

İTÜ
UÇAK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
METEOROLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



. ULUSAL HİDROMETEOROLOJİ SEMPOZYUMU



- Yağış Akış Bağlılıkları • Su Arıtımı • Akarsu Havzalarının Korunumu • İklim Değişikliği • Taşkın Hesap Yöntemleri
- Yeraltı Suyu • Zirai 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 GRUPLAMA (CLUSTER) ANALİZİ

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

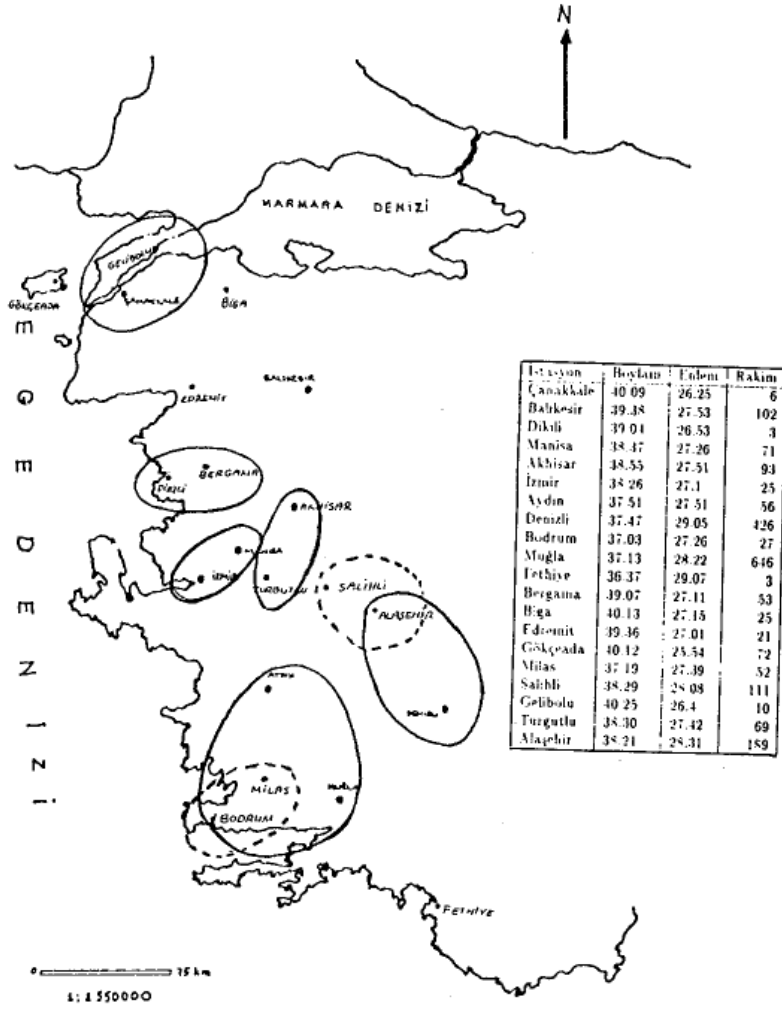
ÖZET

Ekolojik denge içerisinde yağışın önemli bir yer tutması, bilim adamlarını yağış ile ilgili çok yönlü araştırmalara itmektedir. Dünyanın değişik bölgelerine ait yağış ve dağılımı ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Ülkemizde ise bu konuda yapılan çalışmalar yeterli değildir. Bu çalışmada Batı Anadolu'da yer alan 20 meteoroloji istasyonunun 1950-1985 yılları arası aylık toplam yağış değerleri alınarak yağışın yersel dağılımı araştırılmıştır. İstasyonlar arasındaki ilişkiler ikili korelasyon ve farklar yöntemi ile belirlenmiştir. Korelasyon ve Farklar matrisi sonuçlarına göre yapılan gruptamada, coğrafi yönden birbirine yakın olan istasyonlar aynı grup altında toplanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Yağış, Dağılım, İlişki, Gruptlama.

1. GİRİŞ

Yağış, diğer bir çok meteorolojik elemanlar gibi zamansal olarak bir noktada süreklilik göstermeyen bir tabiat olayıdır. Yağışın zamansal olduğu gibi yersel değişimi de önemlidir. Küçük ölçeklerde de yağış miktarında yersel olarak önemli bir değişim söz konusudur. Bilhassa büyük şehirlerin bir bölgesi yağış alırken bir başka bölgesinin yağış almaması günlük hayatta sık sık karşılaşılan bir olaydır. Bir bölgede yağışın yersel dağılımının tesbit edilmesi, o bölgede su rezervinin hesaplanmasını daha kolay ve güvenilir olmasına sebep olacaktır. Günümüzde önemi hızla artan su talebinin karşılanması,



Şekil 1. İncelenen istasyonları içeren bölgenin haritası.

