

**Bölgesel Yağış-Şiddet-Süre-Frekans Bağlılarının  
Diferansiyel Gelişim Algoritması Kullanılarak Elde  
Edilmesi**

**Proje No: 108Y299**

**Prof. Dr. Halil KARAHAN**

**MART 2011**

**DENİZLİ**

## ÖNSÖZ

Küresel ısınmayla birlikte yağış rejimlerinin konumsal ve zamansal olarak değiştiği, taşkın ve kuraklık gibi ekstrem olayların daha sık yaşandığı günümüzde, su kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması giderek artan bir önem kazanmaktadır. Su kaynaklarının temel girdisi olan yağışların; miktarı, süresi, şiddeti, alansal ve zamansal değişimi vb. özelliklerinin bilinmesi; su kaynakları, tarım, kentleşme, drenaj, taşkın kontrolü ve ulaşım gibi farklı sektörlere ait planlama, tasarım, inşaat ve işletme çalışmaları için gereklidir.

Belirtilen faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için; mevcut gözlemlere dayalı, güvenilir ve gerçekçi tahminlerin (projeksiyonların) yapılması gerekir. Geleceğe yönelik güvenilir tahminlerin yapılabilmesi için; mevcut verilerin uzunluğu, güncelliği ve alansal dağılımı (yoğunluğu) kadar, tahmin için seçilen modellerin mevcut gözlemleri iyi temsil edecek yeterlilikte olması da gereklidir.

Bu proje kapsamında, Ege Bölgesi standart süreli yıllık maksimum yağış özelemlerinin güvenilirlik analizleri yapılarak güncel veri kütükleri oluşturulmuş, coğrafi konum bilgileriyle ilişkilendirilmiş ve yağış özellikleri açısından benzer davranış gösteren homojen alt bölgeler belirlenmiş ve bu bölgeler için bölgesel bağıntılar geliştirilmiştir.

Projenin gerçekleştirilmesi için desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve ilgili verilerin sağlandığı DMİ'ye ve projede bursiyer olarak çalışan lisansüstü öğrencilerine teşekkürlerimi sunar, proje sonuçlarının uygulamacılara yararlı olmasını ve diğer bölgeler için de benzer çalışmaların gerçekleştirilmesini dilerim.

Prof. Dr. Halil KARAHAN  
Proje Yürütücüsü

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÖZET.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
GİRİŞ .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Problemin Tanımı.....	2
1.3. Amaç .....	4
1.4. Yöntem.....	5
1.5. Kapsam.....	6
1.5.1. Optimizasyon modelinin geliştirilmesi .....	6
1.5.2. Verilerin DMİ’den sağlanması ve database oluşturulması .....	6
1.5.3. Verilerin güvenilirlik analizi .....	6
1.5.4. Bulanık c-Ortalamlar Yöntemiyle Kümeleme Analizi.....	7
1.5.5. Homojen alt bölgelerin belirlenmesi.....	7
1.5.6. Homojen alt bölgelere en uygun dağılımların seçilmesi.....	7
1.5.7. ŞSF bağıntılarının matematiksel/istatistiksel olarak ifade edilmesi.....	8
1.5.8. ŞSF bağıntılarının ağırlık parametrelerinin DGA-ŞSF kullanılarak belirlenmesi .....	8
1.6. Bulgular.....	8
DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI .....	11
2.1. Giriş.....	11
2.2. Başlangıç değerlerinin üretilmesi.....	11
2.3. Diferansiyel Gelişim Algoritmasının Operatörleri.....	12
2.3.1 Mutasyon.....	12
2.3.2. Çaprazlama.....	12
2.3.3 Seçim.....	13
2.4. Durma koşulu .....	13
2.5. Diferansiyel Gelişim Algoritmasının hesap adımları.....	13
DGA OPTİMİZASYON MODELİNİN DOĞRULANMASI .....	15
3.1. Giriş.....	15
3.2. DGA-OM’in doğrulanması için kullanılan test fonksiyonları .....	15
3.3. Test fonksiyonlarının detaylı analizi .....	19
3.4. Test fonksiyonları sonuçlarının değerlendirilmesi.....	19
3.5. Strateji seçimi.....	21
3.6. DGA’nın diğer sezgisel optimizasyon algoritmaları ile karşılaştırılması .....	23
VERİLERİN GÜVENİRLİK ANALİZİ.....	26
4.1. Giriş.....	26
4.2. Eklenik Yağış Yüksekliği Analizi (EYYA).....	27
4.3. L Momentler D İstatistiği (Uyumsuzluk Ölçütü).....	28
4.4. Uygulama .....	30
4.4.1. Eklenik Yağış Yüksekliği Analizi.....	30

4.4.2. L-Momentler D Analizi.....	32
VERİLERİN HOMOJENLİK ANALİZİ (H İstatistiği) .....	33
5.1. Giriş.....	33
5.2. Noktasal Verilerin Homojenlik Analizi .....	35
5.3. Bölgesel Verilerin Homojenlik Analizi.....	36
GÜVENİRLİĞİ DÜŞÜK VEYA HATALI VERİLERİN .....	39
HOMOJENLİK TESTİNE ETKİSİ .....	39
6.1. D Uyumsuzluk Ölçütü Sınır Değerlerini Aşan Gözlemlerin Bölgesel H İstatistiğine Olan Etkisi.....	39
6.2. EYYA ile Güvenirliği Düşük veya Hatalı Olarak Belirlenen Gözlemlerin Noktasal H İstatistiğine Olan Etkisi .....	40
6.3. Verileri Heterojen Olan İstasyonların D Ve H İstatistiğine Olan Etkisi .....	41
KÜMELEME ANALİZİ .....	48
7.1. Giriş.....	48
7.2. Bulanık c-Ortalamlar (Fuzzy c-Means) Yöntemi .....	48
HOMOJEN ALT BÖLGELERİN SEÇİLMESİ .....	53
VE UYGUN DAĞILIMLARIN BELİRLENMESİ.....	53
(Z istatistiği).....	53
8.1 Homojen alt bölgelerin belirlenmesi .....	53
8.2. En uygun dağılımın seçilmesi .....	59
SSMY GÖZLEMLERİNE EN İYİ UYUM GÖSTEREN DAĞILIMLARIN UYGUNLUK TESTLERİ İLE BELİRLENMESİ .....	64
9.1. Genel bilgiler.....	64
9.2. Dağılım Uygunluk Testlerinin Karşılaştırılması .....	64
9.3. Dağılım Uygunluk Testlerinde Kullanılan Hipotezler ve Test istatistikleri .....	65
9.4. Dağılım Uygunluk Testlerinin SSMY Gözlemlerine Uygulanması .....	66
DGA-ŞSF BAĞINTILARININ .....	74
MATEMATİKSEL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İFADE EDİLMESİ .....	74
10.1. Ampirik Formülasyon .....	75
10.2. İstatistiksel Formülasyon.....	76
10.3. ŞSF Bağıntlarına DGA optimizasyon modelinin uygulanması .....	76
DGA-ŞSF MODELİ İÇİN EN UYGUN STRATEJİ VE .....	79
EN UYGUN BAĞINTININ BELİRLENMESİ.....	79
11.1. Ampirik Bağıntılar İçin En Uygun Stratejinin Belirlenmesi.....	80
11.2. İstatistiksel Bağıntılar İçin En Uygun Stratejinin Belirlenmesi.....	89
11.3. ŞSF Bağıntılarını İçin En Uygun Stratejinin Belirlenmesi.....	98
11.4. SSMY Gözlemlerine En İyi Uyum Gösteren ŞSF Bağıntısının Belirlenmesi .....	98
HOMOJEN ALT BÖLGELERİN DGA-ŞSF .....	102
MODELİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ .....	102
12.1. Genel bilgiler.....	102
12.2. Tüm Bölge için DGA-ŞSF Modelinin Uygulanması .....	102
12.3. DGA-ŞSF-Kümeleme Analizi.....	104
12.4. Homojen Alt Bölgelerin DGA-ŞSF-K Algoritması ile Belirlenmesi.....	105
FARKLI YAĞIŞ SÜRELERİ İÇİN ŞSF BAĞINTILARININ PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ .....	107
13.1. Genel bilgiler.....	107
13.4. Tüm standart süreler için ŞSF Bağıntılarının elde edilmesi (Senaryo III).....	116
13.5. Senaryoların Değerlendirilmesi.....	117
HOMOJEN ALT BÖLGELER İÇİN AĞIRLIK KATSAYILARI VE MODEL PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ .....	118

14.1. Genel bilgiler.....	118
14.2. Homojen alt bölgeler için ŞSF Bağıntılarının Performansı .....	119
DGA-ŞSF MODELİNİN DİĞER SEZGİSEL OPTİMİZASYON ALGORİTMALARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI .....	123
15.1. Genel bilgiler.....	123
15.2. Genetik Algoritma ile ŞSF Bağıntılarının Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi ve Model Performansı .....	124
15.3. Armoni Araştırma Tekniği ile ŞSF Bağıntılarının Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi ve Model Performansı.....	128
15.4. Parçacık Sürü Optimizasyon (PSO) Tekniği ile ŞSF Bağıntılarının Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi ve Model Performansı .....	130
BÖLGESEL YŞF BAĞINTILARININ COĞRAFİ KONUM BİLGİLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ VE GÜNCEL VERİLERİN MODELE AKTARILMASI .....	132
16.1 Genel Bilgiler .....	132
16.2 YŞF Bağıntılarının coğrafi konum bilgileriyle ilişkilendirilmesi .....	134
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	139
KAYNAKLAR.....	152
EK-A: .....	157
EGE BÖLGESİNDE YER ALAN İSTASYONLAR İÇİN STANDART SÜRELİ MAKSİMUM YAĞIŞ DEĞERLERİ.....	157
EK-B: .....	198
BULANIK c-ORTALAMALAR YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN KÜMELEME ANALİZİ SONUÇLARI .....	198

# TABLOR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. DGA Optimizasyon modelinin doğrulanmasında kullanılan test fonksiyonları.....	16
Tablo 3.1. (Devamı) DGA Optimizasyon modelinin doğrulanmasında kullanılan test fonksiyonları.....	17
Tablo 3.1. (Devamı) DGA Optimizasyon modelinin doğrulanmasında kullanılan test fonksiyonları.....	18
Tablo 3.2. DGA stratejilerine göre bulunan fonksiyon değerleri ve optimum değerlerin karşılaştırılması .....	20
Tablo 3.3 DGA stratejilerine göre optimum değerlerin elde edilmesi için gerekli iterasyon sayıları .....	22
Tablo 3.4. Seçilen 10 fonksiyonun farklı stratejilere göre fonksiyon değeri, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (100 denemenin ortalaması) .....	24
Tablo 3.5 Seçilen 9 fonksiyon için DGA ve diğer sezgisel optimizasyon algoritmalarının karşılaştırılması (30 denemenin ortalaması).....	25
Tablo 4.1. DMİ'den sağlanan standart süreli maksimum yağış yüksekliklerinin genel görünümü .....	27
Tablo 4.2. EYYA ile belirlenen hatalı veya güvenilirliği düşük verilerin istasyonlara ve standart süreler göre dağılımı.....	31
Tablo 4.3. Hatalı veya güvenilirliği düşük verilerin standart süreler göre değişimi .....	32
Tablo 5.1 Standart süreler için noktasal (istasyonların) homojenlik analizi sonuçları .....	35
Tablo 5.2. Aynı standart süreler için bölgesel homojenlik analizi sonuçları .....	36
Tablo 5.4. Standart süre için L-Momentler D analizi sonuçları ( $D \geq 3$ olan hücreler uyumsuzluk ölçütünü aştığı için kalın olarak gösterilmiştir).....	37
Tablo 6.1 $D \geq 3$ olan gözlemler veri setinden çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları .....	39
Tablo 6.2 1440 dakikalık veriler analiz dışında tutulduğunda istasyonların homojenlik testi sonuçları .....	41
Tablo 6.3 Standart süreler göre heterojen olan istasyonlar çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları .....	42
Tablo 6.4. Standart süreler göre heterojen olduğu belirlenen istasyonlar analizden çıkarıldığında $D \geq 3$ olan veriler .....	43
Tablo 6.5 Heterojen istasyonlar ve Tablo 6.4'de $D \geq 3$ olan istasyonlar veri setinden çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları .....	44
Tablo 6.6. Tablo 6.4'de heterojenlik sınır ölçütünü aşan istasyonlar analizden çıkarıldığında $D \geq 3$ olan veriler .....	45
Tablo 6.7. Tablo 6.5'de heterojenlik sınır ölçütünü aşan istasyonlar analizden çıkarıldığında $D \geq 3$ olan veriler .....	46
Tablo 6.8 Heterojen istasyonlar ile Tablo 6.4 ve 6.6 da heterojenlik ölçütü sınır değerini aşan ( $D \geq 3$ ) istasyonlar veri setinden çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları.....	47
Tablo 8.1 $c=1$ için Ege bölgesi H istatistiği sonuçları.....	54
Tablo 8.2 $c=2$ için Kıyı Ege için H istatistiği sonuçları .....	55
Tablo 8.3 $c=2$ için Kıyı Ege dışındaki istasyonlar için H istatistiği sonuçları.....	56
Tablo 8.4 $c=3$ için Güney kıyı Ege için H istatistiği sonuçları .....	56
Tablo 8.5 $c=3$ için Kuzey kıyı Ege için H istatistiği sonuçları .....	57

Tablo 8.6 c=4 için Orta Ege için H istatistiği sonuçları.....	57
Tablo 8.7 c=4 için iç Ege için H istatistiği sonuçları.....	58
Tablo 8.8 Ege bölgesi için Z istatistiği sonuçları.....	61
Tablo 8.9 c=3 için Güney kıyı Ege için Z istatistiği sonuçları.....	61
Tablo 8.10 c=3 için Kuzey kıyı Ege için Z istatistiği sonuçları.....	62
Tablo 8.11 c=4 için orta Ege için Z istatistiği sonuçları.....	62
Tablo 8.12 c=4 için iç Ege için Z istatistiği sonuçları.....	63
Tablo 11.1. Denklem 10.1'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması.....	81
(20 denemenin ortalaması).....	81
Tablo 11.1. Devamı.....	82
Tablo 11.2. Denklem 10.2'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması.....	83
(20 denemenin ortalaması).....	83
Tablo 11.2. Devamı.....	84
Tablo 11.3. Denklem 3.3'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması).....	85
Tablo 11.3. Devamı.....	86
Tablo 11.4. Denklem 10.4'ün farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması.....	87
(20 denemenin ortalaması).....	87
Tablo 11.4. Devamı.....	88
Tablo 11.5. Denklem 10.5'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması.....	90
(20 denemenin ortalaması).....	90
Tablo 11.5. Devamı.....	91
Tablo 11.6. Denklem 10.6'nın farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması.....	92
(20 denemenin ortalaması).....	92
Tablo 11.6. Devamı.....	93
Tablo 11.7. Denklem 10.7'nin farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması.....	94
(20 denemenin ortalaması).....	94
Tablo 11.7. Devamı.....	95
Tablo 11.8. Denklem 10.8'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması).....	96
Tablo 11.8. Devamı.....	97
Tablo 11.9. Farklı ŞSF bağıntıları için DGA-ŞSF amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması).....	99
Tablo 11.10. E hata değerlendirme ölçütüne göre ŞSF bağıntılarının performansı (20 denemenin ortalaması-istasyon ölçeğinde analiz).....	101
Tablo 12.1. E hata değerlendirme ölçütüne göre ŞSF bağıntılarının performansı (20 denemenin ortalaması-bölge ölçeğinde analiz).....	103
Tablo 12.2. DGA-ŞSF-K algoritması uygulanarak elde edilen homojen alt bölgeler.....	105
Tablo 13.1 Standart Süreler için (10.4) ŞSF Bağıntısının Performans Değişimi.....	108
Tablo 13.1 Devamı.....	109
Tablo 13.1 Devamı.....	110
Tablo 13.1 Devamı.....	111
Tablo 13.1 Devamı.....	112
Tablo 13.1 Devamı.....	113

Tablo 13.2 Kısa, Orta ve Uzun Süreli Yağışlar için Model Performansının Değişimi.....	115
Tablo 13.3. Kısa+Orta ve Orta+Uzun Süreli Yağışlar için Model Performansının Değişimi	116
Tablo 13.4. Tüm Standart Süreli Yağışlar için Model Performansının Değişimi.....	117
Tablo 14.1 Homojen alt bölgeler için ŞSF Bağıntılarının “E” performans değişimi (Tüm istasyonlar) .....	120
Tablo 14.2 Homojen alt bölgeler için ŞSF Bağıntılarının “E” performans değişimi (Marmaris istasyonu çıkarıldıktan sonra).....	121
Tablo 15.1 Denklem 10.1 için GA-ŞSF Modelinin Performans değişimi .....	125
Tablo 15.2 Denklem 10.2 için GA-ŞSF Modelinin Performans değişimi .....	126
Tablo 15.3 Denklem 10.3 için GA-ŞSF Modelinin Performans değişimi .....	127
Tablo 15.4. AAT-ŞSF bağıntılarının performans değerlendirmesi.....	129
Tablo 15.5 Denklem (10.1) için PSO-ŞSF Modelinin Performans değerlendirmesi .....	130
Tablo 15.6 Denklem (10.2) için PSO-ŞSF Modelinin Performans değerlendirmesi .....	131
Tablo 16.1 DMİ istasyonlarının coğrafi konum bilgileri .....	133
Tablo 16.2 Coğrafi konum bilgileri kullanılarak elde edilen ŞSF Bağıntılarının “E” performans değişimi.....	135
Tablo 16.3 Coğrafi konum bilgileri kullanılarak elde edilen ŞSF Bağıntılarının $\lambda(x,y,z)$ değişimi .....	136
Tablo 16.4 “E” Model performansı düşük olan Kemalpaşa, Marmaris ve Muğla istasyonları çıkarıldıktan sonra Bölgesel Model Performans değişimi .....	137
Tablo A.1 Acıpayam DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	158
Tablo A.2 Afyon DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	159
Tablo A.3 Akhisar DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	160
Tablo A.4 Aydın DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	161
Tablo A.5 Ayvalık DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	162
Tablo A.6 Bergama DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	163
Tablo A.7 Bodrum DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	164
Tablo A.8 Bolvadin DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	165
Tablo A.9 Bornova DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	166
Tablo A.10 Çeşme DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	167
Tablo A.11 Dalaman DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	168
Tablo A.12 Demirci DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	169
Tablo A.13 Denizli DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	170
Tablo A.14 Dikili DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	171
Tablo A.14 Dikili DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) (Devamı).....	172
Tablo A.15 Dinar DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	173
Tablo A.16 Edremit DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	174
Tablo A.17 Fethiye DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	175
Tablo A.18 Gediz DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	176
Tablo A.19 Güney DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	177
Tablo A.20 İzmir DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	178
Tablo A.20 İzmir DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) (Devamı).....	179
Tablo A.21 Kemalpaşa DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	180
Tablo A.22 Kütahya DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	181
Tablo A.22 Devamı .....	182
Tablo A.23 Manisa DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	183
Tablo A.24 Marmaris DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	184
Tablo A.25 Milas DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) .....	185
Tablo A.26 Muğla DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	186
Tablo A.26 Devamı .....	187



Tablo A.27 Nazilli DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	188
Tablo A.28 Ödemiş DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	189
Tablo A.29 Salihli DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	190
Tablo A.30 Selçuk DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	191
Tablo A.31 Simav DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	192
Tablo A.32 Sultanhisar DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	193
Tablo A.33 Tavşanlı DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	194
Tablo A.34 Uşak DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	195
Tablo A.34 Devamı .....	196
Tablo A.35 Yatağan DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm).....	197



Şekil B.49. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=180$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ....	223
Şekil B.50. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=240$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ....	223
Şekil B.51. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=300$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ....	224
Şekil B.52. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=360$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ..	224
Şekil B.53. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=480$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ....	225
Şekil B.54. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=720$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ....	225
Şekil B.55. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=1080$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ..	226
Şekil B.56. Bulanık c-Ortalamlar yöntemi ile $t=1440$ dak., $c=5$ için kümeleme analizi sonuçları ..	226

# BÖLGESEL YAĞIŞ ŞİDDET-SÜRE-FREKANS BAĞINTILARININ DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI KULLANILARAK ELDE EDİLMESİ

## ÖZET

Küresel ısınmayla birlikte yağış rejimlerinin konumsal ve zamansal olarak değiştiği, taşkın ve kuraklık gibi ekstrem olayların daha sık yaşandığı günümüzde, su kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması giderek artan bir önem kazanmaktadır. Su kaynaklarının temel girdisi olan yağışların; miktarı, süresi, şiddeti, alansal ve zamansal değişimi vb. özelliklerinin bilinmesi; su kaynakları, tarım, kentleşme, drenaj, taşkın kontrolü ve ulaşım gibi farklı sektörlerle ait planlama, tasarım, inşaat ve işletme çalışmaları için gereklidir. Belirtilen faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için; mevcut gözlemlere dayalı, güvenilir ve gerçekçi tahminlerin (projeksiyonların) yapılması gerekir. Geleceğe yönelik güvenilir tahminlerin yapılabilmesi için; mevcut verilerin uzunluğu, güncelliği ve alansal dağılımı (yoğunluğu) kadar, tahmin için seçilen modellerin mevcut gözlemleri iyi temsil edecek yeterlilikte olması da gereklidir.

Bu proje kapsamında, bölgesel yağış şiddet-frekans-frekans bağıntılarının belirlenebilmesi için bir çözüm yaklaşımı geliştirilmektedir. Bölgesel bağıntıların belirlenebilmesi için, öncelikle Ege bölgesinde Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü tarafından işletilen istasyonlara ait yıllık yağış verisi zaman (ölçüm yılları ve frekansları) ve mekanla (enlem, boylam ve yükselti) ilişkilendirilmekte ve güncel bir veri kütüğü oluşturulmaktadır. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle mevcut verilerin güvenilirliği test edilmekte ve ardından L-momentler homojenlik testi kullanılarak yağış özellikleri bakımında benzerlik gösteren alt bölgeler belirlenmektedir. Belirlenen homojen alt bölgelere en iyi uyan istatistiksel dağılım(lar) veya bağıntı(lar), L-Momentler Z istatistiği kullanılarak seçilmekte ve ilgili dağılım veya bağıntıların parametreleri Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA) tabanlı bir optimizasyon modeli kullanılarak belirlenmektedir. Bu işlemler sonucunda elde edilen bölgesel bağıntılar, su kaynakları sistemlerinin yönetimi ve tasarımı alanında çalışan uygulamacı kurum ve kuruluşların kullanımına sunulmaktadır. Ayrıca, elde edilen bu bağıntılar yardımıyla; yeterli gözlemi bulunmayan kentsel veya kırsal alanlar için, istenilen yinelemeli ve süreli yağışların şiddeti ve alansal değişimi elde edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bölgesel Yağış Şiddet-Süre-Frekans Bağıntısı, Diferansiyel Gelişim Algoritması, L-Momentler

# **DEVELOPMENT OF REGIONAL RAINFALL INTENSITY-DURATION-FREQUENCY RELATIONSHIPS USING DIFFERENTIAL EVOLUTION ALGORITHM**

## **ABSTRACT**

Nowadays, rainfall regimes change with time and location together with global warming and the probability of the occurrence of extreme floods and droughts increases. Thus, sustainable use of the water resources is necessary. The one of the most important inputs of the water resources systems are the rainfalls. The reliable estimation of quantity, duration, intensity of rainfalls based on available observations is an important problem since they are required for the design and management of agricultural activities, drainage canals and flood control systems.

In this project, a solution methodology will be developed for the identification of regional rainfall intensity-duration-frequency relationships for the Aegean region, Turkey. In order to determine regional relationships, first, the governing annual rainfall data of 51 observation stations operated by State Meteorological Works (DMI) at Aegean Region will be associated with time (observation years and frequencies) and locations (latitude, longitude, and altitude) and an up-to-date database will be generated. To carry out this process, primarily, the reliability of available data will be tested and then, the homogeneous sub-regions, showing the similar rainfall properties, will be determined through L-Moments homogeneity test. The statistical distributions and relationships that best fit to the determined sub-regions will be determined and weighting parameters of those distributions and relationships will be determined by using a Differential Evolution Algorithm (DGA) based optimization model. Finally, the obtained regional distributions will be ready to be used by the related institutions who are working on the management and design of water resources systems. Also, by using the obtained regional distributions, the regional variations of rainfall intensities for desired durations and return periods will be obtained for the urban and rural areas where rainfall observations do not exist.

To the best of our knowledge, there is no study that uses the DGA in the solution of water resources planning and evaluation of hydrometric data. Therefore, it is concluded that the proposed project will be an original work in terms of solution methodology and will provide a contribution to science. In addition, the DGA optimization model to be developed can be used in the solution of other water resources problems and can be integrated with other engineering fields.

**Key words:** Regional RIDF relationships, Differential Evolution Algorithm, L-Moments

# 1. BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.1. Giriş

Yağışın süresi, şiddeti, alansal ve zamansal değişimi vb. özelliklerinin bilinmesi; su kaynakları, tarım, kentleşme, drenaj, taşkın kontrolü ve ulaşım gibi farklı sektörlere ait planlama çalışmaları ile bu sistemler üzerindeki çeşitli mühendislik yapılarının güvenli ve ekonomik olarak boyutlandırılması ve işletilmesi için gereklidir. Genel olarak, yağışın, süresi, şiddeti, ve yinelenme süresi arasındaki ilişki; Şiddet-Süre-Frekans (SSF) bağıntısı olarak adlandırılır. Bu bağıntı, yinelenme süresi (T) ve yağış süresi (t) ile ağırlık parametreleri olarak adlandırılan, konuma ve zamana göre değişen parametrelerin bir fonksiyonu olarak, matematiksel ya da istatistiksel formda ifade edilir.

Ağırlık parametrelerinin belirlenmesi, genellikle matematiksel dönüşümler ve/veya istatistik analizler gerektirir ve çoğu zaman hangi dağılımın gözlem verilerine daha iyi uyum gösterdiğinin belirlenmesi çok sayıda denemeyi veya bu amaçla hazırlanan yazılımların kullanımını gerektirir (Karahan ve diğ., 2007).

Şiddet-Süre-Frekans ilişkisinin farklı ampirik ve istatistiksel formlarda ifade edilerek, veri setine en uygun ağırlık parametreleri Genetik Algoritma tekniği kullanılarak tek aşamada Karahan ve diğ. (2007) tarafından belirlenmiştir. İlgili çalışmada İzmir DMI istasyonu için uygulanan metodoloji, istasyonlara ait; enlem, boylam ve yükselti gibi coğrafi özellikler eklemek suretiyle GAP bölgesi için uygulanmış ve önerilen çözüm tekniğinin bölgesel uygulamalar için de kullanılabileceği gösterilmiştir (Karahan ve diğ., 2008).

Genetik algoritma (GA) gibi bir popülasyon tabanlı bir sezgisel optimizasyon tekniği olan Diferansiyel Gelişim Algoritması Storn ve Price (1995) tarafından geliştirilmiştir. DGA işleyiş ve kullanılan operatörler (*mutasyon, çaprazlama, değerlendirme ve seçim*) açısından GA'ya benzemektedir. GA'da her bir operatör tüm popülasyona sırayla uygulanmakta iken DGA'da rastgele seçilen kromozomlar kullanılarak *mutasyon* ve *çaprazlama* operatörleri

yardımla yeni birey elde edilmektedir. Mevcut bireyle elde edilen yeni birey uygunluk fonksiyonuna göre karşılaştırılmakta ve uygunluğu daha iyi olan yeni birey sonraki jenerasyona aktarılmakta ve böylece *seçim* operatörü kullanılmış olmaktadır. Rastgele seçilmiş vektörlerin farkına dayalı bir mutasyon işlemi kullanılan DGA'da; kullanılan basit *mutasyon* işlemi algoritmanın performansını artırmakta ve daha kararlı olmasını sağlamaktadır. Global optimum veya global optimum değere yakın çözümlerin elde edilmesinde DGA algoritmasının başlıca üç avantajı vardır. Bunlar; global optimum değer başlangıç koşullarına bağlı olmaması, yakınsama hızının yüksekliği ve model performansı üzerinde etkili olan parametrelerin az olması olarak sıralanabilir (Price, 1999).

Price ve Storn tarafından geliştirilen DGA ile yapılan yayınların önemli bir bölümünü; algoritmanın performansının artırılması ve diğer algoritmalarla karşılaştırılması (Liu ve Lampinen, 2005; Babu ve Angira, 2006), sinyal işlenmesi ve filtrelenmesi (Karaboga ve Cetinkaya 2004, Karaboga ve Cetinkaya 2005), reaktör tasarımı (Wang ve Cheng, 1999; Babu ve diğ., 2005; Babu ve Angira, 2006) ve ısı transferi parametrelerinin belirlenmesi (Babu ve Sastry, 1999), verilerin gruplandırılması ve işlenmesi (Paterlini ve Krink, 2006; Das ve diğ., 2008) gibi farklı mühendislik alanlarına ait problemlerin çözümüne yönelik yapılan çalışmalar oluşturmaktadır. DGA'nın su kaynakları sistemlerinin tasarımı ve işletilmesi konularında uygulaması oldukça sınırlı olup Reddy ve Kumar (2007) tarafından (çok amaçlı DGA) hidroelektrik sistemlerin optimum işletme çalışmasına uygulanmıştır.

Hidrometrik verilerin değerlendirilmesi ve noktasal veya bölgesel ŞSF bağıntılarının belirlenmesi alanındaki uygulaması ise henüz bulunmamaktadır. Bu proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

## **1.2. Problemin Tanımı**

Su kaynaklarının asıl girdisi olan yağışların miktarı, süresi, şiddeti, alansal ve zamansal değişiminin bilinmesi; su kaynakları, tarım, kentleşme, drenaj, taşkın kontrolü ve ulaşım gibi farklı sektörlerle ait planlama, tasarım, inşaat ve işletme çalışmaları için gereklidir.

Standart Süreli Maksimum Yağış (SSMY) gözlem verileri gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları (görülme sıklıkları) ile tanımlanabilmektedirler. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller sıkça kullanılmaktadır

Bu tanımlamada, önce gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir veya daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılım modeli öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahminleri yapılmaktadır (Kite 1977, Aşıkoğlu ve Benzeden 2007).

SSMY verilerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun, aynı istasyonda yağış süresi değiştikçe en uygun frekans dağılım modeli türünün değişim göstermesi olup, bununla ilgili ilginç bir örnek Manisa istasyonunun SSMY değerleri kullanılarak Aşıkoğlu ve Benzeden (2007)'de verilmiştir. İlgili çalışmada; en uygun dağılımın seçilmesinde aykırı değerlerin önemli rol oynadığı gösterilmiş, Uşak ve İzmir istasyonları için bu durum detaylı olarak irdelenmiş ve aykırı değerlerin ayıklanmasıyla süreler göre farklı dağılımların bulunması önlenmiştir. Böylece, ŞSF eğrilerinin birbirini kesmeyen düzgün nitelikte eğriler olması güvence altına alınmıştır.

Tüm istasyonlar ve standart süreler için; gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan çok sayıda kuramsal dağılımın sınanması, aykırı değerlerin ayıklanması ve belirtilen işlemlerin yeniden yapılması zahmetli ve zaman alıcı olduğu gibi, genellikle uygulamacıların bilgi düzeyini aşan bir değerlendirmedir.

Ülkemizde, yağış, sıcaklık, buharlaşma vb hidro-meteorolojik gözlemler, DMİ/DSİ tarafından yapılmakta ve belirli aralıklarla bu değerler yayımlanmaktadır. Proje konusu olan gözlemlerle ilgili verileri içeren basılı son kaynak 1990 tarihli olup (Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası, 1990), en son 1988 yılına ait gözlemleri içermektedir. Uygulamacı kamu kurum ve kuruluşları ile yerel yönetimlerce genellikle bu kaynak başvuru kitabı olarak kullanılmaktadır. Belirtilen kaynak, son 20 yıla ait verileri içermediği için, pek çok yerleşim yerinin verileri uzun süreli güvenilir tahminleri yapmaya yeterli olmamaktadır.

Diğer taraftan bu Atlas'da tahmin için verilen değerler; standart süreler ve 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl gibi 6 yinelenme süresi içindir. Bunların dışındaki yağış süreleri ve yinelenme değerleri için genellikle uygulamacılar tarafından doğrusal interpolasyon yapılmaktadır. Ayrıca; gözlemi bulunmayan yerleşim bölgeleri veya kırsal alanlarda yapılan tasarım ve tahminlerde ise; genellikle yakın istasyonların değerleri arasında interpolasyon yapılmaktadır. Doğrusal olmayan bir olayın, doğrusal interpolasyonla hesaplanması diğer önemli bir hata sebebidir.



DMİ tarafından ülke genelinde işletilmekte olan yağış gözlem istasyonlarının gözlemlerinin;

- Güncel ve kullanıcıların kolayca erişebilecekleri bir yapıda olmaması,
- Uygulamacıların kolayca erişebilecekleri noktasal ve/veya bölgesel bağıntı ve haritaların yeterince bulunmaması,
- Uygulamacıların genellikle gözlem verilerinden yararlanarak kendi projeleri için gerekli bilgiyi üretecek bilgi birikimine sahip olmamaları ve
- Uygulamadan kaynaklanan hatalar nedeniyle; ülkemizde can ve mal kaybına neden olan taşkınlar sıklıkla yaşanmaktadır.

### **1.3. Amaç**

Her bir istasyonun ayrı bağıntı ile ifade edilmesi, dar bölgeyi kapsayan çalışmalarda kullanım açısından pratik olmasına karşılık, elde edilen sonuçlar veri setinin uzunluğuna, sürekliliğine, doğruluğuna ve eğilimine bağımlı olduğundan, özellikle geleceğe yönelik uzun süreli tahminlerde yanıltıcı sonuçlara götürebilmektedir. Bunun yerine, yağış özellikleri yönünden homojen alt bölgelerin belirlenmesi ve bölgesel ŞSF bağıntısının kullanılmasıyla; ölçümü bulunmayan veya yeterli ölçüme sahip olmayan yerler için de yağış şiddetlerinin tahmin edilmesi mümkün olabilmekte ve gözlem süresinden daha büyük yinelenme (tekerrür) sürelerine ait yağış şiddetleri daha güvenilir olarak tahmin edilebilmektedir. Ayrıca, veri kütüğü güncellenmek suretiyle elde edilen bağıntıların zamana ve konuma göre değişimleri de kolayca incelenebilmekte ve uzun süreli planlamalar için eğilim(trend)ler izlenebilir hale getirilmektedir.

Bu projenin temel amacı yukarıda belirtilen problemlerin çözümü için uygun bir yöntem geliştirmek ve bu yöntemi Ege Bölgesi ölçeğinde uygulamak ve test etmektir. Belirtmek gerekir ki, geliştirilen yöntem Ege bölgesine özgü olmayıp, genel bir yöntemdir. DMİ tarafından ülke genelinde işletilmekte olan yağış gözlem istasyonlarının gözlemlerinin yeterince pratiğe aktarılamaması ülkemiz açısından önemli bir kayıptır. Yeterli uzunlukta ve güvenilir verilere sahip olmadan ve uygun teknikler kullanılmadan yapılacak yağış ve akım tahminlerine dayalı tasarımların ise kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getiremeyeceği veya ekonomik olmayacağı açıktır.

## 1.4. Yöntem

Genel olarak, yağışın, süresi, şiddeti, ve yinelenme süresi arasındaki ilişki; Şiddet-Süre-Frekans (ŞSF) bağıntısı olarak adlandırılır. Bu bağıntı, yinelenme süresi ( $T$ ) ve yağış süresi ( $t$ ) ile ağırlık parametreleri olarak adlandırılan, konuma ve zamana göre değişen parametrelerin bir fonksiyonu olarak, matematiksel ya da istatistiksel formda ifade edilir.

Ağırlık parametrelerinin belirlenmesi, genellikle matematiksel dönüşümler ve/veya istatistik analizler gerektirir ve çoğu zaman hangi dağılımın gözlem verilerine daha iyi uyum gösterdiğinin belirlenmesi çok sayıda denemeyi veya bu amaçla geliştirilen yazılımların kullanımını gerektirir (Karahan ve diğ. 2007).

Şiddet-Süre-Frekans ilişkisinin farklı ampirik ve istatistiksel formlarda ifade edilerek, veri setine en uygun ağırlık parametreleri Genetik Algoritma tekniği kullanılarak tek aşamada Karahan ve diğ. tarafından belirlenmiştir (Karahan ve diğ. 2007). İlgili çalışmada İzmir DMI istasyonu için uygulanan yöntem, istasyonlara ait; enlem, boylam ve yükselti gibi coğrafi özellikler eklenmek suretiyle GAP bölgesi için uygulanmış ve önerilen çözüm tekniğinin bölgesel uygulamalar için de kullanılabileceği gösterilmiştir (Karahan ve diğ., 2008).

Karahan ve diğ. (2007)'de verilen dört ampirik (matematiksel) ve iki istatistiksel dağılıma (GEV, Gumbel) ek olarak, Üstel ve Pareto dağılımlarına dayalı iki istatistiksel bağıntı olmak üzere toplam sekiz adet bağıntının ağırlık parametreleri gözlem verilerine en uygun olacak şekilde DGA-ŞSF Modeli kullanılarak, noktasal (istasyon) ve bölgesel olarak belirlenmektedir. DGA çok boyutlu bir arama uzayında, değişkenlerin alabilecekleri alt ve üst limit değerlere göre rastgele üretilmiş ve popülasyonu oluşturan birey sayısı kadar vektörün çözüm uzayında *mutasyon*, *çaprazlama*, *değerlendirme* ve *seçim* operatörleri kullanılarak geliştirilmesine dayalı iteratif (ardışık) bir çözüm tekniğidir. Arama uzayının boyutu, incelenen problemdeki bilinmeyen sayısına (ağırlık katsayısına) eşit olup, popülasyondaki birey sayısı ise popülasyonun büyüklüğünü gösterir.

## **1.5. Kapsam**

### **1.5.1. Optimizasyon modelinin geliştirilmesi**

Proje kapsamında; öncelikle **Diferansiyel Gelişim Algoritmasına (DGA)** dayalı **Optimizasyon Modeli (DGA-OM)** VBA ve MATLAB ortamlarında geliştirilmiş ve literatürde verilen 32 test fonksiyonu kullanılarak modelin doğrulanması yapılmış ve DGA-OM parametrelerinin model performansına etkisi incelenmiş (duyarlılık analizi) ve diğer sezgisel optimizasyon algoritmalarıyla performans karşılaştırması yapılmak suretiyle DGA-OM'nin doğruluğu ve etkinliği gösterilmiştir.

Tüm sezgisel algoritmalarda olduğu gibi DGA'nın yakınsama hızı ve model performansı üzerinde de kullanılan random çekirdeğin (random seed) etkisi önemlidir. Özellikle popülasyon sayısının az, karar değişkeni sayısının fazla olduğu problemlerde, iterasyon ilerledikçe üretilen rastgele sayıların tekrarlanma olasılığı bulunmaktadır. Bu durum; erken yakınsama ve global çözüm yerine lokal optimum değerlerin bulunmasına yol açtığı için kullanılan random çekirdeğin seçimi önem kazanmaktadır. Bu nedenle; model performansının değerlendirilmesinde random çekirdeğin etkisinin minimum düzeye indirilmesi için incelenen test fonksiyonları 100 defa çözülmüş ve performans değerleri 100 farklı çözümün ortalama, en iyi ve en kötü amaç fonksiyonu değeri dikkate alınarak yapılmıştır.

### **1.5.2. Verilerin DMİ'den sağlanması ve database oluşturulması**

Ege Bölgesinde yer alan DMI istasyonlarına ait standart süreli yağış gözlem değerleri proje kapsamında kullanılmak üzere resmi yazı ile DMİ'den temin edilmiştir. DMİ'den sağlanan standart süreli yağış gözlem değerleri; enlem, boylam, yükselti gibi coğrafi konum bilgileri ile ilişkilendirilerek VBA ve MATLAB ortamlarında kullanılabilir şekilde database oluşturulmuştur.

### **1.5.3. Verilerin güvenilirlik analizi**

Verilerin güvenilirliğinin belirlenmesi için Eklenik Yağış Yüksekliği Analizi (EYYA) ve L-Momentler D analizi kullanılarak hatalı veya güvenilirliği düşük veriler belirlenmiştir. Standart süreli maksimum yağış gözlem verilerinin noktasal ve/veya bölgesel olarak verilerin homojenlik kontrolü yapılmış ve D uyumsuzluk ölçütü sınır değerini aştığı için güvenilirliği düşük veya EYYA analizi ile hatalı olduğu belirlenen gözlemler ile standart yağış sürelerine

göre heterojen davranış gösteren istasyon verilerinin noktasal ve bölgesel homojenlik testlerine olan etkisi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

#### **1.5.4. Bulanık c-Ortalamlar Yöntemiyle Kümeleme Analizi**

Kümeleme analizinde genel olarak, aynı özelliklere sahip benzer verilerin bir araya toplanması ve ortak bir grup altında sınıflandırılması esas alınmaktadır. Her bir küme bir küme merkezi ile ifade edilmekte ve küme merkezinin yakınındaki veri noktaları gruplandırılarak o kümeye dahil edilmektedir. Bu işlem, veri noktaları ile küme merkezleri arasında hesaplanan uzaklıkların minimize, küme merkezleri arasındaki uzaklıkların ise maksimize edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu proje kapsamında, ortak özellik taşıyan veri setlerinin kümeleme işlemi, literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan bulanık c-ortalamlar (fuzzy c-means) yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Bezdek, 1981).

#### **1.5.5. Homojen alt bölgelerin belirlenmesi**

Homojen alt bölgelerin belirlenmesi için; kümeleme analizi sonucunda yağış özellikleri benzerlik gösteren istasyonlar gruplandırılmak suretiyle, zamana ve konuma göre homojenlik testine tabi tutulmuş ve sırasıyla; küme sayısı 1, 2, 3, 4 ve 5 olacak şekilde analizler tekrarlanmıştır.

Farklı küme sayıları için oluşturulan gruplar homojenlik testine tabi tutulmak suretiyle homojen alt kümeler belirlenmiş ve Ege Bölgesinin standart sürelerle göre kısa (5,10,15 ve 30 dak), orta (60,120,180 ve 360 dak) ve uzun (480,720,1080 ve 1440 dak) süreli olmak üzere üç grupta incelenebileceği belirlenmiştir.

Konuma göre ise; Güney ve Kuzey kıyı Ege ile Orta ve iç Ege olmak üzere dört homojen alt bölgeye ayrılmıştır.

#### **1.5.6. Homojen alt bölgelere en uygun dağılımların seçilmesi**

Homojen alt bölgelere en iyi uyum sağlayan dağılımlar L Moment Z analizleri kullanılarak belirlenmiş ve dört homojen alt bölgenin yağış özelliklerinin genellikle GEV ve GL dağılımlarına en iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir (Hosking ve Wallis 1997).

### **1.5.7. ŞSF bağıntılarının matematiksel/istatistiksel olarak ifade edilmesi**

Standart süreli yıllık maksimum yağış gözlem verilerine en iyi uyum gösteren şiddet-süre bağıntısının elde edilebilmesi için; matematiksel (ampirik) ve istatistiksel formda olmak üzere, başlıca iki grup bağıntı için analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; daha önce geliştirilen DGA-OM incelenen problem için uygun şekilde değiştirilmiş ve noktasal veya bölgesel ŞSF bağıntılarının ağırlık katsayılarını optimum şekilde belirleyecek düzenlemeler yapılmış ve DGA-ŞSF modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen DGA-ŞSF modelinin performansı incelenen problem özelinde, ayrıntılı olarak incelenmiş ve bilgi-işlem süresi ile sonuçların duyarlılığı açısından en uygun strateji ve model parametreleri belirlenmiştir.

### **1.5.8. ŞSF bağıntılarının ağırlık parametrelerinin DGA-ŞSF kullanılarak belirlenmesi**

Proje önerisinde sunulan ve Karahan ve diğ. (2007, 2008)'de verilen dört matematiksel ve iki istatistiksel (Gamma ve GEV) bağıntıya ek olarak Koutsoyiannis ve diğ. (1998)'de verilen Üstel dağılım ve Pareto dağılımlarına dayalı iki istatistiksel bağıntı daha incelenmiştir. Böylece; dördü matematiksel (ampirik) bağıntı ve diğerleri Gamma, Genelleştirilmiş Ekstrem (GEV), Üstel ve Pareto dağılımlarına dayalı dört istatistiksel bağıntı olmak üzere toplam sekiz farklı bağıntı ayrıntılı olarak incelenmiş noktasal ve bölgesel ölçekte gözlem verilerine en iyi uyum sağlayan ağırlık katsayıları DGA-ŞSF kullanılarak belirlenmiştir.

## **1.6. Bulgular**

“Bölgesel Yağış-Şiddet-Süre-Frekans Bağıntılarının Diferansiyel Gelişim Algoritması Kullanılarak Elde Edilmesi” projesi kapsamında;

- Proje kapsamında; öncelikle Diferansiyel Gelişim Algoritmasına (DGA) dayalı Optimizasyon Modeli (DGA-OM) VBA ve MATLAB ortamlarında geliştirilmiş ve literatürde verilen test fonksiyonları kullanılarak modelin doğrulanması yapılmış ve DGA-OM parametrelerinin model performansına etkisi incelenmiş (duyarlılık analizi) ve diğer sezgisel optimizasyon algoritmalarıyla performans karşılaştırması yapılmak suretiyle DGA-OM'nin doğruluğu ve etkinliği gösterilmiştir.
- Ege Bölgesine ait SSMY gözlemlerinin veri güvenilirlikleri incelenmiş, hatalı gözlemler ayıklanmış ve son 20 yıla ait gözlemler eklenerek güncel veri kütükleri MATLAB ve VBA ortamlarında kullanılabilir hale getirilmiş, ve Türkiye

Maksimum Yağışları Frekans Atlası'nda belirli yinelenme süreleri (2, 5, 10, 25, 50 ve 100) ve standart yağış süreleri için verilen değerler, tüm yinelenme değerleri ve yağış süreleri için elde edilebilir hale getirilmiştir. Ayrıca, coğrafi konum bilgileri kullanılarak elde edilen bölgesel bağıntılar yardımıyla gözlemi bulunmayan veya yeterli gözlem değeri bulunmayan istasyonlar için yağış şiddetleri hesaplanabilmektedir.

- **Standart Süreli Maksimum Yağış (SSMY)** gözlem verileri gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları (görülme sıklıkları) ile tanımlanabilmektedirler. SSMY verilerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun, aynı istasyonda yağış süresi değiştikçe en uygun frekans dağılım modeli türünün değişim göstermesidir (Aşıkoğlu ve Benzeden, 2007). Tüm istasyonlar ve standart süreler için; gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan çok sayıda kuramsal dağılımın sınanması, aykırı değerlerin ayıklanması ve belirtilen işlemlerin yeniden yapılması zahmetli ve zaman alıcı olduğu gibi, genellikle uygulamacıların bilgi düzeyini aşan bir değerlendirmedir. Bu projede geliştirilen DGA-ŞSF Modeli ile bu problem çok sayıda deneme-yanılmaya gerek kalmadan, gözlem verilerine en uygun bağıntı ve bu bağıntıya ait ağırlık katsayılarının optimum şekilde belirlenmesiyle çözülmektedir.
- DMİ istasyonlarının farklı standart sürelere ait yağış gözlem verilerinin, aynı topluma ait olup olmadıklarını test etmek için; L-Momentler homojenlik analizi noktasal ölçekte uygulanmış ve verileri yağış süresine göre heterojen davranış gösteren istasyonlar belirlenmiştir.
- DGA modeli noktasal ve bölgesel ölçekte ŞSF bağıntılarına proje önerisinde öngörülenin üzerinde bir performans kriteri sağlayacak şekilde başarılı olarak uygulanmış, diğer sezgisel algoritmalarla performans açısından karşılaştırılmıştır. Ayrıca; L-Momentler homojenlik testleri ile bulanık c-ortalamar yöntemi kullanılarak yağış özellikleri açısından homojen alt bölgeler belirlenmiş ve bu alt bölgelere en iyi uyum gösteren bağıntı ve/veya dağılımlar L-Momentler Z istatistiği, Dağılım Uygunluk Testleri kullanılarak belirlenmiş ve birbirleriyle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

- Tüm istasyonlar ve bölge için güncel veri kütükleri oluşturulmuş ve gelecek verilerin mevcut veri kütüklerine kolayca eklenebilmesi ve güncel verilerle bağıntıların yenilenmesi için gerekli yazılımlar hazırlanmıştır.

## 2. BÖLÜM

# DİFERANSİYEL GELİŞİM ALGORİTMASI

### 2.1. Giriş

Diferansiyel Gelişim Algoritması, Price ve Storn tarafından (Storn ve Price, 1995) geliştirilmiş, işleyiş ve kullanmış olduğu operatörleri GA'ya büyük benzerlikler gösteren popülasyon tabanlı bir sezgisel optimizasyon tekniğidir. Klasik GA'da değişkenler ikilik sayı sistemi ile temsil edilirken DGA' da değişkenler gerçek değerleriyle kullanılmaktadır.

DGA çok boyutlu bir arama uzayında, değişkenlerin alabilecekleri alt ve üst limit değerlere göre rastgele üretilmiş ve popülasyonu oluşturan birey sayısı kadar vektörün çözüm uzayında *mutasyon, çaprazlama, değerlendirme ve seçim* operatörleri kullanılarak geliştirilmesine dayalı iteratif bir çözüm tekniğidir. Arama uzayının boyutu, incelenen problemdeki bilinmeyen sayısına eşit olup, popülasyondaki birey sayısı ise popülasyonun büyüklüğünü gösterir.

### 2.2. Başlangıç değerlerinin üretilmesi

Çözüme başlamadan önce, her bir arama yönünde değişkenlerin alabilecekleri minimum ve maksimum değerler tanımlanır ve vektörlerin başlangıç konumları (2.1) formülüne göre üretilir (Storn ve Price 1997, Karaboğa 2004).

$$x_{i,j}^k = x_j^{Min} + r(x_j^{Max} - x_j^{Min}) \quad i = 1, \dots, NP; j = 1, \dots, ND \quad (2.1)$$

burada;  $i$  vektör numarasını,  $j$  arama yönünü,  $k$  jenerasyon numarasını,  $x$  vektörü ve  $r(0,1)$  arasında üniform dağılıma uygun rastgele türetilmiş bir sayıyı göstermektedir.  $k = 0$  (başlangıç değeri) için hesaplanan konum değerleri istenilen durma koşulu sağlanıncaya kadar her jenerasyonda vektörlerin konumu; *mutasyon, çaprazlama, değerlendirme ve seçim* operatörleri kullanılarak (2.2a-2.2.e) formüllerine göre güncellenir.



## 2.3. Diferansiyel Gelişim Algoritmasının Operatörleri

### 2.3.1 Mutasyon

Mutasyon mevcut kromozomun bir kısım genleri üzerinde, rastgele belirlenmiş miktarlarda değişiklikler yapılması olarak tanımlanabilir. Bu değişiklikler sayesinde kromozomun temsil ettiği çözüm noktası, çözüm uzayında yer değiştirmektedir. Orijinal DGA ve türevlerinde çeşitli mutasyon operatörleri kullanılabilir (Price 1999, Reddy ve Kumar 2007).

$$V_i^{k+1} = X_{r1}^k + F(X_{r2}^k - X_{r3}^k) \quad (2.2.a)$$

$$V_i^{k+1} = X_{best}^k + F(X_{r1}^k - X_{r2}^k) \quad (2.2.b)$$

$$V_i^{k+1} = X_i^k + F(X_{best}^k - X_i^k) + F(X_{r1}^k - X_{r2}^k) \quad (2.2.c)$$

$$V_i^{k+1} = X_{best}^k + F(X_{r1}^k - X_{r2}^k) + F(X_{r3}^k - X_{r4}^k) \quad (2.2.d)$$

$$V_i^{k+1} = X_{r1}^k + F(X_{r2}^k - X_{r3}^k) + F(X_{r4}^k - X_{r5}^k) \quad (2.2.e)$$

Burada;  $r_1, r_2, r_3, r_4$  ve  $r_5$  değerleri  $\{1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, NP\}$  setinden rastgele seçilen birbirlerinden ve  $i$ 'den farklı tamsayılardır. Burada;  $F$  parametresi 0-2 arasında değer alabilen bir parametredir.

