

İTÜ
UÇAK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
METEOROLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



I. ULUSAL HİDROMETEOROLOJİ SEMPOZYUMU



- Yağış Akış Bağlılıkları • Su Arıtımı • Akarsu Havzalarının Korunumu • İklim Değişikliği • Taşkın Hesap Yöntemleri
- Yeraltı Suyu • Ziraî Amaçla Sulama Yöntemleri
- Hava Modifikasyonu • İstatistiksel Modelleme

23 - 25 MART 1994

İTÜ BÜYÜK TOPLANTI SALONU - İSTANBUL

SEMPOZYUM YÜRÜTME KOMİTESİ :

Doç. Dr. Orhan ŞEN (Başkan)
Kasım KOÇAK (Sekreter)
Hüseyin TOROS
Ali DENİZ

SEMPOZYUM BİLİM KOMİTESİ :

Prof. Dr. Zekâî ŞEN
Prof. Dr. Mehmetçik BAYAZIT
Prof. Dr. Ferruh MÜFTÜOĞLU
Doç. Dr. Selahattin İNCECİK
Yrd. Doç. Dr. Mikdat KADIOĞLU

BATI ANADOLU YAĞIŞLARININ İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Hüseyin TOROS, Ali DENİZ, Haldun KARAN
İ.T.Ü., Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi,
Meteoroloji Müh. Böl., 80626, Maslak, İstanbul.

ÖZET

İnsanların gündelik hayatta karşılaştıkları anormal meteorolojik olaylar hemen akla acaba iklim değişiyor mu sorusunu getirmektedir. İklimi belirlemede insanlara en fazla etki yapan meteorolojik etimanelardan bir tanesi de yağıştır. Bilhassa son yıllarda Ege Bölgesi'nde az yağışın gözlenmesi insanları tedirgin etmeye başlamıştır. Bu çalışmada son yıllarda görülen bu yağıştaki azlığın normal mi değil mi olduğuna cevap bulabilmek için Batı Anadolu Bölgesinin yağış rejiminin araştırılması yapılmaya çalışılmıştır. Bu bölgede yer alan 68 Meteoroloji istasyonunun yağış değerleri incelenmiştir. Veriler mevsimlik ve yıllık toplam değerler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu serisinin homojen olup olmadığı run testi ile belirlenmiştir. Zaman zaman serisinin gerçek veri değerleri, 5 yıllık kayan ortamlar ve Mann-Kendall trend testi istatistiği kullanılarak grafiksel olarak gösterilmiştir.

Yağışın zamansal değişiminin grafiksel olarak gösterilmesinin yanında verinin ortalaması, ortanca değeri ve modu ile beraber standart sapması, çarpıklık, basıklık değerleri ile bu bölge yağışının gidişat ve dağılımı hakkında bilgi edinilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışma ile Türkiye'nin hem tarım ve hem de sanayi alanında ağırlığı olan bu bölgenin yağış rejiminin araştırılması yapılmıştır. Bulunan sonuçların ve önerilerin bundan sonra yapılacak daha geniş çalışmalara yardımcı olması beklenmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Yağış rejimi, su depolama, planlama.

ABSTRACT

In recent years there is a decrease in precipitation in Western Anatolia. In order to detect this recent decrease as climatological change or periodical event, climatological rain regime in western Anatolia is studied. Seasonal and annual precipitation data are collected from 68 meteorological stations in the study area. For data homogeneity, run (Swed-Eisenhart) test is used. These data are analyzed in order to identify meaningful short and long term trends by making use of the Mann-Kendall trend test. Before using homogeneity and trend tests, it is useful to analyze climatologic data for its average, median, mode, standard deviation, minimum, maximum, standardized skewness and standard kurtosis values. In this way it is possible to learn much about the data distribution and range of variability. As a result, there is a decrease in precipitation after 1982, but this decrease is not due to climatic change. It seems that there is an oscillation in precipitation. We are expecting that precipitation will be increased next 10 years.

KEY WORDS: Precipitation regime, storage water, planning.