Türkiye genelinde yağış dağılımının bilinmesini gerektirir. Yersel olarak sık bir şekilde her noktada yağış ölçülemeyeceğinden dolayı istasyonlar arası gruplama dağılımı ile beraber topoğrafya gibi diğer fiziksel özelliklerin de gözönünde bulundurulması ile tahmini yağış bütçesi daha iyi hesaplanabilecektir.

Bu çalışmada iklim bölgelerinin tesbit edilmesinde gruplama analizinin kullanılabilirliğini göstermek için bu yöntem Batı Anadolu bölgesinde seçilen istasyonlara uygulanmıştır. Yöredeki ilgili istasyonların konumları, boylam, enlem ve rakımları Şekil 1'de gösterilmiştir. Korelasyon ve farklar ile elde edilen matrisler ve istasyonların bu yöntemlerdeki bağımlılıklarına göre oluşturulan ağaç diyagramı da verilmiştir.

2. VERİ VE İNCELEME YÖNTEMLERİ

Yağışın yersel olarak istasyonlar arasındaki ilişkisinin olup olmadığını belirleyebilmek için Batı Anadolu'da yer alan 20 istasyonun 1950-1985 yılları arası aylık yağış değerleri kullanılmıştır. İstasyonlar arası ikili ilişki arandığından bütün istasyonlarda karşılıklı aynı dönemin verisinin bulunmasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle çalışmada ancak 20 istasyon ve 36 yıllık aylık yağış verisi incelenebilmiştir. Gruplama Analizinde amaç, farklı yerlerdeki istasyonların birbirleriyle olan ilişkisini ortaya çıkarmak ve birbirleriyle en çok ilişkili olan istasyonları aynı grup altında toplamaktır. Böylece oluşturulan ağaç Diyagramı (Dendogram) ile bütün istasyonlar çeşitli ana ve alt gruplara ayrılırlar.

Bu çalışmada istasyonların birbirleriyle olan ilişkisini belirlemek için iki ayrı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan birincisi korelasyon değerlerini dikkate almak suretiyle oluşturulan korelasyon matrisi, diğeri de farklar gözönüne alınarak oluşturulan Fark (Distance) matrisidir.

2.1 İSTASYONLAR ARASI KORELASYON HESABI

X_i ve Y_i sırasıyla A ve B istasyonlarının aylık toplam yağış değerleri olmak üzere n ay sayısı için r korelasyon katsayısı;

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i^2}} \quad (1)$$

burada,

$$i = 1, 2, 3, \dots, n \text{ ve } x_i = (X_i - \bar{X}), y_i = (Y_i - \bar{Y})$$

şeklindedir.