### 2.3.2. Çaprazlama

Mutasyon sonucu elde edilen  $V_i^{k+1}$  mutasyon vektörünün  $v_{i,j}^{k+1}$  bileşeni ile önceki jenerasyondan elde edilen  $X_i^k$  vektörünün  $x_{i,j}^k$  bileşeni kullanılmak suretiyle deneme vektörünün  $u_{i,j}^k$  bileşeni (2.3) nolu formüle göre üretilir. Deneme kromozomuna ait her bir gen  $CR$  olasılığı ile mutasyon vektöründen,  $(1 - CR)$  olasılığı ile mevcut kromozomdan seçilir.

$$u_{i,j}^{k+1} = \begin{cases} v_{i,j}^{k+1}, & \text{rand}[0,1] \leq CR \\ x_{i,j}^k, & \text{aksi durumda} \end{cases} \quad (2.3)$$

GA'da kullanılan düzenli çaprazlama (uniform crossover)'da her bir gen ayrı olarak değerlendirilip eşit olasılıkla iki ebeveyn kromozomdan birinden seçilirken, DG algoritmasında eşit olasılık yerine  $CR$  olasılığı kullanılmaktadır.

### 2.3.3 Seçim

Kromozomlardan uygunluğu yüksek olanın yeni jenerasyona atanması işlemidir.

$$X_i^{k+1} = \begin{cases} U_i^{k+1}, f(U_i^{k+1}) < f(X_i^k) \\ X_i^k, \text{ aksi durumda} \end{cases} \quad (2.4)$$

Mutasyon ve çaprazlama operatörleri kullanılarak elde edilen deneme kromozumunun bir sonraki jenerasyona aktarılıp aktarılmayacağına uygunluk fonksiyonuna bakılarak karar verilir. Uygunluk fonksiyonu probleme özgü tanımlanan bir amaç fonksiyonudur. DG algoritması GA' da olduğu gibi amaç fonksiyonunun değerlendirilmesine göre sürece devam eder. Amaç fonksiyonu, tasarımın veya parametre değerinin ne kadar iyi olduğunu gösterir. Bu nedenle; amaç fonksiyonunun seçilmesi büyük önem taşır. Amaç fonksiyonu genel formda Denklem (2.5)'de verilmiştir:

$$z = \min f(\mathbf{X}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.5)$$

Denklem (2.5)' de  $n$  karar değişkeni sayısını göstermektedir.

### 2.4. Durma koşulu

DGA ile optimizasyon işlemi, istenilen bir durma koşulu gerçekleşinceye kadar devam eder. Başlıca durma koşulları; ardışık  $M$  jenerasyondaki değişimin öngörülen bir tolerans değerinden küçük olması, istenilen amaç fonksiyonun sağlanması veya öngörülen iterasyon sayısına ulaşılması olarak sıralanabilir. Bu çalışmada kullanılan durma koşulu; popülasyondaki en iyi ve en kötü amaç fonksiyonu değerleri arasındaki farkın izin verilen bir tolerans değerinden küçük olması olarak seçilmiştir. Bu tolerans değeri çözülen probleme göre değişiklik göstermekle birlikte; bu rapor kapsamında incelenen test problemleri için yapılan denemelerde  $1E - 06$  değerinin uygun bir değer olduğu görülmüştür.

### 2.5. Diferansiyel Gelişim Algoritmasının hesap adımları

DGA ile optimizasyon işlemine ait hesap adımları aşağıda verilmiştir.

- Adım 0. Başlangıç.* DG algoritması için ilgili parametreler (*Popülasyon büyüklüğü, mutasyon, çaprazlama* oranı ve durma koşulu) ile probleme özgü parametrelerin (Karar değişkeni sayısı ve değişkenlerin alabileceği en küçük ve en büyük değerler) girilmesi. DGA' da karar değişkeni sayısı, arama uzayının boyutunu gösterir.
- Adım 1.* Boyutu Popülasyon büyüklüğü\*Karar değişkeni sayısı olan bir başlangıç konum matrisinin verilen çözüm uzayı içerisinde kalacak şekilde rastgele üretilmesi (üretilen matrisin her bir satırı minimize edilecek fonksiyonun, global çözümü için potansiyel bir adaydır).
- Adım 2. Mutasyon ve çaprazlama* operatörleri kullanılarak deneme kromozomunun oluşturulması.
- Adım 3.* Seçim operatörü yardımıyla kromozomlardan uygunluğu yüksek olanın yeni jenerasyona atanması,
- Adım 4.* İstenilen durma koşulu sağlanıyorsa *Adım 5'* e, sağlanmıyorsa *Adım 2'* ye gidilmesi.
- Adım 5.* İşlemin sona erdirilmesi, ve sonuçların alınması.

# 3. BÖLÜM

## DGA OPTİMİZASYON MODELİNİN DOĞRULANMASI

### 3.1. Giriş

Bu bölümde, bölüm 2’de tanımlanan Diferansiyel Gelişim Algoritmasına (DGA) dayalı Optimizasyon Modelinin (OM) doğrulanması yapılmıştır. Geliştirilen DGA Optimizasyon Modelinin (DGA-OM) doğrulanması ve performansının belirlenmesi için; literatürde verilen test fonksiyonları VBA ve MATLAB ortamında yazılan programlar ile çözülmüş ve elde edilen sonuçlar ayrıntılı olarak bu bölümde verilmiştir. Yapılan analizlerin ilk evrelerinde; test fonksiyonun boyutu arttıkça VBA ortamında belirli bir dağılıma göre rastgele sayı üreten çekirdeğin (random seed) özellikle; karar değişkeni sayısının fazla olduğu fonksiyonlarda, iterasyon ilerledikçe tekrarlı sayılar ürettiği ve bu nedenle erken yakınsama ve/veya lokal çözümlere takılma gibi sorunlara sebep olduğu ve uzun bilgi-işlem süreleri gerektirdiği görülmüş ve geliştirilen program MATLAB ortamında tekrar yazılmıştır. Bu rapor kapsamında MATLAB ortamında yazılan modelin sonuçları verilmiştir.

### 3.2. DGA-OM’in doğrulanması için kullanılan test fonksiyonları

Geliştirilen DGA-OM’ nin doğrulanması için literatürde verilen ve Tablo 3.1’de boyutu, çözüm uzayı ve optimum değeri özetlenen 32 test fonksiyonu kullanılmıştır

Tablo 3.1. DGA Optimizasyon modelinin doğrulanmasında kullanılan test fonksiyonları

Fonksiyon	Boyut	Çözüm uzayı	Optimum değer
$f_1(\vec{x}) = 20 + e - 20 \exp(-0.2 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}) - \exp(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i))$	30	$-15 \leq x_i \leq 30$	$f_1(\vec{0}) = 0$
$f_2(\vec{x}) = [1.5 - x_1(1 - x_1)]^2 + [2.25 - x_1(1 - x_2)]^2 + [2.625 - x_1(1 - x_2^3)]^2$	2	$-4.5 \leq x_i \leq 4.5$	$f_2(3, 0.5) = 0$
$f_3(\vec{x}) = x_1^2 + 2x_2^2 - 0.3 \cos(3\pi x_1) - 0.4 \cos(4\pi x_2) + 0.7$	2	$-100 \leq x_i \leq 100$	$f_3(\vec{0}) = 0$
$f_4(\vec{x}) = x_1^2 + 2x_2^2 - 0.3 \cos(3\pi x_1) \cos(4\pi x_2) + 0.3$	2	$-100 \leq x_i \leq 100$	$f_4(\vec{0}) = 0$
$f_5(\vec{x}) = x_1^2 + 2x_2^2 - 0.3 \cos(3\pi x_1 + 4\pi x_2) + 0.3$	2	$-100 \leq x_i \leq 100$	$f_5(\vec{0}) = 0$
$f_6(\vec{x}) = (x_1 + 2x_2 - 7)^2 + (2x_1 + x_2 - 5)^2$	2	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_6(1, 3) = 0$
$f_7(\vec{x}) = (x_2 - \frac{5.1}{4\pi^2} x_1^2 + \frac{5}{\pi} x_1 - 6)^2 + 10(1 - \frac{1}{8\pi}) \cos(x_1) + 10$	2	$-5 \leq x_1 \leq 10,$ $0 \leq x_2 \leq 15.$	$\vec{x} = (-\pi, 12.275), (\pi, 12.275),$ $(9.4247, 2.475) f_7(\vec{x}) = 0.397887$
$f_8(\vec{x}) = 100(x_1^2 - x_2)^2 + (x_1 - 1)^2 + (x_3 - 1)^2 + 90(x_3^2 - x_4)^2 + 10.1((x_2 - 1)^2 + (x_4 - 1)^2) + 19.8(x_2 - 1)(x_4 - 1)$	4	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_8(\vec{1}) = 0$
$f_9(\vec{x}) = (x_1 - 1)^2 + \sum_{i=2}^n i(2x_i^2 - x_{i-1})^2$	25	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_9(\vec{x}) = 0, x_i = 2^{-\binom{i-2}{2}}$
$f_{10}(\vec{x}) = -\cos(x_1) \cos(x_2) \exp(-(x_1 - \pi)^2 - (x_2 - \pi)^2)$	2	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_{10}(\pi, \pi) = 0.$
$f_{11}(\vec{x}) = [1 + (x_1 + x_2 + 1)^2(19 - 14x_1 + 3x_1^2 - 14x_2 + 6x_1x_2 + 3x_2^2)] \times [30 + (2x_1 - 3x_2)^2(18 - 32x_1 + 12x_1^2 + 48x_2 - 6x_1x_2 + 27x_2^2)]$	2	$-5 \leq x_i \leq 5$	$f_{11}(0, -1) = 3.$

Tablo 3.1. (Devamı) DGA Optimizasyon modelinin doğrulanmasında kullanılan test fonksiyonları

$f_{12}(\bar{x}) = \exp\left(\frac{1}{2}(x_1^2 + x_2^2 - 25)^2\right) + \sin^4(4x_1 - 3x_2) + \frac{1}{2}(2x_1 + x_2 - 10)^2$	2	$-5 \leq x_i \leq 5$	$f_{12}(3,4) = 1.$
$f_{13}(\bar{x}) = \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{4000} - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1$	2	$-600 \leq x_i \leq 600$	$f_{13}(\vec{0}) = 0.$
$f_{14}(\bar{x}) = \sum_{i=1}^4 c_i \exp\left(-\sum_{j=1}^3 \alpha_{i,j}(x_j - p_{ij})^2\right)$	3	$0 \leq x_i \leq 1$	$f_{14}(0.114614, 0.555649, 0.852547) = -3.86278$
$f_{15}(\bar{x}) = \sum_{i=1}^4 c_i \exp\left(-\sum_{j=1}^6 \alpha_{i,j}(x_j - p_{ij})^2\right)$	6	$0 \leq x_i \leq 1$	$f_{15}(0.20169, 0.150011, 0.476874, 0.275332, 0.311652, 0.6573) = -3.32237$
$f_{16}(\bar{x}) = 1.0316285 + 4x_1^2 - 2.1x_1^4 + \frac{x_1^6}{3} + x_1x_2 - 4x_2^2 + 4x_2^4$	2	$-5 \leq x_i \leq 5$	$\bar{x} = (0.0898, -0.7126), (-0.0898, 0.7126),$ $f_{16}(x^*) = 0$
$f_{17}(\bar{x}) = \sin^2(\pi y_1) + \sum_{i=1}^{n-1} [(y_i - 1)^2 (1 + 10 \sin^2(\pi y_i + 1))] + (y_n - 1)(1 + 10 \sin^2(2\pi y_n))$	2	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_{17}(\vec{1}) = 0$
$f_{18}(\bar{x}) = 0.26(x_1^2 + x_2^2) - 0.48x_1x_2$	2	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_{18}(\vec{0}) = 0$
$f_{19}(\bar{x}) = -\sum_{i=1}^n \sin(x_i) \left(\sin\left(\frac{ix_i^2}{\pi}\right)\right)^{2m}, m = 10$	2	$0 \leq x_i \leq \pi$	$n = 2 \Rightarrow f_{19}(\bar{x}) = -1.8013$
$f_{20}(\bar{x}) = \sum_{k=1}^n \left( \sum_{j=1}^n (j^k + 0.5) \left(\frac{x_j}{j}\right)^k - 1 \right)^2$	4	$-n \leq x_i \leq n$	$f_{20}(1, 2, \dots, n) = 0$
$f_{21}(\bar{x}) = \sum_{i=1}^4 [(x_{4i-3} + 10x_{4i-2})^2 + 5(x_{4i-1} - x_{4i})^2 + (x_{4i-2} - 2x_{4i-1})^4 + 10(x_{4i-3} - x_{4i})^4]$	4	$-4 \leq x_i \leq 5$	$f_{21}(3, -1, 0, 1, \dots, 3, -1, 0, 1) = 0$

Tablo 3.1. (Devamı) DGA Optimizasyon modelinin doğrulanmasında kullanılan test fonksiyonları

$f_{22}(\vec{x}) = \sum_{k=1}^4 \left( \sum_{j=1}^4 x_j^k - b(k) \right)^2$	4	$0 \leq x_i \leq 4$	$f_{22}(1,2,3,4) = 0$
$f_{23}(x) = 10n + \sum_{j=1}^n x_j^2 - 10 \cos(2\pi x_j)$	2	$-5.12 \leq x_i \leq 5.12$	$f_{23}(\vec{0}) = 0$
$f_{24}(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{n-1} (100(x_i^2 - x_{i+1})^2 + (x_i - 1)^2)$	2	$-5 \leq x_i \leq 10$	$f_{24}(\vec{1}) = 0$
$f_{25}(\vec{x}) = 418.9829n - \sum_{i=1}^n x_i \sin(\sqrt{ x_i })$	2	$-500 \leq x_i \leq 500$	$f_{25}(420.9687, \dots, 420.9687) = 0.$
$f_{26}(x) = \sum_{j=1}^m \left[ \sum_{i=1}^4 (x_i - a_{ij})^2 + c_j \right]^{-1}$	4	$0 \leq x_i \leq 10$	$f_{26}(4,4,4,4) = -10.5364$ , $m = 10$ için
$f_{27}(\vec{x}) = \left[ \sum_{i=1}^5 i \cos[(i+1)x_1 + i] \right] \left[ \sum_{i=1}^5 i \cos[(i+1)x_2 + i] \right]$	2	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_{27}(5.482421, 4.857421) = -186.7309$
$f_{28}(\vec{x}) = 4x_1^2 - 2.1x_1^4 + \frac{1}{3}x_1^6 + x_1x_2 - 4x_2^2 + 4x_2^4$	2	$-5 \leq x_i \leq 5$	$f_{28}(0.089843, -0.712890) = -1.031628$
$f_{29}(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	30	$-5.12 \leq x_i \leq 5.12$	$f_{29}(\vec{0}) = 0$
$f_{30}(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n ix_i$	20	$-10 \leq x_i \leq 10$	$f_{30}(\vec{0}) = 0$
$f_{31}(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n (x_i - 1)^2 - \sum_{i=1}^n x_i x_{i-1}$	10	$-n^2 \leq x_i \leq n^2$	$\vec{x}_i = i(n+1-i) \forall i = 1, \dots, n$ $f_{10}(\vec{x}) = -210$
$f_{32}(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n x_i^2 + \left( \sum_{i=1}^n 0.5ix_i \right)^2 + \left( \sum_{i=1}^n 0.5ix_i \right)^4$	2	$-5 \leq x_i \leq 10$	$f_{32}(\vec{0}) = 0$

### **3.3. Test fonksiyonlarının detaylı analizi**

Tablo 3.1’de boyutları, çözüm uzayı ve global optimum değerleri verilen 32 adet fonksiyon; 5 farklı strateji için çözülmüş, her bir strateji için çözüm vektörleri ve bunlara karşı gelen fonksiyon değerleri ve gerekli bilgi-işlem süreleri elde edilmiştir. Ayrıca, amaç (uygunluk) fonksiyonunun iterasyona göre değişimi, stratejilere göre karşılaştırmalı olarak her bir fonksiyon için grafik olarak elde edilmiş ve Araştırma Projesi Gelişim Raporu-1’ de ayrıntılı sonuçlar verilmiştir

### **3.4. Test fonksiyonları sonuçlarının değerlendirilmesi**

Söz konusu fonksiyonlar, 5 farklı mutasyon stratejisi için çözülmüş ve elde edilen fonksiyon değerleri,  $f(x)$ , sırasıyla Tablo 3.2’ de belirtilmiştir. Raporun bundan sonraki bölümlerinde Denklem (2.2a-2.2.e) de belirtilen 5 farklı mutasyon stratejisi kısaca strateji olarak adlandırılacaktır.

Tablo 3.2’den görüleceği gibi 5 farklı strateji için optimum değer veya optimum değere çok yakın değerler elde edilmiştir. Bu durum, 5 stratejinin de global optimum değerini elde edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.



Tablo 3.2. DGA stratejilerine göre bulunan fonksiyon değerleri ve optimum değerlerin karşılaştırılması

Fonksiyon	Str_1	Str_2	Str_3	Str_4	Str_5	Optimum değer
<i>f1</i>	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f2</i>	0.000000	0.000000	0	0	0	0
<i>f3</i>	0	0	0	0.000000	0.000000	0
<i>f4</i>	0	0	0	0.000000	0.000000	0
<i>f5</i>	0	0	0	0.000000	0.000000	0
<i>f6</i>	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f7</i>	0.397887	0.397887	0.397887	0.397887	0.397887	0.397887
<i>f8</i>	0.000000	0.000000	0	0	0.000000	0
<i>f9</i>	0.666668	0.666668	0.666668	0.666667	0.666668	0
<i>f10</i>	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1
<i>f11</i>	3.000000	3.000000	3.000000	3.000000	3.000000	3
<i>f12</i>	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1
<i>f13</i>	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f14</i>	-3.862782	-3.862782	-3.862782	-3.862782	-3.862782	-3.86278.
<i>f15</i>	-3.322368	-3.322368	-3.322368	-3.322368	-3.322368	-3.32237
<i>f16</i>	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f17</i>	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f18</i>	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f19</i>	-1.801303	-1.801303	-1.801303	-1.801303	-1.801303	-1.8013
<i>f20</i>	0.004800	0.004800	0.004797	0.004797	0.004797	0
<i>f21</i>	0	0	0	0	0.000000	0
<i>f22</i>	0.000002	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000	
<i>f23</i>	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
<i>f24</i>	0.000000	0.000000	0	0	0.000000	0
<i>f25</i>	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0
<i>f26</i>	-10.536410	-10.536410	-10.536410	-10.536410	-10.536410	-10.5364
<i>f27</i>	-186.725565	-186.725565	-186.730909	-186.730909	-186.730909	-186.7309
<i>f28</i>	-1.031628	-1.031628	-1.031628	-1.031628	-1.031628	-1.031628
<i>f29</i>	0	0	0	0	0.000000	0
<i>f30</i>	0.000000	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0
<i>f31</i>	-210.000000	-209.999997	-210.000000	-210.000000	-210.000000	-210
<i>f32</i>	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0

### 3.5. Strateji seçimi

Tablo 3.2' nin değerlendirmesi yapıldığında 5 stratejinin de global optimum değerin elde edilmesinde kullanılabileceği görölmektedir. Ancak; hangi stratejinin yakınsama hızı ve sonuçların duyarlılığı açısından daha iyi olduğuna karar verebilmek için yapılan değerlendirme Tablo 3.3' de verilmektedir.

Tablo 3.3'den 2 ve 4 nolu stratejilerin yakınsama hızı açısından diğerlerine göre daha iyi performans gösterdiği görölmektedir. Ancak, Tablo 3.3'de yapılan değerlendirme ilgili fonksiyon için yapılan tek bir çözümün sonucuna göre yapıldığından strateji seçimi için genel bir yargıda bulunmak doğru değildir. Kullanılan random çekirdeğin etkisini minimum düzeye indirmek için Tablo 3.4'de verilen 10 fonksiyon 100'er kez çözülerek, her bir strateji için fonksiyon değeri, iterasyon sayısı ve gerekli bilgi-işlem süresi (100 çözümün ortalaması) elde edilmiştir. Ancak, 32 test fonksiyonunun 5 farklı stratejiye göre 100 farklı çözümünün uzun bilgi-işlem süresi gerektirmesi nedeniyle uygun stratejinin belirlenmesi için boyutu fazla olan (10 ve daha üzeri) fonksiyonlar yerine boyutu 2-4 arasında değişen 10 fonksiyon kullanılmıştır. Geliştirilen algoritmanın daha fazla boyuta sahip fonksiyonlar için performansı ise, diğer algoritmalarla karşılaştırmalı olarak Bölüm 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.4'den görüleceği gibi kullanılan stratejiye göre iterasyon sayısı ile bilgi-işlem süresi arasında doğru orantı bulunmasına karşılık, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem süresi ile optimum fonksiyon değerleri için bir kural belirtmek mümkün görölmemektedir. Bununla birlikte; iterasyon sayısı ve bilgi-işlem süresi açısından 1 ve 2 nolu stratejinin , sonuçların duyarlılığı açısından ise 3 ve 4 nolu stratejinin performansının daha iyi olduğu görölmektedir. Hem sonuçların duyarlılığı hem de makul bilgi-işlem süresi gerektirmesi nedeniyle bundan sonraki bölümlerde 4 nolu strateji tercih edilebilir. Bu durumun netleştirilebilmesi için benzer analizlerin ŞSF için de tekrarlanması yararlı görölmektedir. Bununla birlikte; diğer stratejilerin genel performansı da pratik açıdan yeterli görölmektedir

Tablo 3.3 DGA stratejilerine göre optimum değerin elde edilmesi için gerekli iterasyon sayıları

<i>Fonksiyon</i>	Stateji				
	1	2	3	4	5
<i>f1</i>	1956	919	933	969	6928
<i>f2</i>	79	54	20000	68	98
<i>f3</i>	33	18	53	12	71
<i>f4</i>	58	30	65	34	92
<i>f5</i>	35	19	68	101	89
<i>f6</i>	88	16	55	13	87
<i>f7</i>	96	14	110	69	30
<i>f8</i>	401	31	20000	300	226
<i>f9</i>	2184	1168	474	736	1724
<i>f10</i>	83	45	50	29	22
<i>f11</i>	82	55	59	51	97
<i>f12</i>	111	56	20000	103	89
<i>f13</i>	71	81	20000	217	51
<i>f14</i>	105	49	46	23	91
<i>f15</i>	240	81	111	56	215
<i>f16</i>	116	27	20000	85	127
<i>f17</i>	62	33	38	55	15
<i>f18</i>	46	25	62	40	82
<i>f19</i>	73	40	41	18	71
<i>f20</i>	848	106	20000	157	46
<i>f21</i>	44	38	95	101	229
<i>f22</i>	765	160	20000	153	525
<i>f23</i>	40	74	20000	121	52
<i>f24</i>	125	21	20000	75	77
<i>f25</i>	136	40	20000	21	168
<i>f26</i>	192	105	98	31	26
<i>f27</i>	328	75	20000	146	171
<i>f28</i>	107	28	20000	65	47
<i>f29</i>	905	601	558	219	5991
<i>f30</i>	1002	477	184	310	1320
<i>f31</i>	1325	426	314	899	393
<i>f32</i>	29	31	46	58	64
Ortalama iterasyon sayısı	368	154	7608	167	604

### **3.6. DGA'nın diğler sezgisel optimizasyon algoritmaları ile karşılaştırılması**

Geliştirilen DGA-OM'nin performansının diğler sezgisel algoritmalarla karşılaştırılması için Vesterstrom ve Thomsen (2004)'de verilen 9 test fonksiyonu çözülmüş ve Tablo 3.5'de ve ilgili yazarlarca geliştirilen DGA yazılımı, Orijinal ve modifiye edilmiş Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) teknikleri ve Basit Gelişim Algoritması sonuçları ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. İlgili Tablodan görüleceğı gibi, bu proje kapsamında geliştirilen DGA-OM sonuçları duyarlılık ve yakınsama hızı açısından diğler tekniklere göre daha iyi performans göstermektedir. Çözülen fonksiyonların tümünde global optimum değer veya global optimuma çok yakın değerler elde edilmiştir. İlgili çalışmada popülasyon sayısı 100 olarak seçilirken, bu çalışmada popülasyon sayısı sadece 20 alınmıştır. Ayrıca, belirtilen çalışmada iterasyon sayısı 500,000 ve üzeri (5 000 000'e kadar) iken bu çalışmada maksimum iterasyon sayısı 20,000 dir. Daha duyarlı sonuçların daha az bilgi-işlem süresinde elde edilmesi, özellikle gerçek problemlerin makul sürelerde çözümünü açısından büyük önem taşımaktadır.

Tablo 3.4. Seçilen 10 fonksiyonun farklı stratejilere göre fonksiyon değeri, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (100 denemenin ortalaması)

Fonksiyon	Fonksiyon değeri					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>f2</i>	1.075112E-08	2.382006E-08	4.879428E-07	<b>4.545109E-09</b>	6.949054E-09	59	237	10223	<b>47</b>	71	0.12	0.43	18.80	<b>0.11</b>	0.17
<i>f8</i>	7.619602E-08	5.790530E-05	3.753763E-08	<b>3.079051E-08</b>	5.315054E-08	189	512	8491	<b>116</b>	211	0.43	1.07	17.72	<b>0.30</b>	0.54
<i>f12</i>	<b>1.007124E+00</b>	1.012139E+00	1.010499E+00	1.008776E+00	1.007874E+00	72	<b>39</b>	19003	84	281	0.15	<b>0.07</b>	35.13	0.20	0.65
<i>f13</i>	1.232649E-03	2.441877E-03	<b>6.656775E-04</b>	1.775058E-03	1.454531E-03	<b>71</b>	633	20000	164	882	<b>0.15</b>	1.18	37.10	0.38	2.05
<i>f16</i>	5.532293E-08	5.947525E-08	4.919145E-08	<b>4.848330E-08</b>	5.116567E-08	55	<b>36</b>	12419	55	64	0.11	<b>0.06</b>	22.26	0.13	0.15
<i>f22</i>	2.825970E-04	1.062060E-04	2.973947E-06	2.164315E-03	<b>2.906346E-06</b>	<b>298</b>	339	19229	475	1074	<b>0.73</b>	0.76	43.21	1.30	2.94
<i>f23</i>	7.502984E-09	2.984879E-02	<b>5.198082E-12</b>	8.275089E-09	1.016494E-08	<b>61</b>	437	20000	118	468	<b>0.12</b>	0.80	36.51	0.27	1.08
<i>f24</i>	1.005349E-08	8.557830E-08	<b>4.034944E-09</b>	5.223410E-09	8.793658E-09	67	<b>47</b>	12428	55	84	0.14	<b>0.09</b>	23.02	0.13	0.20
<i>f27</i>	1.867309E+02	1.867309E+02	1.867309E+02	<b>1.867309E+02</b>	1.867309E+02	<b>93</b>	244	19642	256	181	<b>0.19</b>	0.45	36.56	0.60	0.42
<i>f28</i>	-1.031628E+00	-1.031628E+00	-1.031628E+00	<b>1.031628E+00</b>	1.031628E+00	59	<b>35</b>	12025	56	66	0.12	<b>0.07</b>	22.52	0.13	0.16

Tablo 3.5 Seçilen 9 fonksiyon için DGA ve diğer sezgisel optimizasyon algoritmalarının karşılaştırılması (30 denemenin ortalaması)

Fonksiyon	Boy	Çözüm uzayı	Vesterstrom ve Thomsen, 2004										Optimum değer
			DE		PSO		arPSO		SEA		DGA Optimizasyon Modeli		
			Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma	
<i>Sphere</i>	30	[-5.12, 5.12]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.81E-13	5.30E-13	1.79E-03	2.77E-04	0.00E+00	0.00E+00	0
<i>Rosenbrock</i>	30	[-30, 30]	0.00E+00	0.00E+00	4.03E+00	4.99E+00	3.55E+02	2.15E+03	3.13E+01	1.74E+01	0.00E+00	0.00E+00	0
<i>Rastrigin</i>	30	[-5.12, 5.12]	0.00E+00	0.00E+00	4.92E+01	1.62E+01	2.15E+00	4.91E+00	7.18E-01	9.22E-01	0	0	0
<i>Ackley</i>	30	[-32, 32]	-1.19E-15	7.03E-16	1.40E+00	7.91E-01	1.84E-07	7.15E-08	1.05E-02	9.08E-04	7.76E-15	2.74E-15	0
<i>Griewank</i>	30	[-600, 600]	0.00E+00	0.00E+00	2.35E-02	3.54E-02	9.23E-02	3.41E-01	4.64E-03	3.96E-03	0.00E+00	0.00E+00	0
<i>Six Hump CB</i>	2	[-5, 5]	-1.03E+00	1.92E-08	-1.03E+00	3.84E-08	-1.03E+00	3.84E-08	-1.03E+00	3.16E-08	-1.0316285	0	-1.0316
<i>Branin</i>	2	[-5, 15]	3.98E-01	1.17E-08	3.98E-01	5.01E-09	3.98E-01	5.01E-09	3.98E-01	2.20E-08	0.3978874	1.11E-16	0.398
<i>G.S.&amp;Price 1</i>	2	[-2, 2]	3.00E+00	0.00E+00	3.00E+00	0.00E+00	3.52E+00	3.65E+00	3.00E+00	0.00E+00	3	8.92E-16	3
<i>Shekel</i>	4	[0, 10]	-1.05E+01	2.09E-07	-6.71E+00	3.77E+00	-8.62E+00	2.88E+00	-9.80E+00	2.24E+00	-10.53641	8.88E-15	10.5

## 4. BÖLÜM

# VERİLERİN GÜVENİRLİK ANALİZİ

### 4.1. Giriş

Ekstrem özellikteki taşkın ve sağanak yağış gibi verilerin güvenilir tasarım değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılan çeşitli istatistiksel yöntemlerden en basiti noktasal frekans analizidir. Noktasal frekans analizinde tahminlerinin doğruluğu veri uzunluğuna ve hatalara karşı duyarlı olduğundan gözlenmiş veri uzunluğunu aşan yineleme sürelerinin tahmin edilmesinde önemli bir dezavantaja sahiptir (Hosking ve Wallis, 1988; Cunnane, 1989).

Bu proje kapsamında çalışma alanı olarak seçilen Ege Bölgesi, 85 000 km<sup>2</sup> lik alanı ile Türkiye yüzölçümünün %11'ini kaplamaktadır. Oldukça geniş ve yağış özelliklerinin farklılık gösterdiği geniş bir coğrafyayı kapsayan çalışma alanında DMİ tarafından işletilmekte olan çok sayıda yağış gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlardan il ve ilçe merkezlerinde bulunan 35 istasyonun standart süreli maksimum yağış verileri bu proje kapsamında temin edilmiş ve proje kapsamında değerlendirilmiştir. DMİ'den sağlanan ve projede kullanılan veriler EK-A'da verilmektedir.

Noktasal veya bölgesel analizlerin güvenilirlik düzeyi, analizlerde kullanılacak gözlemlerin yeterli uzunlukta ve doğrulukta olmasına bağlıdır. Farklı istasyonlarda yapılan yağış gözlemlerinde ölçümü yapan personelden, ölçüm yönteminden, kullanılan donanımdan, kayıtların tutulması ve çoğaltılması süreçlerinden kaynaklanabilecek hatalar bulunabilir. Veri setinden bu hataların mümkün olduğunca ayıklanması ve geleceğe yönelik tahminlerin de buna bağlı olarak yapılması gerekir. Ancak, hidrometeorolojik verilerde hataların tümünün belirlenmesi ve düzeltilmesi çok zor bir süreçtir. Bu proje kapsamında; güvenilirliği düşük veya hatalı verilerin belirlenmesi için öncelikle eklenik yağış yüksekliklerinin kontrolünü esas alan bir ön değerlendirme çalışması yapılmıştır. Ancak, yapılan bu ön değerlendirmenin geleceğe yönelik tahminler için etkinliğinin belirlenmesi için, literatürde kabul gören bir çözüm yaklaşımı ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle; gözlem değerlerinin güvenilirliğinin belirlenmesi için daha detaylı bir analiz olan L-momentlere dayalı uyumsuzluk ölçütü ( $D$ ) istatistiği kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; verilerin güvenilirliğinin belirlenmesi için kullanılan her iki yaklaşımın da birbiriyle uyumlu sonuçlar verdiği

görülmüştür. Aşağıda bu yaklaşımlarla ilgili detaylı bilgi verilmiş ve analiz sonuçları özetlenmiştir.

## 4.2. Eklenik Yağış Yüksekliği Analizi (EYYA)

DMİ'den sağlanan standart süreli maksimum yağış yüksekliklerini gösteren veriler EK-1'de verilmiştir. Söz konusu verilerin genel yapısı Tablo 4.1'de özetlenmiştir. Tablo 4.1'den görüleceği gibi, ölçüm periyodu içerisindeki tüm yılların, standart süreli maksimum yağış yükseklikleri mm olarak verilmektedir.

Tablo 4.1. DMİ'den sağlanan standart süreli maksimum yağış yüksekliklerinin genel görünümü

İstasyon Adı	Standart süreler (dak)														
	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440	1440 +
YIL															
2005	6.3	8.0	8.4	9.8	14.4	27.6	29.9	32.8	35.9	37.1	39.4	40.1	40.1	47.5	
2004	6.1	9.5	11.5	15.5	16.2	16.8	17.6	17.6	17.6	17.6	17.7	18.3	21.3	54.1	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
1971	6.7	10.2	10.4	15.7	17.2	18.0	18.0	18.0	18.4	19.5	19.5	19.6	19.6	37.6	
1970	4.4	6.2	10.6	17.0	26.5	28.9	29.5	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	37.1	

Tablo 4.1'in 1. sütunu ölçüm yapılan yılları, 2. satırı ise standart yağış sürelerini  $(d | d \in \mathbf{d} = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_{14}]^T)$ ,  $\mathbf{d}$ , standart yağış sürelerini içeren vektörü, T ise vektörün devriğini göstermektedir. Her ölçüm yılı için Denklem (4.1) ve (4.2)'nin sağlanması gerekmektedir.

$$P(d_{j+1}) \geq P(d_j) \quad j = 1, 2, 3, \dots, 13 \quad (4.1)$$

$$P(d_{k_2}) - P(d_{k_1}) \leq P(d_{k_2} - d_{k_1}) \quad \text{eğer } (d_{k_2} - d_{k_1}) \in \mathbf{d} \quad k_1, k_2 = 1, 2, 3, \dots, 13 \quad (4.2)$$

Burada,  $P$  ilgili yıl ve standart süre için mm olarak ölçülen yağış yüksekliğini göstermektedir. Denklem (4.1) görüleceği gibi, yağış yüksekliklerinin standart süreler için eklenik olarak artması ya da eşit olması gerekmektedir. Denklem (4.2) de ise, verilen koşullar altında seçilen iki standart yağış süresine karşı gelen yağış yüksekliklerinin farkının iki standart yağış süresi arasındaki farka karşılık gelen yağış yüksekliğinden küçük ya da eşit olması gerekir. Eklenik yağış yüksekliği analizi (EYYA) olarak tanımlanan bu yaklaşım ile; Denklem (4.1) ve



(4.2)'nin tüm istasyonlara uygulanması sonucu yukarıda belirtilen hatalardan özellikle verilerin kaydedilmesi ve çoğaltılması sırasında oluşların belirlenmesi mümkün olmaktadır.

### 4.3. L Momentler D İstatistiği (Uyumsuzluk Ölçütü)

Yukarıda tanımlanan değerlendirme verilerin kaydedilmesi ve çoğaltılması sırasında oluşan hataların belirlenmesinde etkili olmasına rağmen olayın stokastik yapısından kaynaklanan sapmaların belirlenmesinde yeterince etkin olamamaktadır. Bu amaçla; gözlem değerlerinin güvenilirliğinin belirlenmesi için daha detaylı bir analiz olan L-momentlere dayalı uyumsuzluk ölçütü ( $D$ ) istatistiği kullanılmıştır.

L-momentlerin teorisi ve kullanımı ile ilgili detaylı bilginin pek çok çalışmada ayrıntılı olarak verilmesi nedeniyle (Hosking, 1990; Stedinger ve diğ., 1993; Hosking ve Wallis, 1997). Bu çalışmada teorik detaylar özet bilgi halinde aşağıdaki gibi verilmiştir.

Greenwood ve diğ. (1979) tarafından geliştirilen olasılık ağırlıklı momentler yöntemi L-momentlerin doğrusal fonksiyonlarıdır ve aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$\beta_r = E \left[ x \{F(x)\}^r \right] \quad (4.3)$$

Burada,  $F(x)$ ,  $x$  değişkeni için kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonunu (KOYF),  $r$ , momentin mertebesini ( $r = 0,1,2,\dots,s$ ),  $s$ , maksimum mertebeyi,  $\beta_r$ ,  $r$ -ninci mertebeden olasılık ağırlıklı momenti göstermektedir.  $r$  değerinin sıfır olması durumunda ( $\beta_0$ ), Denklem (4.3) dağılımın ortalamasına eşit olmaktadır ( $\mu = E[x]$ ). Denklem (4.3) ayrıca aşağıdaki şekilde de ifade edilebilmektedir:

$$\beta_r = \int_0^1 x(F) F^r dF \quad (4.4)$$

Burada,  $x(F)$ ,  $F$  olasılığında değerlendirilen  $x$ 'in kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonunun tersini göstermektedir. Hosking (1990)'a göre,  $r$ -ninci mertebeden L-moment değerleri ( $\lambda_r$ ),  $r$ -ninci mertebeden olasılık ağırlıklı momentleri ile ( $\beta_r$ ) aşağıdaki şekilde bağlantılıdır.

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^r \beta_k (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} \quad (4.5)$$

Bu eşitliğe göre, ilk dört L-moment değerleri aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\lambda_1 = \beta_0 \quad (4.6)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (4.7)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (4.8)$$

$$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad (4.9)$$

Yukarıda hesaplanan ilk dört L-moment değeri ile L-değişkenlik ( $L-C_v$  veya  $\tau_2$ ), L-çarpıklık ( $L-C_s$  veya  $\tau_3$ ) ve L-basıklık ( $L-C_k$  veya  $\tau_4$ ) değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır (Hosking, 1990):

$$\tau_2 = L - C_v = \lambda_2 / \lambda_1 \quad (4.10)$$

$$\tau_3 = L - C_s = \lambda_3 / \lambda_2 \quad (4.11)$$

$$\tau_4 = L - C_k = \lambda_4 / \lambda_2 \quad (4.12)$$

Yukarıda belirtildiği gibi, yağış gözlem istasyonlarına ait standart süreli maksimum yağış değerlerinin genel gözlemlerden farklı değerlere sahip olup olmadıklarını belirlemek amacıyla ikinci yaklaşım olarak L-momentlere dayalı “düzensizlik (uyumsuzluk) ölçütü” ( $D$ ) istatistiği kullanılmıştır.

$D$  istatistiğini hesaplamak için  $i$  istasyonundaki L-moment oranları  $u_i$  vektörü

$u_i = [\tau_i, \tau_{3i}, \tau_{4i}]^T$  şeklinde oluşturulur (Hosking and Wallis, 1993).

Hosking and Wallis (1997) bu ölçütü aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır:

$$D_i = \frac{1}{3} (u_i - \bar{u})^T S^{-1} (u_i - \bar{u}) \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (4.13)$$

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N u_i \quad (4.14)$$

$$S = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (u_i - \bar{u})(u_i - \bar{u})^T \quad (4.15)$$

Denklem (4.13) – (4.15)'de,  $N$  istasyon sayısını,  $u_i$ , L-momentlerin vektörünü,  $\bar{u}$  grup ortalamasını,  $S$  örnek kovaryans matrisini göstermektedir. İstasyon sayısı 15'den fazla olan bir bölge içindeki bir istasyonda hesaplanan  $D_i$  değeri 3'den büyükse bu istasyon genellikle düzensiz olarak kabul edilir ve istasyona ait verilerde hata(lar) olduğu anlaşılır (Hosking and Wallis, 1993).

Denklem (4.3)-(4.15)'de tanımlanan çözüm yaklaşımı; her bir standart süre için çalışma bölgesindeki tüm istasyonlara eşzamanlı olarak uygulanmış ve standart süreler için verilerde düzensizlik bulunup bulunmadığı belirlenmiştir.

#### 4.4. Uygulama

Bu proje kapsamında; güvenilirliği düşük veya hatalı verilerin belirlenmesi için yukarıda tanımlanan iki farklı yaklaşım, çalışma bölgesinde yer alan 35 istasyona uygulanmış ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

##### 4.4.1. Eklenik Yağış Yüksekliği Analizi

Proje kapsamında DMİ'den sağlanan ve EK-A'da verilen standart süreli maksimum yağış gözlem verilerine; Denklem (4.1) ve (4.2)'de tanımlanan yaklaşım uygulanmış ve hatalı veya güvenilirliği düşük veriler belirlenerek sonuçlar APGR-02'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Sözkonusu analizin özeti 6. Ulusal Hidroloji Kongresi'nde sunulmuş ve Kongre Bildiriler Kitabı'nda basılmıştır. EYYA ile verilerdeki hatalar noktasal olarak belirlenebilmektedir. Diğer bir deyişle, herhangi bir istasyonun, herhangi bir yılının, herhangi bir standart süresine ait hatalı veya güvenilirliği düşük veri belirlenebilmektedir. EYYA sonuçları Tablo 4.2'de özetlenmiştir.

Tablo 4.2. EYYA ile belirlenen hatalı veya güvenilirliği düşük verilerin istasyonlara ve standart sürelerle göre dağılımı

İstasyon No	Gözlem Süresi (Yıl)	İstasyon Adı	Standart Süre (dakika)													
			5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	36	ACIPAYAM	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	18
2	45	AFYON	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
3	41	AKHİSAR	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	10
4	46	AYDIN	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	9	
5	39	AYVALIK	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	6	
6	39	BERGAMA	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	3	
7	41	BODRUM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
8	33	BOLVADİN	2	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	
9	42	BORNOVA	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3	
10	40	ÇEŞME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
11	13	DALAMAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
12	13	DEMİRCİ	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
13	47	DENİZLİ	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	9	
14	47	DİKİLİ	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	9	
15	38	DİNAR	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
16	41	EDREMİT	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
17	46	FETHİYE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
18	34	GEDİZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
19	37	GÜNEY	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	10	
20	68	İZMİR	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	11	
21	27	KEMALPAŞA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	16	
22	60	KÜTAHYA	2	1	-	-	-	1	-	-	-	2	-	1	18	
23	48	MANİSA	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	11	
24	40	MARMARİS	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	
25	41	MİLAS	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	8	
26	62	MUĞLA	-	1	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	17	
27	23	NAZİLLİ	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
28	37	ÖDEMİŞ	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
29	39	SALİHLİ	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9	
30	41	SELÇUK	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	9	
31	41	SİMAV	-	-	1	2	1	-	-	-	1	1	-	-	14	
32	29	SULTANHİSAR	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
33	37	TAVŞANLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
34	61	UŞAK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	
35	40	YATAĞAN	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	7	

Tablo 4.2'nin son sütunundan görüleceği gibi tüm istasyonların 24 saat standart süreli maksimum yağış gözlem verilerinde hatalar bulunmaktadır. Diğer standart sürelerde ise, bazı istasyonlarda hatalı veriler bulunmaktadır. Bu hataların özellikle 24 saatlik standart süre için tüm istasyonlarda görülmesi ve sıklığının yüksek olması dikkat çekicidir. Bu durumun; güneşli yağışların kayıtlarının tutulmasındaki hatalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hatalı veya güvenilirliği düşük verilerin tüm gözlem verisi içindeki oranları ise standart süreler göre Tablo 4.3’de verilmektedir.

Tablo 4.3. Hatalı veya güvenilirliği düşük verilerin standart süreler göre değişimi

	Standart Süre (dakika)														Tüm Veriler
	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440	
<b>HATALI VERİ SAYISI</b>	-	14	3	9	11	7	8	1	2	7	7	2	7	285	363
<b>TOPLAM VERİ SAYISI</b>	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	1412	19768
<b>HATALI VERİ ORANI (%)</b>	-	0.99	0.21	0.64	0.78	0.50	0.57	0.07	0.14	0.50	0.50	0.14	0.50	<b>20.18</b>	1.84

Tablo 4.3’den görüleceği gibi 24 saatlik (1440 dak) standart süreli verilerin % 20’den fazlası hatalı olup, bu hatalı değerler bazı istasyonlarda % 50-60 (Acıpayam, Kemalpaşa) gibi yüksek oranlara ulaşmaktadır.

Uzun süreli yağışların özellikle tarımsal amaçlı kullanımlar ve hazne boyutlandırılması için önemli olduğu dikkate alınarak, söz konusu hataların ya veri setinden çıkarılması ya da farklı tekniklerle düzeltilmesi gerekir. Söz konusu hatalı verilerin model performansına etkisi 6. Bölümde incelenmektedir.

#### 4.4.2. L-Momentler D Analizi

Bölüm 4.3’de ayrıntılı olarak açıklanan L-Momentler D analizi; her bir standart süre için çalışma bölgesindeki tüm istasyonlara uygulanmış ve standart süreler ait verilerde düzensizlik bulunup bulunmadığı belirlenmiştir. Bu analizler ayrıntılı olarak 108Y299-APGR-02’de verilmiş olup, ilgili analizlerin sonucu ise Tablo 4.4’de özetlenmiştir.

## 5. BÖLÜM

### VERİLERİN HOMOJENLİK ANALİZİ (H İstatistiği)

#### 5.1. Giriş

L-momentlere dayalı homojenlik testi son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir testtir (Hosking ve Wallis 1993, Castellarin ve diğ. 2001, Burn ve Goel 2000). Homojenlik testinde; örnekleme değişkenliğinden etkilenen homojen grupların simülasyonu sonucu, belirlenen L-moment oranlarının beklenen değerleri ile bölge içindeki istasyonların bölgesel L-moment oranları karşılaştırılmaktadır. Bu analizlerin tümü için Hosking (1997) tarafından geliştirilen ve <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments> internet adresinde verilen ve FORTRAN dilinde yazılmış olan “REGTST” isimli alt program düzenlenerek VBA ve MATLAB ortamına uyarlanmış ve bu bölümdeki tüm analizler bu program kullanılarak gerçekleştirilmiştir. “REGTST” alt program tarafından ilgili  $H$  istatistiği aşağıda verilen formülasyon kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$H_k = \frac{(V_k - \mu_v)}{\sigma_v} \quad k = 1,2,3 \quad (5.1)$$

burada,  $H_k$ , ilgili  $H$  istatistiği değerlerini,  $V_k$ , farklı L-moment oranlarına göre bölgesel veriden elde edilen ağırlıklı standart sapmayı,  $\mu_v$  ve  $\sigma_v$  ise  $V_k$  simülasyonlarının ortalama ve standart sapmasını ifade etmektedir.  $V_k$  değerleri Denklem (5.2) – (5.4)’e göre hesaplanmaktadır.

$$V_1 = \left\{ \sum_{i=1}^N n_i (t^{(i)} - t^R)^2 / \sum_{i=1}^N n_i \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (5.2)$$

$$V_2 = \sum_{i=1}^N \left\{ n_i \left[ (t^{(i)} - t^R)^2 + (t_3^{(i)} - t_3^R)^2 \right]^{0.5} \right\} / \sum_{i=1}^N n_i \quad (5.3)$$

$$V_3 = \frac{\sum_{i=1}^N \left\{ n_i \left[ \left( t_3^{(i)} - t_3^R \right)^2 + \left( t_4^{(i)} - t_4^R \right)^2 \right]^{0.5} \right\}}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (5.4)$$

Burada  $N$  bölge içindeki  $n_i$  veri uzunluğuna sahip  $i$  istasyon sayısını ifade etmektedir. Denklem (5.5)-(5.7)'deki  $t^R$ ,  $t_3^R$  ve  $t_4^R$  değerleri de aşağıda tanımlanan örnek L-moment oranlarının bölgesel ortalamasını ifade etmektedir.

$$t^R = \frac{\sum_{i=1}^N n_i t^{(i)}}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (5.5)$$

$$t_3^R = \frac{\sum_{i=1}^N n_i t_3^{(i)}}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (5.6)$$

$$t_4^R = \frac{\sum_{i=1}^N n_i t_4^{(i)}}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (5.7)$$

Hosking ve Wallis (1993) tarafından geliştirilen  $H$  istatistiğinde, bölgesel veri seti için 4 parametrelili Kappa dağılımına uyan sentetik seriler üretilir ve bu seriler bölgenin gerçek L-moment istatistikleri ile karşılaştırılır (Hosking and Wallis, 1993). Bu aşamada, L-değişkenlik istatistiğine göre  $H_1$ , L-değişkenlik ve L-çarpıklık istatistiklerine göre  $H_2$  ve L-çarpıklık ve L-basıklık istatistiklerine göre de  $H_3$  homojenlik istatistikleri tanımlanır. Eğer homojenlik istatistiğinin değeri 1 den küçükse ( $H < 1$ ) bölge kabul edilebilir ölçekte homojen, 1 ve 2 değerleri arasında ise ( $1 \leq H < 2$ ) olası olarak heterojen ve 2 den büyükse ( $H \geq 2$ ) kesin olarak heterojen olarak kabul edilir (Hosking ve Wallis (1993)).

Hatalı veya güvenilirliği düşük veriler önceki bölümde EYYA ve D analizi kullanılarak belirlenmişti. Bu bölümde ise; standart süreli maksimum yağış gözlem verilerinin noktasal ve/veya bölgesel olarak verilerin homojenlik kontrolü yapılacaktır. Diğer bir deyişle; aynı istasyondaki farklı standart süreler için ait gözlemler ile aynı standart süreli farklı istasyonlardaki gözlemlerin aynı toplumdaki gelip gelmedikleri kontrol edilecektir. Böylece; noktasal ve/veya bölgesel ölçekte homojenliği bozan veriler, ayıklanmak suretiyle homojen alt bölgeler oluşturulacaktır.

## 5.2. Noktasal Verilerin Homojenlik Analizi

Aynı istasyondaki farklı standart sürelerle ait yağış gözlem verilerinin, aynı topluma ait olup olmadıklarını test etmek amacıyla; yukarıda tanımlanan L-Momentler homojenlik analizi; çalışma alanındaki tüm istasyonlara uygulanmış ve analiz sonuçları ayrıntılı olarak 108Y299-APGR-02’de verilmiştir. İlgili analizlerin sonucu Tablo 5.1’de özetlenmiştir.

Tablo 5.1 Standart süreler için noktasal (istasyonların) homojenlik analizi sonuçları

İstasyon No	İstasyon Adı	H İstatistiği			
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	Sonuç
1	ACIPAYAM	0.64	-2.33	-2.41	HOMOJEN
2	AFYON	<b>5.50</b>	0.11	-1.79	<b>HETEROJEN</b>
3	AKHİSAR	-0.70	-0.83	-1.24	HOMOJEN
4	AYDIN	-0.49	-0.55	-1.06	HOMOJEN
5	AYVALIK	-1.58	-2.24	-2.14	HOMOJEN
6	BERGAMA	-2.15	-1.88	-0.93	HOMOJEN
7	BODRUM	-1.73	-2.36	-2.25	HOMOJEN
8	BOLVADİN	<b>2.88</b>	-0.44	-1.98	<b>HETEROJEN</b>
9	BORNOVA	-1.38	-2.14	-2.71	HOMOJEN
10	ÇEŞME	-0.31	-1.04	-1.55	HOMOJEN
11	DALAMAN	-2.49	-2.51	-2.42	HOMOJEN
12	DEMİRCİ	-1.84	-3.23	-2.80	HOMOJEN
13	DENİZLİ	0.60	-0.82	-0.27	HOMOJEN
14	DİKİLİ	0.14	-0.86	-1.69	HOMOJEN
15	DİNAR	<b>2.06</b>	-0.37	-1.27	<b>HETEROJEN</b>
16	EDREMİT	-0.22	-1.59	-0.03	HOMOJEN
17	FETHİYE	0.99	-0.52	-1.42	HOMOJEN
18	GEDİZ	-0.21	-1.94	-2.26	HOMOJEN
19	GÜNEY	<b>2.48</b>	-0.73	-1.28	<b>HETEROJEN</b>
20	İZMİR	-0.40	-0.84	-1.55	HOMOJEN
21	KEMALPAŞA	<b>2.95</b>	<b>1.80</b>	0.49	<b>HETEROJEN</b>
22	KÜTAHYA	<b>2.36</b>	-1.81	-2.53	<b>HETEROJEN</b>
23	MANİSA	-0.50	1.33	<b>1.84</b>	<b>HETEROJEN</b>
24	MARMARİS	-0.11	-0.90	-1.76	HOMOJEN
25	MİLAS	0.70	<b>1.54</b>	0.33	<b>HETEROJEN</b>
26	MUĞLA	0.40	-0.56	-0.93	HOMOJEN
27	NAZİLLİ	-1.09	-2.47	-2.32	HOMOJEN
28	ÖDEMİŞ	-1.05	-3.30	-3.62	HOMOJEN
29	SALİHLİ	0.75	-0.82	-0.46	HOMOJEN
30	SELÇUK	<b>2.32</b>	-0.66	-1.81	<b>HETEROJEN</b>
31	SİMAV	-1.37	-0.85	-0.86	HOMOJEN
32	SULTANHİSAR	-0.45	-0.89	-0.93	HOMOJEN
33	TAVŞANLI	-1.71	-1.33	-1.15	HOMOJEN
34	UŞAK	<b>3.77</b>	0.54	-0.16	<b>HETEROJEN</b>
35	YATAĞAN	-1.07	-2.29	-2.00	HOMOJEN

Tablo 5.1’den görüleceği gibi; Afyon, Bolvadin, Dinar, Güney, Kemalpaşa, Kütahya, Selçuk ve Uşak istasyonları  $H_1 \geq 2$  olduğu için farklı standart sürelerde oldukça heterojen bir davranış göstermektedir. Ayrıca, Kemalpaşa ve Milas istasyonu  $H_2 \geq 1$  ve Manisa istasyonu  $H_3 \geq 1$  olduğu için heterojen davranış göstermektedir. Bu istasyonlardan; Afyon, Dinar,



Selçuk ve Yatağan istasyonlarının verilerinde uyumsuzluk bulunduğu D istatistiği ile, Güney, Kemalpaşa ve Kütahya istasyonlarının özellikle 24 saat süreli verilerindeki hata oranının ise % 20-60 mertebesinde bulunduğu EYYA ile belirlenmiştir. Ayrıca; istasyonların tümünün 1440 dakikalık (24 saatlik) verilerinde hata(lar) bulunduğu EYYA ile önceki bölümde belirlenmiştir.