GİRİŞ

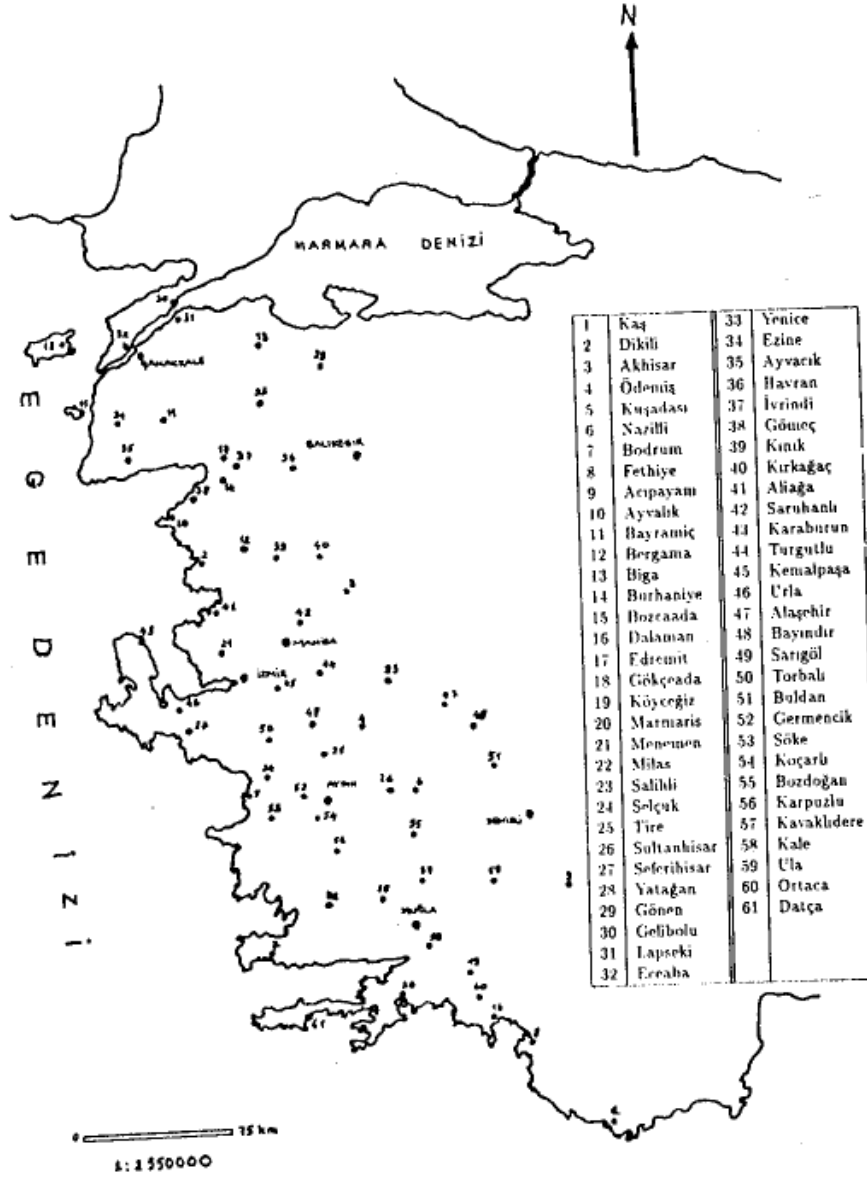
Tarih boyunca su, dolayısıyla yağış, canlı ve cansız varlıkların ilgi odağı olmuştur. Geçmişte kurulmuş medeniyetler daha çok nehir kenarlarında yani suya yakın bölgelerde kurulmuştur. Fazla yağışlar insanları etkileyip zarar vermesine rağmen az yağışlar ise insanların bir bölgeden başka bölgelere göç etmesine sebep olmuştur. Günümüzde nüfusun hızla artması ve bu artış nedeniyle gelişen sanayi, teknoloji ve ticaret merkezlerinin oluşması neticesinde su talebi gün geçtikçe artmaktadır. Artan su ihtiyacını değişik yollarla gidermek gerekmektedir. Bunun için ya suyun bol olduğu bölgelerden su taşımak veya yakın bölgelerde su biriktirme hazneleri oluşturmak yoluna gidilebilir. En ekonomik olanı ise suyun zaman içindeki geçmişini inceleyerek, gelecekteki davranışını tahmin etmektir. Yağışın zaman serisinin bilinmesi aynı zamanda depolanan suyun daha dikkatli kullanılmasında yardımcı olacaktır. Bu konuda insanlar eskiden beri suyu depolayarak bunu daha sonra

kullanılmışlardır. Bunun en güzel örnekleri Belgrad ormanlarındaki Osmanlı bendleridir.

Yağış rejimi ile ilgili olarak Türkiye’de değişik çalışmalar mevcuttur. Bunlardan Murat Türkeş (1990) tarafından yapılan bir çalışmada Erinç kuraklık indisi ile birlikte, dünyanın öteki ülkelerinde de yaygın olarak kullanılan bazı kuraklık ve yağış analiz yöntemleri Türkiye’deki yaklaşık 150 meteoroloji istasyonu 1956-1987 yılları arasındaki 32 yıllık gözlemlerine uygulanmıştır. Bir bölgede yapılacak olan fabrikasyon, şehirleşme ve tarım planlarının uzun vadede zarara uğranmaması isteniyorsa, bu bölgenin yağış rejiminin bilinmesi çok faydalı olacaktır. Su depolama bölgelerinin ayarlanması ve depolanan suyun en iyi şekilde değerlendirilmesi insan hayatı için çok önemlidir.

VERİ

Bu çalışmada, Batı Anadolu Bölgesinden seçilen 68 meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri incelemeye alınmıştır. Yağışın zamansal değişimi mevsim ve yıl bazında düşünülerek yapılmıştır. Kış için bir önceki yılın aralık ayı ile o yılın ocak ve şubat ayları toplamı, ilkbahar için o yılın mart, nisan ve mayıs ayları, yaz için haziran, temmuz ve ağustos ayları, sonbahar için eylül, ekim ve kasım aylarının toplamı alınmıştır. Yıllık değer olarak ise bu 4 mevsimin toplamı alınmıştır. Yıllık değer ile mevsimlik değerler arasında uyum oluşması için bu çalışmada bir önceki yılın aralık ayından başlayıp o yılın kasım (dahil) ayına kadar olan değerler kullanılmıştır. Seçilen istasyonların konumları şekil 1’de; incelenen periyot, yıl sayısı, Mann-Kendall korelasyon katsayısı ve güvenilirlik değeri, Run homojenlik testi değeri (değişim sayısı ve istatistiği) ve diğer istatistiksel özellikleri ise Tablo 1’de verilmiştir. Eksik veriler civar istasyon verileri veya aylık zaman serilerinde önceki ve sonraki ayların değerleri dikkate alınarak tamamlanmaya çalışılmıştır. 1 yıldan daha fazla süreli eksik olan veri durumunda bu eksikliğin kapatılması yoluna gidilmemiştir. Çünkü literatürde yer alan Çift Toplam Metodu, Orantı Metodu gibi yöntemlerden görüleceği gibi eksik veriyi tamamlamada zaman arttıkça hata oranı da büyümektedir. Gerçek verilerin yokluğu kabul edilerek bu durum görülmüştür.



Şekil 1. İncelenen istasyonları içeren bölgenin haritası.