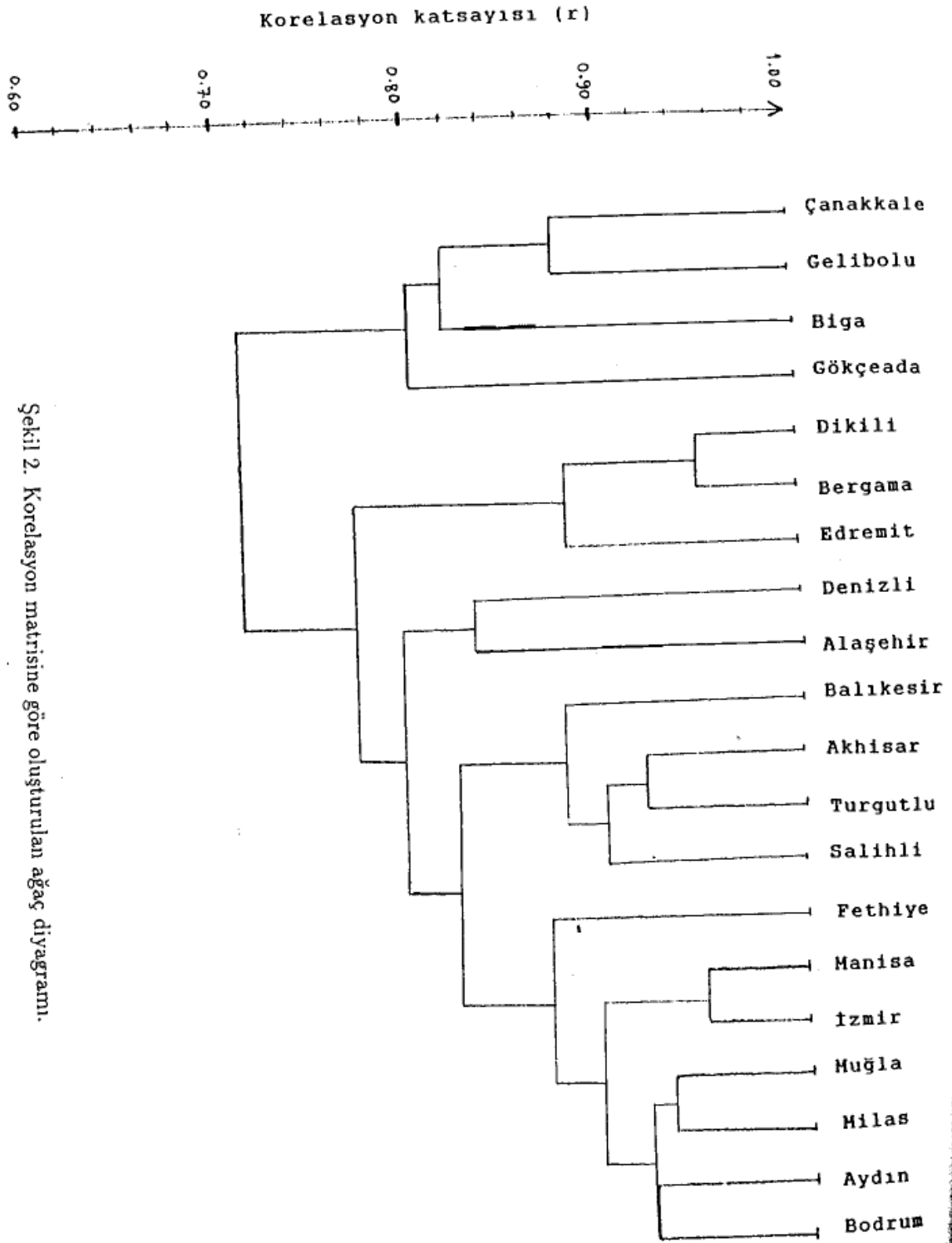
Korelasyon katsayısı r , ± 1 arasında değişir. $+1$ mükemmel doğrusal, -1 mükemmel ters ilişkiyi gösterir. $r = 0$ iki seri arasında hiç bir bağımlılığın olmadığını gösterirken, aradaki değerler bağımlılık derecesini gösterir. Elde edilen r 'nin istatistiksel güvenilirlik seviyesini ifade eden t istatistiği, $n - 2$ serbestlik derecesi için;