### 5.3. Bölgesel Verilerin Homojenlik Analizi

Aynı standart süreler için farklı istasyonlardaki yağış gözlem verilerinin, aynı topluma ait olup olmadıklarını test etmek için; L-Momentler homojenlik analizi; bölgesel ölçekte uygulanmış ve analiz sonuçları ayrıntılı olarak 108Y299-APGR-02’de verilmiştir. Söz konusu analiz sonuçları Tablo 5.2’de özetlenmiştir.

Tablo 5.2. Aynı standart süreler için bölgesel homojenlik analizi sonuçları

İstasyon No	H İstatistiği			Sonuç
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	
5	5.96	2.22	0.93	HETEROJEN
10	4.38	0.03	-0.95	HETEROJEN
15	3.79	0.12	-0.44	HETEROJEN
30	2.47	0.73	0.40	HETEROJEN
60	0.82	0.16	0.21	HOMOJEN
120	-0.30	-0.89	-0.43	HOMOJEN
180	-0.08	-0.68	-0.54	HOMOJEN
240	0.53	0.14	0.14	HOMOJEN
300	0.87	0.06	0.20	HOMOJEN
360	1.57	0.48	0.33	HETEROJEN OLABİLİR
480	2.15	1.04	0.49	HETEROJEN
720	2.98	2.10	1.16	HETEROJEN
1080	3.71	3.32	1.85	HETEROJEN
1440	0.21	-0.13	-0.97	HOMOJEN

Tablo 5.2’den görüleceği gibi; 5,10,15 ve 30 dakika gibi kısa süreli yağışların bölge ölçeğinde heterojen bir yapı gösterdiği, buna karşılık 60,120,180,240 ve 300 dakika gibi orta süreli yağışlar için homojen bir dağılım olduğu görülmektedir. Ayrıca 360 dakika ve daha uzun süreli yağışlar için de heterojen bir dağılım bulunduğu görülmektedir. Bu durumun kısa ve uzun süreli yağışların karakteri ile çalışma alanının büyüklüğü ve topoğrafik yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, verilerdeki hatalarının da bu durum üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 5.4. Standart süre için L-Momentler D analizi sonuçları ( $D \geq 3$  olan hücreler uyumsuzluk ölçütünü aştığı için kalın olarak gösterilmiştir)

İstasyon No	Gözlem Süresi (Yıl)	İstasyon Adı	Standart süre (Dakika)													
			5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	36	ACIPAYAM	1.4833	1.6491	1.1843	0.7609	1.8700	0.3504	0.1509	0.3134	0.2685	0.8844	0.2686	0.7622	0.3598	<b>3.6940</b>
2	45	AFYON	1.3521	0.9005	0.6178	1.2716	0.2235	1.0184	0.4728	0.8392	0.6353	0.6411	0.7210	1.4810	0.4602	<b>3.3655</b>
3	41	AKHİSAR	<b>3.0539</b>	0.1925	0.2138	1.5954	1.4082	1.5309	0.2217	0.1933	0.2460	0.4227	0.6208	0.8736	0.8910	2.5362
4	46	AYDIN	<b>3.6471</b>	1.2693	0.7951	0.6375	1.1825	1.0273	0.4316	0.2888	0.0550	0.5574	1.4347	0.3184	0.5434	1.8120
5	39	AYVALIK	1.4354	0.4881	0.3457	2.4353	0.2845	1.1329	0.7495	0.4701	0.4391	0.2405	0.2742	0.5289	2.5593	2.6164
6	39	BERGAMA	1.4437	0.8638	2.6215	0.9934	0.2800	0.2480	0.4118	0.7832	1.0009	0.8540	1.1469	0.3442	0.8210	2.1876
7	41	BODRUM	2.9572	1.0144	0.8129	0.6709	1.8068	1.2637	0.2962	0.5781	0.2491	0.4894	0.9923	1.4200	0.7757	0.6732
8	33	BOLVADİN	2.8536	2.2963	0.6504	1.5535	0.9566	0.4941	0.4164	0.3542	0.1752	0.2495	0.2329	1.0753	1.0286	1.6633
9	42	BORNOVA	2.2173	1.3737	0.9444	0.4691	0.0940	1.5551	0.3295	0.5681	0.2903	0.8540	0.6846	1.2140	1.6321	1.7738
10	40	ÇEŞME	2.4250	1.0121	1.2069	0.1896	0.3083	0.6317	1.0289	0.5186	0.3808	1.2296	0.6155	0.4449	0.4279	<b>3.5804</b>
11	13	DALAMAN	1.8776	1.8106	1.3047	1.3742	1.4092	0.5981	0.5685	0.2159	0.0303	0.3359	0.7300	1.9493	1.4715	0.3242
12	13	DEMİRCİ	2.7484	1.2073	0.2920	0.2325	1.3948	0.4420	0.7061	0.2427	0.1052	0.4787	0.5957	0.1938	1.4670	<b>3.8938</b>
13	47	DENİZLİ	1.2659	0.8908	0.6846	1.0918	1.7807	0.4419	1.2236	0.9517	0.8950	0.9875	0.2824	0.6345	0.8024	2.0673
14	47	DİKİLİ	1.9601	1.5669	0.8029	1.6811	0.5530	1.6430	0.8897	0.3966	0.5730	0.5252	0.3422	0.8689	1.5918	0.6058
15	38	DİNAR	1.3297	0.7420	0.8507	1.2107	0.9620	0.8502	0.8498	0.4798	0.1108	0.3228	0.4008	0.5604	1.5018	<b>3.8286</b>
16	41	EDREMİT	1.3210	1.4036	0.5473	1.0546	0.8270	0.3198	0.5210	0.5163	0.5383	0.3586	0.2450	1.3500	1.8982	<b>3.0992</b>
17	46	FETHİYE	0.8480	2.3398	1.8457	0.6231	0.5707	0.4266	0.4451	0.4992	0.5377	0.3883	0.8741	0.4195	1.4784	2.7038
18	34	GEDİZ	0.7463	1.3174	1.5260	0.8636	1.0197	0.5035	0.4529	0.5856	0.7474	0.6501	0.4843	1.6261	0.7870	2.6899
19	37	GÜNEY	2.9287	1.3976	0.5146	0.9999	1.3253	0.8702	0.6642	0.4584	0.1227	0.2887	0.5289	1.5901	0.2448	2.0658
20	68	İZMİR	0.2145	0.1217	0.4433	0.9443	1.9197	0.8477	0.2930	0.5864	0.1955	0.6069	0.6787	0.7056	2.7779	<b>3.6649</b>
21	27	KEMALPAŞA	0.5235	1.1594	2.2543	1.0743	0.1635	0.6416	0.8716	0.9016	0.5041	0.4060	0.5377	0.8904	1.4427	2.6293
22	60	KÜTAHYA	1.4479	1.1452	2.8199	0.5726	0.3676	2.5855	0.2084	0.1733	0.3810	0.2638	0.4432	0.3169	1.3874	1.8871
23	48	MANİSA	0.1772	0.3381	0.9130	2.0480	0.3427	0.3692	0.6114	0.8543	0.6566	0.6361	0.6634	1.5929	1.2896	<b>3.5075</b>
24	40	MARMARİS	1.4691	1.5965	0.6976	0.6774	0.8199	0.2354	0.9696	1.0241	0.6215	1.0545	1.1406	1.8633	1.1730	0.6574
25	41	MİLAS	1.0009	2.3046	0.5424	1.0182	1.4299	0.5147	0.1211	0.2012	0.5610	0.3829	0.5123	1.0634	0.4858	<b>3.8616</b>
26	62	MUĞLA	0.5317	0.7410	0.8132	0.6086	0.9890	0.6540	0.2834	0.6010	0.9434	0.3835	0.2712	0.6959	<b>3.0949</b>	<b>3.3891</b>
27	23	NAZİLLİ	2.2733	0.8619	0.5076	1.9667	1.4762	1.4113	0.1426	0.2273	0.4768	0.7684	0.5856	0.7611	1.5117	1.0294
28	37	ÖDEMİŞ	0.7664	0.1427	0.5080	0.6583	2.5096	0.3008	0.1226	0.4644	1.2206	0.6839	0.3934	0.7571	2.2273	<b>3.2449</b>
29	39	SALİHLİ	1.4812	1.1623	0.3018	0.2882	2.1468	0.9054	0.2370	0.2317	0.2580	1.3163	0.9534	0.8307	1.2647	2.6227
30	41	SELÇUK	2.0585	0.4514	0.7872	0.6950	1.2277	1.6621	0.2285	0.2246	0.2472	0.2533	0.4068	0.7756	0.9412	<b>4.0409</b>
31	41	SİMAV	2.3333	1.1211	0.5921	1.2017	1.2483	1.0438	0.9759	0.1542	0.0777	0.5122	1.4216	0.9466	1.4553	0.9162
32	29	SULTANHİSAR	<b>3.0618</b>	0.8094	0.6094	0.3828	0.6312	0.8799	0.7211	0.7727	1.0379	0.7960	0.4374	0.7626	1.1257	1.9720
33	37	TAVŞANLI	2.1141	0.5866	1.0660	0.8359	0.6312	0.9137	0.6972	0.5525	0.2143	0.1271	0.2388	0.9368	2.2944	2.7913
34	61	UŞAK	2.2168	0.4099	0.1471	1.5987	1.5666	0.7690	0.2369	0.1464	0.0646	0.3732	0.3297	0.9931	1.9597	<b>3.1883</b>
35	40	YATAĞAN	<b>3.3967</b>	0.2515	0.4376	1.2059	0.9847	0.7308	0.5288	0.3411	0.3584	0.1744	0.9456	0.7865	1.4586	2.3994

Tablo 5.4'den görüleceği gibi özellikle 24 saatlik (1440 dakika) verilerde uyumsuzluk ölçütü sınır değerinin aşıldığı görülmektedir. Ayrıca; 1080 dakika için Muğla ve 5 dakikalık gözlemler için Akhisar, Aydın, Sultanhisar ve Yatağan istasyonlarında uyumsuzluk ölçütü sınır değerinin aşıldığı görülmektedir.

EYYA ile veri setindeki hatalar noktasal olarak belirlenebilirken, D Analizi ile veri setindeki uyumsuzluk gösteren standart süreler belirlenebilmektedir. Diğer bir deyişle; EYYA hangi istasyonun, hangi yıla ait, standart süreli gözlem verisinde hata bulunduğunu belirlerken, D analizi hangi istasyonun hangi standart süreli gözlem grubunda hata bulunduğunu göstermektedir. Eğer, ilgili istasyonun hatalı veri sayısı, genel eğilimi değiştirmeyecek kadar az ise bu durum; D analizinde gözükmemektedir.

EYYA ile hata belirlenirken veriler arasındaki nicelik ilişkisi kullanılırken D analizinde verilerin stokastik yapısı analiz edilmektedir. Bu nedenle; her iki analizin birbirlerini tamamlayıcı olarak kullanılmalrı önerilmektedir.

## 6. BÖLÜM

# GÜVENİRLİĞİ DÜŞÜK VEYA HATALI VERİLERİN HOMOJENLİK TESTİNE ETKİSİ

Bu bölümde D uyumsuzluk ölçütü sınır değerini aştığı için güvenirliliği düşük veya EYYA ile hatalı olduğu belirlenen gözlemler ile standart yağış sürelerine göre heterojen davranış gösteren istasyon verilerinin noktasal ve bölgesel homojenlik testlerine olan etkisi incelenmiştir.

### 6.1. D Uyumsuzluk Ölçütü Sınır Değerlerini Aşan Gözlemlerin Bölgesel H İstatistiğine Olan Etkisi

D analizi sonucu uyumsuzluk ölçütü sınır değerlerini aşan ve Tablo 5.4’ de verilen 5 dakika standart süreli Akhisar, Aydın, Sultanhisar, Yatağan ile 1080 dakika süreli Muğla ve 1440 dakika süreli Acıpayam, Afyon, Çeşme, Demirci, Dinar, Edremit, İzmir, Manisa, Milas, Muğla, Ödemiş, Selçuk ve Uşak istasyonlarının verileri, analizden çıkarılarak; tüm standart süreler için H istatistiği tekrarlanmış ve sonuçları ayrıntılı olarak 108Y299-APGR-02’de verilmiş olup, bu analizlerin sonucu Tablo 6.1 de özetlenmiştir.

Tablo 6.1  $D \geq 3$  olan gözlemler veri setinden çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları

Standart Süre (dak)	H İstatistiği			
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	Sonuç
5	<b>5.08</b>	<b>1.04</b>	-0.2	<b>HETEROJEN</b>
10	<b>4.38</b>	0.03	-0.95	<b>HETEROJEN</b>
15	<b>3.79</b>	0.12	-0.44	<b>HETEROJEN</b>
30	<b>2.47</b>	0.73	0.4	<b>HETEROJEN</b>
60	0.82	0.16	0.21	HOMOJEN
120	-0.3	-0.89	-0.43	HOMOJEN
180	-0.08	-0.68	-0.54	HOMOJEN
240	0.53	0.14	0.14	HOMOJEN
300	0.87	0.06	0.2	HOMOJEN
360	<b>1.57</b>	0.48	0.33	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
480	<b>2.15</b>	<b>1.04</b>	0.49	<b>HETEROJEN</b>
720	<b>2.98</b>	<b>2.10</b>	<b>1.16</b>	<b>HETEROJEN</b>
1080	<b>3.71</b>	<b>2.89</b>	<b>1.40</b>	<b>HETEROJEN</b>
1440	-1.04	-1.41	-1.77	HOMOJEN

Tablo 5.2 ve 6.1'in ilk ve son iki satırı karşılaştırıldığında; uyumsuzluk ölçütü sınır değerlerini aşan gözlemlerin analiz dışında tutulmasının genel davranışı değiştirmedeği ancak, H istatistiğinde kısmi bir iyileşmeye sebep olduğu görülmektedir.

## **6.2. EYYA ile Güvenirliği Düşük veya Hatalı Olarak Belirlenen Gözlemlerin Noktasal H İstatistiğine Olan Etkisi**

D analizi uyumsuzluk ölçütü sınır değerini aşan verilerin analizden çıkarılmasının; bölgesel heterojenliği azalttığı yukarıda gösterilmişti. Bu nedenle; gerek D analizi sonucu sınır değerin yoğun olarak aşıldığı, gerekse EYYA ile gözlem değerlerinin tümünde hatalar bulunduğu belirlenen 1440 dakika süreli yağış gözlem verileri analiz dışında tutularak, istasyonların homojenlik analizi tekrarlanmış ve detaylı analiz EK-G' de verilmiştir. İlgili analizlerin sonuçları Tablo 6.2'de özetlenmiştir.

Tablo 5.1 ve Tablo 6.2 karşılaştırıldığında tüm istasyonların H istatistiğinde belirgin bir iyileşme görülmüş, Uşak istasyonunun verileri homojen hale gelmiştir. Veri güvenirliği düşük olan 1440 dakikalık gözlemler analiz dışında tutulduğunda; verilerdeki heterojenlik belirgin olarak azalmasına rağmen, Uşak istasyonu hariç yukarıda belirtilen istasyonların standart sürelerle göre heterojenliğinin devam ettiği görülmüştür. Bu istasyonlardan; Afyon, Dinar, Selçuk istasyonlarının verilerinde uyumsuzluk bulunduğu D istatistiği ile, Güney, Kemalpaşa ve Kütahya istasyonlarının özellikle 24 saat süreli verilerindeki hata oranının ise % 20-60 mertebesinde bulunduğu EYYA ile önceki bölümde belirlenmişti.

Tablo 6.2 1440 dakikalık veriler analiz dışında tutulduğunda istasyonların homojenlik testi sonuçları

İstasyon No	İstasyon Adı	H istatistiği			Sonuç
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	
1	ACIPAYAM	-2.21	-2.93	-2.58	HOMOJEN
2	AFYON	<b>4.95</b>	-0.17	-2.04	<b>HETEROJEN</b>
3	AKHİSAR	-1.49	-0.85	-1.03	HOMOJEN
4	AYDIN	-0.96	-1.07	-1.35	HOMOJEN
5	AYVALIK	-2.42	-2.33	-2.07	HOMOJEN
6	BERGAMA	-2.02	-2.28	-1.08	HOMOJEN
7	BODRUM	-1.54	-2.08	-2.05	HOMOJEN
8	BOLVADİN	<b>2.16</b>	-0.64	-2.00	<b>HETEROJEN</b>
9	BORNOVA	-1.36	-2.41	-2.89	HOMOJEN
10	ÇEŞME	-1.39	-1.36	-1.59	HOMOJEN
11	DALAMAN	-2.33	-2.30	-2.20	HOMOJEN
12	DEMİRCİ	-2.59	-3.84	-3.26	HOMOJEN
13	DENİZLİ	0.21	-0.80	-0.16	HOMOJEN
14	DİKİLİ	0.01	-0.82	-1.56	HOMOJEN
15	DİNAR	<b>1.34</b>	-1.25	-1.93	<b>HETEROJEN</b>
16	EDREMİT	-1.32	-1.59	0.21	HOMOJEN
17	FETHİYE	0.94	-0.62	-1.52	HOMOJEN
18	GEDİZ	-0.92	-2.52	-2.74	HOMOJEN
19	GÜNEY	<b>1.52</b>	-1.05	-1.36	<b>HETEROJEN</b>
20	İZMİR	-1.31	-0.86	-1.48	HOMOJEN
21	KEMALPAŞA	<b>2.27</b>	<b>1.76</b>	0.88	<b>HETEROJEN</b>
22	KÜTAHYA	<b>1.75</b>	-1.88	-2.50	<b>HETEROJEN</b>
23	MANİSA	-0.43	-0.09	0.51	HOMOJEN
24	MARMARİS	0.00	-0.66	-1.50	HOMOJEN
25	MİLAS	-1.08	<b>1.21</b>	0.31	HOMOJEN
26	MUĞLA	-1.39	-0.64	-1.28	HOMOJEN
27	NAZİLLİ	-1.08	-2.51	-2.30	HOMOJEN
28	ÖDEMİŞ	-1.90	-3.80	-3.89	HOMOJEN
29	SALİHLİ	-0.41	-0.97	-0.29	HOMOJEN
30	SELÇUK	<b>2.30</b>	-1.05	-2.10	<b>HETEROJEN</b>
31	SİMAV	-1.49	-0.93	-0.90	HOMOJEN
32	SULTANHİSAR	-1.35	-0.93	-0.64	HOMOJEN
33	TAVŞANLI	-2.27	-1.61	-1.32	HOMOJEN
34	UŞAK	0.01	-0.25	-0.50	HOMOJEN
35	YATAĞAN	-1.84	-2.26	-1.75	HOMOJEN

### 6.3. Verileri Heterojen Olan İstasyonların D Ve H İstatistiğine Olan Etkisi

Tablo 5.1’de standart sürelerle göre heterojen davranış gösteren istasyonların, bölgesel homojenlik üzerindeki etkisini incelemek için ilgili Tablo’da verilen 10 istasyon veri setinden çıkarılmak suretiyle bölgesel homojenlik analizi tekrarlanmış ve sonuçlar Tablo 6.3’de özetlenmiştir.

Tablo 6.2’den görüleceği gibi; Afyon, Bolvadin, Dinar, Güney, Kemalpaşa, Kütahya, Selçuk ve Uşak istasyonları  $H_1 \geq 2$  olduğu için bu istasyonların farklı standart süreler için verileri oldukça heterojen bir yapı göstermektedir. Ayrıca, Milas istasyonu  $H_2 \geq 1$  ve Manisa istasyonu  $H_3 \geq 1$  olduğu için heterojen davranış göstermektedir.

Tablo 6.3 Standart süreler için heterojen olan istasyonlar çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları

Standart Süre (dak)	H İstatistiği			Sonuç
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	
5	<b>4.16</b>	<b>2.14</b>	<b>1.35</b>	<b>HETEROJEN</b>
10	<b>2.74</b>	-0.30	-1.09	<b>HETEROJEN</b>
15	<b>2.56</b>	-0.35	-0.68	<b>HETEROJEN</b>
30	<b>1.34</b>	-0.23	-0.62	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
60	0.62	0.10	-0.18	HOMOJEN
120	-0.12	-0.78	-0.99	HOMOJEN
180	0.11	-0.11	-0.12	HOMOJEN
240	0.02	0.06	0.21	HOMOJEN
300	-0.07	-0.34	-0.08	HOMOJEN
360	0.39	-0.10	-0.08	HOMOJEN
480	0.86	0.86	0.43	HOMOJEN
720	<b>1.05</b>	<b>1.61</b>	0.95	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
1080	<b>1.68</b>	<b>2.68</b>	<b>1.78</b>	<b>HETEROJEN</b>
1440	-0.35	-0.79	-1.38	HOMOJEN

Tablo 6.3’den görüleceği gibi heterojen istasyonlar veri setinden çıkarıldığında; standart süreler için bölgesel homojenlik testlerinde belirgin bir iyileşme görülmüş, 5,10,15 dakika gibi kısa süreli yağışlar ve 1080 dakika dışında heterojen davranış görülmemiştir. 30 ve 720 dakika süreli olası heterojen ve 1080 dakika süreli heterojen istasyonların da, verilerdeki hatalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca; heterojen istasyonlar veri setinden çıkarılarak, D analizi tekrarlanmış ve sonuçlar Tablo 6.4’de özetlenmiştir.

Tablo 6.4. Standart süreler gere heterojen olduğu belirlenen istasyonlar analizden çıkarıldığında  $D \geq 3$  olan veriler

İstasyon No	Gözlem Süresi (Yıl)	İstasyon Adı	Standart süre (Dakika)													
			5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	36	ACIPAYAM	0.3984	0.8896	0.7535	0.6111	1.3644	1.1834	0.6667	0.1362	0.0311	0.0840	0.0609	0.4837	0.1336	2.6687
2	41	AKHİSAR	1.7153	1.0963	1.3742	1.4140	1.4051	1.0087	0.5053	0.4067	0.4102	0.3355	0.3794	0.5648	0.5907	1.2687
3	46	AYDIN	0.5949	1.5112	1.0908	0.4209	0.4102	0.7330	0.3154	0.2867	0.2073	0.1576	0.1470	0.5814	0.3185	0.2488
4	39	AYVALIK	0.1801	0.2148	0.1433	0.7224	0.1740	0.5772	0.8915	1.0276	1.0454	1.0084	0.8049	0.5615	0.6236	0.5579
5	39	BERGAMA	0.9728	1.2029	2.0774	0.6082	1.0059	1.6254	2.0847	2.3589	2.3451	2.4244	1.9811	1.8468	2.2832	2.2559
6	41	BODRUM	1.8981	2.0448	1.9440	2.4995	1.5216	1.3154	2.0562	2.3403	1.7361	1.4283	1.3980	1.2291	1.8906	0.3904
7	42	BORNOVA	0.1791	0.2197	0.3969	0.3126	0.9976	1.3032	0.7851	0.8034	0.8182	1.2912	1.2286	0.2794	0.4498	0.5834
8	40	ÇEŞME	0.5360	0.7493	0.7664	0.8396	1.0335	2.4658	2.5619	1.7335	1.0352	0.8399	0.8941	1.0678	0.7640	0.9934
9	13	DALAMAN	2.6099	1.9584	1.0460	0.7958	1.7915	2.9741	<b>3.6946</b>	2.5064	1.9403	1.6472	1.5310	1.8391	1.0926	<b>3.1106</b>
10	13	DEMİRCİ	2.9978	1.2000	0.9332	1.0910	1.0413	0.2227	0.1596	0.2311	0.3937	0.3756	0.4336	0.1732	0.9440	1.7048
11	47	DENİZLİ	0.3060	0.4107	0.5855	1.3105	1.2008	0.3870	1.0209	1.7007	1.9582	1.7968	1.2158	1.0147	1.0759	0.3502
12	47	DİKİLİ	0.5703	1.0238	0.7533	1.2786	0.8096	0.9057	0.5959	0.4017	0.1833	0.1521	0.1777	0.4068	0.5330	0.1313
13	41	EDREMİT	0.7821	1.4488	0.4901	0.0915	0.6097	1.3967	2.0567	1.4575	1.3743	1.1973	0.8685	1.5124	1.5895	0.6642
14	46	FETHİYE	0.6462	2.0769	<b>3.7942</b>	<b>3.0453</b>	1.0011	0.1924	0.1950	0.3933	0.3294	0.3170	1.1296	1.1622	2.3364	0.3450
15	34	GEDİZ	1.0999	1.0383	1.3217	1.0639	1.3902	1.0200	0.6670	0.6928	0.7216	0.4916	0.7075	0.9371	0.7156	1.3252
16	68	İZMİR	0.3949	0.4377	0.4385	0.7782	0.4328	0.0322	0.0867	0.5681	0.4614	0.7025	0.9516	0.9180	0.6170	0.2712
17	40	MARMARİS	1.8747	1.4437	1.7297	1.0574	0.5843	0.6795	0.9327	1.3803	2.1400	2.6268	2.4710	1.7339	2.0218	2.6907
18	62	MUĞLA	0.5152	0.4457	0.9927	1.0378	0.6875	0.6110	0.5088	0.7483	0.8243	0.5258	0.6393	0.9435	0.7133	1.2417
19	23	NAZİLLİ	0.1783	0.4137	1.1509	1.6362	1.6056	0.6717	0.0679	0.2067	0.5465	0.8655	0.4689	0.3416	0.4040	0.4123
20	37	ÖDEMİŞ	0.0973	0.1907	0.0195	0.2770	0.4321	0.5449	0.2888	0.4048	0.6025	0.5040	0.5333	0.6808	0.5704	0.6661
21	39	SALİHLİ	0.4785	0.3458	0.2547	0.1931	0.6584	0.1372	0.1837	0.5007	0.5697	0.8502	1.2811	1.3260	0.9122	1.4860
22	41	SİMAV	1.5545	2.2784	1.2621	1.7973	0.8692	0.4957	0.4564	0.0396	0.1134	0.1854	0.1415	0.4500	0.4179	0.2824
23	29	SULTANHİSAR	1.4194	0.2646	0.1467	0.6785	1.3216	0.7698	1.0306	1.6962	2.2400	2.3402	2.0973	1.7545	1.5870	0.1539
24	37	TAVŞANLI	0.9338	1.4988	1.3343	1.3798	2.4652	<b>3.6010</b>	<b>3.0602</b>	2.8566	2.8388	2.7593	2.9285	2.5538	1.9349	1.0274
25	40	YATAĞAN	2.0666	0.5954	0.2005	0.0598	0.1869	0.1465	0.1278	0.1221	0.1339	0.0934	0.5298	0.6380	0.4806	0.1699



Tablo 6.4'den görüleceği gibi heterojen istasyonlar veri setinden çıkarıldığında; bu defa; Dalaman, Fethiye ve Tavşanlı istasyonlarının verileri D analizi uyumsuzluk ölçütü sınır değerini aşmıştır. Yukarıda belirtilen 10 istasyona ek olarak belirtilen istasyonlar da veri setinden çıkarılarak bölgesel homojenlik analizi tekrarlanmış ve sonuçlar Tablo 6.5'de özetlenmiştir.

Tablo 6.5 Heterojen istasyonlar ve Tablo 6.4'de  $D \geq 3$  olan istasyonlar veri setinden çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları

Standart Süre (dak)	H İstatistiği			SONUÇ
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>1</sub>	
5	<b>3.88</b>	<b>1.99</b>	<b>1.46</b>	<b>HETEROJEN</b>
10	<b>1.85</b>	<b>-1.25</b>	<b>-1.91</b>	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
15	<b>1.50</b>	<b>-1.32</b>	<b>-1.44</b>	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
30	0.63	-0.78	-0.97	HOMOJEN
60	0.28	-0.50	-0.72	HOMOJEN
120	-0.52	-1.38	-1.51	HOMOJEN
180	-0.05	-0.78	-0.75	HOMOJEN
240	-0.08	-0.61	-0.39	HOMOJEN
300	-0.12	-0.80	-0.41	HOMOJEN
360	0.41	-0.61	-0.48	HOMOJEN
480	<b>1.13</b>	0.49	0.05	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
720	<b>1.33</b>	<b>1.14</b>	0.52	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
1080	<b>2.09</b>	<b>2.30</b>	<b>1.31</b>	<b>HETEROJEN</b>
1440	-0.22	-0.75	-1.40	HOMOJEN

Tablo 6.3 ve 6.5'in birlikte değerlendirilmesinden görüleceği gibi heterojenlik sınır ölçütünü geçen istasyonların verilerinin, analizden çıkarılması sonucu; bölgesel homojenlik testlerinde belirgin bir iyileşme görülmüş, 5 dakika dışında kısa süreli yağışlar için heterojen davranış görülmemiştir. Diğer süreler için elde edilen olası heterojen ve 1080 dakika süreli heterojen dağılımın ise kısa süreli yağışların özelliği ile verilerdeki hatalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Söz konusu işlemler benzer şekilde, ardışık olarak tüm istasyonlar ve standart süreler için  $D \leq 3$  oluncaya kadar tekrarlanmış ve D analizi sonuçları sırasıyla; Tablo 6.6-6.7'de; H analizi sonuçları ise Tablo 6.8 de özetlenmiştir. Tablo 6.7'den görüleceği gibi heterojenlik sınır ölçütünü aşan istasyonlar atıldığında analize katılan istasyon sayısı 20'ye düşmüştür. Söz konusu; istasyonların tüm standart süreleri için  $D \leq 3$  koşulu sağlanmıştır.

Tablo 6.6. Tablo 6.4’de heterojenlik sınır ölçütünü aşan istasyonlar analizden çıkarıldığında  $D \geq 3$  olan veriler

İstasyon No	Gözlem Süresi (Yıl)	İstasyon Adı	Standart süre (Dakika)													
			5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	36	ACIPAYAM	0.5772	0.9800	0.9015	0.5288	1.2536	1.0106	0.5643	0.1189	0.0341	0.0933	0.0420	0.4291	0.0875	2.4606
2	41	AKHİSAR	1.7447	1.4850	2.0141	1.7704	2.0938	1.8089	0.8334	0.6453	0.6344	0.4501	0.4941	0.5893	0.6236	1.4087
3	46	AYDIN	0.8717	1.4200	1.1869	0.4852	0.5731	0.9852	0.4741	0.4087	0.2709	0.2204	0.1937	0.8122	0.4709	0.2806
4	39	AYVALIK	0.2237	0.2316	0.2060	0.7963	0.2504	0.9941	1.2801	1.3479	1.3999	1.2161	0.9447	0.5860	0.7217	0.5245
5	39	BERGAMA	1.0425	1.1485	1.9581	0.6869	0.9698	1.5975	1.8295	2.2404	2.3209	2.1273	1.8534	1.9713	2.9154	2.4814
6	41	BODRUM	1.9170	1.8559	1.7962	2.2739	1.4464	1.2990	2.3112	2.3445	1.6258	1.3777	1.5443	1.2259	1.7509	0.3895
7	42	BORNOVA	0.2165	0.2780	0.8259	0.4912	1.3811	1.7395	1.0072	0.9422	1.0976	1.5204	1.6113	0.3316	0.3988	0.5975
8	40	ÇEŞME	0.8170	1.1306	0.8837	0.9495	1.1100	2.2500	2.3409	1.6917	1.1574	0.9986	1.0235	1.1373	0.8594	0.9134
9	13	DEMİRCİ	2.6757	1.6946	1.0236	0.9219	0.9490	0.2437	0.3645	0.4426	0.4890	0.4577	0.5288	0.2269	1.0546	1.7902
10	47	DENİZLİ	0.3165	0.5101	0.6744	1.2483	1.0677	0.6152	1.4356	1.9015	1.9920	1.8174	1.5352	1.1561	1.3294	0.3688
11	47	DİKİLİ	0.7866	1.0768	0.6489	1.2675	0.7774	1.0233	0.6309	0.4115	0.1454	0.2092	0.2230	0.3691	0.4683	0.2040
12	41	EDREMİT	0.9876	1.3292	0.8985	0.2150	0.8221	1.5175	2.0928	1.3455	1.2576	1.2010	1.0821	2.3170	1.8665	0.6689
13	34	GEDİZ	1.1931	1.0038	1.9593	1.5718	1.6855	1.5906	1.1478	0.9980	0.9181	0.6309	0.8159	0.9526	0.6464	1.2598
14	68	İZMİR	0.4039	0.4554	0.4448	0.7952	0.4271	0.0388	0.0911	0.6472	0.5048	0.6980	1.3172	1.5410	1.0354	0.2403
15	40	MARMARİS	1.8029	1.3262	1.6013	1.1504	0.5032	0.7057	1.5524	2.0073	2.8269	<b>3.3951</b>	<b>3.1880</b>	2.4190	2.6854	2.9167
16	62	MUĞLA	0.4458	0.4722	0.9180	0.8906	0.6433	0.6871	0.9378	1.0347	0.9108	0.6361	0.7846	0.9884	0.7096	1.4415
17	23	NAZİLLİ	0.2074	0.4179	1.1469	1.9051	2.0177	0.7865	0.0330	0.1611	0.4636	0.7375	0.3837	0.3997	0.5419	0.6413
18	37	ÖDEMİŞ	0.1096	0.2381	0.0693	0.4748	0.4242	1.0099	0.7062	0.6684	0.8077	0.6165	0.7109	0.7626	0.5924	0.9972
19	39	SALİHLİ	0.4509	0.3348	0.2560	0.3053	0.7335	0.2462	0.2376	0.4998	0.5271	0.7270	1.2205	1.2119	0.7997	1.4807
20	41	SİMAV	1.6738	<b>3.5532</b>	1.9263	2.0636	0.8199	0.4768	0.4629	0.0153	0.1056	0.1715	0.1027	0.4256	0.3981	0.4741
21	29	SULTANHİSAR	1.6082	0.3785	0.3856	1.1391	1.7352	1.0677	1.3876	2.0166	2.4128	2.6413	1.9508	1.5942	1.4774	0.3075
22	40	YATAĞAN	1.9273	0.6797	0.2749	0.0695	0.3161	0.3062	0.2792	0.1107	0.0974	0.0570	0.4496	0.5532	0.5667	0.1527

Tablo 6.7. Tablo 6.5’de heterojenlik sınır ölçütünü aşan istasyonlar analizden çıkarıldığında  $D \geq 3$  olan veriler

İstasyon No	Gözlem Süresi (Yıl)	İstasyon Adı	Standart süre (Dakika)													
			5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	36	ACIPAYAM	0.5516	1.2908	0.7904	0.5016	1.1989	0.9012	0.4882	0.1575	0.0978	0.2594	0.1400	0.7556	0.1125	2.8614
2	41	AKHİSAR	1.9266	2.4107	2.5132	2.0579	1.9502	1.7073	0.8608	0.6675	0.6708	0.4047	0.4302	0.5073	0.5862	1.9093
3	46	AYDIN	0.8853	1.3061	1.2873	0.6656	0.6336	1.0094	0.5410	0.5224	0.3601	0.5421	0.4271	0.8158	0.5244	0.2420
4	39	AYVALIK	0.3061	0.4417	0.2885	0.7757	0.2057	0.8892	1.1495	1.2311	1.3661	1.1912	0.9587	0.5157	0.6408	0.8621
5	39	BERGAMA	1.2504	1.1688	1.7996	0.7418	1.0814	1.7722	1.8777	2.0436	2.2050	1.9453	1.6895	1.7773	2.6621	2.6059
6	41	BODRUM	2.0443	2.2785	2.2052	2.3873	1.6494	1.4057	2.3551	2.4952	1.7917	1.3212	1.3891	1.1339	1.6878	0.3412
7	42	BORNOVA	0.1749	0.2614	0.9385	0.5159	1.3003	1.7174	1.0000	0.8737	1.1789	2.0048	2.0418	0.2736	0.4688	0.5968
8	40	ÇEŞME	0.7912	1.2916	0.9437	0.9173	1.0199	2.0938	2.1792	1.6462	1.1875	0.9911	0.9393	1.0188	0.8146	1.0679
9	13	DEMİRCİ	2.8962	2.1890	1.0507	0.9160	0.8407	0.2029	0.3637	0.4360	0.4826	0.4030	0.4807	0.1784	1.1533	1.7157
10	47	DENİZLİ	0.3102	0.4736	0.6491	1.2171	0.9712	0.5312	1.5997	1.8672	1.7932	1.6241	1.3687	1.0217	1.1941	0.3780
11	47	DİKİLİ	0.8208	1.1157	0.9141	1.3407	0.7665	0.9355	0.5528	0.3609	0.1452	0.1818	0.1924	0.3416	0.4716	0.1933
12	41	EDREMİT	0.9881	1.1914	0.8353	0.2466	0.7226	1.3593	1.9115	1.2879	1.2752	1.1096	0.9823	2.5698	2.4042	0.6804
13	34	GEDİZ	1.6801	1.2872	2.4429	1.8355	1.5161	1.5701	1.4629	1.4682	1.6339	1.3124	1.4938	1.3875	0.7209	1.1424
14	68	İZMİR	0.6453	0.8433	0.4877	1.1065	0.4956	0.0489	0.1391	0.5841	0.4598	0.7244	1.7018	1.9000	1.1636	0.1997
15	62	MUĞLA	0.3818	0.4267	0.8077	0.8124	0.5629	0.5992	0.9324	0.9936	0.8159	0.5780	0.7132	0.9039	0.7917	1.3397
16	23	NAZİLLİ	0.1845	0.3663	1.1366	1.8903	1.9763	0.8068	0.0411	0.1550	0.5392	0.9804	0.6030	0.7215	1.0052	1.0232
17	37	ÖDEMİŞ	0.1181	0.2131	0.0415	0.5005	0.3748	0.9466	0.7180	0.6437	0.8405	0.5673	0.6352	0.6801	0.5799	0.9470
18	39	SALİHLİ	0.5100	0.3770	0.2825	0.3841	0.8977	0.2432	0.1917	0.4345	0.4633	0.8150	1.2334	1.2450	0.7587	1.3986
19	29	SULTANHİSAR	1.7953	0.4339	0.3477	1.1474	1.5636	0.9788	1.3596	2.0398	2.5885	2.8717	1.8245	1.4246	1.4461	0.3752
20	40	YATAĞAN	1.7391	0.6332	0.2377	0.0397	0.2724	0.2813	0.2759	0.0920	0.1047	0.1726	0.7553	0.8279	0.8138	0.1200

Tablo 6.8 Heterojen istasyonlar ile Tablo 6.4 ve 6.6 da heterojenlik ölçütü sınır değerini aşan ( $D \geq 3$ ) istasyonlar veri setinden çıkarıldıktan sonra bölgesel homojenlik testi sonuçları

Standart Süre (dak)	H İstatistiği			SONUÇ
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	
5	<b>3.37</b>	<b>1.48</b>	<b>0.98</b>	<b>HETEROJEN</b>
10	<b>1.61</b>	-2.09	-2.52	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
15	<b>1.48</b>	-1.86	-1.77	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
30	0.77	-1.03	-1.27	HOMOJEN
60	0.52	-0.18	-0.54	HOMOJEN
120	-0.40	-1.15	-1.21	HOMOJEN
180	0.22	-0.76	-0.77	HOMOJEN
240	0.31	-0.68	-0.34	HOMOJEN
300	0.23	-1.04	-0.41	HOMOJEN
360	0.70	-1.05	-0.65	HOMOJEN
480	<b>1.35</b>	0.08	-0.14	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
720	<b>1.50</b>	0.88	0.33	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
1080	<b>2.17</b>	<b>1.99</b>	0.85	<b>HETEROJEN</b>
1440	-1.32	-1.09	-1.48	HOMOJEN

Tablo 6.8 'in Tablo 6.3 ve 6.5 ile karşılaştırılması ile; standart süreler gere heterojen davranış gösteren ve D analizi sonucunda heterojenlik ölçütü sınır değerini aşan istasyonların, analiz dışında tutulmasının bölgesel heterojenliği önemli ölçüde azalttığı görülmektedir.

Tablo 6.7'den görüleceği gibi ardışık D analizleri sonucunda; tüm istasyonlar ve standart süreler için heterojenlik ölçütü sınır değerini aşan istasyon kalmamasına rağmen, Tablo 6.8'den görüleceği gibi tüm süreler için homojenlik sağlanamamıştır. Bu nedenle; D istatistiğinin heterojenliği önemli oranda azalttığı ancak homojen alt bölgelerin oluşturulmasına yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Bu nedenle; D istatistiği sonucunda aykırı değerleri ayıklanmış veri setinin L-değişkenlik ( $L - C_v$  veya  $\tau_2$ ) ve L-çarpıklık ( $L - C_s$  veya  $\tau_3$ ) değerleri değerlendirilerek; alt gruplar homojenlik testi ile belirlenebilir. Ancak;  $D \geq 3$  olduğu için ardışık D analizleri sonucunda değerlendirme dışında tutulan istasyonların, kendi içinde homojen alt bölgeler oluşturabileceği dikkate alınarak benzer analizlerin bu istasyonlar için de tekrarlanması gerekir. Ancak, bu yaklaşım sistematik olmadığından ve uzun zaman aldığından; homojen alt bölgelerin belirlenmesi için kümeleme analizi kullanılmıştır. Kümeleme analizi ile ilgili bilgiler izleyen bölümde verilmektedir.

# 7. BÖLÜM

## KÜMELEME ANALİZİ

### 7.1. Giriş

Kümeleme analizinde genel olarak, aynı özelliklere sahip benzer verilerin bir araya toplanması ve ortak bir grup altında sınıflandırılması esas alınmaktadır. Her bir küme bir küme merkezi ile ifade edilmekte ve küme merkezinin yakınındaki veri noktaları gruplandırılarak o kümeye dahil edilmektedir. Bu işlem, veri noktaları ile küme merkezleri arasında hesaplanan uzaklıkların minimize, küme merkezleri arasındaki uzaklıkların ise maksimize edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu proje kapsamında, ortak özellik taşıyan veri setlerinin kümeleme işlemi, literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan bulanık c-ortalamlar (fuzzy c-means) yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Bezdek, 1981). Aşağıda, bulanık c-ortalamlar yöntemi ile ilgili detaylı bilgi verilmiş ve yağış verilerinin nasıl benzer gruplar altına toplandığı detaylı olarak anlatılmıştır.

### 7.2. Bulanık c-Ortalamlar (Fuzzy c-Means) Yöntemi

Bu yöntemde, her bir veri noktası ilgili küme merkezlerine tanımlanan bir uygunluk değeri ile bağlıdır. Hangi veri noktasının hangi kümeye ait olacağı, hesaplanan uygunluk fonksiyonu değerine göre belirlenmektedir. Bu yaklaşıma göre, maksimum uygunluk değerini veren küme merkezi, ilgili veri noktasını içerecek şekilde kümeleme analizi yapılmaktadır. Bir veri noktasının bütün kümelere ait uygunluk değerlerinin toplamı 1 olmaktadır. Bulanık c-ortalamlar yöntemi ile literatürde çeşitli alanlarda pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlardan bazıları, veri madenciliği (Agrawal ve ark., 1993; Fu ve ark., 1998, Srivinasa ve ark., 2006; Kandel ve diğ., 2001), soğutma sistemlerinin tasarımı (Wichasilp, 2003), sismik parametrelerin değerlendirilmesi (Zhao ve Le, 2009), sediment sınıflandırılması (Lucieer ve Lucieer, 2009) gibi bir çok alanda kullanılmaktadır.

Bulanık c-ortalamlar yönteminde, kümeleme işlemi tanımlanan bir amaç fonksiyonunun minimize edilmesiyle yapılmaktadır. Yöntem, aşağıdaki hesap adımlarına göre kümeleme işlemini yapmaktadır:

$X = \{x_j\}_{j=1}^n \subseteq \mathbb{R}^d$  kümelenecek  $n$  adet veri setini ve  $c$  küme sayısını göstermek üzere,  $X$  veri setinin  $c$  adet kümeye bölünebilmesi için  $c \times n$  boyutunda ve aşağıdaki koşulları sağlayan üyelik fonksiyonu matrisinin,  $U = [u_{ij}]$ , başlangıçta rastgele olarak oluşturulmaktadır.

$$0 \leq u_{ij} \leq 1 \quad i = 1, 2, 3, \dots, c ; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7.1)$$

$$\sum_{i=1}^c u_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7.2)$$

$$\sum_{j=1}^n u_{ij} > 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, c \quad (7.3)$$

burada,  $u_{ij}$ ,  $i$ -nolu küme merkezinden  $j$ -nolu veri noktasına olan üyelik değerini göstermektedir. Hesaplanan üyelik değerleri kullanılarak aşağıdaki amaç fonksiyonunun minimize edilmesiyle kümeleme işlemi yapılmaktadır.

$$J_{\hat{m}}(U, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^{\hat{m}} \|x_j - v_i\|^2 \quad (7.4)$$

burada  $\hat{m}$  üyelik değerlerinin ağırlıklarını ayarlamakta kullanılan bulanıklık terimini ( $1 \leq \hat{m} \leq 2$ ),  $\|\bullet\|$ , normu ve  $V = \{v_i\}_{i=1}^c \subset \mathbb{R}^d$  ise her bir küme merkezini içeren çözüm vektörünü göstermektedir. Bu çalışmada; Öklid normu kullanılmıştır. Küme merkezleri, Denklem (7.4)'ün  $V$ 'ye göre kısmi türevinin alınıp sıfıra eşitlenmesiyle aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$v_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^{\hat{m}} x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^{\hat{m}}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, c \quad (7.5)$$

Bu aşamadan sonra, hesaplanan küme merkezleri için yeni uygunluk değerleri, Denklem (7.4)'ün  $U$ 'ya göre kısmi türevinin alınarak sifıra eşitlenmesi sonucu Denklem (7.6) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$u_{ij} = \left( \sum_{k=1}^c \left( \frac{\|x_j - v_i\|}{\|x_j - v_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right)^{-1} \quad i = 1, 2, 3, \dots, c; \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7.6)$$

Denklem (7.6) kullanılarak güncellenen üyelik değerleri ile Denklem (7.4) ile (7.6) arasındaki işlemler tekrar yapılmakta ve aşağıda tanımlanan durma koşulu sağlanıncaya kadar devam etmektedir.

$$\|V^{(l+1)} - V^{(l)}\| < \zeta \quad (7.7)$$

Denklem (7.7)'de,  $V^{(l+1)}$  ve  $V^{(l)}$  değerleri sırasıyla  $l+1$  ve  $l$ -inci iterasyonlardaki küme merkezlerini,  $\zeta$  ise iki iterasyon arasında sağlanması gereken hoşgörü değerini ifade etmektedir.

Bu proje kapsamında, benzer yağış özelliklerine sahip veri setini bulanık c-ortalamalar yöntemiyle kümelemek için; MATLAB ortamında çözüm için bir kod geliştirilmiş ve farklı standart sürelerde aynı özelliklere sahip istasyonların kümelenebilirliği gerçekleştirilmiştir. Bulanık c-ortalamalar yöntemi ile literatürde kullanılan diğer kümeleme yöntemlerinin tümünde karşılaşılan en önemli sorun, hesap başlangıcında küme sayısının seçilmesidir. Ancak, gerçekte küme sayısının ne olması gerektiği de bilinmeyen olup, veri setine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu nedenle, küme sayısının değerini belirlemek için çeşitli indeksleme yaklaşımları geliştirilmiş ve küme sayıları bu indeks değerlerine göre belirlenmiştir. (Pal ve Bezdek, 1995; Velthuizen ve ark., 1997; Sugar ve James, 2003; Shen ve ark. 2005; Zhang ve ark., 2008). Bu indeksleme yöntemlerinde maksimum küme sayısının önceden seçilmesi gerekmektedir. Ancak; maksimum küme sayısının belirlenmesinde araştırmacılar arasında genel bir uzlaşma bulunmamasına rağmen, araştırmacıların çoğunluğunun maksimum küme sayısının istasyon sayısının karekökünden küçük olması gerektiği konusunda uzlaştıkları Zhang ve ark. (2008) tarafından ifade edilmektedir. Bu

projede kullanılan istasyon sayısı 35 olduğundan kullanılabilir maksimum küme sayısı bu yaklaşıma göre 6 dır.

Bu rapor döneminde; çalışılan veri setinin özellikleri ve homojenlik test sonuçları dikkate alınarak küme sayısı; sırası ile 2,3,4 ve 5 olarak seçilmiş ve kümeleme analizleri seçilen bu küme sayılarına göre yapılmıştır. Homojen alt bölgelerin belirlenmesi için; detayları 108Y299-APGR-02' de verilen ilk dört L-moment değeri kullanılmış, seçilen küme sayılarına göre benzer yağış özellikleri gösteren istasyonlar kümelenecek ve sonuçlar; EK-B'de verilen haritalar üzerine işlenmiştir.

Küme sayısı 2 seçilerek tüm standart süreler için elde edilen sonuçlar Şekil B.1-B.14'de gösterilmiştir. Küme sayısı iki seçildiğinde; ilgili şekillerden görüleceği gibi genel olarak kıyı Ege bölgesinde yer alan istasyonların bir grup, orta ve iç Ege bölgesinde yer alan istasyonların ise ayrı grup olarak davranış gösterdiği söylenebilir.

Küme sayısı 3 seçilerek tüm standart süreler için elde edilen sonuçlar Şekil B.15-B.28' de gösterilmiştir. Küme sayısı üç seçildiğinde ilgili şekillerden görüleceği gibi genel olarak; kıyı Ege bölgesinin kuzey ve güney olmak üzere, farklı iki grup halinde, Orta ve iç Ege'nin ise ayrı bir grup olarak davrandığı görülebilir. Küme sayısının 2'den 3'e çıkarılması orta ve iç Ege bölgesinde belirgin bir değişikliğe neden olmamış, kıyı şeridinde yer alan istasyonları iki farklı gruba ayırmıştır.

Küme sayısı 4 seçilerek tüm standart süreler için elde edilen kümeleme analizi sonuçları ise Şekil B.29-B.42'de gösterilmiştir. Küme sayısı dört seçildiğinde; Kıyı Ege bölgesi İzmir ve kuzeyi bir bölge, İzmir'in güneyi ikinci bölge, kıyı şeridinin iç kısmı Manisa, Akhisar, Demirci, Salihli, Ödemiş, Sultanhisar, Nazilli ve Denizli üçüncü bölge olarak davranış gösterirken; Dinar-Kütahya hattı ve doğusu dördüncü bölge olarak benzer davranış göstermektedir. Küme sayısı 5 seçildiğinde davranışta belirgin bir değişim görülmediği için uygun alt bölge sayısının dört seçilmesi kararlaştırılmıştır.

Şekil B.1-B.42'den görüleceği gibi, özellikle kısa süreli yağışlarda yukarıda belirtilen genel davranışa uymayan bazı istasyonlara rastlanmıştır. Bu durumun; hatalı verilerden veya kısa süreli yağışların karakterinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak, belirtilen genel



davranışı bozan istasyonların genellikle EYYA ve D analizlerinde hatalı olduğu belirlenen istasyonlar olduğu dikkat çekicidir.

İzleyen bölümde; seçilen küme sayılarına göre oluşturulan alt bölgelerin; homojenlik testleri ve  $Z$  istatistikleri incelenmektedir. Böylece; kümeleme analizi sonucu oluşturulan bölgelerin homojen alt bölge olup olmadıkları test edilecek ve bu alt bölgelere uyan dağılım türleri belirlenecektir.