VERİ İNCELEME YÖNTEMLERİ

Zaman serilerinde istatistiksel analiz yapmadan önce verilerin homojenliklerinin araştırılması, sonuçların doğruluğu açısından önemlidir (Oliver,1981). Bu çalışmada verilerin homojen olup olmadıkları (rastgelelikleri) dağılımdan bağımsız Gidiş (Run) testi ile yapılmıştır. Bu teste göre her değer o serinin ortanca değeri ile karşılaştırılır. Homojen olan verilerin bu ortanca değer etrafında (bazen altında, bazen üstünde) seyretmesi gerekir. Bununla birlikte uzun süre alta veya üstte seyreden verilerin herhangi bir dış etki altında kaldığı ihtimaliyle rastgele olmadıkları kabul edilir. Karşılaştırma sonucunda elde edilen alttan üste, üstten alta geçiş (değişim) sayısı verinin homojenliğini belirlemede bir kıstas olarak kabul edilir (Oliver, 1981).

İkinci aşamada, verilerin bazı istatistiksel özet bilgileri çıkarılmıştır. Bunlar ortalama, mod, medyan, maksimum ve minimum, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleridir. Bu istatistiksel bilgiler, verilerin dağılımını belirlemek ve sınımlarını bulmak açısından faydalıdır.

Son olarak, bu çalışmada, verilerin zamansal sınımlarını ve varsa değişimini tespit edebilmek için dağılımdan bağımsız Mann-Kendall trend testi kullanılmıştır. Bu testte verilerin seri içindeki mertebeleri önemlidir. Seri içindeki veriler zamanla artarsa sonraki değerlerin mertebeleri öncekilerden büyük olacaktır. Azalma söz konusu ise küçük olacaktır.

MANN-KENDALL TREND İSTATİSTİĞİ

Seri içindeki mertebeler y_i ile gösterilsin ve her bir y_i değeri kendisinden önce gelen ve mertebeleri büyük olanların sayısı ise n_i gibi bir sayı ile tanımlansın. n_i 'lerin toplamları ile test istatistiği t bulunur.

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

Bu eşitliğin ortalaması;

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (2)$$

Tablo 1: Batı Anadolu Bölgesinde seçilmiş istasyonların yıllık toplam yağış için istatistiksel değerleri.