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2)$$

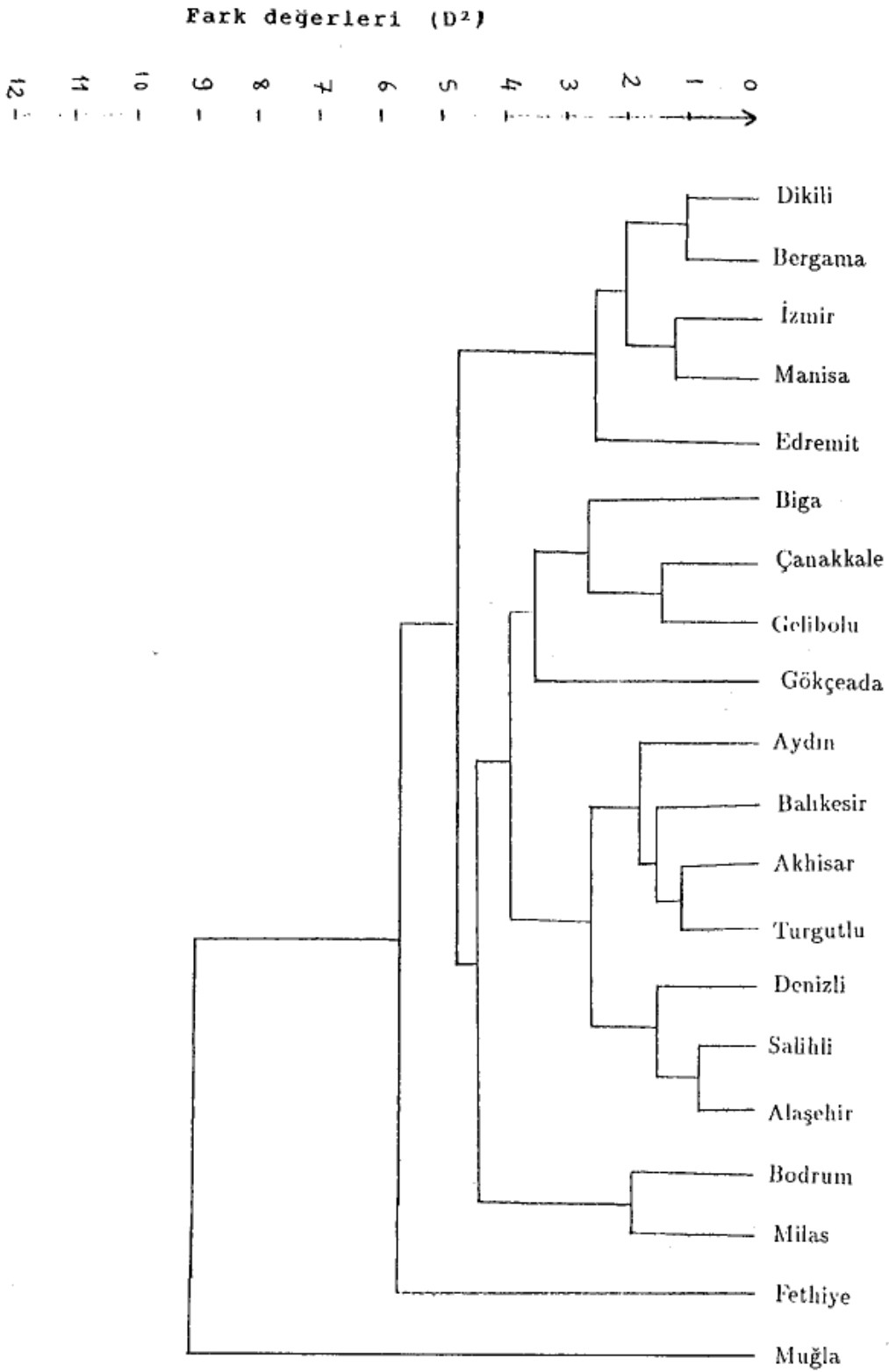
şeklinde hesaplanır, (OLIVER, 1981). Veri sayısı 120'den büyük olduğunda %99 güvenilirlik seviyesinde elde edilen t 'nin 2.33'den büyük olması gerekir, (SPIEGEL, 1972). İstasyonlar arasında elde edilen ilişkinin ikişerli istasyon serilerinden hesaplanan korelasyon değerleri matris şeklinde Tablo 1'de gösterilmiştir.

2.2 İSTASYONLAR ARASI FARKLAR HESABI

Korelasyon katsayılarının hesabı, bazı kabuller (örneğin serinin normal dağılıma uyması) içermektedir, (ŞEN, 1978). Bunun için iki seri arasındaki ilişkinin hesabında, sonucun güvenilirliğini arttırmak için korelasyon katsayısı yanında Fark'lar (Distance) yöntemi de kullanılmıştır. Bu yöntemde X_i , A



Şekil 2. Korelasyon matrisine göre oluşturulan ağaç diyagramı.



Şekil 3. Fark değerlerine göre oluşturulan ağaç diyagramı.

İstasyonunun, Y_i , B istasyonunun aylık toplam yağış değerleri ve $i = 1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere, benzerlik katsayısı D^2 ;

$$D^2 = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2 \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır, (ŞEN, 1993).

Farklar yönteminde herhangi bir kabul olmadığı için korelasyon metoduna nazaran daha fazla güvenilirliğe sahiptir. Hesaplanan farklar bir matris şeklinde Tablo 2'de verilmiştir. Farkların kareleri alındığı için D^2 değerleri her zaman 0 veya 0'dan büyük olacaktır. Bu yöntemle göre D^2 'nin alacağı değer incelenen iki istasyon arasındaki bağımlılık derecesini verecektir. Bu değer 0'a çok yakın ise bağımlılığın kuvvetli olduğunu, 0'dan uzaklaştıkça bağımlılığın azaldığını gösterir.