## **8. BÖLÜM**

### **HOMOJEN ALT BÖLGELERİN SEÇİLMESİ**

### **VE UYGUN DAĞILIMLARIN BELİRLENMESİ**

#### **(Z istatistiği)**

Bu bölümde; seçilen küme sayılarına göre oluşturulan alt bölgeler; homojenlik testine tabi tutularak zamana ve konuma göre homojen alt bölgeler belirlenmiş ve L-Momentler Z istatistiği uygulanmak suretiyle uygun dağılımlar belirlenmiştir.

#### **8.1 Homojen alt bölgelerin belirlenmesi**

Homojen alt bölgelerin belirlenmesi için; kümeleme analizi sonucunda yağış özellikleri benzerlik gösteren istasyonlar gruplandırılmak suretiyle homojenlik testi uygulanmıştır. Kümeleme analizi ve daha önceki analizlerin değerlendirilmesi sonucunda; Fethiye ve Dalaman istasyonlarının hem coğrafi olarak Ege bölgesi dışında yer alması, hem de yağış özellikleri açısından bölgenin diğer istasyonlarından farklı bir davranış gösterdikleri belirlenmiştir. Bu nedenle; belirtilen istasyonlar bundan sonraki analizlere katılmamış toplam 33 istasyonun verileri kullanılmak suretiyle analizler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda; 33 istasyonun verileri zamana ve konuma göre homojenlik testine tabi tutulmuş ve sırasıyla; küme sayısı 1, 2, 3, 4 ve 5 olacak şekilde analizler tekrarlanmıştır.

Öncelikle küme sayısı konuma göre; bir seçilerek standart yağış sürelerine göre homojenlik testi yapılmış ve analiz sonuçları detaylı olarak 108Y299-APGR-02' 'de sunulmuştur. Söz konusu homojenlik analizlerin sonuçları Tablo 8.1'de özetlenmiştir. Tüm standart süreler için, Ege bölgesi'nin tümü için gerçekleştirilen homojenlik analizi sonuçlarından görüleceği gibi kısa (5-30 dakika), orta (60-360) ve uzun (480-1440 dakika) süreli yağışların benzer davranış gösterdiği görülmektedir. Tablo 6.1'in son satırındaki 1440 dakika süreli yağışın farklı karakterde olması 1440 dakika süreli verilerin % 20'den fazlasının hatalı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 8.1 c=1 için Ege bölgesi H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	5.77	2.06	0.89	HETEROJEN
10	3.86	-0.64	-1.57	HETEROJEN
15	3.19	-0.52	-1.08	HETEROJEN
30	2.03	0.51	0.24	HETEROJEN
60	0.72	-0.03	0.14	HOMOJEN
120	-0.13	-0.87	-0.35	HOMOJEN
180	0.09	-0.74	-0.53	HOMOJEN
240	0.70	0.02	0.05	HOMOJEN
300	1.07	0.06	0.23	HETEROJEN OLABİLİR
360	1.80	0.45	0.32	HETEROJEN OLABİLİR
480	2.46	1.14	0.54	HETEROJEN
720	3.23	2.21	1.25	HETEROJEN
1080	4.11	3.55	1.91	HETEROJEN
1440	0.41	0.06	-0.86	HOMOJEN

Zamana (standart sürelerle) göre kısa, orta ve uzun süreli yağışlar için üç farklı davranış biçimi belirlendikten sonra, konuma göre homojen alt bölgelerin belirlenmesi için farklı küme sayılarına göre benzer özellik gösteren istasyonlar gruplandırılmak suretiyle homojenlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla küme sayısı 2,3,4 ve 5 seçilmek suretiyle analizler tekrarlanmış ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kümeleme analizi bölümünde belirtildiği gibi; küme sayısı iki seçildiğinde Ege bölgesi genel olarak; kıyı bölgesi bir küme, geri kalan bölge diğer küme olarak ayrılmıştır. Standart sürelerle göre, bazı istasyonların yer aldıkları kümelerde sapmalar gözlenmiş ancak; genel davranış Ayvalık, Bergama, Dikili, Edremit, Çeşme, İzmir, Bornova, Kemalpaşa, Aydın, Selçuk, Yatağan, Bodrum, Milas, Marmaris, Muğla olmak üzere kıyı Ege bölgesinin yağış özellikleri açısından benzer davranış gösterdiği belirlenmiştir. Belirtilen istasyonların dışındaki istasyonların ise, kendi aralarında benzer davranış gösterdikleri gözlenmiştir. Belirtilen iki kümenin kendi içinde homojen olup olmadığını test etmek için homojenlik testi uygulanmış ve analiz sonuçları Tablo 8.2 ve 8.3'de özetlenmiştir. Tablo 8.2'den 120 dakikaya kadar süreli yağışların homojen, daha uzun süreli yağışların ise heterojen bir yapı gösterdiği görülmektedir.

Tablo 8.2 c=2 için Kıyı Ege için H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	0.74	0.31	0.24	HOMOJEN
10	0.83	-1.26	-1.07	HOMOJEN
15	<b>1.11</b>	-0.77	-0.36	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
30	0.30	-0.79	-0.77	HOMOJEN
60	0.47	-0.89	-1.24	HOMOJEN
120	0.36	-0.52	-0.28	HOMOJEN
180	<b>1.51</b>	0.41	0.42	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
240	<b>2.16</b>	0.89	0.86	<b>HETEROJEN</b>
300	<b>2.42</b>	0.87	0.64	<b>HETEROJEN</b>
360	<b>3.02</b>	<b>1.23</b>	0.67	<b>HETEROJEN</b>
480	<b>3.71</b>	<b>2.37</b>	<b>1.39</b>	<b>HETEROJEN</b>
720	<b>3.63</b>	<b>3.04</b>	2.07	<b>HETEROJEN</b>
1080	<b>3.95</b>	4.61	3.41	<b>HETEROJEN</b>
1440	0.86	0.33	-0.54	<b>HOMOJEN</b>

Tablo 8.2'den kıyı bölgesinin özellikle 240 dakika ve daha uzun süreli yağışlar için göstermiş olduğu heterojen davranış dikkate alınarak; küme sayısı üç seçilerek, homojenlik analizi tekrarlanmış ve genel olarak; kıyı Ege bölgesinin kuzey ve güney olmak üzere, farklı iki grup halinde, Orta ve iç Ege'nin ise ayrı bir grup olarak davrandığı belirlenmiştir. Söz konusu analizlerin sonuçları Tablo 8.4 ve 8.5'de özetlenmiştir. Tablo 8.4 ve 8.5'den görüleceği gibi 180 dakikaya kadar tüm yağışlar için kuzey ve güney kıyı Ege şeridinin homojen, 240 ve 300 dakika gibi süreli yağışlar için olası heterojen davranış gösterdiği görülmektedir. Daha uzun süreli yağışlarda ise heterojen davranış görülmektedir

Tablo 8.3'den ise 5-10 dakika süreli yağışlar hariç kıyı Ege dışındaki istasyonların ise büyük oranda homojen bir davranış gösterdiği gözlenmektedir. İlgili Tablo'dan 720 dakika süreli yağışların olası heterojen, ancak homojene yakın olduğu, 1080 dakikalık yağışların ise olası heterojen davranış gösterdiği görülmektedir.

Tablo 8.3 c=2 için Kıyı Ege dışındaki istasyonlar için H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	<b>3.10</b>	<b>1.36</b>	0.48	<b>HETEROJEN</b>
10	<b>1.32</b>	-0.19	-0.77	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
15	0.27	-0.59	-0.97	HOMOJEN
30	0.04	<b>1.16</b>	<b>1.18</b>	HOMOJEN
60	-0.28	0.30	<b>1.23</b>	HOMOJEN
120	-0.39	-0.45	-0.03	HOMOJEN
180	-0.92	-0.86	-0.62	HOMOJEN
240	-0.74	-0.57	-0.45	HOMOJEN
300	-0.57	-0.53	-0.07	HOMOJEN
360	-0.30	-0.44	-0.02	HOMOJEN
480	0.00	-0.65	-0.46	HOMOJEN
720	<b>1.08</b>	0.23	-0.10	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
1080	<b>1.99</b>	0.52	-0.39	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
1440	-0.12	0.00	-0.39	HOMOJEN

Tablo 8.4 c=3 için Güney kıyı Ege için H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	0.83	-0.66	-0.50	HOMOJEN
10	0.6	-1.03	-1.09	HOMOJEN
15	0.79	-0.92	-0.50	HOMOJEN
30	0.49	-0.96	-0.74	HOMOJEN
60	0.02	-0.91	-0.42	HOMOJEN
120	-0.43	-0.36	0.13	HOMOJEN
180	0.51	1.02	0.83	HOMOJEN
240	<b>1.31</b>	<b>2.11</b>	1.76	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
300	<b>1.47</b>	<b>2.14</b>	1.77	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
360	<b>1.58</b>	<b>2.31</b>	1.55	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
480	<b>2.29</b>	<b>3.45</b>	<b>2.62</b>	<b>HETEROJEN</b>
720	<b>2.50</b>	<b>3.92</b>	<b>3.25</b>	<b>HETEROJEN</b>
1080	<b>2.79</b>	<b>4.11</b>	<b>2.21</b>	<b>HETEROJEN</b>
1440	<b>1.63</b>	0.79	-0.01	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>

Küme sayısı dört seçildiğinde ise; Kıyı Ege bölgesi İzmir ve kuzeyi bir bölge, İzmir'in güneyi ikinci bölge, kıyı şeridinin iç kısmı Manisa, Akhisar, Demirci, Salihli, Ödemiş, Sultanhisar, Nazilli ve Denizli üçüncü bölge olarak davranış gösterirken; Dinar-Kütahya

hattı ve doğusu dördüncü bölge olarak benzer davranış göstermektedir. İlgili alt bölgeler için yapılan homojenlik analizi sonuçları Tablo 8.6 ve 8.7’de özetlenmiştir.

Tablo 8.5 c=3 için Kuzey kıyı Ege için H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	-0.68	-0.21	-0.13	HOMOJEN
10	0.25	-0.86	-0.86	HOMOJEN
15	0.17	-0.32	-0.05	HOMOJEN
30	-0.08	-0.21	-0.42	HOMOJEN
60	-0.09	-0.41	-0.99	HOMOJEN
120	-0.20	-0.64	-0.47	HOMOJEN
180	0.81	-0.61	-0.28	HOMOJEN
240	<b>1.36</b>	-0.96	-0.45	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
300	<b>1.64</b>	-0.85	-0.60	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
360	<b>2.42</b>	-0.49	-0.50	<b>HETEROJEN</b>
480	<b>2.81</b>	0.24	-0.28	<b>HETEROJEN</b>
720	<b>2.63</b>	0.77	0.15	<b>HETEROJEN</b>
1080	<b>2.87</b>	<b>2.21</b>	<b>1.62</b>	<b>HETEROJEN</b>
1440	-0.88	-0.47	-0.94	HOMOJEN

Tablo 8.6 c=4 için Orta Ege için H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	<b>2.27</b>	0.41	-0.67	<b>HETEROJEN</b>
10	0.55	-1.39	-2.23	HOMOJEN
15	0.25	-1.31	-1.35	HOMOJEN
30	0.57	0.67	<b>1.21</b>	HOMOJEN
60	-0.20	0.34	0.94	HOMOJEN
120	-0.21	0.40	0.23	HOMOJEN
180	-0.42	0.39	0.38	HOMOJEN
240	-0.33	0.96	<b>1.35</b>	HOMOJEN
300	-0.47	0.76	<b>1.71</b>	HOMOJEN
360	-0.23	0.70	<b>1.53</b>	HOMOJEN
480	-0.37	-0.44	-0.02	HOMOJEN
720	0.13	-0.38	-0.48	HOMOJEN
1080	0.68	-0.12	-0.77	HOMOJEN
1440	-1.69	0.89	0.83	HOMOJEN

Tablo 8.6 ve 8.7’den görüleceği gibi kıyı şeridi dışındaki bölge iki ayrı alt bölgeye ayrıldığında; orta Ege bölgesindeki 5 dakika süreli yağışlar ile 1080 ve 1440 dakika gibi uzun süreli yağışlar hariç Orta ve iç Ege’nin benzer davranış gösterdiği görülmektedir. Bu

durumun; kısa ve uzun süreli yağışların karakterinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, veri güvenilirliği analizlerinde gösterildiği gibi; hataların kısa süreli (5,10 dak) ve uzun süreli (1080, 1440 dakika) yağışlarda yoğunlaşması veri hatalarının da bu durum üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 8.7 c=4 için iç Ege için H istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	"H" istatistiği			SONUÇ
	H1	H2	H3	
5	<b>1.50</b>	0.06	-0.52	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
10	0.68	0.20	0.24	HOMOJEN
15	-0.08	-0.77	-0.95	HOMOJEN
30	-0.21	0.98	0.80	HOMOJEN
60	0.29	0.51	<b>1.31</b>	HOMOJEN
120	0.31	-0.15	0.20	HOMOJEN
180	-0.33	-0.78	-0.52	HOMOJEN
240	-0.22	-0.89	-0.88	HOMOJEN
300	0.00	-0.88	-0.86	HOMOJEN
360	0.16	-0.77	-0.55	HOMOJEN
480	0.27	-0.62	-0.42	HOMOJEN
720	0.85	0.44	0.40	HOMOJEN
1080	<b>1.27</b>	0.43	0.06	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>
1440	<b>1.16</b>	-0.60	-0.96	<b>HETEROJEN OLABİLİR</b>

Küme sayısı 5 seçildiğinde ise; davranışta belirgin bir değişme görülmediği için konuma göre uygun homojen alt bölge sayısı dört seçilmiştir. Bununla birlikte; özellikle kısa ve uzun süreli yağışlarda belirtilen genel davranışa uymayan bazı istasyonlara rastlanmıştır. Bu durumun; hatalı verilerden veya kısa süreli yağışların karakterinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak, belirtilen genel davranışı bozan istasyonların genellikle EYYA ve D analizlerinde hatalı olduğu belirlenen istasyonlar ve süreler olduğu dikkat çekicidir.

Ayrıca; Tablo 8.1-8.7'den görüleceği gibi küme sayısının konuma göre değişmesine karşılık, standart sürelerle göre davranışta belirgin bir değişikliğinin bulunmadığı ve kısa, orta ve uzun süreler olmak üzere üç farklı davranışın bulunduğu görülmektedir. Bu nedenle; standart sürelerle göre yağışların; kısa (5,10,15 ve 30 dak), orta (60,120,180 ve 360 dak) ve uzun (480,720,1080 ve 1440 dak) süreli yağışlar olmak üzere üç farklı grup halinde incelenmesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu nedenle; konuma göre dört homojen alt bölge için, bölgesel bağıntılar aşağıda belirtilen üç farklı senaryo için elde edilmiş ve model performansları incelenmiştir. Bu kapsamda incelenecek senaryolar projede önerildiği gibi;

- Senaryo 1) Her bir standart süre (5,10,15 ,...60,120,...,720,1440 dak) için,  
 Senaryo 2) Kısa (5-30 dak), orta (60-360 dak) ve uzun süreli (480-1440 dak)  
 yağışlar için,  
 Senaryo 3) Tüm standart süreler için tek bir bağıntı olacak

şekilde gerçekleştirilecektir.

## 8.2. En uygun dağılımın seçilmesi

Homojen alt bölgeler yukarıda belirtildiği gibi belirlendikten sonra, (Z) istatistiği kullanılarak alt bölgeye en iyi uyan dağılım belirlenir (Hosking ve Wallis 1997). Bunun için tanımlanan (Z) istatistiği bölgesel ortalamalara eşit L-moment oranlarına sahip çok sayıda kapp dağılımlı bölgelerin simülasyonu ile belirlenir. Simülasyonla oluşturulan bölgeler, uygun dağılımın araştırıldığı homojen bölge içinde gerçekte yer alan istasyon sayısına eşittir ve veriler istasyonların gerçekte ölçülmüş veri uzunluklarına sahiptirler.  $m$  inci simülasyondaki bölgesel L-basıklık ortalaması,  $(\tau_4^{DIST})$  ile ifade edilir. Simülasyonlardan sonra, taraflılık  $(\beta_4)$  ve standart sapma değerleri  $(\sigma_4)$  aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\beta_4 = \frac{1}{N_{sim}} \sum_{m=1}^{N_{sim}} \left( \tau_4^m - \bar{\tau}_4 \right) \quad (8.1)$$

$$\sigma_4 = \left[ \left( \frac{1}{N_{sim}} \right) \left\{ \sum_{i=1}^{N_{sim}} \left( \tau_4^i - \bar{\tau}_4 \right)^2 - (N_{sim} \beta_4)^2 \right\} \right]^{0.5} \quad (8.2)$$

Her bir dağılım için, uygunluk test ölçütü ise



$$Z^{DIST} = (\tau_4^{DIST} - \tau_4^R + B_4) / \sigma_4 \quad (8.3)$$

şeklinde elde edilir. Burada uygunluğu araştırılan dağılım  $DIST$  ile gösterilir.  $\bar{\tau}_4$  bölge içindeki veriden elde edilen ortalama L-basıklık değerini ve  $N_{sim}$  ise Kappa dağılımına göre türetilen bölgesel veri setinin sayısını belirtmektedir.  $|Z^{DIST}| \leq 1.64$  durumunda %90 güven düzeyinde dağılımın uygun olduğu sonucuna varılır.

Belirlenen homojen alt bölgelere uygun dağılımların belirlenmesi için; yukarıda tanımlanan “Z” istatistiği; Ege Bölgesi’nin tümü için standart yağış sürelerine göre uygulanmış ve sonuçlar Tablo 8.8’de özetlenmiştir.

Tablo 8.8’den; bölge ölçeğinde kısa ve uzun süreli yağışların GEV, orta süreli yağışların ise GL dağılımına uyduğu görülmektedir. Ancak, Tablo 8.1’den görüleceği gibi Ege bölgesinin tümü konuma göre tek küme seçildiğinde kısa ve uzun süreli yağışların çok heterojen bir yapı gösterdiği görülmektedir. Bu nedenle; Tablo 8.8’de belirtilen dağılımların güvenilirliğinin test edilmesi ve uygun dağılımın homojen alt bölgelere göre belirlenmesi gerekir. Bu amaçla; yukarıda belirlenen dört homojen alt bölge için L moment Z analizleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 8.9-8.12’ de özetlenmiştir.

Tablo 8.8 Ege bölgesi için Z istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	EN UYGUN DAĞILIM			"Z" istatistiği	
	GL	GEV	GN	Pearson-3	GP
5	4.31	-0.32	-52	-1.63	-10.13
10	3.31	-0.36	-1.09	-2.71	-8.64
15	3.51	-0.05	-0.87	-2.6	-8.17
30	3.03	-0.09	-1.14	-3.13	-7.48
60	2.00	-0.80	-1.94	-4.01	-7.59
120	0.76	-1.95	-3.00	-4.93	-8.50
180	0.19	-2.56	-3.50	-5.28	-9.08
240	0.60	-2.35	-3.23	-4.95	-9.25
300	1.25	-1.92	-2.75	-4.43	-9.24
360	1.98	-1.42	-2.19	-3.80	-9.18
480	2.99	-0.72	-1.40	-2.94	-9.04
720	3.81	-0.05	-0.71	-2.26	-8.65
1080	5.01	0.82	0.27	-1.19	-8.39
1440	1.78	-1.88	-2.43	-3.80	-10.00

Tablo 8.9 c=3 için Güney kıyı Ege için Z istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	EN UYGUN DAĞILIM			"Z" istatistiği	
	GL	GEV	GN	Pearson-3	GP
5	1.80	-0.63	-0.50	-0.82	-5.55
10	2.28	0.36	0.06	-0.67	-3.89
15	2.11	0.21	-0.08	-0.81	-4.00
30	1.63	0.02	-0.42	-1.30	-3.70
60	1.21	-0.24	-0.74	-1.68	-3.69
120	1.01	-0.51	-0.95	-1.81	-4.05
180	0.73	-0.82	-1.21	-2.00	-4.39
240	1.29	-0.33	-0.73	-1.55	-4.05
300	1.67	-0.04	-0.42	-1.24	-3.94
360	2.17	0.41	0.01	-0.83	-3.59
480	3.22	1.25	0.91	0.11	-3.18
720	2.92	0.96	0.63	-0.15	-3.41
1080	2.40	0.57	0.20	-0.62	-3.58
1440	-0.19	-1.76	-2.06	-2.73	-5.29

Tablo 6.9-6.12'de verilen Z istatistiği sonuçlarından görüleceği gibi; belirlenen dört homojen alt bölgenin yağış özelliklerinin genellikle GEV ve GL dağılımlarına uyum gösterdiği görülmektedir. Kentsel altyapı ve yağmursuyu drenaj sistemlerinin tasarımı açısından büyük önem gösteren kısa süreli sağanak yağışların ise tüm homojen alt bölgelerde GEV dağılımına uyum sağladığı göz önünde tutularak tüm bölge için en uygun dağılımın GEV dağılımı olduğuna, GL ve GN dağılımlarının bazı alt bölge ve süreler için uygun dağılım olarak kullanılabilmesine karar verilmiştir. Ayrıca, konuma

göre homojen alt bölgeler oluşturulduktan sonra dağılımların genel yapısında belirgin bir değişme görülmediği belirlenmiştir. Böylece; kümeleme analizi ve homojenlik testi sonucunda; oluşturulan alt bölgelere uyan dağılım türleri belirlenmiş ve GEV dağılımının tüm standart süreler için bölgenin tümünü temsil etmeye uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 8.10 c=3 için Kuzey kıyı Ege için Z istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	EN UYGUN DAĞILIM			"Z" istatistiği	
	GL	GEV	GN	Pearson-3	GP
5	0.62	-1.50	-1.50	-1.89	-5.92
10	0.26	-1.49	-1.67	-2.22	-5.30
15	1.01	-0.93	-1.09	-1.64	-5.09
30	0.74	-0.74	-1.16	-1.98	-4.19
60	0.54	-0.90	-1.32	-2.14	-4.26
120	-0.01	-1.32	-1.74	-2.54	-4.40
180	-0.42	-1.78	-2.17	-2.94	-4.94
240	-0.56	-1.99	-2.34	-3.07	-5.26
300	-0.23	-1.68	-2.02	-2.73	-5.00
360	-0.24	-1.83	-2.09	-2.72	-5.39
480	0.65	-1.18	-1.37	-1.95	-5.16
720	0.87	-1.03	-1.20	-1.77	-5.12
1080	2.32	0.03	-0.01	0.49	-4.78
1440	0.93	-0.66	-1.02	-1.78	-4.27

Tablo 8.11 c=4 için orta Ege için Z istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	EN UYGUN DAĞILIM			"Z" istatistiği	
	GL	GEV	GN	Pearson-3	GP
5	3.55	1.16	1.14	0.66	-3.83
10	0.76	-0.99	-1.23	-1.85	-4.85
15	1.23	-0.39	-0.75	-1.52	-4.09
30	1.66	0.00	-0.38	-1.17	-3.80
60	0.28	-0.95	-1.46	-2.40	-3.93
120	-1.19	-2.53	-2.92	-3.69	-5.67
180	-1.55	-2.93	-3.30	-4.05	-6.11
240	-1.04	-2.62	-2.88	-3.50	-6.14
300	-0.11	-1.79	-1.99	-2.55	-5.46
360	0.47	-1.39	-1.52	-2.03	-5.37
480	0.65	-1.18	-1.35	-1.91	-5.13
720	0.86	-0.93	-1.15	-1.76	-4.85
1080	1.49	-0.42	-0.62	-1.23	-4.56
1440	0.73	-0.87	-1.19	-1.89	-4.45

Tablo 8.12 c=4 için iç Ege için Z istatistiği sonuçları

STANDART SÜRE (dak)	EN UYGUN DAĞILIM			"Z" istatistiği	
	GL	GEV	GN	Pearson-3	GP
5	2.18	0.31	-0.24	-1.31	-4.04
10	2.90	1.18	0.48	-0.81	-2.99
15	2.40	0.82	0.08	-1.25	-3.07
30	2.07	0.64	-0.16	-1.56	-2.99
60	1.82	0.41	-0.37	-1.75	-3.18
120	1.00	-0.31	-1.07	-2.40	-3.66
180	0.49	-0.85	-1.54	-2.75	-4.21
240	0.60	-0.79	-1.46	-2.65	-4.24
300	0.92	0.59	-1.22	-2.37	-4.27
360	1.59	-0.04	-0.67	-1.83	-3.95
480	1.71	-0.04	-0.61	-1.69	-4.18
720	2.96	0.99	0.45	-0.63	-3.57
1080	3.77	1.52	1.09	0.12	-3.53
1440	1.56	-0.82	-0.95	-1.56	-5.90

Homojen alt bölgeler ve bu bölgelere uyan dağılımlar belirlendikten sonra, Şiddet-Süre-Frekans (ŞSF) bağıntısı, yinelenme süresi ( $T$ ) ve yağış süresi ( $t$ ) ile ağırlık katsayıları olarak adlandırılan, konuma ve zamana göre değişen parametrelerin bir fonksiyonu olarak 10. Bölümde matematiksel ya da istatistiksel formda ifade edilmektedir.

# 9. BÖLÜM

## SSMY GÖZLEMLERİNE EN İYİ UYUM GÖSTEREN DAĞILIMLARIN UYGUNLUK TESTLERİ İLE BELİRLENMESİ

### 9.1. Genel bilgiler

Dağılım uygunluk testleri, veri setinin belli bir dağılım popülasyonundan geldiği varsayımını test eder (ya da istatistiksel açıdan sıfır hipotezini test etmek için kullanılır). Literatürde yaygın olarak kullanılan dağılım uygunluk testleri; Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare testleridir.

### 9.2. Dağılım Uygunluk Testlerinin Karşılaştırılması

Kolmogorov-Smirnov tarafından geliştirilen K-S testi, gözlenmiş eklenik olasılık dağılım fonksiyonu ile varsayılan teorik olasılık dağılım fonksiyonu arasındaki karşılaştırmaya dayanır. K-S testinin önemli özelliği, test edilen dağılımın eklenik fonksiyonuna bağlı olmamasıdır. Bir diğer avantajı ise kesin sonuç veren, güvenilir bir test olmasıdır. Bu avantajlarına rağmen K-S testi birçok dezavantaja sahiptir. Bunlar:

- i. Sadece sürekli dağılımlarda kullanılabilir.
- ii. Dağılımın merkezinde daha duyarlıdır.
- iii. Dağılımın konum, ölçek ve model parametrelerinin tamamının belirtilmiş olması, veriler üzerinden tahmin edilmemiş olması gerekir.

ii ve iii' de belirtilen nedenlerle Anderson-Darling uygunluk testi daha çok tercih edilmektedir. Anderson-Darling testi Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare uygunluk testlerine bir alternatif olarak geliştirilmiş olup, K-S testinin düzenlenmiş halidir ve K-S testinden daha anlamlı bilgi verir (<http://www.itl.nist.gov>).

Anderson-Darling testi K-S testinin aksine test edilen dağılımın kritik değerini kullanır. Daha duyarlı bir test olması açısından avantajı, her dağılım için ayrı kritik değer hesaplanması

açısından ise dezavantajı vardır. Anderson-Darling testi, tek örneklem uyum iyiliği problemlerinde en güçlü ve en geniş kapsamlı testtir. Fakat diğer dağılımların kritik değerlerini bulmak zor olduğundan Anderson-Darling testi bilinen birkaç özel dağılım için kullanılabilir (Normal, Lognormal, Exponential, Weibull, Extreme value type I ve Logistic) (<http://www.itl.nist.gov>).

Ki-Kare testinde veriler gruplandırıldığı için bilgi kaybı olabilir. Küçük örneklem için Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling testini kullanmak daha avantajlı olabilir. Bu testlerin Ki-Kare testine göre avantajı, verilerin gruplandırmaya ihtiyaç duyulmadan kullanılabilmesidir. Ki-Kare uyum iyiliği testi Binom ve Poisson gibi kesikli dağılımlarda da kullanılabilir. Ancak; Anderson-Darling ve Kolmogorov-Smirnov testleri sürekli dağılımlarla sınırlıdır.

### **9.3. Dağılım Uygunluk Testlerinde Kullanılan Hipotezler ve Test istatistikleri**

Dağılım uygunluk testlerinde kullanılan iki hipotez bulunmaktadır. Bunlar;  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleridir.

$H_0$  : Veriler belirtilen dağılıma uymaktadır.

$H_1$  : Veriler belirtilen dağılıma uymamaktadır.

K-S testinde gözlem eklenik olasılık fonksiyonu,  $P(x)$ , ile kabul edileceği varsayılan dağılımın eklenik olasılık fonksiyonu,  $P_0(x)$ , arasındaki maksimum fark, teorik model ile gözlenen veriler arasındaki ölçülmüş farktır. Bu fark; Denklem (2.1)'deki gibi gösterilebilir:

$$D_n = \max|P(x) - P_0(x)| \quad (9.1)$$

Eğer  $D_n$  değeri kritik değerden küçükse varsayılan dağılım kabul edilir; aksi takdirde belirtilen anlamlılık düzeyinde reddedilir.

Anderson-Darling istatistiği Denklem (9.2)'de tanımlanmıştır.

$$A^2 = -N - \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{N} \{\ln[F(Y_i)] + \ln[F(Y_{(N+1-i)})]\} \quad (9.2)$$

Burada;

$F$  : Belirtilen dağılımın eklenik dağılım fonksiyonudur.

$Y_i$  : Sıralanmış verilerdir.

Anderson-Darling testi tek yönlü bir test olup, Anderson-Darling test istatistiği kritik değerden büyükse sıfır hipotezi reddedilir.

Ki-Kare test istatistiğini hesaplamak için veriler “k” gruba bölünür. Ki-Kare test istatistiği Denklem (9.3)’ e göre hesaplanır.

$$\chi^2 = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (9.3)$$

Burada;

$O_i$  : gözlenen değeri,

$E_i$  : beklenen değeri göstermektedir.

Ki-Kare testinde güvenilir bir tahminde bulunabilmek için beklenen frekanslar 5 ‘ten az olmamalıdır. Bazı frekanslar 5 ‘ten küçükse izleyen sınıftaki frekanslarla birleştirilmelidir. Hesaplanan Ki-Kare test istatistiği kritik değerden büyükse sıfır hipotezi reddedilir.

#### **9.4. Dağılım Uygunluk Testlerininin SSMY Gözlemlerine Uygulanması**

Çalışmada DMİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Ege Bölgesi il ve ilçe merkezlerinde yer alan meteoroloji istasyonlarında (1929-2005 yıllarında) ölçülen standart süreli maksimum yağış değerleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan istasyonların isimleri, gözlem süreleri ve coğrafi bilgileri Tablo 9.1’de verilmektedir.

Tablo 9.1. Çalışmada kullanılan DMİ istasyonlarının gözlem süreleri ve coğrafi konumları.

Sıra No	İstasyon Adı	Gözlem Süresi (Yıl)	Yükselti (m)	Enlem (K)	Boylam (D)
1	Acıpayam	36	1000	37,419	29,339
2	Afyon	45	1050	38,75	30,538
3	Akhisar	41	100	38,917	27,83
4	Aydın	46	70	37,854	27,841
5	Ayvalık	39	10	39,307	26,687
6	Bergama	39	50	39,118	27,174
7	Bodrum	41	10	37,036	27,427
8	Bolvadin	33	995	38,706	31,045
9	Bornova	42	50	38,46	27,206
10	Çeşme	40	10	38,323	26,302
11	Dalaman	13	10	36,762	28,792
12	Demirci	13	900	39,044	28,652
13	Denizli	47	400	37,775	29,078
14	Dikili	47	10	39,073	26,884
15	Dinar	38	900	38,066	30,162
16	Edremit	41	25	39,587	27,012
17	Fethiye	46	10	36,621	29,102
18	Gediz	34	800	38,986	29,39
19	Güney	37	750	38,154	29,054
20	İzmir	68	8	38,425	27,126
21	Kemalpaşa	27	230	38,424	27,412
22	Kütahya	60	970	39,414	29,973
23	Manisa	48	75	38,613	27,425
24	Marmaris	40	10	36,85	28,267
25	Milas	41	50	37,304	27,779
26	Muğla	62	660	37,209	28,352
27	Nazilli	23	90	37,904	28,319
28	Ödemiş	37	120	38,222	27,971
29	Salihli	39	110	38,473	28,123
30	Selçuk	41	20	37,946	27,364
31	Simav	41	830	39,084	28,965
32	Sultanhisar	29	90	37,887	28,149
33	Tavşanlı	37	840	39,542	29,49
34	Uşak	61	900	38,67	29,402
35	Yatağan	40	400	37,338	28,129

Belirtilen istasyonlara ait SSMY değerleri, DSİ (1990) ve DMİ Genel Müdürlüğünden derlenmiş ve temin edilmiştir. Veri serilerinin standart normal dağılıma uygunlukları veya serinin normal dağılımlı bir popülasyondan gelip gelmediği, % 5 anlamlılık düzeyinde ( $P = 0.05$ ) ; Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-kare testleri uygulanarak belirlenmiştir. Genellikle hidrolojik verilerin uyduğu kabul edilen ve yaygın olarak kullanılan dağılımlardan bazıları Normal, Log-normal, Gamma, Weibull, Gumbel ve Gev dağılımlarıdır. (Tilahun, 2006) Normal ve Lognormal dağılımları genellikle yıllık yağış miktarı ve akış



verilerinde kullanılmaktadır. Weibull, Gumbel ve GEV dağılımları ise ekstrem hidroloji verilerinde kullanılmaktadır. Çalışmada Log-Normal, Log-Pearson, GEV, Exponential, Gamma dağılımları test edilmiştir.

Veri serilerinin standart normal dağılıma uygunlukları veya serinin normal dağılımlı bir popölasyondan gelip gelmediğini test etmek için EasyFit Professional paket programı 5.3 sőrümü kullanılmıştır. İş analistlerinin, ekonomistlerin, mőhendislerin, bilim adamlarının yanı sıra aktüeryal bilimlerde, risk analizinde, pazar araştırmalarında, hidroloji alanında başarıyla kullanılabilen bir program ([www.mathwave.com](http://www.mathwave.com)) olduğundan dolayı EasyFit 5.3 Professional paket programı tercih edilmiştir.

EasyFit programı her istasyon ve her bir standart süre için ayrı ayrı uygulanmış ve ayrıntılı analiz sonuçları; Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare test sonuçları Tablo 9.2-9.4'de özetlenmiştir.

Tablo 9.2. Standart süreler için Kolmogorov- Smirnov Testi'ne göre belirlenmiş en uygun Dağılımlar.

İSTASYON	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	LN	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV
2	LN	GEV	GEV	GEV	Gamma3	LP3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	LN
3	GEV	GEV	GEV	LN	LP3	GEV	LN	GEV	LN	GEV	LN	Gamma	GEV	GEV
4	Gamma	Gamma	LN	GEV	GEV	GEV	LN	LN	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	LN
5	LN	LN	GEV	GEV	LN	GEV	LN	LN	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
6	GEV	Gamma	GEV	GEV	LN	LN3	LN	LN	LN	GEV	GEV	LN	GEV	GEV
7	LN	GEV	LN	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	LN3	GEV
8	GEV	GEV	GEV	GEV	Exp2	GEV	LP3	LN3	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	LN
9	GEV	LN	GEV	LN	GEV	LN3	LN3	GEV	Gamma	Gamma	Gamma	LN	GEV	LN
10	GEV	Gamma	Gamma	Gamma	LN	LN	GEV	LN	GEV	GEV	Gamma	Gamma	Gamma	GEV
11	GEV	LP3	GEV	GEV	LN3	GEV	LN3	GEV	GEV	LP3	LN3	LN	LN3	Gamma
12	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	LN	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma3	GEV
13	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	GEV
14	GEV	Gamma	LN	GEV	LN	LN	Gamma	LN	GEV	Gamma	LN	LP3	GEV	Gamma
15	Gamma	GEV	GEV	LP3	GEV	LN	Gamma	LN	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	GEV
16	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV
17	Gamma	GEV	GEV	LP3	Gamma	Gamma	Gamma	LP3	Gamma	LN3	Gamma	Gamma	Gamma	GEV
18	GEV	GEV	GEV	Gamma3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
19	GEV	GEV	Gamma	LP3	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	LN3	LN	LN
20	GEV	LN3	LN3	GEV	GEV	GEV	LN3	LN	LN	GEV	LN3	LN	LP3	GEV
21	Gamma	GEV	Gamma	LN3	GEV	LN	LN	GEV	GEV	GEV	Gamma	Gamma	GEV	GEV
22	Gamma	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	LN	LN	LN	LN	LN	LN
23	GEV	Gamma	Gamma	GEV	GEV	Gamma	LN3	LN3	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV	LN
24	Gamma	GEV	GEV	LN	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3
25	Gamma	GEV	GEV	LN	LN	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma
26	GEV	LN	LN	GEV	Gamma3	LN	GEV	LN	LN	LN	GEV	GEV	LP3	Gamma
27	Gamma	GEV	Gamma	LN	LN	Gamma	GEV	Gamma	GEV	GEV	LP3	GEV	LP3	LN
28	Gamma	Gamma	GEV	GEV	LN	Gamma	LN	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	Gamma	Gamma
29	GEV	LN	GEV	LN	LN	LN	Gamma	GEV	GEV	GEV	LN	LP3	GEV	Gamma
30	LN	LN	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
31	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	Gamma	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	Gamma	GEV
32	GEV	LN	GEV	LN3	Gamma	LN3	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma
33	GEV	GEV	GEV	LN	LN	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN
34	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	LN	LN	LN	LN	GEV	GEV	Gamma
35	GEV	GEV	GEV	LN	LN3	Gamma	LN	LN	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	LN

Tablo 9.3. Standart süreler için Anderson-Darling Testi'ne göre belirlenmiş en uygun Dağılımlar

İSTASYON	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
2	GEV	LP3	GEV	GEV	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
4	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
5	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
6	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
7	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV
8	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
9	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3	LN3	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
10	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
11	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV
12	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV
13	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
14	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV
15	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	LN	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
16	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	Gamma3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
17	GEV	GEV	Gamma	LN3	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV	LN3	GEV	GEV	Gamma	GEV
18	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
19	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
20	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3	LN3	LN3	GEV
21	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
22	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
23	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma3	LN3	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV	GEV
24	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
25	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	Gamma	GEV	GEV	GEV
26	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV
27	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	LP3	GEV
28	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
29	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV
30	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV	Gamma3	GEV	GEV	GEV
31	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
32	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
33	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	LN	LN3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV
34	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	LP3	LP3	GEV
35	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3	GEV

Tablo 9.4 . Standart süreler için Ki-Kare Testi'ne göre belirlenmiş en uygun Dağılımlar

İSTASYON	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480	720	1080	1440
1	GEV	Gamma	LN	Gamma	LN	GEV	Gamma3	Gamma3	GEV	Gamma3	Gamma	Pareto	LN	LN
2	Gamma	GEV	LN	LN	GEV	Gamma3	Gamma	GEV	GEV	Gamma	LN	Gamma	GEV	Gamma
3	GEV	LN	GEV	LN	LP3	LN	LN	LN	Gamma	GEV	Gamma	Gamma	LP3	GEV
4	LN	Gamma	LN	Gamma	LN	LN	LN	GEV	LP3	LN	Gamma	Gamma	LN	Gamma
5	Gamma	GEV	LN	LN	GEV	GEV	LN	LN	Gamma	Gamma	LN	GEV	GEV	GEV
6	Gamma	Gamma	GEV	Gamma	LN3	LP3	LN	GEV	LN	LP3	Exp	GEV	LN	Exp2
7	GEV	Gamma	LN	LN	LN	LN	LN	LN3	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	LN3	LN
8	Exp	Gamma	Gamma	GEV	Gamma	GEV	GEV	Gamma3	Gamma	LN	Gamma	Gamma	GEV	LN
9	GEV	LN	Gamma	LN	Gamma	GEV	Gamma3	Gamma	LN	GEV	GEV	Gamma	Gamma	GEV
10	GEV	Gamma	Gamma	GEV	LN	GEV	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	GEV	GEV	Gamma
11	LN	Gamma	LN	LP3	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	Gamma	Gamma	LN	LN
12	Exp	GEV	Exp	Gamma	GEV	GEV	LN	LP3	LN	Exp	Gamma	Exp2	Gamma3	Gamma3
13	GEV	LN3	Gamma	GEV	Gamma	GEV	GEV	LP3	Gamma	LN	Gamma	GEV	Gamma	LN
14	LN	GEV	GEV	Gamma	Gamma	LN3	Gamma	LN	Gamma	GEV	Gamma	Gamma	GEV	LN
15	GEV	Gamma	Gamma	GEV	GEV	LN3	LN	GEV	Gamma	Gamma	Gamma	LN	LN	LP3
16	GEV	GEV	Gamma	LN3	LN3	Exp2	LN	Gamma3	Gamma	Gamma	GEV	Gamma	GEV	Gamma
17	GEV	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	LN	GEV	Gamma3	LN	GEV	GEV	GEV
18	Gamma	GEV	GEV	Exp2	GEV	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	LN	Gamma
19	Exp	GEV	LN	Gamma	LN	GEV	GEV	LN	LN	GEV	Gamma	LN	LN	GEV
20	Gamma3	LN	LP3	GEV	GEV	GEV	LN	GEV	Gamma3	LP3	LN	GEV	LP3	LN
21	Gamma	GEV	GEV	Gamma	Gamma	LN	LN	LN	GEV	Gamma	GEV	Gamma	Gamma	Gamma
22	Gamma	Gamma	GEV	LN	Gamma	LN	Gamma	LN	LN	LN	Gamma	LN	LN	LN
23	GEV	GEV	Gamma	GEV	Gamma	LN	Gamma	LN3	Gamma	LN	Gamma	Gamma	Gamma	GEV
24	LN	GEV	GEV	GEV	Gamma3	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3
25	GEV	Gamma	Gamma	LN3	LN	LN	LN	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma	GEV	GEV	Exp
26	LN	LN	Gamma	GEV	GEV	GEV	Gamma	LN	LN	Gamma	LN	GEV	LN3	GEV
27	GEV	LN	Gamma	Gamma	GEV	GEV	GEV	Gamma	Gamma	GEV	GEV	Gamma	LN3	Exp2
28	GEV	Gamma	Gamma	GEV	GEV	Gamma	GEV	LN	Gamma	Gamma	Gamma3	GEV	GEV	Gamma
29	LN	Gamma	Gamma	Gamma	LN	Gamma	LN	LN	GEV	Gamma	LN	GEV	Gamma	GEV
30	LN	Gamma	GEV	Gamma	GEV	Gamma	LN	LP3	GEV	Gamma	Gamma	GEV	GEV	GEV
31	LN	GEV	LN	LP3	LN	GEV	Gamma	GEV	GEV	Gamma	Gamma	LN	LN	Gamma
32	GEV	Gamma	LN	LP3	GEV	LN	LN	GEV	LN	LP3	GEV	Gamma	GEV	GEV
33	LN	LN	LN	GEV	LN	LN	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN	LN
34	LN	GEV	Gamma	GEV	GEV	LN	LN	LP3	Gamma	Gamma	LN	Gamma	Gamma3	Gamma
35	Gamma	LN	LN	Gamma	LN3	Gamma	Gamma	LN	Gamma	Gamma	LN	LN3	GEV	LN

Tablo 9.2-9.4’de özetlenen test sonuçları incelendiğinde; gözlem verilerinin tek bir dağılıma uymadığı görülmektedir. Ayrıca, testlerin kullandığı kritik değer, test edilen dağılımın parametreleri ve test tekniği açısından üç teste göre de kısa, orta ve uzun süreli yağış değerlerinin uyduğu dağılımların farklılık gösterdiği görülmektedir.

Kolmogorov-Smirnov test sonuçlarına göre; kısa süreli verilerin (5-30 dk) % 57’ sinin GEV dağılımına, % 22’ sinin Gamma dağılımına, % 17 ‘sinin Log-Normal dağılıma uyduğu görülmektedir. Orta süreli (60-300 dk) gözlem verilerinin % 45’nin GEV, % 27’ sinin Log-Normal, % 13’ ünün ise Gamma dağılımına uyduğu belirlenmiştir. Uzun süreli yağış gözlemlerinin ise (360-1440 dk) % 56’ sının GEV, % 18’ inin Log-Normal, % 15’ inin ise Gamma dağılımına uyduğu gözlenmiştir. Ayrıca, verilerin Log-Pearson III, Log-Normal III, Üstel (Exponential) II ve Gamma III dağılımlarına da uyduğu belirlenmiştir.

Anderson-Darling test sonuçlarına göre; kısa, orta ve uzun süreli yağışların %100’ üne yakın bir oranda GEV dağılımına uyduğu görülmüştür. Gözlem değerlerinin tamamına yakını GEV dağılımına uysa da, Gamma III, Log-Pearson III, Log-Normal dağılımlarına da uygunluk gösterdiği gözlenmiştir.

Ki-Kare testi sonucunda ise; kısa süreli gözlemlerin (5-30 dk) % 34’ ünün Gamma, % 30’ unun GEV, % 24’ ünün Log-Normal dağılıma uyduğu gözlenmiştir. Orta süreli (60-300 dk) verilerin % 32’ sinin GEV, % 31’ inin Log-Normal, % 23’ ünün Gamma dağılımına uyduğu belirlenmiştir. Uzun süreli verilerin ise (360-1440 dk) %34’ ünün Gamma, %30’ unun GEV, %22’ sinin ise Log-Normal dağılıma uyduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda, verilerin Log-Pearson III , Log-Normal III , Exponential II ve Gamma III dağılımlarına da uyduğu görülmüştür..

Yukarıda belirtilen bulgulardan; Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare test sonuçları arasında genel olarak bir uyumun bulunduğu ancak Anderson-Darling test sonuçlarının diğer iki testten tamamen farklı sonuçlar verdiği ve sonuçların yağış süresine göre değişmediği görülmektedir. Bu durumun; testlerin kullandığı kritik değer, test edilen dağılımın parametrelerinin belirlenmesindeki yaklaşımlardan ve gözlem verilerindeki hatalı gözlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Önceki rapor döneminde; aynı gözlem değerleri kullanılarak L-Momentler homojenlik testleri ve Bulanık c-Ortalamalar kümeleme analizleri ile gözlem verilerinin en iyi GEV ve Gumbel dağılımlarına uygunluk gösterdiği bulunmuştur.

Sonuç olarak; Anderson-Darling test sonuçları ile L-Moment homojenlik testleri ve kümeleme analiz sonuçları arasında iyi uyumun bulunduğu, Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare test sonuçları ile yer yer farklılıklar bulunmasına rağmen genel bir benzerliğin bulunduğu söylenebilir.

# 10. BÖLÜM

## DGA-ŞSF BAĞINTILARININ

### MATEMATİKSEL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK

### İFADE EDİLMESİ

Yağışın süresi, şiddeti, alansal ve zamansal değişimi vb. özelliklerinin bilinmesi; su kaynakları, tarım, kentleşme, drenaj, taşkın kontrolü ve ulaşım gibi farklı sektörlerle ait planlama çalışmaları ile bu sistemler üzerindeki çeşitli mühendislik yapılarının güvenli ve ekonomik olarak boyutlandırılması ve işletilmesi için gereklidir.

Standart Süreli Maksimum Yağış (SSMY) gözlem verileri gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları (görülme sıklıkları) ile tanımlanabilmektedirler. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller sıkça kullanılmaktadır. Bu tanımlamada, önce gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir veya daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılım modeli öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahminleri yapılmaktadır (Kite, 1977; Aşıkoğlu ve Benzeden 2007).

SSMY verilerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun, aynı istasyonda yağış süresi değiştikçe en uygun frekans dağılım modeli türünün değişim göstermesi olup, bununla ilgili ilginç bir örnek Manisa istasyonunun SSMY değerleri kullanılarak Aşıkoğlu ve Benzeden (2007)'de verilmiştir. İlgili çalışmada; en uygun dağılımın seçilmesinde aykırı değerlerin önemli rol oynadığı gösterilmiş, Uşak ve İzmir istasyonları için bu durum detaylı olarak irdelenmiş ve aykırı değerlerin ayıklanmasıyla süreler göre farklı dağılımların bulunması önlenmiştir. Böylece, ŞSF eğrilerinin birbirini kesmeyen düzgün nitelikte eğriler olması güvence altına alınmıştır.

Tüm istasyonlar ve standart süreler için; gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan çok sayıda kuramsal dağılımın sınanması, aykırı değerlerin ayıklanması ve bu işlemin yeniden yapılması önceki bölümde yapıldığı gibi, zahmetli ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu nedenle; farklı dağılım ve/veya bağıntıların ağırlık parametrelerini gözlem verilerine en iyi uyacak şekilde belirlemek için DGA-ŞSF modeli geliştirilmiş ve belirtilen model Ege Bölgesi'nde yer alan istasyonlara uygulanmış ve önerilen matematiksel ve istatistiksel bağıntıların farklı hata değerlendirme ölçütlerine göre model performansları irdelenmiştir.

Genel olarak, yağışın, süresi, şiddeti, ve yinelenme süresi arasındaki ilişki; Şiddet-Süre-Frekans (ŞSF) bağıntısı olarak adlandırılır. Bu bağıntı, yinelenme süresi ( $T$ ) ve yağış süresi ( $t$ ) ile ağırlık parametreleri olarak adlandırılan, konuma ve zamana göre değişen parametrelerin bir fonksiyonu olarak, matematiksel ya da istatistiksel formda ifade edilir.

Ağırlık parametrelerinin belirlenmesi, genellikle matematiksel dönüşümler ve/veya istatistik analizler gerektirir ve çoğu zaman hangi dağılımın gözlem verilerine daha iyi uyum gösterdiğinin belirlenmesi çok sayıda denemeyi veya bu amaçla geliştirilen yazılımların kullanımını gerektirir (Karahan ve diğ., 2007).

Şiddet-Süre-Frekans ilişkisinin farklı ampirik ve istatistiksel formlarda ifade edilerek, veri setine en uygun ağırlık parametreleri Genetik Algoritma tekniği kullanılarak tek aşamada Karahan ve diğ. tarafından belirlenmiştir (Karahan ve diğ., 2007). İlgili çalışmada İzmir DMI istasyonu için uygulanan metodoloji, istasyonlara ait; enlem, boylam ve yükselti gibi coğrafi özellikler eklenmek suretiyle GAP bölgesi için uygulanmış ve önerilen çözüm tekniğinin bölgesel uygulamalar için de kullanılabileceği gösterilmiştir (Karahan ve diğ., 2008).

Problemle ilgili formülasyon aşağıdaki gibi iki grup halinde verilebilir:

### 10.1. Ampirik Formülasyon

$$I = \frac{w_0 T^{w_1}}{t^{w_2}} \quad (10.1)$$

$$I = \frac{w_0 T^{w_1}}{(w_2 + t^{w_3})^{w_4}} \quad (10.2)$$

burada:  $I$ , yağış şiddeti ( $mm/dk$ ),  $T$ , yinelenme süresi,  $t$ , zaman ve  $w_k$ , (Denklem (10.1) için:  $k = 0,1,2$ ; Denklem (10.2) için:  $k = 0,1,\dots,4$ ) ise ağırlık parametrelerini temsil etmektedir. (Karahan ve diğ., 2007)'de önerilen, ve bu çalışmada da kullanılan iki ampirik bağıntı aşağıdaki gibidir:

$$I = \frac{\sum_{i=0}^M w_i [\ln(T)]^i}{(w_{M+1} + t^{M+2})^{M+3}} \quad (10.3)$$

$$I = \frac{\sum_{i=0}^M w_i [\ln(T)]^i}{\sum_{i=0}^M w_{(M+1)+i} [\ln(t)]^i} \quad (10.4)$$

burada:  $M$  ilgili denklemin mertebesidir ve bu çalışmada  $M=4$  kabul edilmiştir.



## 10.2. İstatistiksel Formülasyon

Şiddet-Süre-Frekans ilişkisinde ağırlıklı olarak kullanılan istatistiksel dağılımlar: *Gumbel*, *Genelleştirilmiş Ekstrem Değer (GED)*, *Gamma*, *Pareto*, *Üstel Dağılım* vb. dir. (Koutsoyiannis vd., 1998)'de Şiddet-Süre-Frekans probleminin Gumbel ve GED dağılımlarına daha iyi uyduğu gösterilmiştir.

Genel olarak Gumbel, GED, Üstel ve Pareto dağılımları sırası ile (10.5)-(10.8)'de verilmiştir.