İst. Adı	Zaman Aralığı	Yıl Say.	Mann-Kend.		Run Testi		Ort.	Med.	Mod	STD	Min	Max	Çarp.	Bas.
			r	α	r	α								
Çanakkale	1931-92	61	-0.62	0.54	28	-0.78	614.8	613.7	607.9	137.9	309.8	944.0	0.1	-0.6
Balıkesir	1937-92	56	-2.03	0.04	26	-0.68	581.7	557.3	557.5	122.1	343.2	880.5	1.8	0.4
Dikili	1939-92	54	-2.41	0.04	25	-0.69	633.9	608.6	608.6	160.8	279.6	1062.7	1.1	0.2
Manisa	1931-92	62	-0.14	0.89	24	-1.94	729.8	723.6	723.6	170.5	400.9	1122.8	1.1	-0.8
Akhisar	1931-92	61	-1.07	0.29	22	-2.34	583.9	566.4	652.5	142.6	339.1	938.9	1.6	-0.6
İzmir	1931-92	62	-0.88	0.38	28	-0.90	677.3	682.1	682.1	162.1	374.2	1115.9	0.9	-0.6
Ödemiş	1929-90	50	-2.03	0.04	21	-1.30	644.1	615.4	615.4	208.9	363.3	1416.2	4.6	6.1
Kuşadası	1929-90	59	-1.19	0.24	23	-1.85	648.2	621.7	607.6	189.8	241.1	1097.2	0.7	-0.8
Aydın	1931-92	61	-2.42	0.02	35	1.04	650.1	653.2	774.3	151.1	292.7	923.2	-0.7	-0.8
Nazilli	1928-90	58	-0.61	0.54	22	-2.00	688.6	585.5	585.5	140.3	191.0	908.4	-0.8	0.2
Denizli	1929-92	54	0.27	0.79	23	-1.25	540.3	531.3	591.0	110.8	320.6	772.6	0.6	-0.5
Bodrum	1937-90	54	-2.26	0.02	27	-0.14	741.8	778.2	778.2	171.7	312.5	1103.2	-0.5	-0.7
Muğla	1931-92	62	-0.91	0.36	24	-1.94	1174.6	1146.6	1010.6	310.5	466.6	2160.1	0.5	0.8
Fethiye	1939-92	54	-2.76	0.01	29	0.42	898.5	946.9	946.9	244.9	353.7	1475.1	-0.5	-0.1
Acıpayam	1951-90	35	-0.31	0.76	13	-1.74	523.7	500.7	500.6	132.8	208.6	800.2	5.5	-0.1
Ayvalık	1954-90	37	-0.68	0.50	19	0.00	638.5	632.9	655.5	149.2	332.0	923.8	-0.5	-0.7
Bayramiç	1954-85	32	-0.14	0.89	13	-1.27	640.6	632.6	593.2	124.6	445.2	913.9	1.9	-0.2
Bergama	1933-90	56	-1.47	0.14	24	-1.22	716.9	705.6	705.6	166.8	333.5	1106.7	0.4	-0.2
Biga	1931-92	62	-0.88	0.38	32	0.13	742.8	711.5	711.5	145.2	494.1	1093.1	1.2	-0.9
Burhaniye	1959-91	33	-1.78	0.07	17	0.00	640.2	638.6	637.2	132.1	362.1	949.4	-0.2	0.3
Bozcaada	1958-90	33	-3.37	0.00	13	-1.44	525.4	518.8	515.7	231.5	160.6	1308.3	3.9	4.7
Dalaman	1957-90	34	-1.15	0.25	10	-2.65	1035.6	1075.6	1075.6	280.1	378.0	1479.2	-1.3	-0.4
Edremit	1932-92	60	-0.56	0.58	26	-1.18	701.8	691.1	691.1	182.3	370.8	1257.8	2.3	1.4
Gökçeada	1938-90	53	-1.77	0.08	23	-1.12	792.7	729.5	716.5	178.8	370.6	1122.4	-0.5	-0.8
Köyceğiz	1954-90	37	-0.33	0.74	16	-1.01	1081.7	1067.3	1042.9	264.6	462.5	1638.2	-0.6	-0.2
Marmaris	1950-90	41	-0.54	0.59	16	-1.06	1184.1	1179.9	1170.2	258.5	655.5	1639.1	-0.1	-1.3
Menemen	1954-82	19	-1.02	0.31	10	0.00	562.5	564.9	532.0	148.9	312.7	799.3	-0.1	-1.1
Milas	1939-92	52	-1.36	0.17	21	-1.55	728.8	755.3	755.3	180.5	274.1	1010.0	-1.2	-1.1
Salihli	1940-92	53	0.33	0.74	22	-1.40	485.0	476.2	475.5	110.9	302.1	805.1	1.8	0.6
Selçuk	1964-90	27	-2.49	0.01	13	-0.40	708.4	700.6	699.3	190.5	344.1	1052.5	-0.1	-1.1
Tire	1959-67	29	-1.15	0.25	14	-0.39	821.9	783.4	777.4	195.8	486.6	1168.0	0.4	-1.1
Sultanhisar	1956-90	35	1.14	0.15	10	-2.79	373.5	367.5	365.4	84.8	209.3	539.4	0.3	-0.8
Seferihisar	1964-90	27	-0.79	0.43	14	0.40	574.8	556.6	494.0	138.2	306.3	841.8	0.3	-0.6
Yatağan	1950-90	41	-0.05	0.96	16	-1.60	649.9	658.6	652.0	136.3	323.9	956.0	-0.5	-0.1
Gönen	1950-90	41	-0.98	0.33	21	0.00	680.4	690.3	687.9	116.0	380.0	899.5	-0.8	-0.2
Gelibolu	1931-85	55	-1.13	0.26	24	-1.10	673.6	655.3	654.7	142.5	405.2	1055.9	1.2	1.5
İzmir	1964-85	22	-1.45	0.15	09	-1.11	673.1	666.6	666.6	112.1	351.8	821.5	-0.7	-0.8
Eceabat	1955-85	25	-1.44	0.15	15	0.83	613.8	610.9	606.6	117.7	326.2	820.3	-0.7	0.4
Yenice	1957-85	29	-1.50	0.13	12	-1.16	835.2	821.1	818.3	126.1	663.1	1093.2	0.9	-1.1
Ezine	1958-84	27	-1.04	0.30	13	-0.40	582.8	576.3	572.1	105.8	407.7	754.4	0.2	-1.0
Ayvacık	1956-85	30	-0.98	0.33	14	-0.56	811.1	778.4	778.4	126.9	608.6	1057.2	1.1	-0.8
Havran	1965-85	16	-0.54	0.59	07	-0.79	629.0	620.2	620.2	126.9	463.9	878.8	0.8	-0.6
İvrindi	1958-85	28	-0.73	0.47	14	-0.19	675.6	688.1	688.1	118.4	495.5	895.4	0.0	-1.2
Gömeç	1964-85	22	-1.48	0.14	13	0.68	636.8	628.6	548.2	107.0	475.4	814.9	0.4	-0.9
Kınık	1964-84	21	-0.71	0.48	09	-0.92	604.4	609.1	601.0	123.1	411.6	824.1	0.5	-0.8
Kırkağaç	1935-83	28	0.85	0.39	15	0.20	705.6	647.5	647.5	164.2	498.3	1220.0	2.8	2.4

Tablo 1. (Devam)

Aliağa	1964-85	22	-1.03	0.30	13	0.68	636.9	623.3	623.3	127.7	403.8	809.6	-0.2	-1.0
Saruhanlı	1938-85	30	0.60	0.55	12	-1.32	445.8	430.1	430.1	121.4	259.0	732.7	1.4	-0.1
Karaburun	1963-85	17	-0.72	0.47	08	-0.52	738.4	728.6	720.9	175.3	456.7	1089.2	0.7	-0.2
Turgutlu	1932-85	54	-1.76	0.08	26	-0.44	610.5	614.2	614.2	159.7	98.6	988.1	0.0	2.0
Kemalpaşa	1966-85	16	1.44	0.15	09	0.29	1093.7	1061.6	1061.6	188.5	833.8	1386.4	0.4	-1.0
Urla	1929-83	33	-0.83	0.41	19	0.72	759.1	787.2	793.8	173.4	430.4	1160.0	0.2	-0.6
Alaşehir	1932-85	54	-1.23	0.22	28	0.14	508.4	491.8	491.8	103.7	303.2	722.0	1.3	-0.9
Bayındır	1956-84	29	0.91	0.36	11	-1.54	695.5	677.3	668.3	157.4	400.4	1012.9	0.1	-0.5
Sarıgöl	1963-85	23	-0.70	0.48	10	-0.87	484.9	487.2	477.5	104.8	284.7	688.0	-0.1	-0.3
Torbali	1932-85	34	0.08	0.94	16	-0.53	734.5	724.4	559.8	162.5	418.1	1098.5	0.6	0.2
Buldan	1964-85	21	-1.56	0.12	05	-2.76	767.1	763.3	756.9	150.0	539.5	1095.5	0.9	0.0
Germencik	1966-84	19	1.02	0.31	09	-0.49	786.0	793.5	767.1	167.7	475.2	1066.5	-0.1	-0.6
Söke	1958-84	27	-1.79	0.07	13	-0.40	879.3	881.5	878.1	254.4	537.1	1547.0	1.2	0.3
Kaçarli	1966-83	17	0.45	0.65	08	-0.52	672.8	651.8	639.3	156.7	400.5	993.6	0.3	-0.2
Bozdoğan	1962-84	23	-0.87	0.38	11	-0.44	716.6	748.5	728.3	164.5	397.4	964.3	-0.9	-0.8
Karpuzlu	1968-85	16	-0.35	0.73	05	-1.87	719.7	768.1	768.1	155.0	469.3	972.7	0.0	-0.9
Kavaklıdere	1965-85	21	-0.39	0.70	11	0.00	809.2	831.4	829.7	135.5	568.4	1056.7	-0.7	-0.3
Kale	1961-82	22	-0.45	0.15	11	-0.21	774.2	772.0	772.0	173.2	424.4	1109.3	-0.1	-0.2
Ula	1958-85	28	-0.85	0.39	14	-0.19	1459.9	1484.3	1484.3	310.5	818.6	1996.3	-0.7	-0.7
Ortaca	1955-85	21	1.62	0.10	10	-0.46	1355.3	1273.1	1231.5	397.5	703.3	2167.0	0.5	-0.5
Datça	1965-85	21	0.58	0.56	09	-0.92	733.7	799.7	797.5	162.6	353.3	936.3	-1.6	-0.1
Kaç	1954-85	30	0.90	0.37	12	-1.32	836.3	798.5	798.5	245.1	426.1	1429.6	0.9	-0.1