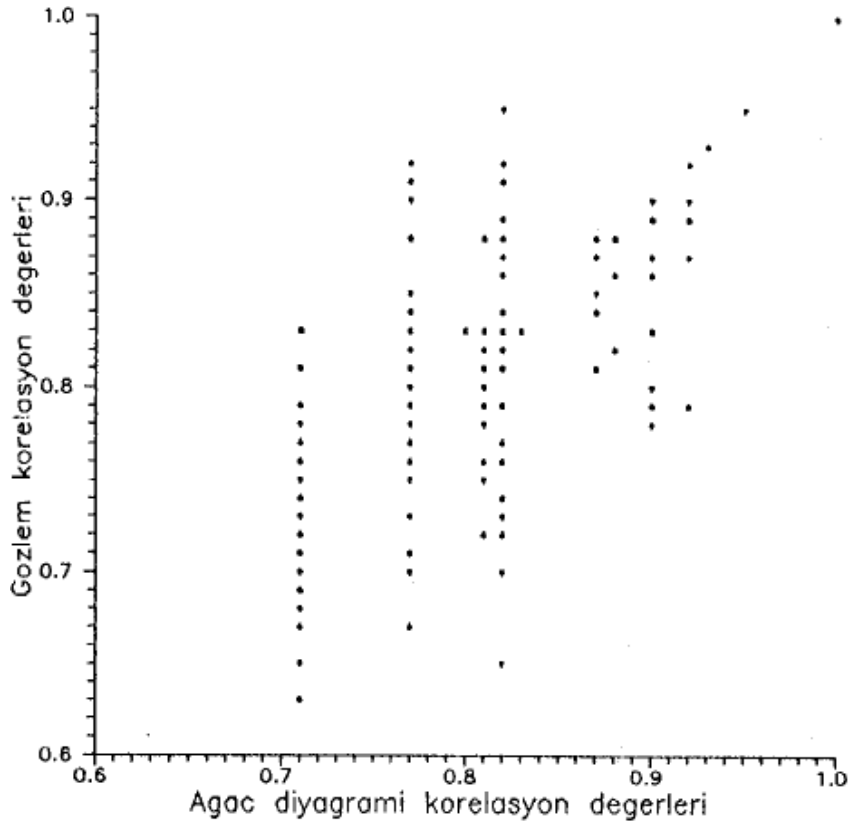
2.3 GRUPLAMA (CLUSTER) ANALİZİ

Gruplama analizi, Tablo 1 ve Tablo 2'den yola çıkılarak yapılmıştır. Yukarıda elde edilen her iki matris için ağaç diyagramları oluşturulmuştur. Ağaç diyagramı oluşturulurken önce birbiriyle en fazla bağımlılığa sahip olan ikili istasyonlar aynı gruplar altında toplanmıştır. Sonra bir derece daha düşük bağımlılık durumuna göre gruplamaya devam edilmiştir. Bu işlem bütün istasyonların tek grup altında toplanmasına kadar yapılmıştır. Sonuçta incelenen bölge bir kaç ana ve alt gruplara ayrılmıştır.