Gumbel dağılımı:

$$I = w_0 \frac{w_1 - \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right]}{(w_2 + t^{w_3})^{w_4}} \quad (10.5)$$

GED dağılımı:

$$I = \frac{w_0 \left\{ w_1 + \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right]^{-w_2} \right\}}{(w_3 + t^{w_4})^{w_5}} \quad (10.6)$$

Üstel dağılım:

$$I = \frac{w_0 (w_1 + \ln(T))}{(w_2 + t^{w_3})^{w_4}} \quad (10.7)$$

Pareto dağılımı:

$$I = \frac{w_0 (w_1 + T^{w_2})}{(w_3 + t^{w_4})^{w_5}} \quad (10.8)$$

şeklinde ifade edilebilmektedir (Koutsoyiannis vd., 1998).

## 10.3. ŞSF Bağıntılarına DGA optimizasyon modelinin uygulanması

DG algoritması GA' da olduğu gibi amaç fonksiyonunun değerlendirmesine göre sürece devam eder. Amaç fonksiyonu, tasarımın veya parametre değerinin ne kadar iyi olduğunu gösterir. Bu nedenle; amaç fonksiyonunun seçilmesi büyük önem taşır.

Projenin performans değerlendirilmesinde kullanılacak temel kriter, model sonuçları ile gözlem değerleri arasındaki uyum olup; bu uyum (10.9) bağıntısında tanımlanan model etkinlik katsayısı (E) ile değerlendirilecektir. Optimizasyon işleminde amaç fonksiyonu olarak bu kriter kullanılacak ve bu fonksiyonun maksimum olması sağlanacaktır.

$$E = \max \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |I_i^{Gözlem} - I_i^{Model}|}{\sum_{i=1}^N |I_i^{Gözlem} - \overline{I_i^{Gözlem}}|} \right] \quad (10.9)$$

Denklem (10.9)'da  $\overline{I_i^{Gözlem}}$ , gözlenen yağış şiddetlerinin ortalamasını,  $I_i^{Gözlem}$ , gözlenen,  $I_i^{Hesap}$ , hesaplanan yağış şiddetlerini,  $N$  toplam gözlem sayısını göstermektedir.

DGA-ŞSF Modeli'nin hesap adımları aşağıda verilmiştir.

- Adım 6. Başlangıç.* DG algoritması için ilgili parametreler (*Popülasyon büyüklüğü, mutasyon, çaprazlama oranı ve durma koşulu*) ile probleme özgü parametrelerin (Karar değişkeni sayısı ve değişkenlerin alabileceği en küçük ve en büyük değerler) girilmesi. DGA' da karar değişkeni sayısı, arama uzayının boyutunu gösterir.
- Adım 7.* Boyutu Popülasyon büyüklüğü\*Karar değişkeni sayısı olan bir başlangıç konum matrisinin üretilmesi (üretilen matrisin her satırı ilgili ŞSF bağıntısının ağırlık parametrelerinden oluşur ve optimum çözüm için potansiyel bir adaydır).
- Adım 8.* *Mutasyon, çaprazlama ve seçim* operatörleri kullanılarak güncel konum matrisinin oluşturulması.
- Adım 9.* Ağırlık parametreleri kullanılarak, ilgili ŞSF bağıntısından  $I_i^{Hesap}$  değerlerinin hesaplanması ( $i=1,2,3,...,Popülasyon\ büyüklüğü$ ).
- Adım 10.* Denklem (10.9) kullanılarak amaç fonksiyonun hesaplanması.
- Adım 11.* İstenilen durma koşulu sağlanıyorsa *Adım 6'* ya, sağlanmıyorsa *Adım 2'* ye gidilmesi.
- Adım 12.* İşlemin sona erdirilmesi, ve sonuçların alınması.

DGA ile optimizasyon işleminde aşağıdaki parametreler kullanılmıştır.

Popülasyondaki birey sayısı (NP)	:	Ağırlık parametrelerinin sayısı*10
Durma Koşulu	:	En iyi ve en kötü amaç fonksiyonu değerleri arasındaki bağıl hatanın $\leq 0.0001$ (tolerans) olması
Ağırlık parametrelerinin sayısı ( $k$ )	:	Denklem (10.1): 3, Denklem (10.2): 5 Denklem (10.3): 8, Denklem (10.4): 10 Denklem (10.5): 5, Denklem (10.6): 6 Denklem (10.7): 5, Denklem (10.8): 6
AF, Mutasyon oranı	:	0.8
F, Çaprazlama oranı	:	0.8

Yukarıda tanımlanan ŞSF bağıntılarının ağırlık katsayıları; model sonuçları ile gözlem değerleri arasındaki uyum en iyi olacak şekilde DGA ile izleyen bölümlerde belirlenmektedir. Bu amaçla; Ege Bölgesinde yer alan DMİ tarafından işletilmekte olan meteoroloji istasyonlarının SSMY gözlem verileri kullanılarak farklı matematiksel ve istatistiksel bağıntıların ağırlık parametreleri, 5 farklı mutasyon stratejisi için elde edilmekte ve performans değerlendirmesi yapılarak en uygun strateji ve model etkinlik katsayısı en yüksek olan (model sonuçları gözlem değerlerine en uygun olan) bağıntı belirlenmektedir.

## 11. BÖLÜM

# DGA-ŞSF MODELİ İÇİN EN UYGUN STRATEJİ VE EN UYGUN BAĞINTININ BELİRLENMESİ

Bölüm 3.'de DGA optimizasyon modelinin doğrulanması ve model parametrelerinin performans üzerindeki etkisinin incelenmesi için literatürde verilen 32 test fonksiyonu için yapılan analizlerde; beş farklı mutasyon stratejisinin de, global optimum veya global optimuma çok yakın sonuçların elde edilmesinde kullanılabileceği gösterilmiş ve hangi stratejinin yakınsama hızı ve sonuçların duyarlılığı açısından daha iyi olduğuna karar verebilmek için ayrıntılı analizler gerçekleştirilmiştir.

Belirtilen analizler sonucunda; iterasyon sayısı ve bilgi-işlem süresi açısından 1 ve 2 nolu stratejilerin, sonuçların duyarlılığı açısından ise 3 ve 4 no'lu stratejilerin performansının daha iyi olduğu görülmüş, hem sonuçların duyarlılığı hem de makul bilgi-işlem süresi gerektirmesi nedeniyle 4 no'lu stratejinin tercih edilebileceği sonucuna varılmıştı. En uygun stratejinin seçilebilmesi için, benzer analizlerin ŞSF için de tekrarlanmasının yararlı olacağı I. Gelişim Raporunda önerilmiş ve hakem değerlendirme raporunda bu analizin ŞSF için tekrarlanması önemle belirtilmişti.

Bu nedenle; DGA-ŞSF modelinde kullanılacak en uygun stratejinin belirlenmesi için; 35 istasyon, 5 farklı mutasyon stratejisi ve 8 farklı ŞSF bağıntısı için amaç fonksiyonları, iterasyon sayıları ve bilgi-işlem süreleri belirlenmiştir. Kullanılan random çekirdeğin etkisinin minimum düzeye indirilmesi için, belirtilen işlemler 20 kez tekrarlanmış ve ortalama değerler kullanılmıştır.

DGA-ŞSF modeli için en uygun stratejinin belirlenmesi için yapılan analizler ampirik ve istatistiksel bağıntılar için iki grup halinde gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

## 11.1. Ampirik Bağıntılar İçin En Uygun Stratejinin Belirlenmesi

(10.1)-(10.4)' bağıntıları için en uygun stratejinin belirlenmesi için; DGA-ŞSF modeli 20 defa çalıştırılmış amaç fonksiyonları, iterasyon sayıları ve bilgi-işlem süreleri Tablo 11.1-11.4'de özetlenmiştir.

Tablo 11.1-11.4 'den görüleceği gibi; tüm stratejiler için eşit veya birbirine çok yakın amaç fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu durum; incelenen problemin çözümünde tüm stratejilerin kullanılabilirliğini göstermektedir. Ancak; gerekli iterasyon sayısı ve bilgi-işlem süresi açısından değerlendirildiğinde; 2 no'lu stratejinin daha az iterasyon gerektirdiği ve diğerlerinden daha hızlı olduğu görülmektedir.

4 ve 5 no'lu stratejilerin ise özellikle değişken sayısı arttıkça öngörülen durma koşulunu sağlamadığı ve maksimum iterasyon sayısına erişinceye kadar işlemin sürdüğü görülmektedir.

Tablo 11.1. Denklem 10.1'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması  
(20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,8439	0,8439	0,8439	0,8439	0,8439	130	78	77	163	226	0,99	0,59	0,58	1,24	1,71
2	0,8306	0,8306	0,8306	0,8306	0,8306	133	75	75	161	224	1,21	0,68	0,68	1,46	2,03
3	0,8627	0,8627	0,8627	0,8627	0,8627	128	77	75	164	216	1,08	0,65	0,63	1,38	1,82
4	0,8678	0,8678	0,8678	0,8678	0,8678	117	67	68	137	194	1,08	0,62	0,63	1,26	1,79
5	0,8319	0,8319	0,8319	0,8319	0,8319	131	77	76	160	221	1,07	0,62	0,61	1,30	1,79
6	0,8764	0,8764	0,8764	0,8764	0,8764	108	63	64	131	181	0,87	0,51	0,52	1,06	1,46
7	0,8728	0,8728	0,8728	0,8728	0,8728	126	72	74	150	207	1,06	0,60	0,62	1,26	1,74
8	0,7964	0,7964	0,7964	0,7964	0,7964	131	77	79	157	234	0,93	0,55	0,56	1,12	1,67
9	0,8355	0,8355	0,8355	0,8355	0,8355	126	71	74	157	220	1,08	0,61	0,64	1,35	1,89
10	0,8030	0,8030	0,8030	0,8030	0,8030	121	71	69	153	206	1,00	0,59	0,57	1,26	1,70
11	0,7633	0,7633	0,7633	0,7633	0,7633	115	70	69	146	196	0,43	0,26	0,26	0,55	0,73
12	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	0,7986	155	87	85	189	258	0,59	0,33	0,32	0,71	0,97
13	0,8284	0,8284	0,8284	0,8284	0,8284	124	74	73	152	218	1,17	0,70	0,69	1,43	2,06
14	0,8793	0,8793	0,8793	0,8793	0,8793	130	74	75	153	217	1,22	0,69	0,71	1,44	2,04
15	0,8186	0,8186	0,8186	0,8186	0,8186	125	70	70	149	215	0,99	0,56	0,56	1,18	1,70
16	0,8508	0,8508	0,8508	0,8508	0,8508	115	68	68	139	199	0,97	0,57	0,58	1,17	1,67
17	0,8320	0,8320	0,8320	0,8320	0,8320	123	73	74	151	210	1,14	0,67	0,68	1,40	1,94
18	0,8682	0,8682	0,8682	0,8682	0,8682	131	78	78	159	234	0,95	0,56	0,56	1,16	1,70
19	0,7977	0,7977	0,7977	0,7977	0,7977	137	79	78	163	239	1,07	0,62	0,60	1,26	1,85
20	0,8867	0,8867	0,8867	0,8867	0,8867	110	65	65	140	190	1,42	0,84	0,84	1,81	2,45
21	0,8464	0,8464	0,8464	0,8464	0,8464	131	76	77	161	226	0,80	0,46	0,47	0,98	1,37
22	0,8330	0,8330	0,8330	0,8330	0,8330	120	69	71	143	200	1,39	0,80	0,83	1,65	2,32
23	0,8310	0,8310	0,8310	0,8310	0,8310	107	65	64	134	180	1,03	0,62	0,62	1,29	1,72
24	0,8770	0,8770	0,8770	0,8770	0,8770	118	70	71	142	193	0,98	0,58	0,59	1,17	1,59
25	0,8286	0,8286	0,8286	0,8286	0,8286	129	77	75	155	218	1,09	0,64	0,63	1,30	1,83
26	0,8430	0,8430	0,8430	0,8430	0,8430	107	63	64	125	177	1,27	0,75	0,76	1,49	2,11
27	0,8274	0,8274	0,8274	0,8274	0,8274	139	82	81	171	233	0,76	0,45	0,44	0,93	1,27

Tablo 11.1. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,8459	0,8459	0,8459	0,8459	0,8459	126	72	70	151	210	0,98	0,56	0,55	1,17	1,63
29	0,8637	0,8637	0,8637	0,8637	0,8637	127	70	71	152	214	1,03	0,57	0,58	1,23	1,73
30	0,8585	0,8585	0,8585	0,8585	0,8585	125	73	72	148	212	1,06	0,61	0,61	1,24	1,79
31	0,8814	0,8814	0,8814	0,8814	0,8814	132	76	75	158	220	1,11	0,64	0,64	1,33	1,86
32	0,8249	0,8249	0,8249	0,8249	0,8249	119	70	71	143	201	0,77	0,45	0,46	0,92	1,29
33	0,8490	0,8490	0,8490	0,8490	0,8490	130	75	76	155	224	1,01	0,58	0,59	1,21	1,74
34	0,8564	0,8564	0,8564	0,8564	0,8564	125	72	73	152	215	1,47	0,85	0,86	1,78	2,53
35	0,8339	0,8339	0,8339	0,8339	0,8339	112	68	69	137	194	0,93	0,56	0,57	1,13	1,60
<b>Minimum</b>	<b>0,7633</b>	<b>0,7633</b>	<b>0,7633</b>	<b>0,7633</b>	<b>0,7633</b>	107	<b>63</b>	<b>64</b>	125	177	0,43	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	0,55	0,73
<b>Maksimum</b>	<b>0,8867</b>	<b>0,8867</b>	<b>0,8867</b>	<b>0,8867</b>	<b>0,8867</b>	155	<b>87</b>	<b>85</b>	189	258	1,47	<b>0,85</b>	<b>0,86</b>	1,81	2,53
<b>Ortalama</b>	<b>0,8413</b>	<b>0,8413</b>	<b>0,8413</b>	<b>0,8413</b>	<b>0,8413</b>	125	<b>73</b>	<b>73</b>	151	212	1,03	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	1,25	1,74
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,0281</b>	10	<b>5</b>	<b>5</b>	12	18	0,21	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	0,25	0,35

Tablo 11.2. Denklem 10.2'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,8663	0,8663	0,8663	0,8663	0,8531	1038	329	351	1313	5000	48,81	15,48	16,51	61,78	237,87
2	0,8502	0,8502	0,8502	0,8502	0,8441	1228	352	447	2053	5000	71,62	20,51	26,05	119,69	293,04
3	0,8670	0,8670	0,8670	0,8670	0,8584	1109	220	423	2965	5000	59,24	11,70	22,56	158,47	268,03
4	0,8890	0,8890	0,8890	0,8890	0,8882	969	317	380	1290	5000	57,57	18,85	22,58	76,72	298,50
5	0,8663	0,8663	0,8663	0,8663	0,8646	490	184	171	1351	5000	24,85	9,33	8,67	68,58	255,23
6	0,8941	0,8941	0,8941	0,8941	0,8938	964	208	210	1132	5000	48,97	10,57	10,67	57,53	254,41
7	0,9171	0,9171	0,9171	0,9171	0,9171	729	263	218	1191	2654	38,86	14,02	11,61	63,51	141,66
8	0,8203	0,8203	0,8203	0,8203	0,8175	1076	254	233	1450	5000	46,67	11,05	10,13	63,11	219,51
9	0,8623	0,8623	0,8623	0,8623	0,8616	719	343	249	1389	5000	39,06	18,64	13,54	75,51	272,83
10	0,8316	0,8316	0,8316	0,8316	0,8302	833	197	234	1157	5000	43,34	10,24	12,19	60,27	261,47
11	0,8260	0,8260	0,8260	0,8260	0,8219	796	231	200	1538	5000	14,93	4,33	3,75	28,84	94,01
12	0,8135	0,8135	0,8134	0,8135	0,8123	791	362	513	2688	5000	14,83	6,79	9,62	50,43	94,53
13	0,8503	0,8503	0,8503	0,8503	0,8460	620	232	223	1284	5000	37,59	14,06	13,51	77,86	306,28
14	0,8849	0,8849	0,8849	0,8849	0,8848	1368	362	316	1299	5000	83,08	21,97	19,19	78,74	303,47
15	0,8419	0,8419	0,8419	0,8419	0,8401	795	195	268	1255	5000	39,47	9,67	13,30	62,19	248,42
16	0,8741	0,8741	0,8741	0,8741	0,8708	899	246	190	1345	5000	47,81	13,08	10,10	71,34	268,25
17	0,8734	0,8734	0,8734	0,8734	0,8732	564	205	209	1325	5000	33,46	12,16	12,42	78,61	297,35
18	0,8902	0,8902	0,8902	0,8902	0,8879	620	282	222	902	5000	27,69	12,60	9,93	40,33	224,24
19	0,8223	0,8223	0,8223	0,8223	0,8196	649	158	183	1462	5000	31,45	7,65	8,85	70,83	242,64
20	0,9001	0,9001	0,9001	0,9001	0,8908	1209	491	372	2097	5000	104,59	42,49	32,19	181,62	433,76
21	0,8534	0,8534	0,8534	0,8534	0,8534	1195	436	342	1621	5000	43,10	15,71	12,32	58,47	180,92
22	0,8667	0,8667	0,8667	0,8667	0,8626	612	192	282	2904	5000	46,91	14,71	21,60	224,78	384,10
23	0,8506	0,8506	0,8506	0,8506	0,8493	699	205	258	1253	5000	43,26	12,68	15,95	77,49	309,26
24	0,8979	0,8979	0,8980	0,8980	0,8977	1737	463	5000	2702	5000	90,24	24,05	259,55	140,17	259,84
25	0,8595	0,8595	0,8595	0,8595	0,8569	552	196	189	953	5000	29,35	10,43	10,05	50,69	267,30
26	0,8476	0,8476	0,8476	0,8476	0,8467	813	292	347	1501	5000	64,31	23,07	27,42	118,67	394,94
27	0,8730	0,8730	0,8730	0,8730	0,8689	667	277	227	1414	5000	20,73	8,61	7,05	43,96	156,80



Tablo 11.2. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,8666	0,8666	0,8666	0,8666	0,8633	655	269	315	1269	5000	31,62	13,00	15,23	61,39	243,16
29	0,8894	0,8894	0,8894	0,8894	0,8894	891	290	189	939	5000	45,20	14,70	9,58	47,51	254,18
30	0,8733	0,8733	0,8733	0,8733	0,8726	577	279	268	1158	5000	30,75	14,86	14,29	61,76	267,13
31	0,8981	0,8981	0,8981	0,8981	0,8954	816	266	401	1071	5000	43,42	14,14	21,30	56,95	267,71
32	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	0,8387	1048	344	265	1464	5000	40,33	13,23	10,20	56,34	193,28
33	0,8856	0,8856	0,8856	0,8856	0,8771	805	397	242	954	5000	39,00	19,23	11,72	46,14	243,42
34	0,8787	0,8787	0,8787	0,8787	0,8749	724	202	208	1489	5000	56,29	15,69	16,17	115,56	387,08
35	0,8598	0,8598	0,8598	0,8598	0,8587	759	261	218	1260	5000	39,47	13,59	11,33	65,51	261,35
<b>Minimum</b>	<b>0,8135</b>	<b>0,8135</b>	<b>0,8134</b>	<b>0,8135</b>	0,8123	490	<b>158</b>	171	902	2654	14,83	4,33	3,75	28,84	94,01
<b>Maksimum</b>	<b>0,9171</b>	<b>0,9171</b>	<b>0,9171</b>	<b>0,9171</b>	0,9171	1737	<b>491</b>	5000	2965	5000	104,59	42,49	259,55	224,78	433,76
<b>Ortalama</b>	<b>0,8651</b>	<b>0,8651</b>	<b>0,8651</b>	<b>0,8651</b>	0,8623	858	<b>280</b>	410	1498	4933	45,08	14,65	21,46	79,18	259,60
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0252</b>	<b>0,0252</b>	<b>0,0252</b>	<b>0,0252</b>	0,0253	266	<b>83</b>	803	544	397	19,53	6,61	41,89	41,90	73,89

Tablo 11.3. Denklem 3.3'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması  
(20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,9434	0,9434	0,9434	0,9433	0,9428	2000	776	688	2000	2000	90,94	35,09	31,28	90,86	90,51
2	0,9335	0,9335	0,9335	0,9334	0,9326	2000	702	664	2000	2000	110,38	38,78	36,69	110,55	110,49
3	0,9342	0,9342	0,9342	0,9342	0,9335	2000	671	2000	2000	2000	101,44	34,04	101,42	101,48	101,49
4	0,9332	0,9332	0,9332	0,9331	0,9318	2000	774	730	2000	2000	113,01	43,73	41,29	113,18	113,09
5	0,9437	0,9437	0,9437	0,9436	0,9429	2000	824	742	2000	2000	96,84	39,90	35,93	96,95	97,02
6	0,9513	0,9513	0,9513	0,9512	0,9504	2000	777	671	2000	2000	96,85	37,67	32,50	96,92	96,95
7	0,9609	0,9609	0,9609	0,9609	0,9601	2000	742	673	2000	2000	101,43	37,63	34,13	101,47	101,55
8	0,9200	0,9201	0,9201	0,9200	0,9195	2000	732	783	2000	2000	83,36	30,53	32,67	83,39	83,48
9	0,9382	0,9382	0,9382	0,9381	0,9376	2000	607	2000	2000	2000	103,99	31,57	103,98	104,03	104,11
10	0,9278	0,9278	0,9278	0,9278	0,9274	2000	752	787	2000	2000	99,55	37,40	39,16	99,56	99,61
11	0,9186	0,9186	0,9186	0,9185	0,9167	2000	708	621	2000	2000	38,26	13,55	11,90	38,69	38,33
12	0,9249	0,9250	0,9250	0,9249	0,9237	2000	868	836	2000	2000	38,14	16,56	15,95	38,21	38,26
13	0,9398	0,9398	0,9398	0,9397	0,9391	2000	776	664	2000	2000	114,95	44,62	38,17	115,03	115,08
14	0,9419	0,9419	0,9419	0,9418	0,9392	2000	868	2000	2000	2000	115,15	49,94	115,06	115,16	115,22
15	0,9422	0,9422	0,9422	0,9422	0,9419	2000	681	750	2000	2000	95,00	32,35	35,63	95,06	95,12
16	0,9441	0,9441	0,9441	0,9441	0,9433	2000	846	758	2000	2000	101,44	42,88	38,46	101,52	101,56
17	0,9472	0,9472	0,9472	0,9472	0,9467	2000	709	647	2000	2000	113,16	40,07	36,62	113,24	113,25
18	0,9471	0,9471	0,9471	0,9471	0,9467	2000	721	688	2000	2000	85,90	30,97	29,56	85,95	85,99
19	0,9234	0,9234	0,9234	0,9234	0,9230	2000	753	681	2000	2000	92,52	34,86	31,52	92,64	92,59
20	0,9533	0,9533	0,9533	0,9532	0,9504	2000	824	2000	2000	2000	162,71	67,04	162,66	162,74	162,78
21	0,9340	0,9340	0,9340	0,9339	0,9327	2000	761	982	2000	2000	69,81	26,60	34,31	69,93	69,99
22	0,9411	0,9411	0,9411	0,9411	0,9408	2000	642	691	2000	2000	144,77	46,46	50,00	144,82	144,89
23	0,9475	0,9475	0,9475	0,9475	0,9464	2000	679	668	2000	2000	117,53	39,90	39,24	117,59	117,66
24	0,9358	0,9358	0,9358	0,9357	0,9347	2000	719	684	2000	2000	99,44	35,76	34,03	99,51	99,59
25	0,9482	0,9482	0,9482	0,9482	0,9480	2000	654	683	2000	2000	101,48	33,16	34,64	101,54	101,59
26	0,9499	0,9499	0,9499	0,9498	0,9481	2000	633	2000	2000	2000	149,18	47,21	149,25	149,16	149,20
27	0,9330	0,9330	0,9330	0,9329	0,9317	2000	764	704	2000	2000	60,81	23,22	21,42	60,87	60,94

Tablo 11.3. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,9396	0,9396	0,9396	0,9395	0,9392	2000	732	753	2000	2000	92,40	33,81	34,78	92,48	92,55
29	0,9505	0,9505	0,9505	0,9504	0,9498	2000	864	773	2000	2000	96,96	41,92	37,50	96,98	97,05
30	0,9429	0,9429	0,9429	0,9429	0,9423	2000	698	2000	2000	2000	101,52	35,45	101,53	101,56	101,58
31	0,9335	0,9335	0,9335	0,9334	0,9326	2000	783	2000	2000	2000	101,48	39,74	101,52	101,47	101,56
32	0,9293	0,9293	0,9293	0,9292	0,9282	2000	752	826	2000	2000	74,34	27,96	30,71	74,36	74,44
33	0,9315	0,9315	0,9315	0,9314	0,9309	2000	706	701	2000	2000	92,59	32,70	32,48	92,67	92,83
34	0,9505	0,9505	0,9505	0,9505	0,9497	2000	745	728	2000	2000	146,55	54,63	53,34	149,27	146,97
35	0,9460	0,9460	0,9460	0,9459	0,9453	2000	680	662	2000	2000	99,46	33,82	32,93	99,55	99,55
<b>Minimum</b>	<b>0,9186</b>	<b>0,9186</b>	<b>0,9186</b>	0,9185	0,9167	2000	<b>607</b>	621	2000	2000	38,14	<b>13,55</b>	11,90	38,21	38,26
<b>Maksimum</b>	<b>0,9609</b>	<b>0,9609</b>	<b>0,9609</b>	0,9609	0,9601	2000	<b>868</b>	2000	2000	2000	162,71	<b>67,04</b>	162,66	162,74	162,78
<b>Ortalama</b>	<b>0,9395</b>	<b>0,9395</b>	<b>0,9395</b>	0,9394	0,9386	2000	<b>741</b>	978	2000	2000	100,10	<b>36,90</b>	51,21	100,24	100,20
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0099</b>	<b>0,0099</b>	<b>0,0099</b>	0,0099	0,0099	0	<b>67</b>	523	0	0	26,17	<b>9,89</b>	36,96	26,28	26,18

Tablo 11.4. Denklem 10.4'ün farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,9435	0,9450	0,9450	0,9342	0,8907	5000	1735	1693	5000	5000	349,20	120,43	117,69	348,33	348,62
2	0,9362	0,9364	0,9364	0,9357	0,9061	5000	1330	1313	5000	5000	426,10	113,12	111,74	426,09	427,08
3	0,9355	0,9359	0,9359	0,9348	0,9011	5000	1688	1435	5000	5000	391,34	131,82	112,00	391,05	391,86
4	0,9356	0,9360	0,9360	0,9350	0,8968	5000	1424	1255	5000	5000	435,82	123,91	109,22	435,85	436,99
5	0,9438	0,9440	0,9440	0,9414	0,8909	5000	1481	1477	5000	5000	373,29	110,47	110,09	373,50	374,43
6	0,9507	0,9512	0,9512	0,9500	0,8982	5000	1671	1607	5000	5000	373,27	124,59	119,83	373,70	374,19
7	0,9592	0,9598	0,9598	0,9572	0,8967	5000	1814	1441	5000	5000	390,90	141,62	112,44	391,23	391,61
8	0,9208	0,9212	0,9212	0,9199	0,8893	5000	1454	1516	5000	5000	320,24	92,98	96,95	320,42	321,52
9	0,9392	0,9401	0,9401	0,9370	0,8874	5000	1480	1477	5000	5000	400,80	118,39	118,16	400,74	401,73
10	0,9275	0,9280	0,9280	0,9238	0,8776	5000	1439	1383	5000	5000	382,92	110,08	105,68	383,22	384,01
11	0,9278	0,9288	0,9288	0,9219	0,8634	5000	1618	1735	5000	5000	143,80	46,31	49,69	144,01	144,86
12	0,9241	0,9247	0,9247	0,9230	0,8892	5000	1780	1747	5000	5000	143,81	50,95	50,00	143,79	144,79
13	0,9437	0,9445	0,9445	0,9425	0,9084	5000	1460	1657	5000	5000	443,60	129,42	146,79	443,71	444,67
14	0,9421	0,9422	0,9422	0,9410	0,8899	5000	1405	1345	5000	5000	443,68	124,58	119,19	444,68	444,64
15	0,9440	0,9443	0,9443	0,9423	0,9100	5000	1525	1861	5000	5000	365,41	111,18	135,78	365,25	366,24
16	0,9427	0,9439	0,9439	0,9396	0,8868	5000	1498	1516	5000	5000	390,87	116,94	118,32	391,22	391,71
17	0,9491	0,9500	0,9500	0,9453	0,8693	5000	1453	1425	5000	5000	435,92	126,49	124,01	436,14	436,91
18	0,9478	0,9480	0,9480	0,9474	0,9195	5000	1297	1208	5000	5000	330,01	85,46	79,57	330,24	330,90
19	0,9253	0,9255	0,9255	0,9251	0,9090	5000	1924	1912	5000	5000	355,92	136,70	135,82	355,53	356,64
20	0,9525	0,9530	0,9530	0,9515	0,8941	5000	1367	1456	5000	5000	629,57	172,03	183,11	630,12	630,74
21	0,9347	0,9352	0,9352	0,9309	0,8795	5000	1452	1555	5000	5000	267,37	77,45	82,95	267,69	268,52
22	0,9425	0,9429	0,9429	0,9421	0,9198	5000	1675	1497	5000	5000	559,23	187,14	167,47	559,35	560,59
23	0,9491	0,9498	0,9498	0,9486	0,9067	5000	1399	1371	5000	5000	453,54	126,69	124,17	453,42	454,38
24	0,9358	0,9363	0,9363	0,9342	0,8684	5000	1409	1387	5000	5000	383,09	107,80	106,05	383,33	384,01
25	0,9480	0,9486	0,9486	0,9447	0,8987	5000	1484	1623	5000	5000	391,12	115,83	126,80	391,34	391,89
26	0,9501	0,9508	0,9508	0,9480	0,8917	5000	1703	1495	5000	5000	577,14	196,31	172,36	577,18	577,83
27	0,9337	0,9350	0,9350	0,9276	0,8839	5000	1473	1507	5000	5000	232,28	68,25	69,76	232,50	233,37

Tablo 11.4. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,9396	0,9400	0,9400	0,9379	0,9033	5000	1760	1524	5000	5000	355,63	125,01	108,23	355,79	358,87
29	0,9513	0,9515	0,9515	0,9503	0,9064	5000	1327	1235	5000	5000	373,34	98,97	92,02	373,57	374,42
30	0,9430	0,9435	0,9435	0,9413	0,8838	5000	1739	1520	5000	5000	390,76	135,69	118,60	391,26	391,89
31	0,9331	0,9337	0,9337	0,9319	0,9026	5000	1831	1762	5000	5000	390,95	142,95	137,71	391,55	391,93
32	0,9299	0,9300	0,9300	0,9285	0,8909	5000	1461	1438	5000	5000	284,80	83,12	81,79	285,14	286,01
33	0,9323	0,9328	0,9328	0,9311	0,8962	5000	1752	1572	5000	5000	355,72	124,41	111,62	355,56	356,74
34	0,9502	0,9509	0,9509	0,9493	0,9145	5000	1630	1589	5000	5000	567,21	184,68	180,06	569,02	568,44
35	0,9465	0,9473	0,9473	0,9454	0,9086	5000	1266	1265	5000	5000	383,30	96,81	96,76	383,35	384,07
<b>Minimum</b>	<b>0,9208</b>	<b>0,9212</b>	<b>0,9212</b>	0,9199	0,8634	5000	<b>1266</b>	1208	5000	5000	143,80	<b>46,31</b>	49,69	143,79	144,79
<b>Maksimum</b>	<b>0,9592</b>	<b>0,9598</b>	<b>0,9598</b>	0,9572	0,9198	5000	<b>1924</b>	1912	5000	5000	629,57	<b>196,31</b>	183,11	630,12	630,74
<b>Ortalama</b>	<b>0,9403</b>	<b>0,9409</b>	<b>0,9409</b>	0,9383	0,8951	5000	<b>1549</b>	1509	5000	5000	385,48	<b>118,82</b>	115,21	385,68	386,49
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0092</b>	<b>0,0092</b>	<b>0,0092</b>	0,0095	0,0137	0	<b>173</b>	170	0	0	102,13	<b>33,67</b>	31,21	102,25	102,13

## 11.2. İstatistiksel Bağıntılar İçin En Uygun Stratejinin Belirlenmesi

(10.5)-(10.8)'bağıntılarını için en uygun stratejinin belirlenmesi için; DGA-ŞSF modeli 20 defa çalıştırılmış amaç fonksiyonları, iterasyon sayıları ve bilgi-işlem süreleri Tablo 11.5-11.8'de özetlenmiştir.

Tablo 11.5-11.8 'den görüleceği gibi; tüm stratejiler için eşit amaç fonksiyonu değerleri elde edilmiştir. Bu durum; incelenen istatistiksel bağıntılarının optimum ağırlık katsayılarının belirlenmesinde tüm stratejilerin kullanılabilmesini göstermektedir. Ancak; gerekli iterasyon sayısı ve bilgi-işlem süresi açısından değerlendirildiğinde; 2 no'lu stratejinin genel olarak daha az iterasyon gerektirdiği ve diğerlerinden daha hızlı olduğu görülmektedir. Sadece Gumbel dağılımına dayalı istatistiksel bağıntıda 3 no'lu stratejinin 2' no'lu stratejiden daha az iterasyon gerektirdiği ve biraz daha hızlı olduğu görülmektedir. Buna karşılık; 3 no'lu strateji, Üstel dağılıma ve Pareto dağılımına dayalı istatistiksel bağıntılar için maksimum iterasyon sayısı veya bu değere yakın iterasyon gerektirmekte olup, bilgi-işlem süresi açısından da benzer davranış göstermektedir.

Tablo 11.5. Denklem 10.5'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,9246	0,9246	0,9246	0,9246	0,9246	555	208	204	760	1632	8,96	3,27	3,21	11,94	25,64
2	0,9083	0,9083	0,9083	0,9083	0,9083	577	195	192	808	1190	10,91	3,69	3,63	15,35	22,51
3	0,9131	0,9131	0,9131	0,9131	0,9131	556	202	216	765	1831	9,71	3,53	3,78	13,37	31,98
4	0,9293	0,9293	0,9293	0,9293	0,9293	518	237	220	785	1442	9,99	4,58	4,25	15,15	27,81
5	0,9199	0,9199	0,9199	0,9199	0,9199	484	196	215	693	1336	8,11	3,29	3,61	11,63	22,45
6	0,9457	0,9457	0,9457	0,9457	0,9457	600	215	207	845	1576	10,07	3,61	3,48	14,18	26,43
7	0,9365	0,9365	0,9365	0,9365	0,9365	501	231	215	804	1412	8,76	4,04	3,76	14,07	24,69
8	0,8784	0,8784	0,8784	0,8784	0,8784	572	201	226	736	1323	8,34	2,94	3,30	10,75	19,30
9	0,9349	0,9349	0,9349	0,9349	0,9349	553	245	241	815	1499	9,87	4,38	4,31	14,59	26,80
10	0,9158	0,9158	0,9158	0,9158	0,9158	453	203	199	701	1434	7,78	3,49	3,43	12,06	24,66
11	0,8592	0,8592	0,8592	0,8592	0,8592	578	221	222	840	1389	4,27	1,64	1,65	6,23	10,28
12	0,9042	0,9042	0,9042	0,9042	0,9042	562	244	239	833	1896	4,16	1,81	1,77	6,18	14,02
13	0,9132	0,9132	0,9132	0,9132	0,9132	518	205	203	757	1274	10,18	4,04	4,00	14,89	25,06
14	0,9463	0,9463	0,9463	0,9463	0,9463	771	300	218	1035	2950	15,18	5,90	4,28	20,29	57,88
15	0,9231	0,9231	0,9231	0,9231	0,9231	496	218	211	717	1255	8,15	3,58	3,47	11,79	20,62
16	0,9308	0,9308	0,9308	0,9308	0,9308	541	216	228	716	1416	9,46	3,78	4,00	12,53	24,75
17	0,9084	0,9084	0,9084	0,9084	0,9084	545	188	195	769	1260	10,53	3,64	3,77	14,87	24,36
18	0,9195	0,9195	0,9195	0,9195	0,9195	525	230	213	841	1156	7,86	3,45	3,20	12,60	17,31
19	0,8861	0,8861	0,8861	0,8861	0,8861	495	254	208	742	1251	7,95	4,08	3,34	11,93	20,08
20	0,9466	0,9466	0,9466	0,9466	0,9466	668	173	199	1013	2082	18,20	4,71	5,42	27,61	56,74
21	0,9189	0,9189	0,9189	0,9189	0,9189	628	199	237	920	2162	7,81	2,48	2,95	11,45	26,86
22	0,9134	0,9134	0,9134	0,9134	0,9134	499	201	175	644	1159	12,16	4,90	4,26	15,69	28,25
23	0,9311	0,9311	0,9311	0,9311	0,9311	553	232	199	713	1373	11,08	4,65	3,99	14,31	27,50
24	0,9138	0,9138	0,9138	0,9138	0,9138	569	194	233	870	1892	9,76	3,33	4,00	14,94	32,45
25	0,9205	0,9205	0,9205	0,9205	0,9205	527	229	204	697	1275	9,21	4,01	3,57	12,19	22,30
26	0,9472	0,9472	0,9472	0,9472	0,9472	917	242	233	896	1934	22,98	6,07	5,84	22,45	48,47
27	0,9057	0,9057	0,9057	0,9057	0,9057	501	233	233	786	1417	5,52	2,57	2,58	8,67	15,60

Tablo 11.5. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,9336	0,9336	0,9336	0,9336	0,9336	517	252	234	863	1319	8,30	4,05	3,76	13,87	21,17
29	0,9396	0,9396	0,9396	0,9396	0,9396	577	213	211	751	1480	9,67	3,57	3,54	12,61	24,80
30	0,9358	0,9358	0,9358	0,9358	0,9358	488	205	235	684	1549	8,52	3,59	4,11	11,96	27,07
31	0,8988	0,8988	0,8988	0,8988	0,8988	518	207	200	916	1661	9,07	3,62	3,50	16,02	29,06
32	0,9207	0,9207	0,9207	0,9207	0,9207	568	199	200	742	1375	7,47	2,62	2,63	9,77	18,11
33	0,8937	0,8937	0,8937	0,8937	0,8937	491	231	200	701	1226	7,87	3,71	3,21	11,25	19,64
34	0,9371	0,9371	0,9371	0,9371	0,9371	480	241	208	748	1360	11,85	5,96	5,14	18,48	33,59
35	0,9289	0,9289	0,9289	0,9289	0,9289	556	253	229	785	1471	9,54	4,35	3,94	13,50	25,26
<b>Minimum</b>	<b>0,8592</b>	<b>0,8592</b>	<b>0,8592</b>	<b>0,8592</b>	<b>0,8592</b>	453	173	<b>175</b>	644	1156	4,16	1,64	1,65	6,18	10,28
<b>Maksimum</b>	<b>0,9472</b>	<b>0,9472</b>	<b>0,9472</b>	<b>0,9472</b>	<b>0,9472</b>	917	300	<b>241</b>	1035	2950	22,98	6,07	5,84	27,61	57,88
<b>Ortalama</b>	<b>0,9195</b>	<b>0,9195</b>	<b>0,9195</b>	<b>0,9195</b>	<b>0,9195</b>	556	220	<b>214</b>	791	1522	9,69	3,80	3,68	13,69	26,39
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0199</b>	<b>0,0199</b>	<b>0,0199</b>	<b>0,0199</b>	<b>0,0199</b>	86	25	<b>16</b>	90	360	3,46	1,00	0,84	4,04	10,11



Tablo 11.6. Denklem 10.6'nın farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması  
(20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,9207	0,9207	0,9207	0,9207	0,9207	848	352	303	1551	2667	19,08	7,93	6,83	34,95	60,02
2	0,9230	0,9230	0,9230	0,9230	0,9230	971	315	302	1490	2730	26,44	8,58	8,23	40,65	74,44
3	0,9301	0,9301	0,9301	0,9301	0,9301	981	285	307	2057	5169	24,62	7,16	7,71	51,70	129,85
4	0,9248	0,9248	0,9248	0,9248	0,9248	945	326	298	1846	3845	26,39	9,07	8,28	51,33	106,80
5	0,9265	0,9265	0,9265	0,9265	0,9265	748	288	311	1257	2535	18,00	6,95	7,49	30,31	61,05
6	0,9414	0,9414	0,9414	0,9414	0,9414	856	313	305	1894	3843	20,58	7,52	7,33	45,54	92,38
7	0,9481	0,9481	0,9481	0,9481	0,9481	827	273	291	1404	2450	20,77	6,86	7,32	35,28	61,55
8	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	703	245	273	1073	1929	14,67	5,12	5,71	22,43	40,26
9	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167	932	302	311	1577	3300	23,90	7,76	7,99	40,49	84,70
10	0,8897	0,8897	0,8897	0,8897	0,8897	746	249	240	1130	1956	18,37	6,14	5,92	27,88	48,22
11	0,8542	0,8542	0,8542	0,8542	0,8542	764	295	264	1268	2135	7,80	3,02	2,70	12,97	21,80
12	0,8849	0,8849	0,8849	0,8849	0,8849	1001	286	389	1702	3911	10,19	2,92	3,97	17,36	39,83
13	0,9109	0,9109	0,9109	0,9109	0,9109	875	316	270	1484	2310	24,79	8,95	7,65	42,04	65,41
14	0,9358	0,9358	0,9358	0,9358	0,9358	1125	302	326	1719	4183	31,80	8,55	9,22	48,72	118,36
15	0,9161	0,9161	0,9161	0,9161	0,9161	973	292	298	1330	2838	22,89	6,88	7,02	31,33	66,82
16	0,9276	0,9276	0,9276	0,9276	0,9276	1110	305	270	1601	3106	27,86	7,66	6,79	40,24	78,01
17	0,9053	0,9053	0,9053	0,9053	0,9053	641	263	248	1169	1908	17,83	7,32	6,90	32,55	53,06
18	0,9459	0,9459	0,9459	0,9459	0,9459	1068	319	339	1933	3737	22,86	6,84	7,26	41,45	80,01
19	0,8977	0,8977	0,8977	0,8977	0,8977	791	283	312	1219	2206	18,20	6,51	7,18	28,05	50,71
20	0,9533	0,9533	0,9533	0,9533	0,9533	984	340	335	1914	3941	38,90	13,43	13,24	75,64	155,73
21	0,9003	0,9003	0,9003	0,9003	0,9003	776	251	268	1292	2067	13,70	4,44	4,74	22,86	36,51
22	0,9246	0,9246	0,9246	0,9246	0,9246	667	257	265	1154	2078	23,54	9,08	9,36	40,76	73,35
23	0,9202	0,9202	0,9202	0,9202	0,9202	813	273	280	1286	2173	23,47	7,89	8,08	37,19	62,77
24	0,9256	0,9256	0,9256	0,9256	0,9256	1038	329	360	1857	4051	25,57	8,12	8,87	45,80	99,86
25	0,9046	0,9046	0,9046	0,9046	0,9046	716	271	254	1092	1912	17,99	6,82	6,40	27,47	48,05
26	0,9257	0,9257	0,9257	0,9257	0,9257	1066	380	316	1466	3043	38,68	13,81	11,47	53,26	110,48
27	0,9201	0,9201	0,9201	0,9201	0,9201	825	375	305	1440	2244	12,82	5,83	4,75	22,41	34,90

Tablo 11.6. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,9286	0,9286	0,9286	0,9286	0,9286	934	322	286	1604	2875	21,47	7,41	6,58	36,97	66,13
29	0,9402	0,9402	0,9402	0,9402	0,9402	924	342	317	1540	2495	22,22	8,23	7,63	37,09	60,04
30	0,9279	0,9279	0,9279	0,9279	0,9279	798	323	284	1235	2412	20,03	8,11	7,14	31,06	60,58
31	0,9328	0,9328	0,9328	0,9328	0,9328	1081	340	379	2042	4997	27,21	8,56	9,54	51,42	125,80
32	0,9035	0,9035	0,9035	0,9035	0,9035	902	374	282	1259	2393	16,88	7,01	5,29	23,61	44,79
33	0,9275	0,9275	0,9275	0,9275	0,9275	795	329	279	1358	2630	18,32	7,59	6,43	31,30	60,59
34	0,9415	0,9415	0,9415	0,9415	0,9415	877	317	276	1313	2464	31,38	11,36	9,88	47,02	88,19
35	0,9171	0,9171	0,9171	0,9171	0,9171	801	279	275	1232	2444	19,71	6,87	6,78	30,35	60,21
<b>Minimum</b>	<b>0,8542</b>	<b>0,8542</b>	<b>0,8542</b>	<b>0,8542</b>	<b>0,8542</b>	641	<b>245</b>	240	1073	1908	7,80	2,92	2,70	12,97	21,80
<b>Maksimum</b>	<b>0,9533</b>	<b>0,9533</b>	<b>0,9533</b>	<b>0,9533</b>	<b>0,9533</b>	1125	<b>380</b>	389	2057	5169	38,90	13,81	13,24	75,64	155,73
<b>Ortalama</b>	<b>0,9193</b>	<b>0,9193</b>	<b>0,9193</b>	<b>0,9193</b>	<b>0,9193</b>	883	<b>306</b>	298	1480	2885	21,97	7,61	7,36	36,84	72,04
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0205</b>	<b>0,0205</b>	<b>0,0205</b>	<b>0,0205</b>	<b>0,0205</b>	130	<b>36</b>	34	285	881	6,80	2,21	1,99	12,26	30,10

Tablo 11.7. Denklem 10.7'nin farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,9073	0,9073	0,9073	0,9073	0,9073	428	186	177	570	948	9,88	4,21	4,04	12,61	21,49
2	0,9240	0,9240	0,9240	0,9240	0,9240	488	190	188	708	1096	13,64	5,17	5,20	18,85	30,10
3	0,9155	0,9155	0,9155	0,9155	0,9155	460	164	199	738	1127	12,17	4,36	5,34	19,29	29,46
4	0,9115	0,9115	0,9115	0,9115	0,9115	542	203	5000	688	1097	15,35	5,53	147,05	18,69	30,50
5	0,9168	0,9168	0,9168	0,9168	0,9168	511	233	199	720	1389	12,83	5,75	4,97	17,49	34,06
6	0,9318	0,9318	0,9318	0,9318	0,9318	562	206	5000	849	1356	14,21	5,01	129,40	20,38	33,31
7	0,9473	0,9473	0,9473	0,9473	0,9473	519	130	5000	795	1282	13,69	2,65	134,69	20,27	33,06
8	0,8811	0,8811	0,8811	0,8811	0,8811	500	209	194	647	1150	10,80	4,44	4,22	13,50	24,60
9	0,9060	0,9060	0,9060	0,9060	0,9060	460	129	5000	706	1178	12,26	3,22	118,10	18,06	30,30
10	0,8893	0,8893	0,8893	0,8893	0,8893	481	193	5000	642	1112	12,34	4,91	132,69	15,88	28,09
11	0,8575	0,8575	0,8575	0,8575	0,8575	333	139	5000	384	669	3,67	1,44	57,67	4,08	7,26
12	0,8697	0,8697	0,8697	0,8697	0,8697	603	246	5000	967	1526	6,72	2,71	57,49	10,47	16,78
13	0,8968	0,8968	0,8968	0,8968	0,8968	447	159	180	569	949	13,04	4,41	5,14	15,63	26,75
14	0,9222	0,9222	0,9222	0,9222	0,9222	645	256	5000	825	1415	18,82	7,40	152,72	23,30	40,80
15	0,9095	0,9095	0,9095	0,9095	0,9095	473	164	192	660	1193	11,51	3,68	4,66	15,40	28,47
16	0,9089	0,9089	0,9089	0,9089	0,9089	463	223	5000	818	1280	12,08	5,79	136,12	19,96	32,49
17	0,9002	0,9002	0,9002	0,9002	0,9002	429	172	5000	648	1295	12,53	5,11	151,89	19,22	37,60
18	0,9456	0,9456	0,9456	0,9456	0,9456	461	193	5000	733	1248	10,33	4,29	116,39	15,86	27,44
19	0,9078	0,9078	0,9078	0,9078	0,9078	456	136	269	640	1048	10,85	2,68	6,44	14,58	24,43
20	0,9379	0,9379	0,9379	0,9379	0,9379	522	219	5000	872	1484	21,18	8,95	203,04	33,22	58,77
21	0,8847	0,8847	0,8847	0,8847	0,8847	504	119	5000	945	1491	9,44	1,77	97,12	17,10	27,23
22	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	341	126	5000	390	708	11,90	4,24	189,34	12,89	24,24
23	0,9057	0,9057	0,9057	0,9057	0,9057	548	219	5000	736	1394	16,46	6,37	153,85	21,18	40,47
24	0,9174	0,9174	0,9174	0,9174	0,9174	567	201	5000	726	1439	14,94	5,40	135,55	19,01	37,79
25	0,9048	0,9048	0,9048	0,9048	0,9048	487	111	183	632	1164	12,58	2,25	4,74	15,70	29,72
26	0,9123	0,9123	0,9123	0,9123	0,9123	692	219	5000	930	1754	26,48	8,35	191,59	34,30	64,75
27	0,9061	0,9061	0,9061	0,9061	0,9061	425	145	189	563	1074	6,79	2,00	3,07	8,80	17,05

Tablo 11.7. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,9111	0,9111	0,9111	0,9111	0,9111	543	194	5000	821	1645	13,40	4,83	127,20	19,91	40,49
29	0,9267	0,9267	0,9267	0,9267	0,9267	475	179	5000	617	1190	11,57	4,27	126,06	14,45	28,67
30	0,9196	0,9196	0,9196	0,9196	0,9196	518	192	5000	694	1220	13,29	4,94	135,29	17,24	30,79
31	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	0,9217	581	182	5000	781	1458	15,55	4,98	138,15	20,77	38,41
32	0,8872	0,8872	0,8872	0,8872	0,8872	509	180	5000	754	1234	9,93	3,44	101,38	14,31	23,61
33	0,9143	0,9143	0,9143	0,9143	0,9143	508	195	5000	702	1234	12,32	4,78	124,53	16,46	29,38
34	0,9322	0,9322	0,9322	0,9322	0,9322	458	189	155	601	1084	16,70	6,86	5,56	20,70	38,55
35	0,9101	0,9101	0,9101	0,9101	0,9101	522	206	5000	737	1314	13,29	5,21	127,99	18,14	32,84
<b>Minimum</b>	<b>0,8575</b>	<b>0,8575</b>	<b>0,8575</b>	<b>0,8575</b>	<b>0,8575</b>	333	<b>111</b>	155	384	669	3,67	<b>1,44</b>	3,07	4,08	7,26
<b>Maksimum</b>	<b>0,9473</b>	<b>0,9473</b>	<b>0,9473</b>	<b>0,9473</b>	<b>0,9473</b>	692	<b>256</b>	5000	967	1754	26,48	<b>8,95</b>	203,04	34,30	64,75
<b>Ortalama</b>	<b>0,9104</b>	<b>0,9104</b>	<b>0,9104</b>	<b>0,9104</b>	<b>0,9104</b>	499	<b>183</b>	3489	709	1236	12,93	<b>4,61</b>	92,53	17,65	31,42
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0193</b>	<b>0,0193</b>	<b>0,0193</b>	<b>0,0193</b>	<b>0,0193</b>	72	<b>37</b>	2264	131	229	4,02	<b>1,72</b>	66,56	5,56	10,45

Tablo 11.8. Denklem 10.8'in farklı stratejilere göre amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması)

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
1	0,8744	0,8744	0,8744	0,8744	0,8744	842	330	5000	1389	2724	17,32	6,80	102,84	28,61	56,10
2	0,8756	0,8756	0,8756	0,8756	0,8756	766	397	5000	1223	2303	19,10	9,90	124,42	30,54	57,39
3	0,8861	0,8861	0,8861	0,8861	0,8861	786	334	5000	1432	2262	18,07	7,68	114,87	32,95	52,01
4	0,8897	0,8897	0,8897	0,8897	0,8897	843	315	5000	1313	2538	21,42	8,01	127,12	33,39	64,52
5	0,8690	0,8690	0,8690	0,8690	0,8690	875	320	5000	1252	2302	19,31	7,08	110,40	27,66	50,82
6	0,8960	0,8960	0,8960	0,8960	0,8960	874	309	5000	1465	2616	19,24	6,81	109,86	32,31	57,63
7	0,9067	0,9067	0,9067	0,9067	0,9067	876	322	5000	1372	2324	20,19	7,42	115,12	31,63	53,53
8	0,8359	0,8359	0,8359	0,8359	0,8359	977	350	5000	1418	2671	18,73	6,72	95,62	27,22	51,21
9	0,8626	0,8626	0,8626	0,8626	0,8626	932	308	5000	1294	2523	21,88	7,24	117,30	30,42	59,27
10	0,8284	0,8284	0,8284	0,8284	0,8284	714	306	5000	1233	2266	16,09	6,91	112,56	27,83	51,11
11	0,8057	0,8057	0,8057	0,8057	0,8057	742	285	5000	1206	1983	7,04	2,71	47,34	11,48	18,82
12	0,8271	0,8271	0,8271	0,8271	0,8271	1116	374	5000	1775	3499	10,57	3,55	47,41	16,87	33,18
13	0,8551	0,8551	0,8551	0,8551	0,8551	821	338	5000	1460	2240	21,27	8,77	129,28	37,85	58,02
14	0,8931	0,8931	0,8931	0,8931	0,8931	802	365	5000	1287	2652	20,72	9,45	129,02	33,31	68,58
15	0,8544	0,8544	0,8544	0,8544	0,8544	752	297	5000	1156	2364	16,21	6,41	107,61	24,95	50,96
16	0,8784	0,8784	0,8784	0,8784	0,8784	904	299	5000	1569	2257	20,78	6,88	114,59	36,08	51,88
17	0,8636	0,8636	0,8636	0,8636	0,8636	733	298	5000	1135	2290	18,64	7,58	126,98	28,89	58,25
18	0,9014	0,9014	0,9014	0,9014	0,9014	741	284	5000	1222	2115	14,57	5,60	98,43	24,07	41,60
19	0,8489	0,8489	0,8489	0,8489	0,8489	808	274	5000	1084	1945	17,03	5,78	105,17	22,88	41,00
20	0,9084	0,9084	0,9084	0,9084	0,9084	878	284	5000	1496	2852	31,65	10,23	180,05	53,94	102,78
21	0,8566	0,8566	0,8566	0,8566	0,8566	775	295	5000	1400	2183	12,57	4,79	80,79	22,78	35,45
22	0,8679	0,8679	0,8679	0,8679	0,8679	717	293	265	1211	1992	23,09	9,45	8,54	39,03	64,21
23	0,8602	0,8602	0,8602	0,8602	0,8602	701	291	5000	1199	1954	18,48	7,68	131,50	31,61	51,49
24	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	900	291	5000	1414	3334	20,28	6,56	112,72	31,89	75,13
25	0,8521	0,8521	0,8521	0,8521	0,8521	739	283	5000	1169	1782	17,01	6,52	115,15	26,96	41,03
26	0,8609	0,8609	0,8609	0,8609	0,8609	791	302	5000	1077	2062	26,19	10,01	164,23	35,67	68,25
27	0,8756	0,8756	0,8756	0,8756	0,8756	775	347	295	1394	2319	11,10	4,98	4,23	20,01	33,26

Tablo 11.8. Devamı

İstasyon	Amaç fonksiyonu					İterasyon sayısı					Bilgi-işlem süresi (saniye)				
	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5	Str-1	Str-2	Str-3	Str-4	Str-5
28	0,8787	0,8787	0,8787	0,8787	0,8787	791	342	5000	1266	2456	16,66	7,21	105,01	26,68	51,73
29	0,8928	0,8928	0,8928	0,8928	0,8928	710	280	5000	1162	2014	15,64	6,17	110,05	25,63	44,36
30	0,8738	0,8738	0,8738	0,8738	0,8738	781	278	5000	1256	2252	17,99	6,42	115,26	28,97	51,87
31	0,9166	0,9166	0,9166	0,9166	0,9166	898	342	5000	1307	2665	20,64	7,87	114,83	30,06	61,36
32	0,8479	0,8479	0,8479	0,8479	0,8479	835	276	5000	1256	2461	14,39	4,77	86,31	21,68	42,43
33	0,8860	0,8860	0,8860	0,8860	0,8860	790	280	5000	1209	2200	16,71	5,92	105,44	25,58	46,50
34	0,8875	0,8875	0,8875	0,8875	0,8875	734	334	5000	1248	1917	23,96	10,92	163,45	40,75	62,56
35	0,8603	0,8603	0,8603	0,8603	0,8603	722	334	5000	1390	2228	16,28	7,54	112,73	31,35	50,26
<b>Minimum</b>	<b>0,8057</b>	<b>0,8057</b>	<b>0,8057</b>	<b>0,8057</b>	<b>0,8057</b>	701	<b>274</b>	265	1077	1782	7,04	<b>2,71</b>	4,23	11,48	18,82
<b>Maksimum</b>	<b>0,9166</b>	<b>0,9166</b>	<b>0,9166</b>	<b>0,9166</b>	<b>0,9166</b>	1116	<b>397</b>	5000	1775	3499	31,65	<b>10,92</b>	180,05	53,94	102,78
<b>Ortalama</b>	<b>0,8706</b>	<b>0,8706</b>	<b>0,8706</b>	<b>0,8706</b>	<b>0,8706</b>	813	<b>313</b>	4730	1307	2358	18,31	<b>7,09</b>	107,03	29,47	53,10
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0247</b>	<b>0,0247</b>	<b>0,0247</b>	<b>0,0247</b>	<b>0,0247</b>	88	<b>31</b>	1112	145	368	4,49	<b>1,82</b>	35,90	7,41	14,29

### **11.3. ŞSF Bağıntıları için En Uygun Stratejinin Belirlenmesi**

Yukarıda özetlenen ayrıntılı analizler sonucunda; hem matematiksel hem de istatistiksel bağıntılar için 2 no'lu stratejinin aynı amaç fonksiyonu değerine karşılık; daha az iterasyon ve bilgi-işlem süresi gerektirdiği görülmüştür. Bu nedenle; DGA-ŞSF modelinin bundan sonraki kullanımlarında 2 no'lu strateji tercih edilecektir. Yukarıda belirtilen analizlerin tümünde popülasyon sayısı; belirlenecek ağırlık katsayısı (değişken sayısı)\*10 olarak seçilmiştir. Diğer model parametreleri ise GR I'de belirlendiği gibi  $AF=0.8$ ,  $Cr=0.8$  olarak kullanılmıştır.