ve varyansı;

$$\text{var } t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad \text{dir.} \quad (3)$$

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

$$u(t) = [t - E(t)] / \sqrt{\text{var } t} \quad (4)$$

şeklinde hesaplanır (Sneyers, 1990).

Elde edilen $u(t)$ değerleri mertbe olarak serinin zaman içindeki değişimini gösterir. Zamanla bir değişim yok varsayımı, $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleriyle ifade edilirken $u(t)$ 'nin büyük değerleri ise değişimin olduğunu gösterir. Diğer istatistiksel testlerde olduğu gibi (+) zamanla bir artışın, (-) ise zamanla bir azalmanın olduğunu ifade eder. Veri sayısı $n = 60$ civarında iken, $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin %95'lere, ± 2.54 değerine ulaşması ise trendin önemlilik seviyesinin %99'lara ulaştığını gösterir. Bu testte $u'(t)$ ise, seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafikselsel olarak $u(t)$ ve $u'(t)$ değişimin başladığı yerde birbirine yaklaşır, sonra birbirlerinden uzaklaşarak trendin başladığı yer ile kuvvetini gösterirler. Eğer seri içinde herhangi bir trend yok ise $u(t)$ ve $u'(t)$ birbirlerine bir çok defa yaklaşarak yakın sahnımlar yapacaklardır.

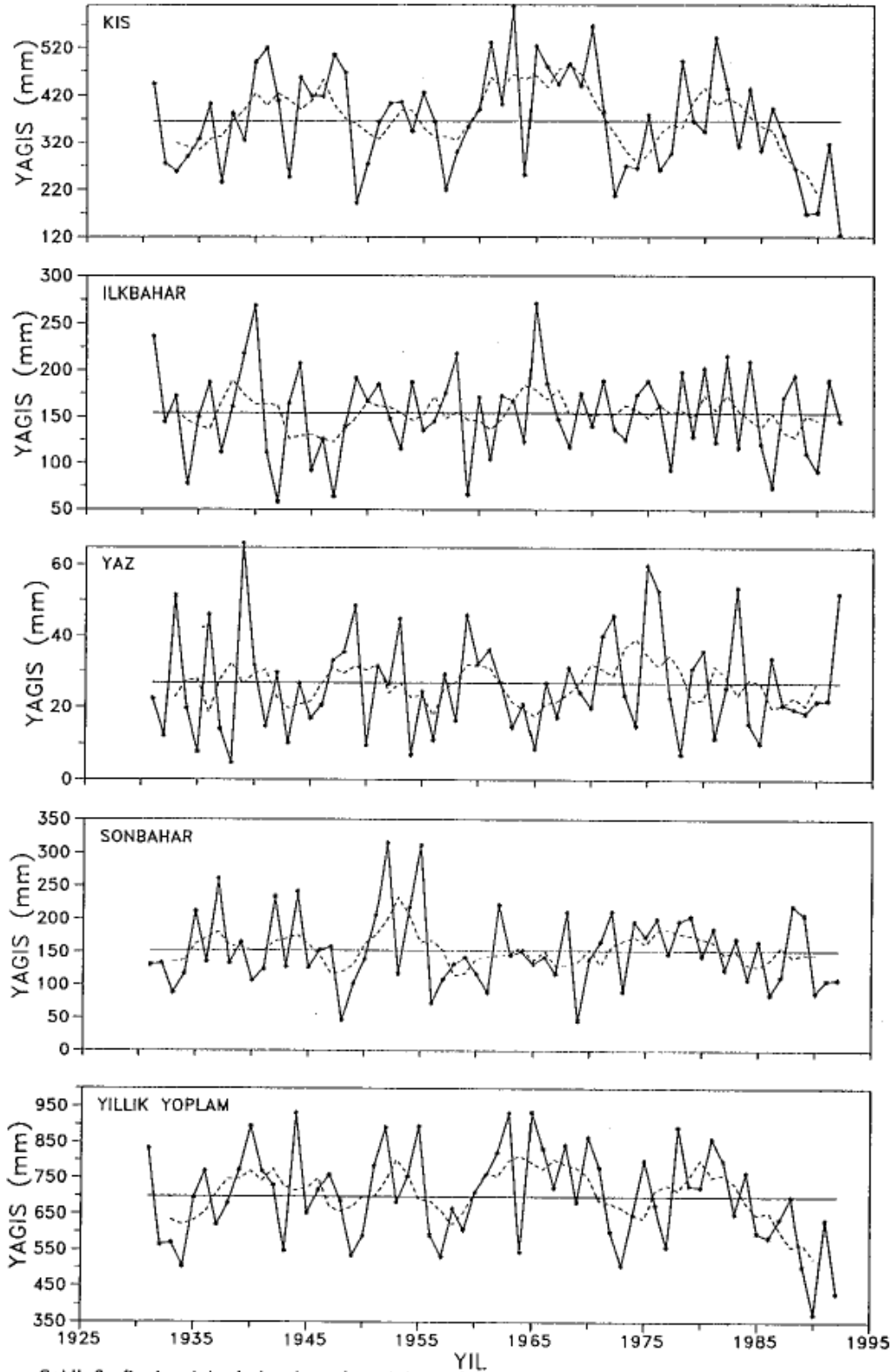
Yağış, sürekli bir değişken olmadığı için zaman serisinde ani değişimler olmaktadır. Bu gibi durumlardan kurtulmak için filtreleme yönteminin uygulanması faydalı olabilir. Bu amaçla 5 yıllık periyotlarla kayan ortalamalar alınarak filtrelenmiş zaman serileri oluşturulmuştur.