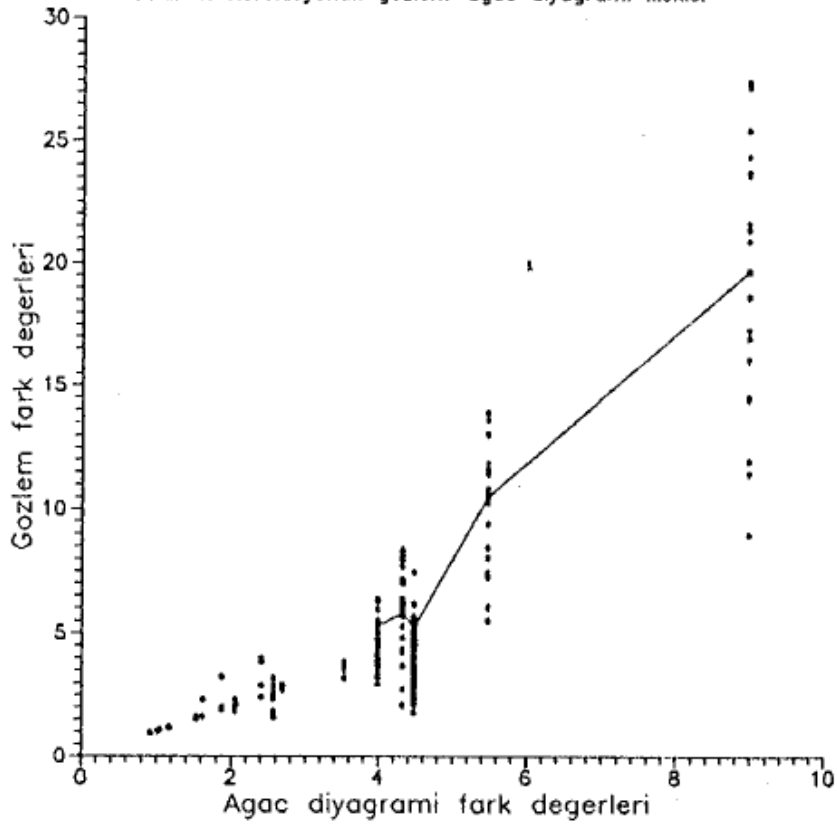
3. SONUÇLAR

Batı Anadolu'da 20 istasyonun 1950-1985 yılları arasındaki aylık toplam yağış değerleri dikkate alınarak korelasyon ve farklar yöntemine göre istasyonlar gruplara ayrılmıştır. Bunlardan korelasyon yöntemi ile elde edilen ağaç diyagramında 6 ana grup görülmektedir, (Şekil 2).

1. Çanakkale-Gelibolu (6-10)



Sekil 4. Korelasyonun gozlem-agac diyagrami iliskisi



Sekil 5. Farklarin gozlem-agac diyagrami iliskisi.

Tablo 1. İstasyonlar arası korelasyon katsayısı matrisi.

Çana	Balı	Diki	Mani	Akhi	İzmi	Aydı	Deni	Bodr	Kuql	Peth	Berq	Eina	Edre	Göke	Mıla	Salı	Geli	Turo	Alas
1.00	0.78	0.81	0.76	0.76	0.76	0.75	0.68	0.67	0.72	0.72	0.81	0.81	0.79	0.83	0.72	0.70	0.89	0.73	0.70
0.78	1.00	0.85	0.86	0.88	0.81	0.77	0.72	0.65	0.73	0.70	0.88	0.79	0.84	0.72	0.73	0.82	0.76	0.82	0.76
0.81	0.85	1.00	0.90	0.88	0.91	0.85	0.77	0.80	0.85	0.81	0.95	0.77	0.86	0.83	0.84	0.81	0.77	0.84	0.79
0.76	0.86	0.90	1.00	0.95	0.95	0.87	0.81	0.79	0.86	0.81	0.92	0.74	0.82	0.75	0.86	0.88	0.73	0.92	0.83
0.76	0.88	0.88	0.95	1.00	0.91	0.87	0.80	0.76	0.83	0.79	0.91	0.75	0.84	0.73	0.84	0.84	0.73	0.92	0.82
0.76	0.81	0.91	0.95	0.91	1.00	0.89	0.80	0.83	0.90	0.84	0.90	0.73	0.81	0.78	0.89	0.84	0.72	0.89	0.84
0.75	0.77	0.85	0.87	0.87	0.89	1.00	0.81	0.81	0.89	0.84	0.85	0.74	0.79	0.77	0.92	0.83	0.71	0.88	0.81
0.68	0.72	0.77	0.81	0.80	0.80	0.81	1.00	0.75	0.83	0.79	0.77	0.69	0.67	0.67	0.90	0.92	0.63	0.78	0.83
0.67	0.65	0.80	0.79	0.76	0.83	0.87	0.75	1.00	0.90	0.85	0.75	0.69	0.70	0.77	0.92	0.72	0.65	0.71	0.72
0.72	0.73	0.85	0.86	0.83	0.90	0.89	0.83	0.90	1.00	0.88	0.84	0.70	0.75	0.76	0.93	0.77	0.64	0.82	0.79
0.72	0.70	0.81	0.81	0.79	0.84	0.84	0.79	0.85	0.88	1.00	0.79	0.71	0.71	0.75	0.87	0.74	0.70	0.79	0.76
0.81	0.88	0.95	0.92	0.91	0.90	0.85	0.77	0.78	0.84	0.79	1.00	0.78	0.88	0.81	0.83	0.83	0.78	0.88	0.79
0.81	0.79	0.77	0.74	0.75	0.73	0.74	0.69	0.69	0.70	0.71	0.78	1.00	0.75	0.78	0.73	0.72	0.82	0.73	0.70
0.79	0.84	0.86	0.82	0.84	0.81	0.79	0.67	0.70	0.75	0.71	0.88	0.75	1.00	0.75	0.76	0.73	0.75	0.77	0.70
0.83	0.72	0.83	0.75	0.73	0.78	0.77	0.67	0.77	0.76	0.75	0.91	0.78	0.75	1.00	0.78	0.67	0.85	0.71	0.64
0.72	0.73	0.84	0.86	0.83	0.89	0.92	0.80	0.92	0.93	0.87	0.83	0.73	0.76	0.78	1.00	0.79	0.69	0.82	0.78
0.70	0.82	0.81	0.88	0.89	0.84	0.83	0.82	0.72	0.77	0.74	0.83	0.72	0.73	0.67	0.79	1.00	0.65	0.90	0.88
0.88	0.76	0.77	0.73	0.73	0.72	0.71	0.63	0.65	0.68	0.70	0.78	0.82	0.75	0.80	0.69	0.68	1.00	0.71	0.67
0.73	0.82	0.84	0.92	0.92	0.89	0.88	0.78	0.77	0.82	0.79	0.85	0.73	0.77	0.71	0.82	0.90	0.71	1.00	0.81
0.70	0.76	0.79	0.83	0.82	0.81	0.81	0.83	0.72	0.79	0.76	0.79	0.70	0.70	0.68	0.78	0.88	0.67	0.81	1.00