### **11.4. SSMY Gözlemlerine En İyi Uyum Gösteren ŞSF Bağıntısının Belirlenmesi**

SSMY gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları (görülme sıklıkları) ile tanımlanabilmektedirler. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller sıkça kullanılmaktadır. Bu tanımlamada, önce gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir veya daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılım modeli öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahminleri yapılmaktadır (Kite 1977, Aşıkoğlu ve Benzedden 2007).

SSMY verilerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun, aynı istasyonda yağış süresi değiştikçe en uygun frekans dağılım modeli türünün değişim göstermesi olup, bununla ilgili ilginç bir örnek Manisa istasyonunun SSMY değerleri kullanılarak Aşıkoğlu ve Benzedden (2007)'de verilmiştir. İlgili çalışmada; en uygun dağılımın seçilmesinde aykırı değerlerin önemli rol oynadığı gösterilmiş, Uşak ve İzmir istasyonları için bu durum detaylı olarak irdelenmiş ve aykırı değerlerin ayıklanmasıyla süreler göre farklı dağılımların bulunması önlenmiştir. Böylece, ŞSF eğrilerinin birbirini kesmeyen düzgün nitelikte eğriler olması güvence altına alınmıştır.

Tüm istasyonlar ve standart süreler için; gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan çok sayıda kuramsal dağılımın sınanması, aykırı değerlerin ayıklanması ve bu işlemin yeniden yapılması 2. bölümde gösterildiği gibi zahmetli ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu nedenle; farklı dağılım ve/veya bağıntıların ağırlık parametrelerini gözlem verilerine en iyi uyacak şekilde belirlemek için DGA-ŞSF modeli geliştirilmiş ve belirtilen model Ege Bölgesi'nde yer

alan istasyonlara uygulanmış ve önerilen matematiksel ve istatistiksel bağıntıların model performansları Tablo 11.9’da özetlenmiştir.

Tablo 11.9. Farklı ŞSF bağıntıları için DGA-ŞSF amaç fonksiyonu, iterasyon sayısı ve bilgi-işlem sürelerinin karşılaştırılması (20 denemenin ortalaması)

Denklem		İterasyon sayısı	Bilgi-işlem süresi (s)	Amaç Fonksiyonu (E)
(10.1)	Minimum	62	0,25	0,7633
	Maksimum	96	0,89	0,8867
	Ortalama	75	0,62	0,8413
	Std. Sapma	8	0,13	0,0281
(10.2)	Minimum	158	4,33	0,8135
	Maksimum	491	42,49	0,9171
	Ortalama	280	14,65	0,8651
	Std. Sapma	83	6,61	0,0252
(10.3)	Minimum	638	13,92	0,9186
	Maksimum	904	58,08	0,9609
	Ortalama	<b>742</b>	<b>36,87</b>	<b>0,9395</b>
	Std. Sapma	66	9,42	0,0099
(10.4)	Minimum	1266	46,31	0,9212
	Maksimum	1924	196,31	0,9598
	Ortalama	<b>1549</b>	<b>118,82</b>	<b>0,9409</b>
	Std. Sapma	173	33,67	0,0092
(10.5)	Minimum	173	1,64	0,8592
	Maksimum	300	6,07	0,9472
	Ortalama	<b>220</b>	<b>3,80</b>	<b>0,9195</b>
	Std. Sapma	25	1,00	0,0199
(10.6)	Minimum	245	2,92	0,8542
	Maksimum	380	13,81	0,9533
	Ortalama	306	7,61	0,9193
	Std. Sapma	36	2,21	0,0205
(10.7)	Minimum	111	1,44	0,8575
	Maksimum	256	8,95	0,9473
	Ortalama	183	4,61	0,9104
	Std. Sapma	37	1,72	0,0193
(10.8)	Minimum	274	2,71	0,8057
	Maksimum	397	10,92	0,9166
	Ortalama	313	7,09	0,8706
	Std. Sapma	31	1,82	0,0247

Tablo 11.9’den görüldüğü gibi; gözlem verilerine en uygun bağıntının belirlenmesi için amaç fonksiyonu olarak seçilen Model Etkinlik Katsayısı (E); bağıntı (10.4) için maksimum olmaktadır (0.9409). Belirtilen bağıntı için gerekli ortalama iterasyon sayısı 1549, gerekli



bilgi-işlem süresi ise 118,82 saniyedir. Performans açısından ikinci sırada yer alan bağıntı (10.3) için  $E$  değeri 0.9395, ortalama iterasyon sayısı 742, gerekli bilgi-işlem süresi 36,87 saniyedir. Performans açısından üçüncü sırada yer alan bağıntı (10.5) için ise;  $E$  değeri 0.9195, ortalama iterasyon sayısı 220, gerekli bilgi-işlem süresi 3,80 saniyedir. Gözlem verilerine uyum açısından en iyi performans gösteren (10.4) ve (10.3) bağıntılarının işlem süresinin üçüncü sıradaki Gumbel dağılımına dayalı (10.5) bağıntısının yaklaşık 10-30 katı bilgi-işlem süresi gerektirmesine karşılık  $E$  değerinde yaklaşık 0.02 mertebesinde bir iyileşme göstermesi ve söz konusu bağıntının performansının yaklaşık 0.92 gibi çok yüksek bir değer olması nedeniyle güvenle kullanılabilirdiği söylenebilir.

Tablo 11.9’da ŞSF bağıntılarının bölge ölçeğindeki genel değerlendirmesine ek olarak; her bir istasyonun ayrıntılı performans değerlendirmesi Tablo 11.10’da verilmektedir. Belirtilen Tablodan açık olarak görüleceği gibi (10.4) bağıntısı istasyonların büyük bölümü için en iyi uyumu göstermektedir. Kıyı Ege’de bulunan 5 istasyonda (10.3) bağıntısı daha iyi performans gösterirken, Dikili istasyonunda Gumbel dağılımına dayalı bağıntı daha iyi performans göstermiştir. Özellikle gözlem süresinin kısa olduğu istasyonlarda; ağırlık katsayısının fazla olduğu bağıntıların kullanılması durumunda aşırı öğrenme nedeniyle gözlem süresinden daha uzun yineleme süreleri için yapılacak tahminlerde sapmalar görülebilir. Bu nedenle; parametre sayısı az (5-6), buna karşılık performansı parametre sayısı (8-10) olan bağıntılara yakın performans gösteren ve işlem süresi oldukça az olan Gumbel ve GEV dağılımlarına dayalı (10.5) ve (10.6) bağıntıları pratik kullanımlar için tercih edilebilir. Ayrıca, bu bölümde elde edilen SSMY gözlemlerine en iyi uyum gösteren istatistiksel dağılımlara dayalı (Gumbel ve GEV) bağıntılarla, 9. Bölümde dağılım uygunluk testleri ile elde edilen dağılımlar arasında iyi bir uyumun olduğu görülmektedir.

Ancak; II. Bölümde uygulanan dağılım uygunluk testlerinin,

- Tüm istasyonlar ve standart süreler için; gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan çok sayıda kuramsal dağılımın sınanması, aykırı değerlerin ayıklanması ve bu işlemin yeniden yapılmasının önceki bölümlerde gösterildiği gibi zahmetli ve zaman alıcı bir işlem olması,
- Aynı istasyonda yağış süresi değişikçe en uygun frekans dağılım modeli türünün değişim göstermesi,

gibi nedenlerle; önerilen DGA-ŞSF Modelinin incelenen problem için daha etkin bir yöntem olduğu söylenebilir.

Tablo 11.10. E hata değerlendirme ölçütüne göre ŞSF bağıntılarının performansı (20 denemenin ortalaması-istasyon ölçeğinde analiz)

İstasyon	E							
	Denklem							
	(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.4)	(3.5)	(3.6)	(3.7)	(3.8)
Acıpayam	0,8439	0,8663	0,9434	<b>0,9450</b>	0,9246	0,9207	0,9073	0,8744
Afyon	0,8306	0,8502	0,9335	<b>0,9364</b>	0,9083	0,9230	0,9240	0,8756
Akhisar	0,8627	0,8670	0,9342	<b>0,9359</b>	0,9131	0,9301	0,9155	0,8861
Aydın	0,8678	0,8890	0,9332	<b>0,9360</b>	0,9293	0,9248	0,9115	0,8897
Ayvalık	0,8319	0,8663	0,9437	<b>0,9440</b>	0,9199	0,9265	0,9168	0,8690
Bergama	0,8764	0,8941	<b>0,9513</b>	0,9512	0,9457	0,9414	0,9318	0,8960
Bodrum	0,8728	0,9171	<b>0,9609</b>	0,9598	0,9365	0,9481	0,9473	0,9067
Bolvadin	0,7964	0,8203	0,9201	<b>0,9212</b>	0,8784	0,8840	0,8811	0,8359
Bornova	0,8355	0,8623	0,9382	<b>0,9401</b>	0,9349	0,9167	0,9060	0,8626
Çeşme	0,8030	0,8316	0,9278	<b>0,9280</b>	0,9158	0,8897	0,8893	0,8284
Dalaman	0,7633	0,8260	0,9186	<b>0,9288</b>	0,8592	0,8542	0,8575	0,8057
Demirci	0,7986	0,8135	<b>0,9250</b>	0,9248	0,9042	0,8849	0,8697	0,8271
Denizli	0,8284	0,8503	0,9398	<b>0,9445</b>	0,9132	0,9109	0,8968	0,8551
Dikili	0,8793	0,8849	0,9419	0,9422	<b>0,9463</b>	0,9358	0,9222	0,8931
Dinar	0,8186	0,8419	0,9422	<b>0,9443</b>	0,9231	0,9161	0,9095	0,8544
Edremit	0,8508	0,8741	<b>0,9441</b>	0,9439	0,9308	0,9276	0,9089	0,8784
Fethiye	0,8320	0,8734	0,9472	<b>0,9500</b>	0,9084	0,9053	0,9002	0,8636
Gediz	0,8682	0,8902	0,9471	<b>0,9480</b>	0,9195	0,9459	0,9456	0,9014
Güney	0,7977	0,8223	0,9234	<b>0,9255</b>	0,8861	0,8977	0,9078	0,8489
İzmir	0,8867	0,9001	<b>0,9533</b>	0,9530	0,9466	0,9533	0,9379	0,9084
Kemalpaşa	0,8464	0,8534	0,9340	<b>0,9352</b>	0,9189	0,9003	0,8847	0,8566
Kütahya	0,8330	0,8667	0,9411	<b>0,9429</b>	0,9134	0,9246	0,9217	0,8679
Manisa	0,8310	0,8506	0,9475	<b>0,9498</b>	0,9311	0,9202	0,9057	0,8602
Marmaris	0,8770	0,8980	0,9358	<b>0,9363</b>	0,9138	0,9256	0,9174	0,8929
Milas	0,8286	0,8595	0,9482	<b>0,9486</b>	0,9205	0,9046	0,9048	0,8521
Muğla	0,8430	0,8476	0,9499	<b>0,9508</b>	0,9472	0,9257	0,9123	0,8609
Nazilli	0,8274	0,8730	0,9330	<b>0,9350</b>	0,9057	0,9201	0,9061	0,8756
Ödemiş	0,8459	0,8666	0,9396	<b>0,9400</b>	0,9336	0,9286	0,9111	0,8787
Salihli	0,8637	0,8894	0,9505	<b>0,9515</b>	0,9396	0,9402	0,9267	0,8928
Selçuk	0,8585	0,8733	0,9429	<b>0,9435</b>	0,9358	0,9279	0,9196	0,8738
Simav	0,8814	0,8981	0,9335	<b>0,9337</b>	0,8988	0,9328	0,9217	0,9166
Sultanhisar	0,8249	0,8387	0,9293	<b>0,9300</b>	0,9207	0,9035	0,8872	0,8479
Tavşanlı	0,8490	0,8856	0,9315	<b>0,9328</b>	0,8937	0,9275	0,9143	0,8860
Uşak	0,8564	0,8787	0,9505	<b>0,9509</b>	0,9371	0,9415	0,9322	0,8875
Yatağan	0,8339	0,8598	0,9460	<b>0,9473</b>	0,9289	0,9171	0,9101	0,8603

<b>Min</b>	0,7633	0,8135	0,9186	0,9212	0,8592	0,8542	0,8575	0,8057
<b>Max</b>	0,8867	0,9171	0,9609	0,9598	0,9472	0,9533	0,9473	0,9166
<b>Ort</b>	0,8413	0,8651	0,9395	0,9409	0,9195	0,9193	0,9104	0,8706
<b>Std. Sap.</b>	0,0281	0,0252	0,0099	0,0092	0,0199	0,0205	0,0193	0,0247

## **12. BÖLÜM**

### **HOMOJEN ALT BÖLGELERİN DGA-ŞSF MODELİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

#### **12.1. Genel bilgiler**

Önceki Bölümlerde Bulanık c-ortalamlar kümeleme analizi ve L-Momentler homojenlik analizi kullanılarak yağış özellikleri benzerlik gösteren istasyonlar gruplandırılmak suretiyle Ege Bölgesi; dört homojen alt bölgeye ayrılmış ve bu homojen alt bölgelere en iyi uyan dağılımlar; L-Momentler  $Z$  istatistiği kullanılarak belirlenmiş ve belirtilen analizler sonucunda Ege Bölgesi'nin;

- Kıyı Ege İzmir ve kuzeyi birinci bölge,
- Kıyı Ege İzmir'in güneyi ikinci bölge,
- Kıyı şeridinin iç kısmı Manisa, Akhisar, Demirci, Salihli, Ödemiş, Sultanhisar, Nazilli ve Denizli üçüncü bölge,
- Dinar-Kütahya hattı ve doğusu dördüncü bölge,

olarak homojen alt bölgelere ayrılabilceği gösterilmişti.

#### **12.2. Tüm Bölge için DGA-ŞSF Modelinin Uygulanması**

DGA-ŞSF optimizasyon modeli; 10. Bölümde ayrıntılı olarak verilen 8 farklı bağıntı için tüm istasyonlara ait gözlem değerleri birleştirilmek suretiyle tüm bölgeye birlikte uygulanmış ve bağıntıların E hata değerlendirme ölçütüne göre performansı belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 12.1'de özetlenmiştir.

Tablo 12.1. E hata değerlendirme ölçütüne göre ŞSF bağıntılarının performansı (20 denemenin ortalaması-bölge ölçeğinde analiz)

İstasyon	E Değerleri							
	Denklem							
	(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.4)	(3.5)	(3.6)	(3.7)	(3.8)
Acıpayam	0,7532	0,7586	0,7739	0,7739	0,7702	0,7683	0,7708	0,7689
Afyon	0,6931	0,7010	0,7198	0,7198	0,7187	0,7158	0,7183	0,7153
Akhisar	0,8416	0,8533	0,8810	0,8810	0,8819	0,8814	0,8737	0,8819
Aydın	0,8861	0,9027	0,9095	0,9095	0,9069	0,9056	0,9150	0,9180
Ayvalık	0,8043	0,8061	0,8306	0,8306	0,8252	0,8245	0,8372	0,8334
Bergama	0,8776	0,8798	0,8974	0,8974	0,8892	0,8877	0,9002	0,8930
Bodrum	0,7438	0,7444	0,7444	0,7444	0,7445	0,7441	0,7470	0,7444
Bolvadin	0,7794	0,8018	0,8039	0,8039	0,8128	0,8129	0,7998	0,8102
Bornova	0,8503	0,8519	0,9055	0,9055	0,8812	0,8763	0,9143	0,8945
Çeşme	0,8015	0,8051	0,8452	0,8452	0,8320	0,8291	0,8560	0,8419
Dalaman	0,8151	0,8152	0,8381	0,8381	0,8295	0,8272	0,8447	0,8353
Demirci	0,8485	0,8519	0,8746	0,8746	0,8670	0,8651	0,8687	0,8685
Denizli	0,8432	0,8673	0,9065	0,9065	0,9007	0,8965	0,9024	0,9011
Dikili	0,8865	0,8895	0,9197	0,9197	0,9045	0,9021	0,9266	0,9211
Dinar	0,7145	0,7196	0,7358	0,7358	0,7325	0,7300	0,7328	0,7303
Edremit	0,8578	0,8614	0,8985	0,8985	0,8845	0,8823	0,9080	0,8979
Fethiye	0,7322	0,7319	0,7389	0,7389	0,7371	0,7361	0,7419	0,7384
Gediz	0,8675	0,8871	0,9075	0,9075	0,9165	0,9145	0,9036	0,9107
Güney	0,7807	0,7954	0,8179	0,8179	0,8179	0,8153	0,8158	0,8155
İzmir	0,8383	0,8430	0,8757	0,8757	0,8657	0,8657	0,8842	0,8798
Kemalpaşa	0,8541	0,8541	0,8810	0,8810	0,8699	0,8676	0,8857	0,8758
Kütahya	0,7862	0,8094	0,8470	0,8470	0,8450	0,8430	0,8422	0,8406
Manisa	0,8531	0,8673	0,9333	0,9333	0,9109	0,9043	0,9442	0,9229
Marmaris	0,5970	0,5957	0,5885	0,5885	0,5899	0,5910	0,5896	0,5909
Milas	0,7966	0,8008	0,8172	0,8172	0,8144	0,8126	0,8225	0,8166
Muğla	0,7551	0,7529	0,7886	0,7886	0,7803	0,7771	0,7943	0,7873
Nazilli	0,8672	0,8936	0,9029	0,9029	0,9055	0,9044	0,9005	0,9051
Ödemiş	0,7357	0,7379	0,7548	0,7548	0,7505	0,7486	0,7515	0,7496
Salihli	0,8823	0,9045	0,9179	0,9179	0,9181	0,9171	0,9217	0,9250
Selçuk	0,8094	0,8102	0,8262	0,8262	0,8261	0,8259	0,8284	0,8279
Simav	0,8023	0,8043	0,8119	0,8119	0,8143	0,8150	0,8040	0,8149
Sultanhisar	0,8543	0,8582	0,8865	0,8865	0,8768	0,8748	0,8846	0,8805
Tavşanlı	0,8474	0,8627	0,8851	0,8851	0,8901	0,8895	0,8830	0,8874
Uşak	0,7265	0,7333	0,7543	0,7543	0,7519	0,7487	0,7528	0,7489
Yatağan	0,8658	0,8789	0,9341	0,9341	0,9174	0,9117	0,9434	0,9266
<b>Min</b>	0,5970	0,5957	0,5885	0,5885	0,5899	0,5910	0,5896	0,5909
<b>Max</b>	0,8865	0,9045	0,9341	0,9341	0,9181	0,9171	0,9442	0,9266
<b>Ort</b>	0,8071	0,8152	0,8387	0,8387	0,8337	0,8318	0,8403	0,8372
<b>Std. Sap.</b>	0,0656	0,0690	0,0770	0,0770	0,0744	0,0739	0,0787	0,0770

İstasyon ölçeğindeki model performanslarının özetlendiği Tablo 11.10 ile Bölge ölçeğindeki analiz sonuçlarının özetlendiği Tablo 12.1'in karşılaştırmasından görüleceği gibi; tüm bağıntılar için  $E$  hata değerlendirme ölçütüne göre model performansında önemli oranda azalma görülmektedir. Ayrıca, bağıntıların performansları arasındaki farklılık da büyük oranda azalmaktadır. Bu durum; bölgenin tümünün tek bir bağıntıyla temsil edilemeyeceğini, homojen alt bölgelere ayırmanın gerekli olduğunu bir kez daha göstermektedir. Aşağıda, DGA-ŞSF modelinin kümeleme analiziyle birleştirilmek suretiyle homojen alt bölgelerin belirlenmesine uygulanması için bir algoritma önerilmekte ve test edilmektedir.

### 12.3. DGA-ŞSF-Kümeleme Analizi

Bu bölümde; daha önceki bölümlerde tanımlanan ve en uygun strateji ve bağıntının belirlenmesinde kullanılan DGA-ŞSF optimizasyon modeli, Bulanık-c Ortalamalar Yöntemine dayalı bir Kümeleme analizi ile birleştirilmek suretiyle DGA-ŞSF-K adı verilen yeni bir algoritma geliştirilmiştir.

Geliştirilen DGA-ŞSF-K algoritması;

1. Tüm istasyonlara ait gözlem değerlerine en iyi uyum gösteren bağıntının ağırlık katsayılarının belirlenmesi,
2. Belirlenen ağırlık katsayılarına göre; her istasyonun gözlem değerine karşı gelen yağış şiddetinin hesaplanması,
3. Hesaplanan ve gözlenen yağış şiddetlerinin her bir istasyon için ortalama, medyan ve standart sapma gibi temel istatistiksel özelliklerinin belirlenmesi,
4. 3. adımda belirlenen temel istatistiksel özellikler kullanılarak; Bulanık c ortalamalar yöntemiyle kümeleme analizi,
5. Homojen alt bölgelerin belirlenmesi.

olarak özetlenebilir. Yukarıda belirtilen algoritma; daha önceki geliştirilen veri kütüklerini okuyup, analiz edecek şekilde MATLAB ortamında programlanmıştır.

## 12.4. Homojen Alt Bölgelerin DGA-ŞSF-K Algoritması ile Belirlenmesi

Yukarıda önerilen DGA-ŞSF-K algoritması, gözlem verilerine en iyi uyum sağlayan (10.4) formülü için uygulanmış ve model sonuçları Tablo 12.2’de özetlenmiştir. Tablo 12.2’nin 2-4. sütunlarında belirtilen değerler; DGA-ŞSF algoritması ile bulunan ve kümeleme analizinin girdilerini oluşturan değerlerdir. Tablo’nun son sütununda ise homojen alt bölge numaraları verilmektedir.

Tablo 12.2. DGA-ŞSF-K algoritması uygulanarak elde edilen homojen alt bölgeler

İstasyon	Gözlem / Model			Homojen Alt Bölge No
	Ortalama	Medyan	Std. Sapma	
Acıpayam	0,7668	0,6884	0,8079	4
Afyon	0,7455	0,6900	0,8259	4
Akhisar	0,9629	0,8261	1,1351	3
Aydın	0,9601	0,9149	0,9474	3
Ayvalık	1,2495	1,4106	1,1780	2
Bergama	1,1281	1,1696	1,0769	1
Bodrum	1,4418	1,5666	1,2922	2
Bolvadin	0,8175	0,7334	0,9510	4
Bornova	1,0918	1,2199	1,0290	1
Çeşme	1,2063	1,1807	1,1803	1
Dalaman	1,3188	1,4754	1,1967	2
Demirci	0,8254	0,9252	0,8372	3
Denizli	0,9341	0,8311	0,9941	3
Dikili	1,0082	1,0829	0,9397	3
Dinar	0,7438	0,6974	0,7740	4
Edremit	1,1051	1,2762	1,0261	1
Fethiye	1,4194	1,5678	1,2448	2
Gediz	0,9129	0,7963	0,9931	3
Güney	0,8158	0,8121	0,8545	4
İzmir	1,1192	1,1660	1,0961	1
Kemalpaşa	1,1742	1,1746	1,1637	1
Kütahya	0,8611	0,6771	0,9479	4
Manisa	1,0029	1,0784	0,9436	3
Marmaris	1,9077	2,4825	1,5681	2
Milas	1,2847	1,2455	1,2435	1
Muğla	1,2497	1,4260	1,1763	2
Nazilli	0,8959	0,9629	0,8992	3
Ödemiş	0,7580	0,7658	0,7637	4
Salihli	0,9292	0,8943	0,9198	3
Selçuk	1,2703	1,2326	1,2638	1
Simav	0,8306	0,9056	0,8680	3
Sultanhisar	0,8636	0,8531	0,8783	3
Tavşanlı	0,9907	0,7648	1,1491	3
Uşak	0,7901	0,7039	0,8153	4
Yatağan	1,0404	1,0317	0,9994	3

Eğer model sonuçları gözlem sonuçları ile tam uyumlu olsaydı, Tablo 12.2' de verilen (gözlem/model) sonuçlarının oranları "1" olacaktı. İncelenen, hidrolojik süreçte böyle bir durum söz konusu olamayacağından, oranları birbirlerine yakın olan istasyonların benzer gruplara ait istasyonlara ait olacağı düşünülebilir.

Önerilen DGA-ŞSF-K algoritması sonuçlarının; daha önceki rapor döneminde sunulan ilk dört L-Moment oranı kullanılarak Bulanık c Ortalamalar Yöntemiyle bulunan kümeleme analizi sonuçları ve L-Momentler homojenlik analizi sonuçları ile çok iyi bir uyum gösterdiği görülmektedir.

Önerilen yöntemin, tüm standart süreler için tek aşamada sonuç vermesi ve L-Momentler kümeleme analizi gibi farklı süreler için bazı istasyonların farklı kümelerde yer almasının söz konusu olmaması gibi üstünlükleri de bulunmaktadır. Ayrıca, önerilen yöntemin diğerlerine göre oldukça hızlı olduğunu da belirtmek gerekir.

# 13. BÖLÜM

## FARKLI YAĞIŞ SÜRELERİ İÇİN ŞSF

### BAĞINTILARININ PERFORMANSLARININ

### İNCELENMESİ

#### 13.1. Genel bilgiler

Önceki bölümlerde, yağış özelliklerinin konuma göre değişiklik göstermesinin yanında, yağış süresine göre de kısa, orta ve uzun süreler olmak üzere üç farklı davranışın bulunduğu gösterilmişti. Bu nedenle; aşağıda belirtilen üç farklı senaryo için bölgesel bağıntılar elde edilmiş ve farklı senaryoların model performansları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda incelenecek senaryolar;

Senaryo 1) Her bir standart süre (5,10,15 ,...60,120,...,720,1440 dak) için,

Senaryo 2) Kısa (5-30 dak), orta (60-360 dak) ve uzun süreli (480-1440 dak) yağışlar için,

Senaryo 3) Tüm standart süreler için tek bir bağıntı,

olacak şekilde gerçekleştirilmektedir.

#### 13.2. Her bir standart süre için ŞSF Bağıntılarının elde edilmesi (Senaryo I)

5,10,15,...,1440 dakika gibi 14 standart süre için tüm istasyonların ŞSF bağıntıları elde edilmiş ve farklı hata değerlendirme ölçütlerine göre model performansı ve ağırlık katsayıları elde edilmiştir. Ancak, model çıktılarının kapladığı yer nedeniyle Rapor kapsamında gözlem verilerine en iyi uyum gösteren (10.4) bağıntısının sonuçları verilebilmiştir. Senaryo I olarak adlandırılan bu analizlerin Tablo 13.1’de verilen özet değerlerinden görüleceği gibi her bir standart süre için “E” model etkinlik katsayısı 0.90’dan büyük olup, model performansında standart sürelerle göre belirgin bir değişim görülmemektedir.



Tablo 13.1 Standart Süreler için (10.4) ŞSF Bağıntısının Performans Değişimi

İstasyon Adı	t=5 dk.				t=10 dk.			
	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
Acıpayam	0,0036	0,0493	0,9909	0,8541	0,0012	0,0201	0,9960	0,9272
Afyon	0,0045	0,0493	0,9936	0,8920	0,0019	0,0300	0,9942	0,9067
Akhisar	0,0025	0,0403	0,9983	0,9416	0,0024	0,0371	0,9964	0,9146
Aydın	0,0069	0,0604	0,9819	0,8264	0,0023	0,0333	0,9893	0,8584
Ayvalık	0,0047	0,0497	0,9940	0,8989	0,0013	0,0270	0,9976	0,9320
Bergama	0,0028	0,0420	0,9957	0,9093	0,0014	0,0289	0,9955	0,9097
Bodrum	0,0019	0,0357	0,9952	0,9028	0,0014	0,0247	0,9953	0,9216
Bolvadin	0,0045	0,0557	0,9968	0,9205	0,0016	0,0286	0,9982	0,9483
Bornova	0,0060	0,0615	0,9914	0,8776	0,0030	0,0456	0,9928	0,8747
Çeşme	0,0031	0,0441	0,9961	0,9129	0,0039	0,0517	0,9935	0,8876
Dalaman	0,0043	0,0477	0,9917	0,8742	0,0033	0,0442	0,9926	0,8886
Demirci	0,0025	0,0386	0,9968	0,9172	0,0026	0,0376	0,9955	0,9141
Denizli	0,0025	0,0411	0,9971	0,9174	0,0007	0,0218	0,9984	0,9368
Dikili	0,0043	0,0451	0,9887	0,8694	0,0027	0,0334	0,9832	0,8473
Dinar	0,0041	0,0490	0,9943	0,9056	0,0015	0,0284	0,9957	0,9193
Edremit	0,0067	0,0653	0,9914	0,8640	0,0031	0,0477	0,9906	0,8441
Fethiye	0,0030	0,0380	0,9948	0,9100	0,0008	0,0244	0,9970	0,9231
Gediz	0,0031	0,0436	0,9975	0,9359	0,0014	0,0279	0,9976	0,9416
Güney	0,0055	0,0544	0,9958	0,9241	0,0014	0,0293	0,9979	0,9412
İzmir	0,0062	0,0577	0,9926	0,8764	0,0039	0,0443	0,9910	0,8691
Kemalpaşa	0,0063	0,0601	0,9909	0,8612	0,0021	0,0338	0,9942	0,8909
Kütahya	0,0058	0,0572	0,9953	0,9018	0,0026	0,0413	0,9959	0,9098
Manisa	0,0057	0,0560	0,9949	0,8998	0,0018	0,0317	0,9969	0,9279
Marmaris	0,0091	0,0772	0,9891	0,8383	0,0039	0,0495	0,9920	0,8639
Milas	0,0056	0,0551	0,9938	0,8818	0,0023	0,0352	0,9952	0,9082
Muğla	0,0083	0,0716	0,9920	0,8798	0,0034	0,0510	0,9944	0,8885
Nazilli	0,0053	0,0524	0,9953	0,9127	0,0026	0,0424	0,9958	0,9058
Ödemiş	0,0067	0,0577	0,9953	0,9214	0,0021	0,0361	0,9974	0,9317
Salihli	0,0042	0,0445	0,9962	0,9289	0,0020	0,0338	0,9969	0,9283
Selçuk	0,0053	0,0545	0,9947	0,9019	0,0036	0,0489	0,9939	0,8917
Simav	0,0046	0,0459	0,9971	0,9427	0,0020	0,0319	0,9978	0,9458
Sultanhisar	0,0051	0,0520	0,9959	0,9197	0,0030	0,0430	0,9959	0,9141
Tavşanlı	0,0095	0,0673	0,9935	0,9024	0,0030	0,0438	0,9968	0,9214
Uşak	0,0039	0,0397	0,9964	0,9239	0,0014	0,0253	0,9976	0,9356
Yatağan	0,0033	0,0390	0,9963	0,9216	0,0014	0,0288	0,9972	0,9222
Min	0,0019	0,0357	0,9819	0,8264	0,0007	0,0201	0,9832	0,8441
Max	0,0095	0,0772	0,9983	0,9427	0,0039	0,0517	0,9984	0,9483
Ort	0,0049	0,0514	0,9940	0,8991	0,0022	0,0355	0,9950	0,9083

Tablo 13.1 Devamı

İstasyon Adı	t=15 dk.				t=30 dk.			
	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
Acıpayam	0,0008	0,0191	0,9951	0,9084	0,0004	0,0147	0,9950	0,9083
Afyon	0,0020	0,0307	0,9909	0,8826	0,0003	0,0127	0,9974	0,9249
Akhisar	0,0021	0,0370	0,9956	0,8988	0,0029	0,0309	0,9891	0,8797
Aydın	0,0024	0,0328	0,9866	0,8443	0,0003	0,0150	0,9978	0,9161
Ayvalık	0,0016	0,0314	0,9963	0,9093	0,0007	0,0207	0,9978	0,9279
Bergama	0,0013	0,0252	0,9944	0,9061	0,0006	0,0212	0,9962	0,8943
Bodrum	0,0020	0,0371	0,9910	0,8576	0,0007	0,0200	0,9962	0,9086
Bolvadin	0,0011	0,0264	0,9983	0,9452	0,0017	0,0322	0,9960	0,9126
Bornova	0,0022	0,0386	0,9928	0,8724	0,0007	0,0205	0,9961	0,9084
Çeşme	0,0033	0,0493	0,9929	0,8758	0,0008	0,0211	0,9970	0,9260
Dalaman	0,0028	0,0430	0,9918	0,8716	0,0012	0,0245	0,9945	0,9022
Demirci	0,0027	0,0413	0,9934	0,8873	0,0009	0,0219	0,9965	0,9166
Denizli	0,0010	0,0245	0,9967	0,9169	0,0006	0,0188	0,9961	0,9154
Dikili	0,0012	0,0257	0,9920	0,8775	0,0005	0,0176	0,9943	0,8978
Dinar	0,0006	0,0193	0,9976	0,9368	0,0004	0,0147	0,9969	0,9309
Edremit	0,0008	0,0205	0,9972	0,9256	0,0004	0,0158	0,9972	0,9279
Fethiye	0,0014	0,0288	0,9928	0,8851	0,0016	0,0321	0,9880	0,8358
Gediz	0,0007	0,0188	0,9983	0,9546	0,0007	0,0214	0,9975	0,9358
Güney	0,0010	0,0230	0,9979	0,9451	0,0007	0,0209	0,9978	0,9361
İzmir	0,0020	0,0345	0,9931	0,8728	0,0015	0,0273	0,9894	0,8520
Kemalpaşa	0,0010	0,0257	0,9954	0,8898	0,0011	0,0226	0,9910	0,8677
Kütahya	0,0023	0,0396	0,9950	0,8958	0,0009	0,0210	0,9954	0,9138
Manisa	0,0013	0,0276	0,9971	0,9271	0,0009	0,0197	0,9953	0,9174
Marmaris	0,0027	0,0420	0,9935	0,8616	0,0009	0,0216	0,9961	0,9076
Milas	0,0019	0,0365	0,9950	0,8878	0,0013	0,0252	0,9930	0,8937
Muğla	0,0009	0,0223	0,9979	0,9406	0,0008	0,0179	0,9961	0,9307
Nazilli	0,0010	0,0234	0,9976	0,9355	0,0009	0,0196	0,9958	0,9231
Ödemiş	0,0011	0,0261	0,9979	0,9378	0,0010	0,0228	0,9956	0,9204
Salihli	0,0009	0,0231	0,9977	0,9385	0,0011	0,0204	0,9950	0,9260
Selçuk	0,0033	0,0446	0,9908	0,8711	0,0009	0,0200	0,9950	0,9173
Simav	0,0012	0,0254	0,9978	0,9448	0,0016	0,0296	0,9944	0,9077
Sultanhisar	0,0023	0,0374	0,9948	0,9021	0,0015	0,0269	0,9939	0,9036
Tavşanlı	0,0019	0,0302	0,9966	0,9312	0,0015	0,0281	0,9951	0,9106
Uşak	0,0005	0,0154	0,9987	0,9539	0,0008	0,0170	0,9963	0,9306
Yatağan	0,0010	0,0241	0,9972	0,9241	0,0015	0,0271	0,9927	0,8881
Min	0,0005	0,0154	0,9866	0,8443	0,0003	0,0127	0,9880	0,8358
Max	0,0033	0,0493	0,9987	0,9546	0,0029	0,0322	0,9978	0,9361
Ort	0,0016	0,0300	0,9951	0,9062	0,0010	0,0218	0,9951	0,9090

Tablo 13.1 Devamı

İstasyon Adı	t=60 dk.				t=120 dk.				t=180 dk.			
	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
Acıpayam	0,0001	0,0097	0,9947	0,9014	0,0001	0,0052	0,9946	0,9030	0,0000	0,0036	0,9950	0,9041
Afyon	0,0002	0,0100	0,9935	0,8969	0,0000	0,0050	0,9950	0,8949	0,0000	0,0029	0,9962	0,9086
Akhisar	0,0006	0,0163	0,9939	0,8915	0,0001	0,0051	0,9974	0,9322	0,0000	0,0033	0,9975	0,9360
Aydın	0,0003	0,0095	0,9965	0,9214	0,0002	0,0079	0,9927	0,8722	0,0001	0,0068	0,9898	0,8486
Ayvalık	0,0015	0,0230	0,9896	0,8757	0,0006	0,0175	0,9909	0,8455	0,0002	0,0118	0,9936	0,8616
Bergama	0,0003	0,0110	0,9962	0,9163	0,0002	0,0077	0,9938	0,8965	0,0001	0,0062	0,9914	0,8736
Bodrum	0,0006	0,0186	0,9923	0,8654	0,0002	0,0106	0,9920	0,8792	0,0001	0,0065	0,9916	0,8941
Bolvadin	0,0005	0,0162	0,9969	0,9305	0,0002	0,0080	0,9967	0,9417	0,0001	0,0058	0,9964	0,9396
Bornova	0,0005	0,0176	0,9934	0,8739	0,0002	0,0119	0,9906	0,8527	0,0001	0,0063	0,9905	0,8882
Çeşme	0,0010	0,0224	0,9929	0,8903	0,0004	0,0139	0,9925	0,8910	0,0002	0,0105	0,9911	0,8825
Dalaman	0,0009	0,0215	0,9915	0,8842	0,0003	0,0122	0,9915	0,8911	0,0002	0,0095	0,9896	0,8793
Demirci	0,0009	0,0212	0,9921	0,8877	0,0003	0,0114	0,9930	0,9044	0,0002	0,0092	0,9909	0,8871
Denizli	0,0003	0,0101	0,9956	0,9232	0,0001	0,0077	0,9943	0,8911	0,0001	0,0065	0,9939	0,8584
Dikili	0,0002	0,0115	0,9942	0,8853	0,0001	0,0077	0,9931	0,8803	0,0001	0,0077	0,9861	0,8321
Dinar	0,0001	0,0082	0,9975	0,9340	0,0000	0,0053	0,9973	0,9311	0,0000	0,0036	0,9979	0,9361
Edremit	0,0003	0,0144	0,9946	0,8994	0,0002	0,0111	0,9901	0,8680	0,0001	0,0068	0,9921	0,8889
Fethiye	0,0005	0,0159	0,9931	0,8959	0,0002	0,0102	0,9937	0,8975	0,0001	0,0060	0,9962	0,9191
Gediz	0,0003	0,0117	0,9982	0,9501	0,0001	0,0073	0,9977	0,9498	0,0000	0,0052	0,9984	0,9491
Güney	0,0003	0,0116	0,9975	0,9459	0,0001	0,0053	0,9987	0,9603	0,0000	0,0027	0,9995	0,9707
İzmir	0,0004	0,0119	0,9947	0,9086	0,0002	0,0079	0,9927	0,9011	0,0001	0,0054	0,9937	0,9035
Kemalpaşa	0,0004	0,0144	0,9931	0,8867	0,0002	0,0092	0,9920	0,8821	0,0001	0,0065	0,9922	0,8892
Kütahya	0,0003	0,0124	0,9959	0,9191	0,0002	0,0069	0,9949	0,9213	0,0000	0,0038	0,9971	0,9411
Manisa	0,0003	0,0118	0,9956	0,9185	0,0002	0,0102	0,9914	0,8735	0,0001	0,0068	0,9931	0,8848
Marmaris	0,0007	0,0196	0,9948	0,8963	0,0002	0,0109	0,9968	0,9211	0,0001	0,0084	0,9974	0,9219
Milas	0,0005	0,0173	0,9933	0,8924	0,0002	0,0099	0,9923	0,8918	0,0001	0,0061	0,9947	0,9076
Muğla	0,0005	0,0153	0,9951	0,9124	0,0002	0,0107	0,9931	0,8977	0,0001	0,0083	0,9925	0,8857
Nazilli	0,0004	0,0128	0,9962	0,9261	0,0002	0,0082	0,9954	0,9226	0,0001	0,0069	0,9951	0,9075
Ödemiş	0,0004	0,0138	0,9965	0,9311	0,0001	0,0071	0,9969	0,9451	0,0001	0,0066	0,9967	0,9312
Salihli	0,0004	0,0144	0,9964	0,9287	0,0002	0,0107	0,9950	0,9159	0,0001	0,0068	0,9963	0,9258
Selçuk	0,0004	0,0144	0,9952	0,9185	0,0002	0,0100	0,9950	0,9133	0,0001	0,0089	0,9935	0,8970
Simav	0,0004	0,0134	0,9967	0,9359	0,0002	0,0090	0,9961	0,9293	0,0001	0,0057	0,9969	0,9386
Sultanhisar	0,0005	0,0171	0,9953	0,9132	0,0002	0,0104	0,9954	0,9158	0,0001	0,0068	0,9962	0,9240
Tavşanlı	0,0008	0,0189	0,9950	0,9153	0,0002	0,0103	0,9964	0,9295	0,0001	0,0076	0,9963	0,9280
Uşak	0,0004	0,0157	0,9956	0,9065	0,0002	0,0081	0,9957	0,9159	0,0001	0,0051	0,9969	0,9255
Yatağan	0,0006	0,0200	0,9924	0,8690	0,0002	0,0080	0,9951	0,9097	0,0001	0,0049	0,9963	0,9227
Min	0,0001	0,0082	0,9896	0,8654	0,0000	0,0050	0,9901	0,8455	0,0000	0,0027	0,9861	0,8321
Max	0,0015	0,0230	0,9982	0,9501	0,0006	0,0175	0,9987	0,9603	0,0002	0,0118	0,9995	0,9707
Ort	0,0005	0,0150	0,9947	0,9071	0,0002	0,0091	0,9943	0,9048	0,0001	0,0064	0,9944	0,9055

Tablo 13.1 Devamı

İstasyon Adı	t=240 dk.				t=300 dk.				t=360 dk.			
	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
Acipayam	0,0000	0,0032	0,9935	0,8854	0,0000	0,0022	0,9952	0,9019	0,0000	0,0023	0,9931	0,8784
Afyon	0,0000	0,0024	0,9953	0,8983	0,0000	0,0018	0,9960	0,9108	0,0000	0,0014	0,9968	0,9187
Akhisar	0,0000	0,0034	0,9975	0,9146	0,0000	0,0036	0,9941	0,8913	0,0000	0,0032	0,9936	0,8865
Aydın	0,0000	0,0042	0,9933	0,8813	0,0000	0,0044	0,9922	0,8532	0,0000	0,0035	0,9934	0,8690
Ayvalık	0,0001	0,0082	0,9947	0,8768	0,0001	0,0062	0,9952	0,8860	0,0001	0,0056	0,9945	0,8852
Bergama	0,0000	0,0038	0,9947	0,8984	0,0000	0,0035	0,9953	0,8855	0,0000	0,0025	0,9964	0,9021
Bodrum	0,0001	0,0056	0,9920	0,8846	0,0000	0,0047	0,9930	0,8837	0,0000	0,0037	0,9943	0,8939
Bolvadin	0,0000	0,0044	0,9973	0,9419	0,0000	0,0039	0,9975	0,9378	0,0000	0,0034	0,9976	0,9357
Bornova	0,0000	0,0045	0,9938	0,8967	0,0000	0,0024	0,9971	0,9351	0,0000	0,0027	0,9967	0,9114
Çeşme	0,0001	0,0086	0,9911	0,8751	0,0001	0,0077	0,9877	0,8614	0,0001	0,0062	0,9896	0,8660
Dalaman	0,0001	0,0079	0,9898	0,8680	0,0001	0,0073	0,9849	0,8487	0,0001	0,0065	0,9853	0,8423
Demirci	0,0001	0,0072	0,9918	0,8852	0,0001	0,0069	0,9878	0,8648	0,0001	0,0058	0,9890	0,8640
Denizli	0,0001	0,0057	0,9923	0,8316	0,0000	0,0049	0,9912	0,8200	0,0000	0,0041	0,9918	0,8245
Dikili	0,0000	0,0047	0,9910	0,8768	0,0000	0,0041	0,9929	0,8808	0,0000	0,0026	0,9958	0,9158
Dinar	0,0000	0,0022	0,9986	0,9517	0,0000	0,0017	0,9987	0,9570	0,0000	0,0014	0,9990	0,9585
Edremit	0,0000	0,0039	0,9960	0,9210	0,0000	0,0039	0,9943	0,9095	0,0000	0,0029	0,9957	0,9218
Fethiye	0,0001	0,0062	0,9947	0,8993	0,0001	0,0048	0,9943	0,9095	0,0001	0,0057	0,9901	0,8744
Gediz	0,0000	0,0040	0,9979	0,9512	0,0000	0,0036	0,9972	0,9494	0,0000	0,0042	0,9953	0,9306
Güney	0,0000	0,0031	0,9986	0,9570	0,0000	0,0033	0,9974	0,9474	0,0000	0,0039	0,9952	0,9285
İzmir	0,0001	0,0048	0,9921	0,8844	0,0000	0,0036	0,9936	0,8997	0,0000	0,0033	0,9923	0,8908
Kemalpaşa	0,0001	0,0059	0,9928	0,8741	0,0000	0,0049	0,9932	0,8791	0,0000	0,0041	0,9933	0,8827
Kütahya	0,0000	0,0033	0,9969	0,9343	0,0000	0,0026	0,9971	0,9370	0,0000	0,0022	0,9970	0,9364
Manisa	0,0001	0,0050	0,9936	0,8902	0,0000	0,0037	0,9950	0,9055	0,0000	0,0033	0,9946	0,9007
Marmaris	0,0001	0,0076	0,9970	0,9142	0,0001	0,0061	0,9962	0,9216	0,0001	0,0058	0,9960	0,9201
Milas	0,0000	0,0047	0,9941	0,9058	0,0000	0,0036	0,9952	0,9143	0,0000	0,0032	0,9949	0,9104
Muğla	0,0001	0,0067	0,9915	0,8859	0,0001	0,0065	0,9891	0,8742	0,0001	0,0065	0,9859	0,8547
Nazilli	0,0000	0,0049	0,9956	0,9176	0,0000	0,0040	0,9957	0,9236	0,0000	0,0037	0,9949	0,9172
Ödemiş	0,0000	0,0051	0,9968	0,9341	0,0000	0,0039	0,9975	0,9437	0,0000	0,0027	0,9981	0,9548
Salihli	0,0000	0,0047	0,9969	0,9356	0,0000	0,0038	0,9974	0,9409	0,0000	0,0031	0,9974	0,9440
Selçuk	0,0001	0,0072	0,9918	0,8995	0,0001	0,0056	0,9933	0,9086	0,0001	0,0058	0,9923	0,8887
Simav	0,0000	0,0040	0,9973	0,9465	0,0000	0,0029	0,9980	0,9559	0,0000	0,0028	0,9977	0,9495
Sultanhisar	0,0000	0,0046	0,9969	0,9353	0,0000	0,0036	0,9974	0,9403	0,0000	0,0033	0,9973	0,9370
Tavşanlı	0,0001	0,0056	0,9964	0,9346	0,0000	0,0038	0,9977	0,9482	0,0000	0,0030	0,9979	0,9529
Uşak	0,0000	0,0046	0,9962	0,9121	0,0000	0,0041	0,9963	0,9076	0,0000	0,0035	0,9961	0,9090
Yatağan	0,0001	0,0051	0,9944	0,8954	0,0000	0,0045	0,9942	0,8906	0,0000	0,0035	0,9948	0,9008
Min	0,0000	0,0022	0,9898	0,8316	0,0000	0,0017	0,9849	0,8200	0,0000	0,0014	0,9853	0,8245
Max	0,0001	0,0086	0,9986	0,9570	0,0001	0,0077	0,9987	0,9570	0,0001	0,0065	0,9990	0,9585
Ort	0,0001	0,0051	0,9947	0,9056	0,0000	0,0042	0,9945	0,9064	0,0000	0,0038	0,9944	0,9045