KAYAN ORTALAMA

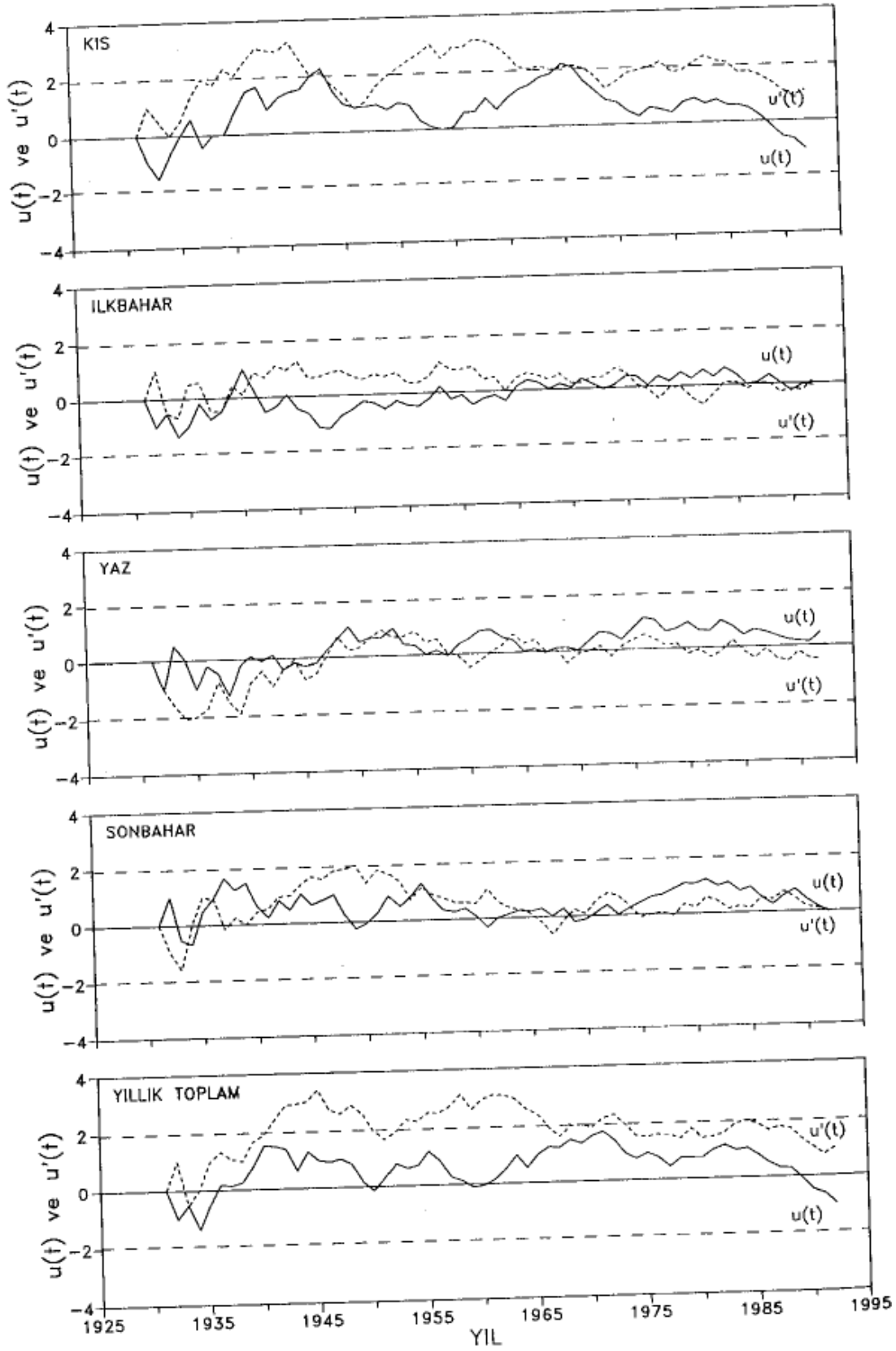
Sneyers, 1990 yılında trend analizinde kayan ortalama metodunun kullanılmasının yanlış anlaşılmalara sebep olacağı görüşünü savunmaktadır. Çünkü trendin başladığı nokta önceki veya sonraki yıllara doğru kaymaktadır. Aynı zamanda kayan ortalama aralığının kaç olacağını açık bir şekilde belirlemek şüphelidir. Buna rağmen filtreleme açısından literatürde halen geçerli olan kayan ortalamanın kullanılması zaman serisinin daha iyi anlaşılması açısından faydalı olacaktır (JONES, A. P. and JIOSTO, E. J.,1980, CROWE, B.R., 1963).