Tablo 2. İstasyonlar arası farklar matrisi.

Çana	Balı	Diki	Mani	Akhi	İzmi	Aydı	Deni	Bodr	Kuql	Peth	Berq	Eina	Edre	Göke	Mıla	Salı	Geli	Turo	Alas
0.00	2.71	3.54	4.88	3.25	4.56	3.51	3.80	7.67	23.57	11.43	3.58	2.90	3.97	3.13	5.92	3.64	1.54	3.66	3.68
2.71	0.00	3.10	3.83	1.62	4.00	3.24	2.74	8.37	25.42	13.01	3.02	3.39	3.44	5.15	6.14	1.81	2.95	2.30	2.33
3.54	3.10	0.00	2.31	2.39	1.95	2.83	4.30	5.09	16.93	8.43	1.02	4.35	2.86	3.61	3.74	4.22	4.17	2.99	4.44
4.88	3.83	2.31	0.00	1.79	1.17	2.84	4.72	5.41	14.39	7.44	3.24	5.10	3.86	5.28	3.34	4.49	5.40	2.35	5.19
3.25	1.62	2.39	1.79	0.00	2.09	1.98	2.49	6.25	20.89	10.23	2.11	4.09	3.27	5.01	4.22	1.77	3.65	1.05	2.43
4.56	4.00	1.95	1.17	2.09	0.00	2.19	4.30	4.34	14.51	7.26	2.05	5.33	3.96	4.66	2.64	4.35	5.20	2.45	4.68
3.51	3.24	2.83	2.84	1.98	2.19	0.00	2.79	3.68	17.28	8.03	2.87	4.10	4.03	4.34	2.01	2.81	4.09	1.88	3.20
3.80	2.74	4.30	4.72	2.49	4.30	2.79	0.00	7.02	23.72	11.58	4.76	4.75	6.13	5.96	5.24	1.63	4.37	2.81	1.53
7.67	8.37	5.09	5.41	6.25	4.34	3.68	7.02	0.00	11.95	6.02	5.54	7.14	7.45	5.77	2.07	8.04	7.93	6.10	8.17
23.57	25.42	16.93	14.39	20.89	14.51	17.28	23.72	11.95	0.00	8.98	16.04	21.63	19.63	13.64	11.44	27.46	24.35	21.35	27.24
11.43	13.01	8.43	7.44	10.23	7.26	8.03	11.58	6.03	8.98	0.00	8.44	10.81	10.67	9.37	5.48	13.88	11.84	10.23	13.57
3.58	3.02	1.02	1.84	2.11	2.05	2.87	4.76	5.54	16.04	8.44	0.00	4.06	2.41	3.65	3.75	4.56	4.11	2.71	5.04
2.90	3.39	4.35	5.10	4.09	5.33	4.10	4.75	7.14	21.63	10.61	4.06	0.00	4.13	3.79	5.69	4.72	2.69	4.49	5.00
3.97	3.44	2.88	3.86	3.27	3.96	4.03	6.13	7.45	19.63	10.67	2.41	4.13	0.00	5.11	5.46	5.66	4.48	4.50	6.14
3.13	5.15	3.61	5.28	5.01	4.66	4.18	5.96	5.77	16.64	8.37	2.85	3.79	5.11	0.00	4.81	6.33	3.53	5.48	6.27
5.92	6.14	3.74	3.34	4.22	2.64	2.07	5.24	2.07	11.44	5.48	3.75	5.69	5.46	4.81	0.00	6.16	6.34	4.33	6.25
3.64	1.81	4.22	4.49	1.77	4.35	2.87	1.63	3.04	27.46	13.88	4.56	4.72	5.66	6.33	6.16	0.00	3.92	1.60	0.93
1.54	2.95	4.12	5.40	3.65	5.20	4.09	4.37	7.93	24.35	11.84	4.11	2.69	4.48	3.53	6.34	3.92	0.00	3.99	4.08
3.66	2.30	2.99	2.35	1.05	2.45	1.88	2.81	6.10	21.35	10.23	2.71	4.49	4.50	5.35	4.33	1.60	3.99	0.00	2.57
3.68	2.33	4.44	5.19	2.43	4.68	3.20	1.53	8.17	27.24	13.57	5.04	5.00	6.14	5.27	6.25	0.93	4.08	2.57	0.00