Tablo 13.1 Devamı

İstasyon Adı	t=480 dk.				t=720 dk.			
	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
Acıpayam	0,0000	0,0017	0,9931	0,8835	0,0000	0,0013	0,9929	0,8800
Afyon	0,0000	0,0010	0,9974	0,9286	0,0000	0,0008	0,9964	0,9188
Akhisar	0,0000	0,0024	0,9948	0,8930	0,0000	0,0018	0,9940	0,8907
Aydın	0,0000	0,0027	0,9920	0,8717	0,0000	0,0023	0,9902	0,8494
Ayvalık	0,0000	0,0045	0,9945	0,8824	0,0000	0,0032	0,9944	0,8824
Bergama	0,0000	0,0016	0,9979	0,9266	0,0000	0,0017	0,9946	0,8939
Bodrum	0,0000	0,0025	0,9953	0,9070	0,0000	0,0021	0,9951	0,9006
Bolvadin	0,0000	0,0019	0,9986	0,9513	0,0000	0,0014	0,9988	0,9538
Bornova	0,0000	0,0021	0,9953	0,9124	0,0000	0,0019	0,9935	0,9053
Çeşme	0,0000	0,0038	0,9933	0,8977	0,0000	0,0033	0,9926	0,8836
Dalaman	0,0000	0,0043	0,9875	0,8607	0,0000	0,0036	0,9869	0,8490
Demirci	0,0000	0,0036	0,9928	0,8928	0,0000	0,0030	0,9925	0,8849
Denizli	0,0000	0,0031	0,9916	0,8351	0,0000	0,0017	0,9934	0,8611
Dikili	0,0000	0,0023	0,9951	0,9099	0,0000	0,0016	0,9967	0,9214
Dinar	0,0000	0,0017	0,9977	0,9407	0,0000	0,0012	0,9983	0,9443
Edremit	0,0000	0,0022	0,9959	0,9237	0,0000	0,0016	0,9960	0,9173
Fethiye	0,0000	0,0044	0,9936	0,8725	0,0000	0,0024	0,9951	0,9050
Gediz	0,0000	0,0033	0,9975	0,9315	0,0000	0,0020	0,9973	0,9407
Güney	0,0000	0,0026	0,9979	0,9399	0,0000	0,0020	0,9973	0,9380
İzmir	0,0000	0,0027	0,9921	0,8905	0,0000	0,0024	0,9911	0,8681
Kemalpaşa	0,0000	0,0030	0,9947	0,8867	0,0000	0,0026	0,9932	0,8696
Kütahya	0,0000	0,0020	0,9963	0,9249	0,0000	0,0014	0,9971	0,9303
Manisa	0,0000	0,0030	0,9940	0,8938	0,0000	0,0021	0,9944	0,9026
Marmaris	0,0001	0,0053	0,9960	0,9148	0,0000	0,0036	0,9977	0,9261
Milas	0,0000	0,0027	0,9945	0,9056	0,0000	0,0019	0,9949	0,9149
Muğla	0,0000	0,0049	0,9892	0,8664	0,0000	0,0027	0,9937	0,9043
Nazilli	0,0000	0,0036	0,9944	0,9038	0,0000	0,0023	0,9962	0,9197
Ödemiş	0,0000	0,0026	0,9976	0,9476	0,0000	0,0023	0,9975	0,9397
Salihli	0,0000	0,0027	0,9972	0,9407	0,0000	0,0021	0,9977	0,9407
Selçuk	0,0000	0,0045	0,9945	0,8948	0,0000	0,0026	0,9971	0,9267
Simav	0,0000	0,0033	0,9963	0,9268	0,0000	0,0025	0,9970	0,9305
Sultanhisar	0,0000	0,0031	0,9964	0,9268	0,0000	0,0023	0,9970	0,9323
Tavşanlı	0,0000	0,0032	0,9971	0,9381	0,0000	0,0025	0,9976	0,9380
Uşak	0,0000	0,0023	0,9963	0,9212	0,0000	0,0015	0,9979	0,9315
Yatağan	0,0000	0,0020	0,9961	0,9263	0,0000	0,0014	0,9975	0,9332
Min	0,0000	0,0010	0,9875	0,8351	0,0000	0,0008	0,9869	0,8490
Max	0,0001	0,0053	0,9986	0,9513	0,0000	0,0036	0,9988	0,9538
Ort	0,0000	0,0029	0,9950	0,9077	0,0000	0,0021	0,9952	0,9094

Tablo 13.1 Devamı

İstasyon Adı	t=1080 dk.				t=1440 dk.			
	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
Acıpayam	0,0000	0,0008	0,9939	0,8970	0,0000	0,0008	0,9860	0,8513
Afyon	0,0000	0,0005	0,9969	0,9256	0,0000	0,0007	0,9888	0,8602
Akhisar	0,0000	0,0012	0,9937	0,8977	0,0000	0,0015	0,9865	0,8364
Aydın	0,0000	0,0018	0,9868	0,8364	0,0000	0,0006	0,9964	0,9202
Ayvalık	0,0000	0,0020	0,9944	0,8954	0,0000	0,0011	0,9967	0,9199
Bergama	0,0000	0,0014	0,9940	0,8821	0,0000	0,0010	0,9969	0,9134
Bodrum	0,0000	0,0015	0,9918	0,8997	0,0000	0,0015	0,9897	0,8603
Bolvadin	0,0000	0,0011	0,9975	0,9472	0,0000	0,0009	0,9983	0,9483
Bornova	0,0000	0,0019	0,9912	0,8750	0,0000	0,0014	0,9915	0,8835
Çeşme	0,0000	0,0021	0,9938	0,8958	0,0000	0,0009	0,9978	0,9364
Dalaman	0,0000	0,0021	0,9904	0,8772	0,0000	0,0014	0,9903	0,8813
Demirci	0,0000	0,0019	0,9936	0,8957	0,0000	0,0009	0,9972	0,9270
Denizli	0,0000	0,0005	0,9985	0,9458	0,0000	0,0010	0,9915	0,8780
Dikili	0,0000	0,0015	0,9945	0,8938	0,0000	0,0011	0,9939	0,8941
Dinar	0,0000	0,0009	0,9973	0,9355	0,0000	0,0008	0,9985	0,9393
Edremit	0,0000	0,0015	0,9932	0,8969	0,0000	0,0009	0,9972	0,9240
Fethiye	0,0000	0,0017	0,9949	0,9087	0,0000	0,0027	0,9842	0,8089
Gediz	0,0000	0,0012	0,9974	0,9533	0,0000	0,0016	0,9958	0,9230
Güney	0,0000	0,0012	0,9973	0,9488	0,0000	0,0013	0,9971	0,9345
İzmir	0,0000	0,0015	0,9925	0,8932	0,0000	0,0011	0,9946	0,8942
Kemalpaşa	0,0000	0,0020	0,9914	0,8651	0,0000	0,0011	0,9968	0,9163
Kütahya	0,0000	0,0010	0,9966	0,9295	0,0000	0,0008	0,9977	0,9373
Manisa	0,0000	0,0014	0,9944	0,9089	0,0000	0,0012	0,9950	0,9160
Marmaris	0,0000	0,0033	0,9965	0,9139	0,0000	0,0026	0,9963	0,9128
Milas	0,0000	0,0014	0,9946	0,9126	0,0000	0,0013	0,9949	0,9103
Muğla	0,0000	0,0025	0,9912	0,8808	0,0000	0,0025	0,9728	0,8298
Nazilli	0,0000	0,0023	0,9932	0,8929	0,0000	0,0013	0,9972	0,9297
Ödemiş	0,0000	0,0023	0,9956	0,9207	0,0000	0,0014	0,9970	0,9432
Salihli	0,0000	0,0021	0,9957	0,9242	0,0000	0,0009	0,9985	0,9618
Selçuk	0,0000	0,0030	0,9930	0,8893	0,0000	0,0014	0,9970	0,9364
Simav	0,0000	0,0023	0,9946	0,9110	0,0000	0,0014	0,9965	0,9328
Sultanhisar	0,0000	0,0021	0,9950	0,9163	0,0000	0,0014	0,9973	0,9365
Tavşanlı	0,0000	0,0022	0,9956	0,9264	0,0000	0,0013	0,9981	0,9516
Uşak	0,0000	0,0011	0,9971	0,9294	0,0000	0,0007	0,9988	0,9393
Yatağan	0,0000	0,0011	0,9963	0,9270	0,0000	0,0010	0,9967	0,9194
Min	0,0000	0,0005	0,9868	0,8364	0,0000	0,0006	0,9728	0,8089
Max	0,0000	0,0033	0,9985	0,9533	0,0000	0,0027	0,9988	0,9618
Ort	0,0000	0,0017	0,9944	0,9071	0,0000	0,0012	0,9943	0,9088

### 13.3. Kısa, Orta ve Uzun Süreli yağışlar için ŞSF Bağıntılarının elde edilmesi (Senaryo II)

L-Momentler Homojenlik testleri ve Bulanık c- Ortalamalar Kümeleme analizi sonucunda; yağış sürelerine göre benzer yağış özelliklerine sahip gözlem verileri; kısa, orta ve uzun süreli olmak üzere 3 gruba ayrılmıştı. Senaryo II olarak adlandırılan bu analizlerde; 5-30 dakika süreli yağışlar, kısa, 60-360 dakika süreli yağışlar orta ve 480-1440 dakika süreli yağışlar ise uzun süreli yağışlar olarak adlandırılmıştır.

Kısa, orta ve uzun süreli yağışlara ait veri kütükleri hazırlandıktan sonra Senaryo I' deki benzer şekilde analizler yapılmış ve farklı hata değerlendirme ölçütleri ve ŞSF bağıntıları için Model performansları Tablo 13.2'de özetlenmiştir.

Tablo 13.2'den görüleceği gibi tüm süre grupları için en iyi "E" model etkinlik katsayısı 0.88-0.90 aralığında olup, daha önceki analizlerdekine benzer olarak (10.4) bağıntısı için elde edilmektedir. Benzer şekilde; tüm süre grupları için en düşük performansı ise (10.1) bağıntısı göstermektedir ve "E" 0.70-0.77 arasında değişmektedir. Senaryo I'de model performansının 0.90'dan büyük ve standart süreler için belirgin bir değişim göstermemesine karşılık, Senaryo II'de özellikle kısa ve uzun süreli gruplar için model performansında yaklaşık % 2 mertebesinde bir azalma görülmektedir. Bu durumun; bir önceki Raporun verilerin güvenilirliği bölümünde gösterildiği gibi 5 ve 1440 dakikalık verilerdeki hata yüzdesinin diğerlerine göre yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum; (Kısa+Orta) süreli yağışların ve (Orta+Uzun) süreli yağışların birlikte değerlendirilmesi sonucu yapılan analizlerden daha belirgin olarak görülebilmektedir. Söz konusu analizlerin sonuçları Tablo 13.3'de özetlenmektedir. Tablo 13.3'den açık olarak görüleceği gibi gözlem verilerine en iyi uyum gösteren (10.4) bağıntısının "E" değeri 0.91-0.93 mertebesine çıkmaktadır. Benzer performans yükselmesi gözlem verilerine en az uyum gösteren (10.1) bağıntısı için de görülmektedir. Veri grupları birleştirildiğinde; hatalı veri sayısının toplam veriye oranı azalmakta ve belirli bir bağıntıya uyması beklenen gözlem değerlerine bağlı olarak model performansında yükselme görülmektedir. Bu durum, Senaryo III'te daha açık olarak görülebilmektedir.

Tablo 13.2 Kısa, Orta ve Uzun Süreli Yağışlar için Model Performansının Değişimi

Denklem	Değerlendirme Kriteri	Kısa Süreli Yağışlar				Orta Süreli Yağışlar				Uzun Süreli Yağışlar			
		MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
(10.1)	Minimum	0,0196	0,0981	0,9155	0,6382	0,0005	0,0140	0,9497	0,6882	0,0000	0,0037	0,8938	0,5171
	Maksimum	0,0628	0,1850	0,9744	0,7897	0,0029	0,0406	0,9860	0,8556	0,0003	0,0126	0,9821	0,8108
	Ortalama	0,0346	0,1348	0,9520	<b>0,7139</b>	0,0015	0,0251	0,9696	<b>0,7745</b>	0,0001	0,0078	0,9520	<b>0,6995</b>
(10.2)	Minimum	0,0196	0,0969	0,9173	0,6413	0,0005	0,0140	0,9498	0,6885	0,0000	0,0037	0,8938	0,5170
	Maksimum	0,0615	0,1835	0,9743	0,7922	0,0029	0,0406	0,9860	0,8554	0,0003	0,0126	0,9821	0,8108
	Ortalama	0,0341	0,1340	0,9528	0,7154	0,0015	0,0251	0,9697	0,7747	0,0001	0,0078	0,9520	0,6996
(10.3)	Minimum	0,0029	0,0359	0,9738	0,8262	0,0001	0,0063	0,9867	0,8528	0,0000	0,0013	0,9505	0,6479
	Maksimum	0,0149	0,0817	0,9951	0,9191	0,0007	0,0174	0,9962	0,9215	0,0001	0,0062	0,9959	0,9252
	Ortalama	0,0070	0,0542	0,9901	0,8846	0,0003	0,0110	0,9944	0,9011	0,0000	0,0038	0,9878	0,8497
(10.4)	Minimum	0,0028	0,0356	0,9738	0,8266	0,0001	0,0062	0,9868	0,8515	0,0000	0,0010	0,9818	0,8141
	Maksimum	0,0150	0,0814	0,9952	0,9178	0,0007	0,0159	0,9963	0,9216	0,0001	0,0052	0,9967	0,9248
	Ortalama	0,0069	0,0540	0,9901	<b>0,8852</b>	0,0003	0,0108	0,9946	<b>0,9027</b>	0,0000	0,0030	0,9919	<b>0,8848</b>
(10.5)	Minimum	0,0038	0,0418	0,9645	0,7904	0,0001	0,0058	0,9413	0,7136	0,0000	0,0017	0,9315	0,6509
	Maksimum	0,0242	0,1028	0,9927	0,9014	0,0033	0,0323	0,9953	0,9157	0,0003	0,0108	0,9943	0,8993
	Ortalama	0,0127	0,0682	0,9832	0,8566	0,0010	0,0158	0,9815	0,8592	0,0001	0,0047	0,9787	0,8180
(10.6)	Minimum	0,0041	0,0409	0,9554	0,7484	0,0002	0,0072	0,9779	0,8117	0,0000	0,0020	0,9487	0,6487
	Maksimum	0,0287	0,1182	0,9937	0,9039	0,0016	0,0259	0,9928	0,9000	0,0001	0,0070	0,9915	0,8935
	Ortalama	0,0130	0,0715	0,9823	0,8492	0,0008	0,0162	0,9855	0,8562	0,0001	0,0050	0,9782	0,8073
(10.7)	Minimum	0,0043	0,0376	0,9579	0,7647	0,0002	0,0081	0,9616	0,7562	0,0000	0,0024	0,9392	0,6158
	Maksimum	0,0317	0,1177	0,9917	0,8975	0,0025	0,0303	0,9937	0,8952	0,0001	0,0087	0,9912	0,8798
	Ortalama	0,0152	0,0780	0,9797	0,8375	0,0010	0,0178	0,9818	0,8407	0,0001	0,0057	0,9720	0,7796
(10.8)	Minimum	0,0058	0,0442	0,9435	0,7085	0,0002	0,0083	0,9770	0,7941	0,0000	0,0025	0,9380	0,6117
	Maksimum	0,0383	0,1375	0,9905	0,8865	0,0015	0,0254	0,9925	0,8926	0,0002	0,0089	0,9903	0,8733
	Ortalama	0,0187	0,0904	0,9741	0,8080	0,0008	0,0179	0,9841	0,8396	0,0001	0,0058	0,9711	0,7736



Tablo 13.3. Kısa+Orta ve Orta+Uzun Süreli Yağışlar için Model Performansının Değişimi

Denklem	Değerlendirme Kriteri	Kısa+Orta Süreli Yağışlar				Orta+Uzun Süreli Yağışlar			
		MSE	MAE	r	E	MSE	MAE	r	E
(10.1)	Minimum	0,0091	0,0586	0,9584	0,7615	0,0003	0,0100	0,9618	0,7456
	Maksimum	0,0318	0,1172	0,9855	0,8638	0,0018	0,0296	0,9890	0,8678
	Ortalama	0,0176	0,0836	0,9750	<b>0,8161</b>	0,0010	0,0187	0,9766	<b>0,8102</b>
(10.2)	Minimum	0,0107	0,0476	0,9583	0,7988	0,0004	0,0091	0,9521	0,7568
	Maksimum	0,0387	0,0988	0,9834	0,8919	0,0029	0,0282	0,9878	0,8657
	Ortalama	0,0238	0,0701	0,9722	0,8460	0,0014	0,0182	0,9699	0,8156
(10.3)	Minimum	0,0014	0,0217	0,9871	0,8918	0,0001	0,0052	0,9891	0,8585
	Maksimum	0,0087	0,0573	0,9973	0,9446	0,0005	0,0141	0,9968	0,9316
	Ortalama	0,0037	0,0335	0,9947	0,9266	0,0002	0,0090	0,9951	0,9077
(10.4)	Minimum	0,0013	0,0208	0,9876	0,8999	0,0001	0,0051	0,9891	0,8623
	Maksimum	0,0079	0,0518	0,9974	0,9455	0,0005	0,0137	0,9968	0,9318
	Ortalama	0,0035	0,0324	0,9950	<b>0,9290</b>	0,0002	0,0088	0,9953	<b>0,9101</b>
(10.5)	Minimum	0,0018	0,0224	0,9855	0,8805	0,0001	0,0053	0,9530	0,7645
	Maksimum	0,0117	0,0602	0,9959	0,9347	0,0020	0,0228	0,9964	0,9264
	Ortalama	0,0061	0,0388	0,9917	0,9153	0,0006	0,0118	0,9856	0,8800
(10.6)	Minimum	0,0019	0,0228	0,9796	0,8454	0,0001	0,0054	0,9833	0,8243
	Maksimum	0,0167	0,0813	0,9967	0,9441	0,0010	0,0186	0,9935	0,9036
	Ortalama	0,0071	0,0472	0,9903	0,8974	0,0005	0,0125	0,9883	0,8735
(10.7)	Minimum	0,0024	0,0257	0,9787	0,8555	0,0001	0,0061	0,9686	0,7894
	Maksimum	0,0170	0,0715	0,9944	0,9301	0,0015	0,0219	0,9945	0,9000
	Ortalama	0,0081	0,0473	0,9886	0,8965	0,0006	0,0135	0,9858	0,8632
(10.8)	Minimum	0,0030	0,0282	0,9766	0,8368	0,0002	0,0062	0,9822	0,8027
	Maksimum	0,0185	0,0802	0,9936	0,9214	0,0010	0,0193	0,9935	0,8991
	Ortalama	0,0088	0,0512	0,9875	0,8880	0,0005	0,0138	0,9873	0,8601

### 13.4. Tüm standart süreler için ŞSF Bağıntılarının elde edilmesi (Senaryo III)

Senaryo III'de ise; kısa, orta ve uzun süreli veriler birlikte kullanılmak suretiyle analizler Senaryo I ve II'ye benzer şekilde ve farklı hata değerlendirme ölçütleri ve ŞSF bağıntıları için Model performansları Tablo 13.4'de özetlenmiştir. Tablo 13.4'den görüleceği gibi gözlem verilerine en iyi uyum gösteren (10.4) bağıntısının "E" değeri 0.94 değerine yaklaşırken, en düşük performans gösteren (10.1) bağıntısının performansı ise 0.83 değerini geçmiştir.

Tablo 13.4. Tüm Standart Süreli Yağışlar için Model Performansının Değişimi

Denklem	Değerlendirme Kriteri	Tüm Standart Süreli Yağışlar			
		MSE	MAE	r	E
(10.1)	Minimum	0,0066	0,0466	0,9649	0,7830
	Maksimum	0,0236	0,0942	0,9878	0,8776
	Ortalama	0,0131	0,0671	0,9785	<b>0,8332</b>
(10.2)	Minimum	0,0061	0,0383	0,9700	0,8293
	Maksimum	0,0199	0,0741	0,9895	0,8996
	Ortalama	0,0109	0,0530	0,9819	0,8680
(10.3)	Minimum	0,0010	0,0170	0,9893	0,9067
	Maksimum	0,0063	0,0447	0,9977	0,9512
	Ortalama	0,0027	0,0260	0,9956	0,9355
(10.4)	Minimum	0,0009	0,0160	0,9897	0,9146
	Maksimum	0,0056	0,0390	0,9978	0,9521
	Ortalama	0,0025	0,0250	0,9958	<b>0,9379</b>
(10.5)	Minimum	0,0013	0,0174	0,9875	0,8951
	Maksimum	0,0085	0,0466	0,9965	0,9446
	Ortalama	0,0044	0,0297	0,9931	0,9267
(10.6)	Minimum	0,0014	0,0181	0,9834	0,8597
	Maksimum	0,0123	0,0650	0,9972	0,9500
	Ortalama	0,0052	0,0374	0,9917	0,9080
(10.7)	Minimum	0,0017	0,0199	0,9825	0,8790
	Maksimum	0,0122	0,0528	0,9952	0,9393
	Ortalama	0,0058	0,0360	0,9905	0,9111
(10.8)	Minimum	0,0022	0,0220	0,9806	0,8596
	Maksimum	0,0134	0,0610	0,9945	0,9314
	Ortalama	0,0064	0,0392	0,9896	0,9030

### 13.5. Senaryoların Değerlendirilmesi

Yukarıda her bir Senaryo'nun sonuçları değerlendirilmiş olup, bu değerlendirmelerin ışığında; hem gerekli işlem süresinin azlığı ve performansının yüksekliği, hem de tüm standart süreler için tek bir bağıntının kullanılması nedeniyle III no'lu Senaryo diğerlerine göre daha üstün olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, Senaryo III'ün gözlem verilerindeki hatalı gözlemlerden minimum düzeyde etkilendiğini de belirtmek gerekir. Bu nedenle izleyen bölümlerde Senaryo III kullanılacaktır.

# 14. BÖLÜM

## HOMOJEN ALT BÖLGELER İÇİN AĞIRLIK KATSAYILARI VE MODEL PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

### 14.1. Genel bilgiler

Bulanık c-ortalamalar kümeleme analizi ve L-Momentler homojenlik analizi kullanılarak, yağış özellikleri benzerlik gösteren istasyonlar gruplandırılmak suretiyle Ege Bölgesi;

- Kıyı Ege İzmir ve kuzeyi birinci bölge,
- Kıyı Ege İzmir'in güneyi ikinci bölge,
- Kıyı şeridinin iç kısmı Manisa, Akhisar, Demirci, Salihli, Ödemiş, Sultanhisar, Nazilli ve Denizli üçüncü bölge,
- Dinar-Kütahya hattı ve doğusu dördüncü bölge,

Olarak dört homojen alt bölgeye ayrılabilceği gösterilmiş ve homojen alt bölgelere en iyi uyan dağılımlar ise L-Momentler Z istatistiği kullanılarak belirlenmiş ve homojen alt bölgelerin yağış özelliklerinin genellikle GEV ve GL dağılımlarına uyum gösterdiği belirlenmişti.

Bölüm 12'de ise geliştirilen DGA-ŞSF-K Algoritması kullanılarak; homojen alt bölgeler yeniden belirlenmiştir. Belirlenen homojen alt bölgeler; daha önceki rapor döneminde Gerçekleştirilen L-Momentler homojenlik analizi ve Bulanık c-Ortalamalar Kümeleme analizi sonuçlarıyla çok iyi bir uyum göstermektedir. Geliştirilen DGA-ŞSF-K Algoritmasının gözlem verilerinin temel istatistik özelliklerini kullanması ve diğer yöntemlere göre oldukça hızlı olması önerilen yöntemin üstünlüğü olarak sayılabilir.

Bu bölümde; DGA-ŞSF-K Algoritması kullanılarak elde edilen homojen alt bölgeler için ŞSF bağıntıları elde edilmiş ve alt bölgeler için bağıntıların performansları belirlenmiştir.

## 14.2. Homojen alt bölgeler için ŞSF Bağntılarının Performansı

DGA-ŞSF-K algoritması ile belirlenmiş olan alt bölgelere ait istasyonlara ait gözlem değerleri birleştirilmek suretiyle alt bölgeler için gerekli veri kütükleri hazırlanmış ve önceki bölümde tanımlanan III nolu senaryo uygulanmak suretiyle, ŞSF bağntılarının ağırlık katsayıları belirlenmiştir. Daha sonra, alt bölge için belirlenmiş olan ağırlık katsayıları kullanılmak suretiyle alt bölge içinde yer alan istasyonların noktasal performansları hesaplanmış ve “E” hata değerlendirme ölçütüne göre bağntıların performansları Tablo 14.1’de özetlenmiştir.

Tablo 14.1’ den görüleceği gibi “E” hata değerlendirme ölçütüne göre en yüksek performansı tüm alt bölgeler için (10.4) bağntısı vermektedir. Gumbel ve GEV dağılımına dayalı (10.5) ve (10.6) bağntıları ise en iyi performans gösteren bağntıya çok yakın sonuçlar vermektedir. Değişken sayısının az olmasına karşılık, değişken sayısı en fazla olan (10.4) bağntısına yaklaşık eşit performans gösteren Gumbel ve GEV dağılımlarına dayalı ŞSF Bağntıları bu nedenle tercih edilebilir.

Tablo 14.1’den homojen alt bölgeler için belirlenmiş olan ağırlık katsayıları kullanılmak suretiyle alt bölge içinde yer alan istasyonların noktasal performansları incelendiğinde; aynı alt bölge içindeki istasyonların “E” performans değerlerinin birbirlerine yakın olduğu ve II numaralı alt bölge hariç 0.90’den büyük olduğu görülmektedir. II numaralı alt bölgenin ise Marmaris istasyonu nedeniyle genel performansının düştüğü ilgili Tablo’dan açık olarak görülmektedir. Daha önceki, rapor döneminde yapılan analizlerde de Marmaris istasyonun komşu istasyonlardan belirgin olarak farklı davranış gösterdiği görülmüştü.

Bu nedenle; Marmaris istasyonu II. Bölge’den çıkarılıp söz konusu analizler tekrarlanmış ve sonuçlar Tablo 14.2’de özetlenmiştir.

Tablo 14.1 Homojen alt bölgeler için ŞSF Bağlılarının “E” performans değişimi (Tüm istasyonlar)

Alt Bölge	İstasyon Adı	Denklem							
		(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.4)	(3.5)	(3.6)	(3.7)	(3.8)
1	Bergama	0,9030	0,9159	0,9505	0,9495	0,9505	0,9508	0,9452	0,9452
	Bornova	0,8668	0,8812	0,9341	0,9333	0,9388	0,9366	0,9175	0,9175
	Çeşme	0,8418	0,8558	0,9143	0,9177	0,9179	0,9176	0,8914	0,8914
	Edremit	0,8703	0,8892	0,9300	0,9286	0,9299	0,9302	0,9170	0,9170
	İzmir	0,8821	0,8937	0,9282	0,9277	0,9315	0,9351	0,9282	0,9282
	Kemalpaşa	0,8905	0,8888	0,9246	0,9251	0,9245	0,9241	0,9079	0,9079
	Milas	0,8503	0,8649	0,9012	0,9025	0,9029	0,9018	0,8842	0,8842
	Selçuk	0,8652	0,8714	0,9078	0,9101	0,9076	0,9088	0,8980	0,8980
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8713</b>	<b>0,8826</b>	<b>0,9238</b>	<b>0,9243</b>	<b>0,9254</b>	<b>0,9256</b>	<b>0,9112</b>	<b>0,9112</b>
2	Ayvalık	0,8293	0,8507	0,8750	0,8750	0,8777	0,8754	0,8759	0,8767
	Bodrum	0,8871	0,9210	0,9325	0,9344	0,9400	0,9414	0,9314	0,9303
	Dalaman	0,8582	0,8901	0,9297	0,9340	0,9279	0,9256	0,9094	0,9079
	Fethiye	0,8538	0,8842	0,9310	0,9350	0,9326	0,9329	0,9034	0,9019
	<b>Marmaris</b>	<b>0,7601</b>	<b>0,7723</b>	<b>0,7443</b>	<b>0,7466</b>	<b>0,7494</b>	<b>0,7513</b>	<b>0,7558</b>	<b>0,7550</b>
	Muğla	0,8153	0,8034	0,8826	0,8832	0,8716	0,8685	0,8540	0,8558
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8340</b>	<b>0,8536</b>	<b>0,8825</b>	<b>0,8847</b>	<b>0,8832</b>	<b>0,8825</b>	<b>0,8716</b>	<b>0,8713</b>
3	Akhisar	0,8360	0,8440	0,8814	0,8854	0,8782	0,8811	0,8768	0,8762
	Aydın	0,8640	0,8781	0,9108	0,9143	0,9176	0,9142	0,8924	0,8929
	Demirci	0,8582	0,8577	0,9054	0,9015	0,8998	0,8981	0,8843	0,8837
	Denizli	0,8277	0,8509	0,9139	0,9165	0,9094	0,9093	0,8895	0,8894
	Dikili	0,8355	0,8471	0,8842	0,8833	0,8901	0,8849	0,8648	0,8657
	Gediz	0,8717	0,8929	0,9255	0,9257	0,9211	0,9270	0,9312	0,9303
	Manisa	0,8111	0,8274	0,8976	0,9010	0,9105	0,9079	0,8764	0,8766
	Nazilli	0,8632	0,8972	0,9234	0,9253	0,9233	0,9253	0,9157	0,9150
	Salihli	0,8730	0,8944	0,9317	0,9352	0,9380	0,9373	0,9206	0,9199
	Simav	0,8160	0,8047	0,8304	0,8314	0,8238	0,8298	0,8269	0,8256
	Sultanhisar	0,8535	0,8585	0,9145	0,9178	0,9169	0,9148	0,8934	0,8922
	Tavşanlı	0,8372	0,8574	0,8807	0,8830	0,8820	0,8839	0,8782	0,8778
	Yatağan	0,8279	0,8470	0,8871	0,8888	0,8941	0,8922	0,8796	0,8803
<b>Ortalama</b>	<b>0,8442</b>	<b>0,8583</b>	<b>0,8990</b>	<b>0,9007</b>	<b>0,9004</b>	<b>0,9004</b>	<b>0,8869</b>	<b>0,8866</b>	
4	Acıpayam	0,8747	0,8915	0,9406	0,9408	0,9463	0,9461	0,9236	0,9234
	Afyon	0,8440	0,8592	0,9076	0,9091	0,9049	0,9072	0,9141	0,9143
	Bolvadin	0,8288	0,8408	0,8957	0,8965	0,8894	0,8886	0,8793	0,8787
	Dınar	0,8486	0,8680	0,9383	0,9392	0,9386	0,9380	0,9212	0,9210
	Güney	0,8271	0,8391	0,9046	0,9060	0,8950	0,8960	0,8973	0,8963
	Kütahya	0,8169	0,8520	0,8862	0,8872	0,8926	0,8932	0,8759	0,8747
	Ödemiş	0,8705	0,8836	0,9344	0,9340	0,9407	0,9409	0,9178	0,9176
	Uşak	0,8516	0,8700	0,9367	0,9342	0,9407	0,9401	0,9163	0,9152
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8453</b>	<b>0,8630</b>	<b>0,9180</b>	<b>0,9184</b>	<b>0,9186</b>	<b>0,9187</b>	<b>0,9057</b>	<b>0,9052</b>
	<b>Bölge Ortalaması</b>	<b>0,8489</b>	<b>0,8641</b>	<b>0,9062</b>	<b>0,9074</b>	<b>0,9073</b>	<b>0,9073</b>	<b>0,8941</b>	<b>0,8938</b>

Tablo 14.2 Homojen alt bölgeler için ŞSF Bağlıntılarının “E” performans değişimi (Marmaris istasyonu çıkarıldıktan sonra)

Alt Bölge	İstasyon Adı	Denklem							
		(3.1)	(3.2)	(3.3)	(3.4)	(3.5)	(3.6)	(3.7)	(3.8)
1	Bergama	0,9030	0,9159	0,9505	0,9495	0,9505	0,9508	0,9452	0,9452
	Bornova	0,8668	0,8812	0,9341	0,9333	0,9388	0,9366	0,9175	0,9175
	Çeşme	0,8418	0,8558	0,9143	0,9177	0,9179	0,9176	0,8914	0,8914
	Edremit	0,8703	0,8892	0,9300	0,9286	0,9299	0,9302	0,9170	0,9170
	İzmir	0,8821	0,8937	0,9282	0,9277	0,9315	0,9351	0,9282	0,9282
	Kemalpaşa	0,8905	0,8888	0,9246	0,9251	0,9245	0,9241	0,9079	0,9079
	Milas	0,8503	0,8649	0,9012	0,9025	0,9029	0,9018	0,8842	0,8842
	Selçuk	0,8652	0,8714	0,9078	0,9101	0,9076	0,9088	0,8980	0,8980
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8713</b>	<b>0,8826</b>	<b>0,9238</b>	<b>0,9243</b>	<b>0,9254</b>	<b>0,9256</b>	<b>0,9112</b>	<b>0,9112</b>
2	Ayvalık	0,8411	0,8676	0,9036	0,8987	0,9091	0,9100	0,8987	0,8993
	Bodrum	0,8772	0,9089	0,9110	0,9170	0,9117	0,9104	0,9122	0,9098
	Dalaman	0,8617	0,8903	0,9314	0,9368	0,9305	0,9299	0,9085	0,9067
	Fethiye	0,8485	0,8764	0,9100	0,9167	0,9092	0,9085	0,8905	0,8881
	Muğla	0,8328	0,8226	0,9183	0,9125	0,9129	0,9131	0,8827	0,8860
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8522</b>	<b>0,8732</b>	<b>0,9148</b>	<b>0,9163</b>	<b>0,9147</b>	<b>0,9144</b>	<b>0,8985</b>	<b>0,8980</b>
3	Akhisar	0,8360	0,8440	0,8814	0,8854	0,8782	0,8811	0,8768	0,8762
	Aydın	0,8640	0,8781	0,9108	0,9143	0,9176	0,9142	0,8924	0,8929
	Demirci	0,8582	0,8577	0,9054	0,9015	0,8998	0,8981	0,8843	0,8837
	Denizli	0,8277	0,8509	0,9139	0,9165	0,9094	0,9093	0,8895	0,8894
	Dikili	0,8355	0,8471	0,8842	0,8833	0,8901	0,8849	0,8648	0,8657
	Gediz	0,8717	0,8929	0,9255	0,9257	0,9211	0,9270	0,9312	0,9303
	Manisa	0,8111	0,8274	0,8976	0,9010	0,9105	0,9079	0,8764	0,8766
	Nazilli	0,8632	0,8972	0,9234	0,9253	0,9233	0,9253	0,9157	0,9150
	Salihli	0,8730	0,8944	0,9317	0,9352	0,9380	0,9373	0,9206	0,9199
	Simav	0,8160	0,8047	0,8304	0,8314	0,8238	0,8298	0,8269	0,8256
	Sultanhisar	0,8535	0,8585	0,9145	0,9178	0,9169	0,9148	0,8934	0,8922
	Tavşanlı	0,8372	0,8574	0,8807	0,8830	0,8820	0,8839	0,8782	0,8778
	Yatağan	0,8279	0,8470	0,8871	0,8888	0,8941	0,8922	0,8796	0,8803
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8442</b>	<b>0,8583</b>	<b>0,8990</b>	<b>0,9007</b>	<b>0,9004</b>	<b>0,9004</b>	<b>0,8869</b>	<b>0,8866</b>
4	Acıpayam	0,8747	0,8915	0,9406	0,9408	0,9463	0,9461	0,9236	0,9234
	Afyon	0,8440	0,8592	0,9076	0,9091	0,9049	0,9072	0,9141	0,9143
	Bolvadin	0,8288	0,8408	0,8957	0,8965	0,8894	0,8886	0,8793	0,8787
	Dinar	0,8486	0,8680	0,9383	0,9392	0,9386	0,9380	0,9212	0,9210
	Güney	0,8271	0,8391	0,9046	0,9060	0,8950	0,8960	0,8973	0,8963
	Kütahya	0,8169	0,8520	0,8862	0,8872	0,8926	0,8932	0,8759	0,8747
	Ödemiş	0,8705	0,8836	0,9344	0,9340	0,9407	0,9409	0,9178	0,9176
	Uşak	0,8516	0,8700	0,9367	0,9342	0,9407	0,9401	0,9163	0,9152
	<b>Ortalama</b>	<b>0,8453</b>	<b>0,8630</b>	<b>0,9180</b>	<b>0,9184</b>	<b>0,9186</b>	<b>0,9187</b>	<b>0,9057</b>	<b>0,9052</b>
<b>Bölge Ortalaması</b>		<b>0,8520</b>	<b>0,8673</b>	<b>0,9116</b>	<b>0,9127</b>	<b>0,9126</b>	<b>0,9127</b>	<b>0,8987</b>	<b>0,8984</b>

Tablo 14.2'den görüleceği tüm homojen alt bölgelerde model performansı yükselmiş ve “E” değeri tüm bölgelerde 0.90'dan büyük çıkmıştır. Genel ortalama ise 0.91'den yüksektir. Bu değerin 11. Bölümde her istasyonun ayrı ayrı olarak hesaplanmasıyla elde edilen genel performans değerlerine yaklaşması homojen alt bölgelerin belirlenmesindeki yaklaşımın etkinliğini göstermektedir.

## 15. BÖLÜM

# DGA-ŞSF MODELİNİN DİĞER SEZGİSEL OPTİMİZASYON ALGORİTMALARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

### 15.1. Genel bilgiler

DGA-ŞSF Modelinin farklı hata değerlendirme ölçütlerine göre performansı daha önceki bölümlerde gösterildiği gibi oldukça yüksek olup, proje önerisinde belirtilen, projenin performans değerlendirilmesinde kullanılacak aşağıda belirtilen  $E > 0.90$  kriterini sağlamaktadır.

Model Etkinlik Katsayısı (E)	Model Performansı
$E < 0.70$	Düşük
$0.70 < E < 0.80$	Orta
$0.80 < E < 0.90$	İyi
<b><math>E &gt; 0.90</math></b>	<b>Çok iyi</b>

Bu bölümde; DGA-ŞSF Modelinin diğer sezgisel algoritmalar ile performans karşılaştırması yapılmaktadır. Bu kapsamda; proje yöneticisi ve arkadaşlarınca literatüre kazandırılan GARİDF Modeli (Karahan ve diğ., 2007) Matlab ve Proje yürütücüsü tarafından yazılan Armoni Araştırma Algoritmasına dayalı AAT-ŞSF Modeli bu projede kullanılan veri kütüklerini okuyacak hale dönüştürülmüş ve aşağıda her iki sezgisel algoritmanın sonuçları özetlenmiştir.



## 15.2. Genetik Algoritma ile ŞSF Bağlılarının Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi ve Model Performansı

Genetik algoritma (GA) gibi bir popülasyon tabanlı bir sezgisel optimizasyon tekniği olan Diferansiyel Gelişim Algoritması Storn ve Price tarafından 1995 yılında geliştirilmiştir (Storn ve Price,1995). DGA işleyiş ve kullanılan operatörler (*mutasyon, çaprazlama, değerlendirme ve seçim*) açısından GA ya benzemesine karşılık, her bir operatör tüm popülasyona sırayla uygulanmamakta, kromozomlar tek tek ele alınmakta, rastgele seçilen diğer kromozomlar kullanılarak *mutasyon* ve *çaprazlama* operatörleri yardımıyla yeni birey elde edilmektedir. Mevcut bireyle elde edilen yeni birey uygunluk fonksiyonuna göre karşılaştırılmakta ve uygunluğu daha iyi olan yeni birey sonraki jenerasyona aktarılmakta ve böylece *seçim* operatörü kullanılmış olmaktadır. Rastgele seçilmiş vektörlerin farkına dayalı bir mutasyon işlemi kullanılan DGA'da; kullanılan basit *mutasyon* işlemi algoritmanın performansını artırmakta ve daha kararlı olmasını sağlamaktadır.

Son yıllarda yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda DGA'nın GA'ya göre daha hızlı olduğu belirtilmektedir (Karaboğa, 2004; Karaboğa ve Çetinkaya, 2005). Bu nedenle özellikle bölgesel analizler gibi işlem yoğunluğu fazla olan modellerde problemin kabul edilebilir sürelerde çözümü için optimizasyon aracı olarak GA yerine DGA önerilmiştir.

DGA-ŞSF Modeli için yukarıda belirtilen karşılaştırmanın yapılabilmesi için Matlab ortamında geliştirilen GA 'ya dayalı ŞSF Modeli (GA-ŞSF) kullanılarak (10.1)-(10.3) bağlantılarının performansı belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 15.1-15.3'de özetlenmiştir. İlgili Tablolardan görüleceği gibi değişken sayısı (ağırlık katsayısı) arttıkça farklı hata değerlendirme ölçütlerine göre model performansında bir iyileşme görülmekte, ancak değişken sayısı arttıkça GA-ŞSF Modelinin gerektirdiği bilgi-işlem süresi büyük oranda artmaktadır.

Tablo 15.1 Denklem 10.1 için GA-ŞŞF Modelinin Performans değişimi

İstasyon	Veri Uzunluğu (Yıl)	GA-ŞŞF Modeli; Denklem (10.1)				
		Bilgi-işlem süresi (s)	Performans ölçütleri			
			MSE	MAE	r	E
Acıpayam	36	6,11	0,0075	0,0503	0,9729	0,8111
Afyon	45	7,00	0,0087	0,0490	0,9696	0,8091
Akhisar	41	6,54	0,0131	0,0623	0,9780	0,8299
Aydın	46	7,18	0,0093	0,0551	0,9760	0,8314
Ayvalık	39	6,30	0,0158	0,0827	0,9754	0,8016
Bergama	39	6,30	0,0100	0,0554	0,9816	0,8583
Bodrum	41	6,52	0,0133	0,0718	0,9821	0,8485
Bolvadin	33	5,60	0,0169	0,0763	0,9741	0,8102
Bornova	42	6,60	0,0143	0,0635	0,9709	0,8275
Çeşme	40	6,42	0,0237	0,0925	0,9644	0,7870
Dalaman	13	3,28	0,0228	0,0910	0,9691	0,8100
Demirci	13	3,25	0,0180	0,0760	0,9736	0,8296
Denizli	47	7,33	0,0107	0,0694	0,9760	0,7837
Dikili	47	7,22	0,0067	0,0443	0,9819	0,8636
Dinar	38	6,23	0,0089	0,0522	0,9750	0,8282
Edremit	41	6,53	0,0091	0,0564	0,9814	0,8471
Fethiye	46	7,18	0,0147	0,0839	0,9780	0,8149
Gediz	34	5,71	0,0092	0,0589	0,9857	0,8565
Güney	37	6,06	0,0132	0,0696	0,9755	0,8075
İzmir	68	9,64	0,0073	0,0452	0,9855	0,8750
Kemalpaşa	27	4,88	0,0081	0,0507	0,9876	0,8797
Kütahya	60	8,85	0,0109	0,0626	0,9802	0,8266
Manisa	48	7,39	0,0128	0,0741	0,9798	0,8187
Marmaris	40	6,62	0,0155	0,0886	0,9856	0,8427
Milas	41	6,62	0,0183	0,0887	0,9779	0,8205
Muğla	62	9,21	0,0164	0,0720	0,9765	0,8323
Nazilli	23	4,42	0,0141	0,0639	0,9815	0,8571
Ödemiş	37	6,05	0,0136	0,0628	0,9812	0,8504
Salihli	39	6,30	0,0137	0,0681	0,9820	0,8474
Selçuk	41	6,52	0,0174	0,0792	0,9808	0,8427
Simav	41	6,52	0,0131	0,0595	0,9822	0,8582
Sultanhisar	29	5,11	0,0170	0,0737	0,9785	0,8392
Tavşanlı	37	6,15	0,0182	0,0782	0,9797	0,8394
Uşak	61	8,89	0,0084	0,0511	0,9828	0,8471
Yatağan	40	6,49	0,0136	0,0708	0,9774	0,8256
<b>Minimum</b>	<b>13</b>	<b>3,25</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,0443</b>	<b>0,9644</b>	<b>0,7837</b>
<b>Maksimum</b>	<b>68</b>	<b>9,64</b>	<b>0,0237</b>	<b>0,0925</b>	<b>0,9876</b>	<b>0,8797</b>
<b>Ortalama</b>	<b>40</b>	<b>6,49</b>	<b>0,0133</b>	<b>0,0671</b>	<b>0,9783</b>	<b>0,8331</b>

Tablo 15.2 Denklem 10.2 için GA-ŞŞF Modelinin Performans değişimi

İstasyon	Veri Uzunluğu (Yıl)	GA-ŞŞF Modeli; Denklem (10.2)				
		Bilgi-işlem süresi (s)	Performans ölçütleri			
			MSE	MAE	r	E
Acıpayam	36	29,44	0,0064	0,0421	0,9761	0,8420
Afyon	45	29,72	0,0080	0,0413	0,9716	0,8389
Akhisar	41	28,78	0,0118	0,0547	0,9801	0,8508
Aydın	46	32,41	0,0081	0,0410	0,9784	0,8745
Ayvalık	39	27,61	0,0121	0,0605	0,9804	0,8547
Bergama	39	26,98	0,0086	0,0435	0,9840	0,8888
Bodrum	41	27,99	0,0093	0,0514	0,9872	0,8916
Bolvadin	33	22,71	0,0129	0,0583	0,9801	0,8549
Bornova	42	28,02	0,0125	0,0537	0,9747	0,8541
Çeşme	40	27,02	0,0200	0,0754	0,9699	0,8262
Dalaman	13	10,39	0,0175	0,0674	0,9763	0,8593
Demirci	13	10,41	0,0146	0,0598	0,9787	0,8660
Denizli	47	31,05	0,0092	0,0491	0,9775	0,8470
Dikili	47	31,19	0,0062	0,0411	0,9831	0,8733
Dinar	38	25,42	0,0079	0,0450	0,9779	0,8521
Edremit	41	27,27	0,0077	0,0485	0,9843	0,8683
Fethiye	46	30,45	0,0118	0,0649	0,9822	0,8567
Gediz	34	22,97	0,0074	0,0456	0,9884	0,8890
Güney	37	24,82	0,0113	0,0527	0,9789	0,8542
İzmir	68	43,71	0,0066	0,0384	0,9869	0,8938
Kemalpaşa	27	18,75	0,0073	0,0447	0,9888	0,8941
Kütahya	60	38,87	0,0083	0,0451	0,9847	0,8752
Manisa	48	31,47	0,0095	0,0536	0,9848	0,8688
Marmaris	40	26,52	0,0109	0,0630	0,9895	0,8881
Milas	41	27,30	0,0132	0,0637	0,9839	0,8712
Muğla	62	40,08	0,0152	0,0658	0,9780	0,8468
Nazilli	23	16,21	0,0115	0,0537	0,9850	0,8799
Ödemiş	37	24,88	0,0117	0,0558	0,9840	0,8672
Salihli	39	26,06	0,0115	0,0569	0,9850	0,8725
Selçuk	41	27,23	0,0150	0,0702	0,9835	0,8607
Simav	41	27,26	0,0112	0,0529	0,9849	0,8739
Sultanhisar	29	19,97	0,0150	0,0654	0,9811	0,8573
Tavşanlı	37	24,69	0,0161	0,0754	0,9821	0,8451
Uşak	61	39,32	0,0070	0,0418	0,9860	0,8749
Yatağan	40	26,49	0,0110	0,0561	0,9818	0,8618
<b>Minimum</b>	<b>13</b>	<b>10,39</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,0384</b>	<b>0,9699</b>	<b>0,8262</b>
<b>Maksimum</b>	<b>68</b>	<b>43,71</b>	<b>0,0200</b>	<b>0,0754</b>	<b>0,9895</b>	<b>0,8941</b>
<b>Ortalama</b>	<b>40</b>	<b>27,24</b>	<b>0,0110</b>	<b>0,0542</b>	<b>0,9817</b>	<b>0,8650</b>

Tablo 15.3 Denklem 10.3 için GA-ŞŞF Modelinin Performans değişimi

İstasyon	Veri Uzunluğu (Yıl)	GA-ŞŞF Modeli; Denklem (10.3)				
		Bilgi-işlem süresi (s)	Performans ölçütleri			
			MSE	MAE	r	E
Acıpayam	36	92,02	0,0029	0,0315	0,9900	0,8818
Afyon	45	113,49	0,0019	0,0241	0,9934	0,9058
Akhisar	41	103,82	0,0051	0,0408	0,9916	0,8887
Aydın	46	116,06	0,0057	0,0340	0,9850	0,8959
Ayvalık	39	98,98	0,0090	0,0609	0,9862	0,8537
Bergama	39	99,45	0,0051	0,0289	0,9907	0,9262
Bodrum	41	105,10	0,0059	0,0438	0,9920	0,9077
Bolvadin	33	84,91	0,0069	0,0418	0,9894	0,8961
Bornova	42	105,59	0,0068	0,0378	0,9863	0,8973
Çeşme	40	101,14	0,0086	0,0483	0,9870	0,8887
Dalaman	13	35,84	0,0100	0,0570	0,9865	0,8810
Demirci	13	35,56	0,0077	0,0431	0,9887	0,9034
Denizli	47	117,89	0,0017	0,0248	0,9960	0,9227
Dikili	47	117,88	0,0021	0,0238	0,9944	0,9267
Dinar	38	96,25	0,0021	0,0246	0,9943	0,9192
Edremit	41	103,75	0,0034	0,0328	0,9931	0,9110
Fethiye	46	115,59	0,0067	0,0682	0,9919	0,8495
Gediz	34	86,56	0,0033	0,0383	0,9951	0,9065
Güney	37	94,26	0,0048	0,0391	0,9914	0,8920
İzmir	68	168,60	0,0044	0,0398	0,9916	0,8899
Kemalpaşa	27	69,38	0,0050	0,0435	0,9922	0,8968
Kütahya	60	154,92	0,0058	0,0339	0,9895	0,9062
Manisa	48	120,63	0,0067	0,0456	0,9896	0,8884
Marmaris	40	316,99	0,0117	0,0636	0,9889	0,8870
Milas	41	104,23	0,0081	0,0509	0,9907	0,8971
Muğla	62	156,16	0,0086	0,0507	0,9876	0,8819
Nazilli	23	60,68	0,0083	0,0536	0,9887	0,8802
Ödemiş	37	95,03	0,0069	0,0458	0,9902	0,8909
Salihli	39	100,30	0,0065	0,0463	0,9912	0,8963
Selçuk	41	104,38	0,0068	0,0497	0,9924	0,9013
Simav	41	107,47	0,0071	0,0411	0,9901	0,9019
Sultanhisar	29	74,92	0,0088	0,0526	0,9886	0,8852
Tavşanlı	37	94,65	0,0109	0,0600	0,9878	0,8768
Uşak	61	153,55	0,0026	0,0277	0,9949	0,9173
Yatağan	40	103,18	0,0046	0,0427	0,9931	0,8947
<b>Minimum</b>	<b>13</b>	<b>35,56</b>	<b>0,0017</b>	<b>0,0238</b>	<b>0,9850</b>	<b>0,8495</b>
<b>Maksimum</b>	<b>68</b>	<b>316,99</b>	<b>0,0117</b>	<b>0,0682</b>	<b>0,9960</b>	<b>0,9267</b>
<b>Ortalama</b>	<b>40</b>	<b>108,83</b>	<b>0,0061</b>	<b>0,0426</b>	<b>0,9906</b>	<b>0,8956</b>

### **15.3. Armoni Araştırma Tekniği ile ŞŞF Bağıntılarının Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi ve Model Performansı**

Son yıllarda Genetik algoritma (GA) gibi bir sezgisel optimizasyon tekniği olan Armoni Araştırma Tekniği (AAT) ilk olarak Geem ve arkadaşları tarafından geliştirmiş ve farklı alanlara başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Kim vd 2001, Lee ve Geem 2004, Geem 2006, Ayvaz 2007, Ayvaz vd 2007, Ceylan vd 2008). AAT bir orkestradaki müzisyenlerin çaldıkları notalar ile armonik açıdan en iyi melodinin elde edilmesi prensibine dayanır. En iyi melodi, tüm orkestra elemanlarının birbirleriyle armonik açıdan uyumlu bir şekilde çalmaları durumunda elde edilebilirken, optimizasyon modellerinde de en iyi çözüm amaç fonksiyonun global optimum değere yaklaşması sonucu elde edilebilir. Bu ise, model parametrelerinin kendi aralarında uyumlu olması ile mümkündür. Farklı enstrümanlarla çalınan nota ve tonların estetik kalitesi, müzik çalışmalarında pratik yaparak iyileştirilirken, fonksiyon çözümünde bu iyileştirme ardışık denemelerle gerçekleştirilmektedir (Kim vd 2001, Lee ve Geem 2004).