Tablo 2: Batı Anadolu yağış ortalaması için yıllara göre istasyon sayısının dağılımı.

1931	13	1941	23	1951	27	1961	47	1971	67	1981	68	1991	15
1932	17	1942	21	1952	27	1962	49	1972	68	1982	66	1992	14
1933	16	1943	21	1953	26	1963	52	1973	67	1983	64		
1934	18	1944	22	1954	30	1964	59	1974	67	1984	62		
1935	18	1945	22	1955	31	1965	62	1975	67	1985	56		
1936	14	1946	22	1956	37	1966	63	1976	67	1986	33		
1937	16	1947	22	1957	37	1967	65	1977	65	1987	33		
1938	19	1948	23	1958	42	1968	66	1978	66	1988	32		
1939	22	1949	23	1959	44	1969	65	1979	66	1989	32		
1940	22	1950	26	1960	46	1970	66	1980	66	1990	32		



Şekil 2: B. Anadolu bölgesi yağış ortalamasının zamansal değişimi.



Sekil 3: B. Anadolu yağışlarının Mann-Kendall trend istatistiği ile analizi.

Burada kayan ortalama aralığı için belli bir kural olmayıp, bu değer filtreleme derecesine bağlı olarak keyfi seğilmektedir. Bu yöntemde n veri sayısı olmak üzere,

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

Y_j : Kayan Ortalama Serisi,

m : Kayan Ortalama Aralığı (5 yıl),

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

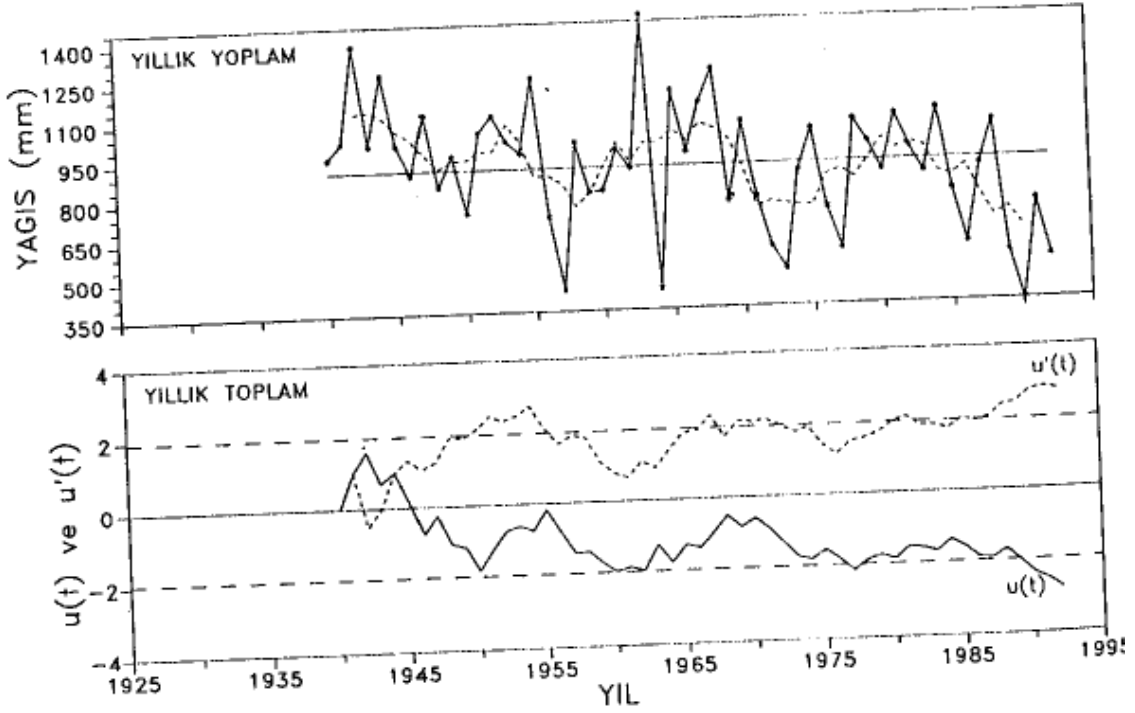
$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{m} \\
 Y_2 &= \frac{x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6}{m} \\
 Y_3 &= \frac{x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7}{m} \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 Y_{n-m} &= \frac{x_{n-4} + x_{n-3} + x_{n-2} + x_{n-1} + x_n}{m}
 \end{aligned} \tag{5}$$

olmak üzere kayan ortalama serisi elde edilir.

Klimatolojik zaman serilerinin analizinde sıkca kullanılan diğer bir yöntem olan en küçük kareler yöntemi, trendin başlama noktasının tespitinde olduğu gibi bazı yanlış anlamalara sebebiyet verdiğinden dolayı bu çalışmada kullanılmamıştır. Türkiye genelini temsilen seçilen 18 meteoroloji istasyonu yağış ortalamaları ile yapılan bir çalışmada, değişimi ifade eden lineer regresyon eğimi, 1931-1990 yılları için -0.291 iken 1932-1990 arasında -0.142 olmaktadır (Kadıoğlu ve Toros, 1994). Buradan da görüldüğü gibi bu yöntem, veri sayısının az olduğu serilerde seri başında ve sonundaki değerler regresyon doğrusunun eğimini oldukça etkilemektedir.

