türkiye genelinde azalma yönündedir.

5. ÖNERİLER

Klimatolojik zaman serilerinden iklim değişiminin tespit edilebilmesi için bu çalışmada verilen yöntem oldukça kullanışlıdır. Bununla beraber, Türkiye genelinden seçilen istasyon sayısının az olması; hali hazırda Türkiye'deki zaman serilerinin bir çoğunun iklim değişimini tam anlamıyla tespit edilebilecek kadar uzun olmaması ve meteoroloji istasyonlarının tarihcilerinin bulunmaması nedeniyle,

burada sunulan sonuçlar kesin olmayan ilk bulgular olarak görülmelidir. Dünyadaki küresel iklim değişimi probleminde Türkiye'yi soyutlamak mümkün değildir. Bu nedenle:

1. Türkiye dahil, dünyanın bir çok yerinde gözlenen gece sıcaklıklarındaki artışlar, açık su yüzeylerindeki buharlaşmayı arttıracaktır. Akış durumuna geçen su miktarındaki azalma sonucu Türkiye'den kaynaklanarak komşu ülkelere su taşıyan nehirlerin debilerinde de önemli azalmalar ortaya çıkabilecektir. Bu akarsularımızın bir miktarı komşu ülkelerin hak ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere bırakılmasında belirlenecek ölçünün (DSİ, 1991), değişmekte olan iklim şartlarını esas alarak ayarlanması gerekir.

2. 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"dir. 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, rüzgar, güneşlenme, kar örtüsü, buharlaşma miktarlarındaki değişim, "ısı adaları" ve Türkiye genelinde kükürt dioksit konsantrasyonlarının tespit edilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu araştırmalar, problemin karmaşık doğasından dolayı akademik düzeyde başlamak zorundadır. DMİ gibi uygulayıcı kurumlar, üniversiteler ile yoğun işbirliğine gitmelidir.

gerçekleştirmekte olduğu projelerde, şehirleşme ve diğer sosyo-ekonomik programların planlanmasında, dünya ve Türkiye'de iklim değişiminin kaçınılmaz etkilerinin şimdiden göz önüne alınmasına yardımcı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, DMİ sağladığı imkanlarla yapılabilmektedir. Yardımları için DMİ yetkililerine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Brown, N., 1989. The 'greenhouse effect': a global challenge. *The World Today*, 45, 61-64.
- Changnon, A.C., 1992. Inadvertent Weather Modification in Urban Areas; Lessons for Global Climate Change, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 73(5), 619-26.
- DEİ, 1992. Türkiye İstatistik Cep Yıllığı 1990, Genel Nüfus Sayımı 1990, DEİ Haber Bülteni.
- DSİ, 1992. 1991 Haritalı İstatistik Bülteni, Kısım:I (Haritalı Bülten), 527.
- Duranyıldız, İ., 1991. İklim Değişikliğinin İncelenmesinde Hidrolojik Metodlar. II. Ulusal Meteoroloji Kongresi, 20-23 Mart 1991, İTÜ Meteoroloji Müh. Böl., İstanbul, 58-69.
- İncecik, S., Z. Şen ve M. Kadioğlu, 1993: Atmosferik Çevre Elemanları. ÇEVRE'93, Türk Devletleri Arasında 2. İlimi İşbirliği Konferansı, 27-29 Haziran 1993, Alma-Ata, Kazakistan.
- Kadioğlu, M., ve H. Toros, 1993: Şehirleşmenin Türkiye'de İklim Etkisi. ÇEVRE'93, Türk Devletleri Arasında 2. İlimi İşbirliği Konferansı, 27-29 Haziran 1993, Alma-Ata, Kazakistan.
- Kadioğlu, M., H. Toros ve B. Kurtuluş, 1993: Küresel Isınma ve Türkiye'de Yağış Trendleri. DSİ'nin 40'ıncı Yılında Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı.
- Karl, T., 1992. Nighttime Warming Trend Identified, *Science News*, 140(1), 4.
- Monastersky, R., 1992. Haze Clouds the Greenhouse (Sulfur pollution has slowed the global warming), *Science News*, 141(4), 232-33.
- Sneyers, R., 1990. On the Statistical Analysis of Series of Observations, WMO, No:415, Geneva.
- Taşpınar, N., 1991. Atmosferik Şartların Kirlenmeye Tesirleri. II. Ulusal Meteoroloji Kongresi, 20-23 Mart 1991, İTÜ Meteoroloji Müh. Böl., İstanbul, 15-17.
- Trenberth, K.E. 1983: What are the Seasons? *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 64, 1276-1282.
- WMO, 1986. Guidelines on the Selection of Reference Climatological Stations from Existing Climatological Station Networks. WCP-116, WMO, Geneva, 20 s.