2. Dikili-Bergama (3-53)
3. Denizli-Alaşehir (426-189)
4. Akhisar-Turgutlu (93-69)
5. Manisa-İzmir (71-25)
6. Muğla-Milas-Aydın-Bodrum (646-52-56-27)

Farklar matrisinden yola çıkılarak elde edilen ağaç diyagramı (Dendrogram) ile istasyonlar gruplandırıldığında ise yine 6 ana grup oluşmuştur, (Şekil 3).

1. Dikili-Bergama (3-53)
2. İzmir-Manisa (25-71)
3. Çanakkale-Gelibolu (6-10)
4. Akhisar-Turgutlu (93-69)
5. Salihli-Alaşehir (111-189)
6. Bodrum-Milas (27-52)

Oluşturulan bu ana grupların en çok dikkat çeken tarafı, her bir gruptaki istasyonların birbirlerinden coğrafi özellikler bakımından çok farklı olmamalarıdır. İstasyonlar arası ilişkide yağış dağılımında, yüksekliğin belli bir değere kadar çok önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Özellikle Muğla'nın farklar yöntemine göre diğer istasyonlara benzememesi, bu istasyonun topoğrafik olarak çok farklı bir yapıda olduğunu gösterir. Batı Anadolu bölgesinde istasyonlar arasındaki ilişkinin yüksek olması, (korelasyon değerlerinin çok büyük ve fark değerlerinin çok küçük çıkması) bu bölgenin aynı yağış rejimine sahip ve yağışın oluşumunda daha çok aynı sistemlerin etkili olduğu fikrini ortaya çıkarmaktadır. Her ne kadar yukarıda da belirtildiği gibi bağımlılıklarına göre istasyonlar 6 ana gruba ayrılmışsa da bağımlılık değerleri azaldıkça ikiden fazla istasyon bir grupta toplanabilmektedir. Gözlem ve ağaç diyagramı korelasyon değerlerini gösteren Şekil 4'e bakıldığında, alt gruplara inildikçe istasyonların bir grup altında toplandığı görülmektedir. Burada en alt grubun korelasyon değeri 0.72'dir. Bu alt grup için $r = 0.72$ 'ye tekabül eden $t = 14.96$ test istatistiği %99 güvenirlilik seviyesinde ($14.96 > 2.33$) bulunmuştur. Böylece istasyonlar arasında sıkı bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Fark gözlem-ağaç diyagramına bakıldığında, istasyonların grupsal dağılımları

ve bütün istasyonların $D^2 = 9.0$ değerine kadar aynı grup altında toplandığı görölmektedir, (Şekil 5).

Bu çalışma, daha sonra yapılacak olan yağış rejiminin yersel dağılımının ayrıntılı olarak gruplanması çalışmalarına yardımcı olacaktır. Bilhassa iklim bölgelerinin tespitinde yağış yanında diğer meteorolojik elemanların da gruplandırılmasının çok iyi sonuçlar vereceği söylenebilir. Gruplandırma analizi ile beraber büyük ve küçük ölçekte araştırma yapılan istasyonların coğrafi konularının da dikkate alınması sonuçların doğruluğu açısından önemlidir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışmada bilimsel katkılarından dolayı Dr. Zekai ŞEN'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- OLIVER, J. E., (1981). Climatology: Selected Applications. Edward Arnold Ltd., 260 pp., London.
- SPIEGEL, R. M., (1972). Statistics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, 360 pp.
- ŞEN, Z.,(1978). Autorun Analysis of Hydrologic Time Series, Journal of Hydrology, V.36, p.75-85.
- ŞEN, Z.,(1993). Advanced Applied Multivariate Analysis Techniques in Engineering, Ders Notları, İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü.