Tablo 3: Batı Anadolu'da yıllık ve mevsimsel ortalama yağış için istatistiksel değerler.

	Mann-Kend.		Run Testi		Ort.	Med.	Mod	St.Sap.	Min	Max	Çarp. Bas.	
	r	α	r	α								
KIŞ	-1.04	0.30	27	-1.28	365.2	371.1	363.3	106.9	123.9	605.9	-0.09	-0.83
İLKBAHAR	-0.09	0.93	39	1.79	153.7	154.8	147.7	47.3	58.3	270.3	0.35	-0.17
YAZ	0.47	0.64	35	0.77	26.7	23.8	22.6	14.4	4.9	52.8	2.42	-0.07
SONBAHAR	-0.03	0.98	34	0.51	153.0	140.9	139.3	56.3	46.6	315.3	2.34	1.02
YILLIK TOPLAM	-0.97	0.33	27	-1.28	698.7	696.2	687.6	130.7	372.3	933.0	-0.39	-0.79



Sekil 4: Fethiye'de yıllık toplam yağışın zamansal değişimi ve Mann-Kendal trend test istatistiği.

SONUÇLAR

Batı Anadolu Bölgesinde yağışın istatistiksel olarak incelenmesinde 68 meteoroloji istasyonu verisi kullanılmıştır. Bu istasyonların 1932-92 yılları arasındaki değerlerinin ortalamaları bu bölgeyi temsilen alınmıştır. Şekil 1'de istasyonların konumları verilmiştir. İstasyonların yıllık toplam değerlerinin istatistiksel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 2'de ise yıllara göre istasyon sayısının dağılımı verilmiştir. Yıllık ve mevsimsel ortalama yağış için istatistiksel değerler Tablo 3'de gösterilmiştir.

Bölgeye ait yıllık toplam yağış ortalama değerleri, run testine göre 4 istasyon (Akhisar, Nazilli, Dalaman ve Sultanhisar) hariç %95 güvenirlilik seviyesinde (± 1.96) homojendir, (Tablo 3). Mann-Kendall trend testi istatistiğine göre yıllık toplam yağış değerlerinde Balıkesir, Dikili, Ödemiş, Aydın, Bodrum, Fethiye, Bozcaada, Selçuk istasyonlarında %95 güvenirlilik seviyesinde incelenen dönemde azalış vardır. Bunlardan Fethiye'nin yıllık toplam zaman serisi ve Mann-kendall trend testi istatistiği Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi burada 1939-92 döneminde salınımlar olmasına rağmen 53 yıllık zaman diliminde yağış miktarında azalış olmuştur.

Bölge ortalaması için istasyonların zaman içindeki dağılımına göre, yıllık toplam değerler gözönüne alındığında en az yağış 372 mm ile 1990 yılında gözlenirken en fazla 933 mm ile 1940 yılında meydana gelmiştir. İstatistikte bir verinin normal bir seviyede seyrediyor olması için ortalamadan ± 1 standart sapma aralığı içerisinde olması gerekir. Buna göre yıllık ve mevsimlik verilerin sırasıyla, yıllık toplam, kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar için %81,82,85,82 ve 82 ile normal sınırlar içerisinde. Hem yıllık ortalama hem de mevsimsel ortalama değerlerde Mann-Kendall trend testine göre incelenen 60 yıllık dönemde yağışta belirgin bir trend olmamasına rağmen belirli salınımlar söz konusudur. Örneğin, 5 yıllık kayan ortalamalar dikkate alındığında, yıllık toplam yağıştaki değişim aşağıda verilmiştir:

- 1935-40 artış (+),
- 1941-50 azalış (-),
- 1951-55 artış (+),
- 1956-60 azalış (-),
- 1961-72 artış (+),
- 1973-77 azalış (-),
- 1978-82 artış (+),
- 1983-92 azalış (-).

Tek tek istasyon verileri veya bölge ortalamasına göre Batı Anadolu'da 1930 yılı sonrasında yağışta azalma (birkaç istasyon hariç) olmamıştır. Sadece 5-10 yıl arası dönemlerde azalış veya artışlar mevcuttur. Yapılacak başka bir çalışma ile bu sahnınların sebeplerine bakılabilir. Burada yapılacak yağmur suyuna dayalı yatırımlarda 20 yıllık yağış rejiminin dikkate alınarak yapılması hem yatırımcıya ve hemde ülke yararına olacaktır.

TEŞEKKÜR: Bu çalışmada katkılarından dolayı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yetkililerine, Ebin Şube Müdürü Ali ARSLAN ve Ömer Lütfü ŞEN'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- CROWE, B.R., (1963). Recent Temperature and Precipitation Fluctuations along the British Columbia Coast. *Journal of Applied Meteorology*, Volume 2, P. 114-117.
- JONES, A.P. and JUSTO E.J., (1980). Some Local Climate Trends in Four Cities of New York State. *Journal of Applied Meteorology*, Volume 19, N. 2, P. 135-141.
- OLIVER, J.E., (1981). *Climatology: Selected Applications*. Edward Arnold Ltd., 260 pp., London.
- KADIOĞLU, M. and TOROS, H., (1993). Trends in Surface Air Temperatures and Precipitation over Turkey. Submitted to *Climatic Change*.
- SNEYERS, R., (1990). On the Statistical Analysis of Series of Observations. WMO, No. 415, Geneva.
- SNEYERS, R., (1992). Use and misuse of statistical methods for the detection of climate change. Climate Change Detection Project, World Meteorological Organization, Annex 3, P. 1-6.
- ŞEN, Z., (1993). Karşılıklı görüşmeler.
- TÜRKEŞ, M., (1990). Türkiye'de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar, doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.