Bu konuyla ilgili hazırlanan bildiri 6. Ulusal Hidroloji Kongresinde sunulmuş ve Kongre Bildiriler Kitabında basılmıştır. Belirtilen çalışmada; Ege Bölgesinde yer alan Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından işletilmekte olan meteoroloji istasyonlarının Standart Süreli Maksimum Yağış gözlem verileri (SSMY) kullanılarak farklı matematiksel ve istatistiksel bağıntılarının ağırlık parametreleri belirlenmiş ve elde edilen bağıntılarının farklı hata değerlendirme ölçütlerine göre performansları incelenmiştir. Ayrıca, tüm istasyonlar için gözlem verilerine en iyi uyum gösteren bağıntı belirlenmiştir.

AAT-ŞŞF Modelinin farklı ŞŞF bağıntıları ve farklı hata değerlendirme kriterleri için sonuçları Tablo 15.4'de özetlenmektedir. Tablo 15.4'de verilen AAT-ŞŞF Model sonuçları ile Tablo 13.4'de özetlenen DGA-ŞŞF Model sonuçları ile karşılaştırıldığında parametre sayısının az olduğu bağıntılarda genel olarak iki modelin de benzer performans gösterdikleri, buna karşılık parametre sayısının fazla ve çözüm uzayının sınırlarının geniş olduğu (10.3) ve (10.4) bağıntılarında AAT-ŞŞF Modelinin performansının düştüğu ve

lokal değerlere takıldığı gözlenmiştir. Ayrıca, AAT-şSF Modeli özellikle parametre sayısının fazla olduğu bağıntılarda çok daha fazla bilgi-işlem süresi gerektirmiştir.

Tablo 15.4. AAT-şSF bağıntılarının performans değerlendirmesi

Denklem	İstasyon	İterasyon sayısı	Bilgi-işlem süresi (s)	Performans ölçütleri			
				MSE	MAE	r	E
(10.1)	Minimum	2401	1,03	0,0066	0,0465	0,9649	0,7632
	Maksimum	22419	13,70	0,0236	0,0945	0,9878	0,8683
	Ortalama	9795	6,16	0,0131	0,0671	0,9785	0,8194
(10.2)	Minimum	2494	1,77	0,0062	0,0391	0,9692	0,8064
	Maksimum	117786	97,56	0,0206	0,0804	0,9892	0,8936
	Ortalama	29935	25,34	0,0111	0,0553	0,9815	0,8564
(10.3)	Minimum	20395	29,34	0,0016	0,0219	0,9829	0,8709
	Maksimum	500000	902,48	0,0111	0,0513	0,9965	0,9439
	Ortalama	349139	454,74	<b>0,0052</b>	<b>0,0331</b>	<b>0,9915</b>	<b>0,9176</b>
(10.4)	Minimum	142789	234,03	0,0015	0,0210	0,9397	0,7886
	Maksimum	500000	1242,61	0,0558	0,1119	0,9950	0,9185
	Ortalama	489794	857,92	0,0157	0,0531	0,9767	0,8669
(10.5)	Minimum	2947	2,61	0,0013	0,0177	0,9872	0,8964
	Maksimum	500000	381,03	0,0086	0,0467	0,9965	0,9440
	Ortalama	124182	97,69	<b>0,0044</b>	<b>0,0302</b>	<b>0,9930</b>	<b>0,9245</b>
(10.6)	Minimum	27484	25,93	0,0014	0,0181	0,9831	0,8477
	Maksimum	500000	1043,68	0,0125	0,0661	0,9971	0,9490
	Ortalama	177661	182,24	<b>0,0053</b>	<b>0,0378</b>	<b>0,9916</b>	<b>0,9033</b>
(10.7)	Minimum	3367	2,64	0,0017	0,0199	0,9825	0,8723
	Maksimum	500000	333,11	0,0122	0,0543	0,9952	0,9395
	Ortalama	112551	84,10	<b>0,0059</b>	<b>0,0366</b>	<b>0,9905</b>	<b>0,9082</b>
(10.8)	Minimum	92389	80,62	0,0028	0,0257	0,9779	0,8321
	Maksimum	500000	519,19	0,0151	0,0694	0,9931	0,9166
	Ortalama	443589	367,15	0,0073	0,0445	0,9881	0,8855

## 15.4. Parçacık Sürü Optimizasyon (PSO) Tekniği ile ŞSF Bağıntılarının Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesi ve Model Performansı

Tablo 15.5 Denklem (10.1) için PSO-ŞSF Modelinin Performans değerlendirmesi

İstasyon	Veri Uzunluğu (Yıl)	Denklem (10.1)					
		İterasyon sayısı	Bilgi-işlem süresi (s)	Performans ölçütleri			
				MSE	MAE	r	E
Acıpayam	36	1664	12,38	0,0075	0,0500	0,9732	0,8122
Afyon	45	1793	16,44	0,0087	0,0490	0,9696	0,8090
Akhisar	41	1497	12,56	0,0112	0,0588	0,9797	0,8279
Aydın	46	1632	15,18	0,0093	0,0560	0,9763	0,8287
Ayvalık	39	1891	15,08	0,0137	0,0799	0,9775	0,7987
Bergama	39	1825	14,51	0,0070	0,0495	0,9856	0,8648
Bodrum	41	1733	14,28	0,0104	0,0687	0,9860	0,8521
Bolvadin	33	1392	9,52	0,0114	0,0646	0,9700	0,7739
Bornova	42	1619	13,83	0,0115	0,0609	0,9742	0,8234
Çeşme	40	1654	13,50	0,0217	0,0925	0,9636	0,7706
Dalaman	13	1666	4,76	0,0281	0,1123	0,9512	0,7280
Demirci	13	1594	4,58	0,0109	0,0588	0,9603	0,7788
Denizli	47	1740	16,65	0,0104	0,0639	0,9752	0,8009
Dikili	47	1710	16,18	0,0066	0,0466	0,9824	0,8565
Dinar	38	1872	14,57	0,0082	0,0522	0,9672	0,7939
Edremit	41	433	3,70	0,0083	0,0558	0,9813	0,8382
Fethiye	46	1490	13,72	0,0140	0,0839	0,9792	0,8134
Gediz	34	1410	9,89	0,0063	0,0499	0,9852	0,8431
Güney	37	1517	11,54	0,0121	0,0653	0,9607	0,7586
İzmir	68	1901	25,97	0,0073	0,0469	0,9858	0,8702
Kemalpaşa	27	1783	9,92	0,0120	0,0643	0,9785	0,8363
Kütahya	60	1890	22,86	0,0102	0,0599	0,9736	0,8058
Manisa	48	1655	16,06	0,0100	0,0643	0,9736	0,8019
Marmaris	40	1488	12,12	0,0128	0,0808	0,9885	0,8541
Milas	41	1525	12,71	0,0175	0,0866	0,9739	0,8007
Muğla	62	1820	22,61	0,0161	0,0689	0,9723	0,8261
Nazilli	23	1960	9,47	0,0107	0,0628	0,9687	0,7886
Ödemiş	37	446	3,43	0,0062	0,0439	0,9748	0,8271
Salihli	39	1608	12,75	0,0061	0,0519	0,9834	0,8365
Selçuk	41	1460	12,19	0,0122	0,0683	0,9823	0,8400
Simav	41	1616	13,58	0,0049	0,0351	0,9846	0,8685
Sultanhisar	29	1435	8,60	0,0117	0,0612	0,9638	0,7934
Tavşanlı	37	1538	11,71	0,0118	0,0690	0,9798	0,8077
Uşak	61	2000	24,46	0,0048	0,0457	0,9834	0,8347
Yatağan	40	1460	11,90	0,0121	0,0715	0,9719	0,7928
<b>Minimum</b>	<b>13</b>	<b>433</b>	<b>3,43</b>	<b>0,0048</b>	<b>0,0351</b>	<b>0,9512</b>	<b>0,7280</b>
<b>Maksimum</b>	<b>68</b>	<b>2000</b>	<b>25,97</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,1123</b>	<b>0,9885</b>	<b>0,8702</b>
<b>Ortalama</b>	<b>40</b>	<b>1592</b>	<b>13,24</b>	<b>0,0110</b>	<b>0,0628</b>	<b>0,9754</b>	<b>0,8159</b>

Tablo 15.6 Denklem (10.2) için PSO-ŞSF Modelinin Performans değerlendirmesi

İstasyon	Veri Uzunluğu (Yıl)	Denklem (10.2)					
		İterasyon sayısı	Bilgi-işlem süresi (s)	Performans ölçütleri			
				MSE	MAE	r	E
Acıpayam	36	2304	30,92	0,0063	0,0383	0,9768	0,8560
Afyon	45	4379	73,51	0,0080	0,0411	0,9717	0,8397
Akhisar	41	5000	77,65	0,0101	0,0477	0,9812	0,8602
Aydın	46	3914	67,11	0,0080	0,0410	0,9786	0,8747
Ayvalık	39	1953	28,69	0,0104	0,0575	0,9821	0,8550
Bergama	39	5000	76,59	0,0065	0,0411	0,9864	0,8876
Bodrum	41	2895	46,55	0,0068	0,0447	0,9903	0,9037
Bolvadin	33	2010	29,88	0,0099	0,0518	0,9735	0,8187
Bornova	42	502	9,48	0,0105	0,0500	0,9760	0,8551
Çeşme	40	2947	46,27	0,0187	0,0728	0,9676	0,8195
Dalaman	13	2177	11,17	0,0214	0,0846	0,9621	0,7953
Demirci	13	5000	25,92	0,0103	0,0504	0,9622	0,8105
Denizli	47	371	6,53	0,0093	0,0512	0,9774	0,8406
Dikili	47	326	5,85	0,0062	0,0412	0,9830	0,8729
Dinar	38	3974	56,62	0,0073	0,0414	0,9701	0,8365
Edremit	41	5000	79,47	0,0070	0,0469	0,9839	0,8639
Fethiye	46	5000	88,95	0,0111	0,0612	0,9829	0,8639
Gediz	34	4789	61,13	0,0054	0,0368	0,9869	0,8843
Güney	37	2732	38,61	0,0106	0,0509	0,9646	0,8119
İzmir	68	5000	131,12	0,0066	0,0386	0,9869	0,8932
Kemalpaşa	27	3397	35,09	0,0118	0,0616	0,9787	0,8433
Kütahya	60	2285	50,13	0,0079	0,0419	0,9789	0,8641
Manisa	48	1849	33,31	0,0081	0,0508	0,9780	0,8436
Marmaris	40	2043	31,89	0,0095	0,0619	0,9909	0,8883
Milas	41	319	5,01	0,0138	0,0687	0,9791	0,8419
Muğla	62	2970	69,21	0,0152	0,0650	0,9736	0,8359
Nazilli	23	2025	17,76	0,0079	0,0424	0,9762	0,8573
Ödemiş	37	3931	55,51	0,0055	0,0357	0,9772	0,8593
Salihli	39	4728	71,93	0,0048	0,0376	0,9863	0,8816
Selçuk	41	1268	19,44	0,0106	0,0608	0,9840	0,8577
Simav	41	329	5,16	0,0038	0,0301	0,9878	0,8873
Sultanhisar	29	651	7,18	0,0105	0,0503	0,9667	0,8301
Tavşanlı	37	342	4,69	0,0097	0,0501	0,9827	0,8603
Uşak	61	4498	101,04	0,0039	0,0353	0,9861	0,8724
Yatağan	40	422	6,44	0,0100	0,0538	0,9758	0,8443
<b>Minimum</b>	<b>13</b>	<b>319</b>	<b>4,69</b>	<b>0,0038</b>	<b>0,0301</b>	<b>0,9621</b>	<b>0,7953</b>
<b>Maksimum</b>	<b>68</b>	<b>5000</b>	<b>131,12</b>	<b>0,0214</b>	<b>0,0846</b>	<b>0,9909</b>	<b>0,9037</b>
<b>Ortalama</b>	<b>40</b>	<b>2752</b>	<b>43,02</b>	<b>0,0092</b>	<b>0,0496</b>	<b>0,9785</b>	<b>0,8546</b>



## 16. BÖLÜM

# BÖLGESEL YŞF BAĞINTILARININ COĞRAFI KONUM BİLGİLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ VE GÜNCEL VERİLERİN MODELE AKTARILMASI

### 16.1 Genel Bilgiler

10. Bölümde detaylı olarak incelenen YŞF bağıntıları; genel olarak yağış süresi ( $t$ ), yinelenme süresi ( $T$ ) ve ağırlık katsayıları  $w_k$  ( $k = 0,1,2,\dots,K$ ) olmak üzere (10.1-10.8) bağıntıları kapalı formda;

$$I = f(t, T, w_0, w_1, w_2, \dots, w_k) \quad (16.1)$$

olarak yazılabilir.

Burada,  $K$  maksimum ağırlık katsayısı sayısını göstermektedir.

Bölgesel ŞSF bağıntısının coğrafi konuma bağlı olarak ifade edilebilmesi için, (16.1) bağıntısının coğrafi konum bilgileriyle ilişkilendirilmesi gerekir. Bu nedenle; önceki bölümlerde kullanılan SSMY gözlem verileri enlem, boylam ve yükselti bilgilerini içerecek şekilde yeniden bir veri kütüğü (database) oluşturulmuştur. Bu işlem için; Ek A'da verilen SSMY gözlemleri ve Tablo 16.1'de verilen coğrafi konum bilgileri kullanılarak tüm standart süre ve yinelenme sürelerini kapsayacak şekilde MATLAB ortamında yeni bir veri kütüğü (database) oluşturulmuştur.

Tablo 16.1 DMİ istasyonlarının coğrafi konum bilgileri

Sıra No	İstasyon Adı	Boylam (D)	Enlem (K)	Yükselti (m)
1	Acıpayam	29,3391	37,4191	1000
2	Afyon	30,5380	38,7500	1050
3	Akhisar	27,8300	38,9170	100
4	Aydın	27,8410	37,8540	70
5	Ayvalık	26,6870	39,3070	10
6	Bergama	27,1740	39,1180	50
7	Bodrum	27,4270	37,0360	10
8	Bolvadin	31,0450	38,7060	995
9	Bornova	27,2060	38,4600	50
10	Çeşme	26,3020	38,3230	10
11	Dalaman	28,7925	36,7617	10
12	Demirci	28,6520	39,0440	900
13	Denizli	29,0780	37,7750	400
14	Dikili	26,8840	39,0730	10
15	Dinar	30,1618	38,0659	900
16	Edremit	27,0120	39,5870	25
17	Fethiye	29,1023	36,6214	10
18	Gediz	29,3900	38,9860	800
19	Güney	29,0540	38,1540	750
20	İzmir	27,1260	38,4250	8
21	Kemalpaşa	27,4120	38,4240	230
22	Kütahya	29,9730	39,4140	970
23	Manisa	27,4250	38,6130	75
24	Marmaris	28,2670	36,8500	10
25	Milas	27,7790	37,3040	50
26	Muğla	28,3520	37,2090	660
27	Nazilli	28,3190	37,9040	90
28	Ödemiş	27,9710	38,2220	120
29	Salihli	28,1230	38,4730	110
30	Selçuk	27,3640	37,9460	20
31	Simav	28,9650	39,0840	830
32	Sultanhisar	28,1490	37,8870	90
33	Tavşanlı	29,4900	39,5420	840
34	Uşak	29,4020	38,6700	900
35	Yatağan	28,1290	37,3380	400
	<b>Min</b>	<b>26,3020</b>	<b>36,6214</b>	<b>8</b>
	<b>Max</b>	<b>31,0450</b>	<b>39,5870</b>	<b>1050</b>

## 16.2 YŞF Bağntılarının coğrafi konum bilgileriyle ilişkilendirilmesi

Yukarıda noktasal ölçekte kapalı formda ifade edilen YŞF bağntısının bölgesel ölçüğe dönüştürülmesi için konuma göre değışken bir  $\lambda(x, y, z)$  katsayısı ile çarpılmak suretiyle bölgesel ŞSF bağntısının genel formunu gösteren;

$$I = \lambda(x, y, z) * f(t, T, w_0, w_1, w_2, \dots, w_k) \quad (16.2)$$

denklemini elde edilir (Karahan ve diğ., 2008).

burada; x, y ve z sırasıyla enlem, boylam ve yükseltiyi göstermektedir. Önerilen bölgesel  $\lambda(x, y, z)$  katsayısı, Denklem (16.3)'deki gibi farklı iki senaryo için incelenmiştir.

$$\lambda(x, y, z) = \begin{cases} \text{Senaryo 1: } x^\alpha \cdot y^\beta \cdot z^\gamma \\ \text{Senaryo 2: } x^\alpha + y^\beta + z^\gamma \end{cases} \quad (16.3)$$

burada  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  bölgesel ağırlık katsayıları olup, YŞF bağntılarının ağırlık katsayıları ile birlikte (eş zamanlı) olarak DGA-ŞSF modeli kullanılarak belirlenmiştir.

DGA-ŞSF modeli tüm ŞSF bağntıları için Denklem 16.2'de gösterildiği gibi bölgenin tümüne uygulanmış ve elde edilen bölgesel bağntının sonuçları her istasyonun gözlem değıerleriyle birlikte değıerlendirilmek suretiyle istasyon bazında performans değıerleri Tablo 16.2'de, coğrafi konum bilgilerini ifade eden  $\lambda(x, y, z)$  değıerleri ise Tablo 16.3'de özetlenmiştir.

Tablo 16.2 Coğrafi konum bilgileri kullanılarak elde edilen ŞSF Bağıntılarının “E” performans değişimi

İstasyon	E Değerleri							
	Denklem							
	(10.1)	(10.2)	(10.3)	(10.4)	(10.5)	(10.6)	(10.7)	(10.8)
Acıpayam	0,8648	0,8856	0,9121	0,9041	0,9092	0,9173	0,9044	0,8863
Afyon	0,8286	0,8429	0,8592	0,8702	0,8630	0,8601	0,8719	0,8473
Akhisar	0,8354	0,8473	0,8742	0,8757	0,8732	0,8765	0,8750	0,8656
Aydın	0,8807	0,8926	0,8948	0,8911	0,8966	0,9028	0,8949	0,8971
Ayvalık	0,8379	0,8627	0,9227	0,9191	0,9225	0,9236	0,9014	0,8637
Bergama	0,8631	0,8777	0,8984	0,8992	0,8960	0,8952	0,8918	0,8603
Bodrum	0,8444	0,8765	0,8907	0,8984	0,8945	0,8830	0,8811	0,8808
Bolvadin	0,8263	0,8441	0,8762	0,8796	0,8742	0,8728	0,8704	0,8578
Bornova	0,8512	0,8659	0,9264	0,9304	0,9304	0,9233	0,8990	0,8730
Çeşme	0,8371	0,8590	0,9333	0,9358	0,9362	0,9300	0,9049	0,8706
Dalaman	0,8626	0,8858	0,9226	0,9230	0,9219	0,9201	0,9068	0,8938
Demirci	0,8717	0,8808	0,9341	0,9331	0,9323	0,9293	0,9120	0,8954
Denizli	0,8423	0,8647	0,9161	0,9193	0,9158	0,9134	0,8974	0,8879
Dikili	0,8616	0,8512	0,8566	0,8638	0,8625	0,8573	0,8572	0,8817
Dinar	0,8383	0,8557	0,8824	0,8861	0,8815	0,8790	0,8761	0,8481
Edremit	0,8666	0,8855	0,9284	0,9266	0,9290	0,9296	0,9084	0,8838
Fethiye	0,8447	0,8739	0,9099	0,9089	0,9130	0,9102	0,8882	0,8784
Gediz	0,8605	0,8719	0,9005	0,8975	0,8984	0,9054	0,9024	0,8939
Güney	0,8388	0,8543	0,9048	0,9056	0,9047	0,9063	0,9002	0,8833
İzmir	0,8656	0,8511	0,8647	0,8681	0,8678	0,8655	0,8599	0,8762
Kemalpaşa	0,7458	0,7522	0,7559	0,7765	0,7644	0,7498	0,7650	0,7371
Kütahya	0,8027	0,8338	0,8785	0,8712	0,8807	0,8891	0,8661	0,8569
Manisa	0,8545	0,8734	0,9454	0,9461	0,9484	0,9451	0,9167	0,8928
Marmaris	0,6648	0,7028	0,6944	0,6985	0,6990	0,6942	0,7011	0,7315
Milas	0,7989	0,8242	0,8567	0,8741	0,8679	0,8526	0,8503	0,8407
Muğla	0,5506	0,5585	0,5282	0,5832	0,5562	0,5176	0,5645	0,5775
Nazilli	0,8757	0,8869	0,8927	0,8907	0,8897	0,8936	0,8911	0,8864
Ödemiş	0,8087	0,8084	0,8221	0,8174	0,8202	0,8238	0,8149	0,8172
Salihli	0,8880	0,9094	0,9271	0,9290	0,9297	0,9308	0,9234	0,9213
Selçuk	0,8514	0,8665	0,9199	0,9237	0,9214	0,9167	0,9055	0,8863
Simav	0,8865	0,8977	0,9110	0,9094	0,9104	0,9160	0,9221	0,9213
Sultanhisar	0,8616	0,8599	0,8804	0,8756	0,8778	0,8811	0,8699	0,8658
Tavşanlı	0,7564	0,7772	0,7987	0,7893	0,7977	0,8089	0,7934	0,7829
Uşak	0,8473	0,8756	0,9237	0,9265	0,9274	0,9281	0,9153	0,9002
Yatağan	0,8130	0,8295	0,8495	0,8783	0,8651	0,8414	0,8550	0,8489
<b>Min</b>	<b>0,5506</b>	<b>0,5585</b>	<b>0,5282</b>	<b>0,5832</b>	<b>0,5562</b>	<b>0,5176</b>	<b>0,5645</b>	<b>0,5775</b>
<b>Max</b>	<b>0,8880</b>	<b>0,9094</b>	<b>0,9454</b>	<b>0,9461</b>	<b>0,9484</b>	<b>0,9451</b>	<b>0,9234</b>	<b>0,9213</b>
<b>Ort</b>	<b>0,8294</b>	<b>0,8453</b>	<b>0,8741</b>	<b>0,8779</b>	<b>0,8765</b>	<b>0,8740</b>	<b>0,8674</b>	<b>0,8569</b>
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,0653</b>	<b>0,0647</b>	<b>0,0795</b>	<b>0,0717</b>	<b>0,0754</b>	<b>0,0811</b>	<b>0,0701</b>	<b>0,0643</b>

Tablo 16.3 Coğrafi konum bilgileri kullanılarak elde edilen ŞSF Bağıntılarının  $\lambda(x, y, z)$  değişimi

İstasyon		Lambda Değerleri							
		Denklem							
No	Adı	(10.1)	(10.2)	(10.3)	(10.4)	(10.5)	(10.6)	(10.7)	(10.8)
1	Acıpayam	0,8528	0,8423	0,8289	0,8440	0,8375	0,8637	0,8379	0,8262
2	Afyon	0,8504	0,8465	0,8429	0,8227	0,8380	0,8677	0,8366	0,8518
3	Akhisar	0,9580	0,9562	0,9582	0,9544	0,9569	0,9350	0,9546	0,9587
4	Aydın	1,0328	1,0318	1,0297	1,0402	1,0334	1,0302	1,0341	1,0261
5	Ayvalık	1,1358	1,1454	1,1622	1,1477	1,1532	1,0968	1,1508	1,1634
6	Bergama	0,9913	0,9910	0,9962	0,9939	0,9945	0,9551	0,9917	0,9952
7	Bodrum	1,2756	1,2871	1,2918	1,3076	1,2941	1,3049	1,2997	1,2853
8	Bolvadin	0,8743	0,8728	0,8705	0,8427	0,8628	0,9044	0,8619	0,8823
9	Bornova	1,0162	1,0150	1,0164	1,0247	1,0188	0,9904	1,0176	1,0125
10	Çeşme	1,1548	1,1603	1,1688	1,1819	1,1703	1,1208	1,1701	1,1613
11	Dalaman	1,3697	1,3915	1,4011	1,3906	1,3932	1,4596	1,4021	1,4046
12	Demirci	0,7893	0,7794	0,7732	0,7743	0,7761	0,7658	0,7729	0,7737
13	Denizli	0,9145	0,9084	0,9002	0,9067	0,9046	0,9245	0,9049	0,8996
14	Dikili	1,1557	1,1664	1,1828	1,1682	1,1737	1,1265	1,1721	1,1842
15	Dinar	0,8717	0,8661	0,8586	0,8518	0,8588	0,8928	0,8586	0,8632
16	Edremit	1,0394	1,0439	1,0561	1,0414	1,0487	0,9976	1,0451	1,0583
17	Fethiye	1,3955	1,4197	1,4298	1,4149	1,4202	1,5027	1,4302	1,4352
18	Gediz	0,8265	0,8199	0,8157	0,8063	0,8146	0,8191	0,8121	0,8201
19	Güney	0,8448	0,8358	0,8269	0,8331	0,8317	0,8420	0,8306	0,8263
20	İzmir	1,2237	1,2374	1,2528	1,2423	1,2448	1,2165	1,2457	1,2533
21	Kemalpaşa	0,8781	0,8688	0,8622	0,8799	0,8700	0,8460	0,8679	0,8563
22	Kütahya	0,8182	0,8134	0,8120	0,7906	0,8064	0,8153	0,8034	0,8205
23	Manisa	0,9792	0,9767	0,9773	0,9828	0,9792	0,9532	0,9775	0,9746
24	Marmaris	1,3340	1,3517	1,3593	1,3595	1,3556	1,4001	1,3632	1,3586
25	Milas	1,0878	1,0879	1,0841	1,1031	1,0906	1,0976	1,0931	1,0779
26	Muğla	0,8592	0,8464	0,8312	0,8607	0,8446	0,8554	0,8450	0,8234
27	Nazilli	1,0263	1,0262	1,0246	1,0279	1,0260	1,0330	1,0267	1,0238
28	Ödemiş	0,9699	0,9666	0,9639	0,9707	0,9670	0,9590	0,9663	0,9617
29	Salihli	0,9765	0,9749	0,9748	0,9739	0,9748	0,9664	0,9737	0,9749
30	Selçuk	1,1456	1,1517	1,1571	1,1624	1,1568	1,1431	1,1582	1,1538
31	Simav	0,8057	0,7974	0,7925	0,7881	0,7932	0,7883	0,7902	0,7949
32	Sultanhisar	1,0192	1,0182	1,0159	1,0226	1,0185	1,0215	1,0191	1,0138
33	Tavşanlı	0,8100	0,8043	0,8029	0,7854	0,7986	0,7972	0,7951	0,8097
34	Uşak	0,8262	0,8185	0,8123	0,8080	0,8132	0,8221	0,8113	0,8152
35	Yatağan	0,8913	0,8804	0,8672	0,8950	0,8795	0,8855	0,8799	0,8595
<b>Min</b>		0,7893	0,7794	0,7732	0,7743	0,7761	0,7658	0,7729	0,7737
<b>Max</b>		1,3955	1,4197	1,4298	1,4149	1,4202	1,5027	1,4302	1,4352
<b>Ort</b>		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
<b>Std. Sapma</b>		0,1715	0,1804	0,1868	0,1863	0,1842	0,1904	0,1867	0,1861

Tablo 16.2'den görüleceği gibi Kemalpaşa, Marmaris ve Muğla istasyonlarının “E” performans değerleri tüm ŞSF bağıntıları için diğer istasyonlara göre oldukça düşük kalmaktadır. Bu durumun, çalışılan bölgenin topoğrafik yapısından ve söz konusu

istasyonların daha önceki bölümlerde gösterildiği gibi farklı yağış karakterine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı metodoloji Karahan vd, 2008'de Güneydoğu Anadolu Bölgesine uygulanmış ve Mardin ve Mazıdağ istasyonları dışındaki istasyonların “E” performanslarının birbirlerine çok yakın çıktığı, göreceli olarak düşük performans gösteren Mardin ve Mazıdağ istasyonlarının ise topoğrafik açıdan diğerlerinden farklılık gösterdiği ilgili çalışmada belirlenmişti. Bu proje kapsamındaki çalışılan bölgenin hem topoğrafya açısından hem de hidro-klimatik özellikler açısından çok daha heterojen bir yapı gösterdiği dikkate alınır, coğrafi bilgilere dayalı tek bir bağıntının yeterli olmayacağı görülür. Topoğrafik yapıdaki bu heterojelik Tablo 16.1'den açık olarak görülebilir. İlgili Tablodan görüleceği gibi, enlem ve boylam değerlerinin değişim aralığı birbirlerine yakın olmasına karşılık, yükselti değerlerinin değişim aralığı 8-1050 gibi çok geniş bir değişim aralığına sahiptir. Dolayısıyla  $\lambda(x, y, z)$  bağıntısındaki z değerleri diğerlerine göre daha baskın bir rol oynamaktadır.

Tablo 16.2'deki model performansı düşük olan istasyonlar çıkarıldıktan sonra, coğrafi konum bilgilerine dayalı tek bir bölgesel bağıntının performansı Tablo 16.4'de özetlenmektedir.

Tablo 16.4 “E” Model performansı düşük olan Kemalpaşa, Marmaris ve Muğla istasyonları çıkarıldıktan sonra Bölgesel Model Performans değişimi

	E Değerleri							
	Denklem							
	(10.1)	(10.2)	(10.3)	(10.4)	(10.5)	(10.6)	(10.7)	(10.8)
<b>Min</b>	0,7564	0,7772	0,7987	0,7893	0,7977	0,8089	0,7934	0,7829
<b>Max</b>	0,888	0,9094	0,9454	0,9461	0,9484	0,9451	0,9234	0,9213
<b>Ort</b>	<b>0,8458</b>	<b>0,8616</b>	<b>0,8942</b>	<b>0,8958</b>	<b>0,8956</b>	<b>0,8946</b>	<b>0,8852</b>	<b>0,8733</b>
<b>Std. Sapma</b>	0,028	0,0271	0,0342	0,0338	0,0337	0,0337	0,0295	0,0278

Tablo 16.4'den görüleceği gibi model performansı düşük olan istasyonlar çıkarıldıktan sonra, Farklı ŞSF bağıntıları için; “E” model etkinlik katsayısı 0,85-0,90 düzeyine ulaşmaktadır.

Ancak, coğrafi konum bilgilerine dayalı tek bir bağıntıyla ifade edilen bölgesel bağıntı performansının, Tablo 14.2'de verilen homojen alt bölgeler için elde edilen ortalama model performansından biraz daha düşük (yaklaşık 0.01) sonuç verdiğini belirtmek gerekir. Bölgesel

ölçekte model performansının bir miktar düşmesi ve performansı düşük istasyonların ve yakın çevresinin noktasal analizle ifade edilmek zorunda kalınması bu yaklaşımın dezavantajları olarak sayılabilir. Bu nedenle hem model performansının yüksekliği, hem de yağış ölçümü bulunmayan veya yeterli uzunlukta gözlemi bulunmayan yerleşim yerleri için daha güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle homojen alt bölgelere göre bölgesel ŞSF bağıntılarının elde edilmesi daha iyi yaklaşım olarak nitelenebilir. Ayrıca, homojen alt bölgelere ait bağıntılar için de coğrafi konum bilgileri kullanılarak bölgesel bağıntılar elde edilmiş ancak, model performansında belirgin bir artış görülmemiştir.

## 17. BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

108Y299 Nolu “Bölgesel Yağış-Şiddet-Süre-Frekans Bağıntılarının Diferansiyel Gelişim Algoritması Kullanılarak Elde Edilmesi” proje kapsamında;

- i. Ülkemizde, yağış, sıcaklık, buharlaşma vb hidro-meteorolojik gözlemler, DMİ/DSİ tarafından yapılmakta ve belirli aralıklarla bu değerler yayımlanmaktadır. Proje konusu olan gözlemlerle ilgili verileri içeren basılı son kaynak 1990 tarihli olup (Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası, 1990), en son 1988 yılına ait gözlemleri içermektedir. Uygulamacı kamu kurum ve kuruluşları ile yerel yönetimlerce genellikle bu kaynak başvuru kitabı olarak kullanılmaktadır. Belirtilen kaynak, son 20 yıla ait verileri içermediği için, pek çok yerleşim yerinin verileri uzun süreli güvenilir tahminleri yapmaya yeterli olmamaktadır.
- ii. Diğer taraftan bu Atlas’da tahmin için verilen değerler; standart süreler ve 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl gibi 6 yinelenme süresi içindir. Bunların dışındaki yağış süreleri ve yinelenme değerleri için genellikle uygulamacılar tarafından doğrusal interpolasyon yapılmaktadır. Ayrıca; gözlemi bulunmayan yerleşim bölgeleri veya kırsal alanlarda yapılan tasarım ve tahminlerde ise; genellikle yakın istasyonların değerleri arasında interpolasyon yapılmaktadır. Doğrusal olmayan bir olayın, doğrusal interpolasyonla hesaplanması diğer önemli bir hata sebebidir. Bu proje kapsamında elde edilen noktasal ve/veya bölgesel bağıntılar yardımıyla bu problem Ege Bölgesi ölçeğinde çözülmüştür.
- iii. DMİ tarafından ülke genelinde işletilmekte olan yağış gözlem istasyonlarının gözlemlerinin yeterince pratiğe aktarılamaması ülkemiz açısından önemli bir kayıptır. Yeterli uzunlukta ve güvenilir verilere sahip olmadan ve uygun



teknikler kullanılmadan yapılacak yağış ve akım tahminlerine dayalı tasarımların ise kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getiremeyeceği ve/veya ekonomik olmayacağı açıktır. Su kaynaklarının asıl girdisi olan yağışların miktarı, süresi, şiddeti, alansal ve zamansal değişiminin bilinmesi; su kaynakları, tarım, kentleşme, drenaj, taşkın kontrolü ve ulaşım gibi farklı sektörlerle ait planlama, tasarım, inşaat ve işletme çalışmaları için gerekli olan Standart Süreli Maksimum Yağış (SSMY) gözlem verileri Ege Bölgesi ölçeğinde düzenlenerek detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

- iv. Bu projenin temel amacı SSMY için uygun bir yöntem geliştirmek, verileri güncelleştirmek ve geliştirilen optimizasyon tabanlı yöntemi Ege Bölgesi ölçeğinde uygulamak ve test etmektir. Belirtmek gerekir ki, geliştirilen yöntem Ege bölgesine özgü olmayıp, genel bir yöntemdir. Standart Süreli Maksimum Yağış (SSMY) gözlem verileri gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları (görülme sıklıkları) ile tanımlanabilmektedirler. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller sıkça kullanılmaktadır Bu tanımlamada, önce gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir veya daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılım modeli öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahminleri yapılmaktadır (Kite 1977, Aşıkoğlu ve Benzedden 2007).
- v. SSMY verilerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun, aynı istasyonda yağış süresi değiştikçe en uygun frekans dağılım modeli türünün değişim göstermesi olup, bununla ilgili ilginç bir örnek Manisa istasyonunun SSMY değerleri kullanılarak Aşıkoğlu ve Benzedden (2007)'de verilmiştir. İlgili çalışmada; en uygun dağılımın seçilmesinde aykırı değerlerin önemli rol oynadığı gösterilmiş, Uşak ve İzmir istasyonları için bu durum detaylı olarak irdelenmiş ve aykırı değerlerin ayıklanmasıyla sürelere göre farklı dağılımların bulunması önlenmiştir. Böylece, ŞSF eğrilerinin birbirini kesmeyen düzgün nitelikte eğriler olması güvence altına alınmıştır. Tüm

istasyonlar ve standart süreler için; gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan çok sayıda kuramsal dağılımın sınanması, aykırı değerlerin ayıklanması ve belirtilen işlemlerin yeniden yapılması zahmetli ve zaman alıcı olduğu gibi, genellikle uygulamacıların bilgi düzeyini aşan bir değerlendirmedir. **Bu projede geliştirilen DGA-ŞSF Modeli ile bu problem çok sayıda deneme-yanılmaya gerek kalmadan, gözlem verilerine en uygun bağıntı ve bu bağıntıya ait ağırlık katsayılarının optimum şekilde belirlenmesiyle çözülmektedir.**

- vi. Proje kapsamında; öncelikle Diferansiyel Gelişim Algoritmasına (DGA) dayalı Optimizasyon Modeli (DGA-OM) VBA ve MATLAB ortamlarında geliştirilmiş ve literatürde verilen 32 test fonksiyonu kullanılarak modelin doğrulanması yapılmış ve DGA-OM parametrelerinin model performansına etkisi incelenmiş (duyarlılık analizi) ve diğer sezgisel optimizasyon algoritmalarıyla performans karşılaştırması yapılmak suretiyle DGA-OM'nin doğruluğu ve etkinliği gösterilmiştir. Literatürde verilen 32 test fonksiyonu için yapılan analizlerde; beş farklı mutasyon stratejisinin de, global optimum veya global optimuma çok yakın sonuçların elde edilmesinde kullanılabilmesi gösterilmiş; iterasyon sayısı ve bilgi-işlem süresi açısından 1 ve 2 nolu stratejilerin, sonuçların duyarlılığı açısından ise 3 ve 4 no'lu stratejilerin performansının daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ancak, hem sonuçların duyarlılığı hem de makul bilgi-işlem süresi gerektirmesi nedeniyle 4 no'lu stratejinin tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır.
- vii. Bu proje kapsamında çalışma alanı olarak seçilen Ege Bölgesi'nde yer alan il ve ilçe merkezlerinde bulunan 35 istasyonun standart süreli maksimum yağış verilerinin (SSMY) değerleri DMI'den bu proje kapsamında temin edilmiş ve Visual Basic (VBA) ve MATLAB ortamlarında veri kütükleri (database) oluşturulmuştur.
- viii. Noktasal veya bölgesel analizlerin güvenilirlik düzeyi, analizlerde kullanılacak gözlemlerin yeterli uzunlukta ve doğrulukta olmasına bağlıdır. Farklı istasyonlarda yapılan yağış gözlemlerinde ölçümü yapan personelden, ölçüm yönteminden, kullanılan donanımdan, kayıtların tutulması ve çoğaltılması

süreçlerinden kaynaklanabilecek hatalar bulunabilir. Veri setinden bu hataların mümkün olduğunca ayıklanması ve geleceğe yönelik tahminlerin de buna bağlı olarak yapılması gerekir. Ancak, hidrometeorolojik verilerde hataların tümünün belirlenmesi ve düzeltilmesi çok zor bir süreçtir. Bu proje kapsamında; güvenilirliği düşük veya hatalı verilerin belirlenmesi için öncelikle eklenik yağış yüksekliklerinin kontrolünü esas alan bir analiz gerçekleştirilmiştir. Eklenik Yağış Yüksekliği Analizi (EYYA) olarak adlandırılan bu analizle; verilerdeki hatalar noktasal olarak belirlenebilmektedir. Diğer bir deyişle, herhangi bir istasyonun, herhangi bir yılının, herhangi bir standart süresine ait hatalı veya güvenilirliği düşük veri belirlenebilmektedir. EYYA sonucunda; tüm istasyonların 24 saat standart süreli maksimum yağış gözlem verilerinde hatalar bulunduğu, diğer standart sürelerde ise, bazı istasyonlarda hatalı veriler bulunduğu belirlenmiştir. Bu hataların özellikle 24 saatlik standart süreler için tüm istasyonlarda görülmesi ve sıklığının yüksek olması dikkat çekici bulunmuş ve bu durumun; güneşli yağışların kayıtlarının tutulmasındaki hatalardan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda; 24 saatlik (1440 dak) standart süreli verilerin % 20'den fazlasının hatalı olduğu, bu hataların bazı istasyonlarda toplam veri sayısının % 50-60 (Acıpayam, Kemalpaşa) gibi yüksek oranlara ulaştığı görülmüştür.

- ix.** Verilerin güvenilirliğinin belirlenmesi için uygulanan ikinci yaklaşım ise L-Momentler D analizi olup; standart sürelerle göre verilerde düzensizlik bulunup bulunmadığı bu analiz yardımıyla belirlenmiştir. D analizi sonucunda da; istasyonların büyük bir bölümünün özellikle 24 saatlik (1440 dak) verilerinde uyumsuzluk ölçütü sınır değerinin aşıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, 1080 dak için Muğla ve 5 dakikalık gözlemler için Akhisar, Aydın, Sultanhisar ve Yatağan istasyonlarında uyumsuzluk ölçütü sınır değerinin aşıldığı görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda; verilerin güvenilirliğinin belirlenmesi için kullanılan her iki yaklaşımın da birbiriyle uyumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

- x. EYYA ile; hangi istasyonun, hangi yıla ait, standart süreli gözlem verisinde hata bulunduğunu belirlenebilirken, D analizi hangi istasyonun hangi standart süreli gözlem grubunda hata bulunduğunu göstermektedir. Eğer, ilgili istasyonun hatalı veri sayısı, genel eğilimi değiştirmeyecek kadar az ise bu durum; D analizinde gözükmemektedir. EYYA ile hata belirlenirken veriler arasındaki nicelik ilişkisi kullanılırken D analizinde verilerin stokastik yapısı; L-Momentler aracılığıyla dikkate alınmaktadır. Bu nedenle; her iki analizin birbirlerini tamamlayıcı olarak kullanılmalrı önerilmektedir.
- xi. Veri setindeki hatalı veya güvenilirliği düşük veriler EYYA ve D istatistiği ile belirlendikten sonra, standart süreli maksimum yağış gözlem verilerinin noktasal ve/veya bölgesel olarak verilerin homojenlik kontrolü yapılmıştır. Diğer bir deyişle; aynı istasyondaki farklı standart sürelele ait gözlemler ile, aynı standart süreli farklı istasyonlardaki gözlemlerin aynı toplumdandan gelip gelmedikleri kontrol edilmiş ve noktasal ve/veya bölgesel ölçekte homojenliği bozan veriler belirlenmiştir
- xii. DMİ istasyonların farklı standart sürelele ait yağış gözlem verilerinin, aynı topluma ait olup olmadıklarını test etmek için; L-Momentler homojenlik analizi noktasal ölçekte uygulanmış ve verileri yağış süresine göre heterojen davranış gösteren istasyonlar belirlenmiştir. Afyon, Bolvadin, Dinar, Güney, Kemalpaşaa, Kütahya, Selçuk ve Yatağan istasyonlarının farklı standart sürelele ait verilerinin oldukça heterojen ( $H_1 \geq 2$ ) olduğu görülmüştür. Ayrıca, Kemalpaşaa, Milas istasyonlarının  $H_2 \geq 1$  ve Manisa istasyonunun ise  $H_3 \geq 1$  olduğu için heterojen davranış gösterdiği belirlenmiştir.
- xiii. Aynı standart sürelele ait farklı istasyonlardaki yağış gözlem verilerinin, aynı topluma ait olup olmadıklarını test etmek için; L-Momentler homojenlik analizi; bölgesel ölçekte uygulanmış; 5,10,15 ve 30 dakika gibi kısa süreli yağışlar ile 480,720 ve 1080 dakika gibi uzun süreli maksimum yağışların bölge ölçeğinde heterojen dağılım gösterdiği buna karşılık 60,120,180,240 ve 300 dakika gibi orta süreli yağışlar için homojen bir dağılım olduğu belirlenmiştir. Kısa, orta ve uzun

sürelî yağışların bölgesel olarak göstermiş olduğu bu farklı davranışın; kısa ve uzun sürelî yağışların karakteri ile çalışma alanının büyüklüğü ve topoğrafik yapıdan kaynaklandığı, bu durum üzerinde verilerdeki hataların da etkili olduğu düşünülmektedir.

- xiv.** D uyumsuzluk ölçütü sınır değerini aştığı için güvenilirliği düşük veya EYYA analizi ile hatalı olduğu belirlenen gözlemler ile standart yağış sürelerine göre heterojen davranış gösteren istasyon verilerinin noktasal ve bölgesel homojenlik testlerine olan etkisi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan detaylı analizler sonucunda; uyumsuzluk ölçütü sınır değerlerini aşan gözlemlerin analiz dışında tutulmasının genel davranışı değiştirmediği ancak, H istatistiğinde kısmi bir iyileşmeye sebep olduğu görülmüştür.
- xv.** EYYA ile gözlem değerlerinin tümünde hatalar bulunduğu belirlenen 1440 dakika sürelî yağış gözlem verileri analiz dışında tutularak, istasyonların homojenlik analizi tekrarlandığında tüm istasyonların H istatistiğinde belirgin bir iyileşme görülmüştür.
- xvi.** Standart sürelerle göre heterojen davranış gösteren istasyonlar, veri setinden çıkarılmak suretiyle bölgesel homojenlik analizi tekrarlandığında standart sürelerle göre bölgesel homojenlik testlerinde belirgin bir iyileşme görülmüş, 5,10,15 dakika gibi kısa sürelî yağışlar ve 1080 dakika dışında heterojen davranış görülmemiştir. Ayrıca; heterojen istasyonlar veri setinden çıkarıldığında; bu defa; başka istasyonların (Dalaman, Fethiye ve Tavşanlı) verileri D analizi uyumsuzluk ölçütü sınır değerini aşmıştır. Söz konusu işlemler benzer şekilde, ardışık olarak tüm istasyonlar ve standart süreler için  $D \leq 3$  oluncaya kadar tekrarlanmıştır. D analizleri sonucunda; tüm istasyonlar ve standart süreler için heterojenlik ölçütü sınır değerini aşan istasyon kalmamasına rağmen, tüm süreler için homojenlik sağlanamamıştır. Bu nedenle; D istatistiğinin heterojenliği önemli oranda azalttığı, ancak homojen alt bölgelerin oluşturulması için yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır.

- xvii.** Homojen alt bölgelerin belirlenebilmesi için; ilk dört L-moment değeri ile L-değişkenlik ( $L-C_v$  veya  $\tau_2$ ), L-çarpıklık ( $L-C_s$  veya  $\tau_3$ ) ve L-baskılık ( $L-C_k$  veya  $\tau_4$ ) değerlerinin saçılım grafikleri dikkate alınarak farklı istasyon kombinasyonları için homojenlik testi uygulanmak suretiyle homojen alt bölgeler belirlenmeye çalışılmış, ancak bu yaklaşımın çok zaman alıcı bir prosedür olduğu görülmüştür. Bu nedenle; homojen alt bölgelerin belirlenmesi için; ilk dört L-moment değeri kullanılarak benzer yağış özellikleri gösteren istasyonların Bulanık-c ortalamalar yöntemi kullanılarak kümelenmesine karar verilmiştir.
- xviii.** Benzer yağış özelliklerine sahip veri setini bulanık c-ortalamalar yöntemiyle kümelemek için; MATLAB ortamında bir kod geliştirilmiş ve farklı standart sürelerde aynı özelliklere sahip istasyonların kümelenmesi gerçekleştirilmiştir. Bulanık c-ortalamalar yöntemi ve literatürde kullanılan diğer kümeleme yöntemlerinde karşılaşılan en önemli sorun, hesap başlangıcında optimum küme sayısının bilinmemesidir. Bu nedenle; seçilen farklı küme sayıları için kümeleme analizi tekrarlanmış ve elde edilen küme yapıları (kümeyle ait istasyonlar) homojenlik testine tabi tutulmak suretiyle optimum küme sayısı belirlenmiştir. Bu amaçla; küme sayısı 2'den başlayarak ardışık olarak artırılmıştır. Küme sayısı iki seçildiğinde genel olarak; kıyı Ege bölgesinde yer alan istasyonların bir grup, orta ve iç Ege bölgesinde yer alan istasyonların ise ayrı grup olarak davranış gösterdiği görülmüştür. Küme sayısı üç seçildiğinde ise, genel olarak kıyı Ege bölgesinin kuzey ve güney olmak üzere farklı iki grup halinde davranış gösterdiği, Orta ve iç Ege bölgesinin ise ayrı bir grup olarak davranış gösterdiği belirlenmiştir. Küme sayısının 2'den 3'e çıkarılması orta ve iç Ege bölgesinde belirgin bir değişikliğe neden olmamış, kıyı şeridinde yer alan istasyonları iki farklı gruba ayırmıştır. Küme sayısı dört olarak seçildiğinde ise; orta ve iç Ege bölgesi'nin de kıyı bölgesi gibi iki farklı alt bölge olarak davranış gösterdiği görülmüştür. Böylece; Ege bölgesinin benzer yağış özelliklerine sahip dört alt bölgeye ayrılabilceği sonucuna varılmıştır.

- xix.** Kümeleme işlemlerinde; özellikle kısa süreli yağışlarda belirtilen genel davranışa uymayan bazı istasyonlara rastlanmıştır. Bu durumun; veri hatalarından ve/veya kısa süreli yağışların karakterinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, genel davranışı bozan istasyonların genellikle EYYA ve D analizlerinde de hatalı olduğu belirlenen istasyonlar olduğu bu yargıyı desteklemektedir.
- xx.** Proje kapsamında; çalışma alanı olarak seçilen Ege bölgesinin; kuzey ve güney kıyı Ege ile orta ve iç Ege olmak üzere dört homojen alt bölgeye ayrılabilmesi ve L-Momentler Z istatistiği ile GEV dağılımının bölgenin tümünü temsil etmeye en uygun dağılım olduğu belirlenmiştir.
- xxi.** L-Momentler Z istatistiği ve L-Moment oranlarının ilk dört terimi Bulanık c-Ortalamalar Metodu kullanılarak homojen alt bölgeler ve homojen alt bölgelere uyan dağılımlar, tüm standart süreler ve istasyonlar için belirlenmiştir. Belirtilen teknik, standart süreli maksimum yağış gözlem değerlerine ilk kez uygulandığından sonuçların karşılaştırılması ve etkinliğinin gösterilmesi için benzer analizler Dağılım Uygunluk Testleri kullanılarak tekrarlanmış ve bu amaçla; Easy-Fit paket programının demo (5.3) versiyonu kullanılmıştır. Bu kapsamda; gözlem değerlerine en iyi uyum gösteren dağılım(lar)ın belirlenmesi için; Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare testleri uygulanmıştır.

#### **Kolmogorov-Smirnov testi ile;**

- Kısa süreli gözlemlerin (5-30 dk) % 57' sinin GEV dağılımına , % 22' sinin Gamma dağılımına, % 17 'sinin Log-Normal dağılıma,
- Orta süreli (60-300 dk) gözlemlerin % 45' nin GEV, % 27' sinin Log-Normal dağılıma, % 13' ünün Gamma dağılımına,
- Uzun süreli gözlemlerin ise (360-1440 dk) % 56' sının GEV dağılımına, % 18' inin Log-Normal dağılıma, % 15' inin ise Gamma dağılımına uyduğu görülmüştür.

### **Anderson-Darling testi ile;**

- Kısa, orta ve uzun süreli yağışların %100' üne yakın bir oranda GEV dağılımına uyduğu gözlenmiştir.

### **Ki-Kare testi ile;**

- Kısa süreli verilerin (5-30 dk) % 34' ünün Gamma dağılımına, % 30' unun GEV dağılımına, % 24' ünün Log-Normal dağılıma,
- Orta süreli (60-300 dk) gözlemlerin % 32' sinin GEV dağılımına, % 31' inin Log-Normal dağılıma, % 23' ünün Gamma dağılımına uyduğu,
- Uzun süreli verilerin ise (360-1440 dk) %34' ünün Gamma dağılımına, %30' unun GEV dağılımına, %22' sinin Log-Normal dağılıma uyduğu gözlenmiştir.

Verilerin yukarıda tanımlananlar dışında kalan az bir bölümünün ise; Log-Pearson III , Log-Normal III , Exponential II ve Gamma III dağılımlarına da uyduğu gözlenmiştir. Dağılım uygunluk testleri uygulanan teste göre bir miktar farklılık göstermiş olsa da, genel olarak L-Momentler Z analizi sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ancak; belirtmek gerekir ki, bu analizler L-Momentler Z analizine göre çok fazla sayıda denemeyi gerektirmekte ve aşırı zaman alıcı bir işlemdir.

- xxii.** DGA-ŞSF modeli için en uygun stratejinin belirlenmesi için daha önce test fonksiyonları için yapılan analizler tüm ŞSF bağıntıları için tekrarlanmıştır. En uygun stratejinin belirlenmesinde; random çekirdeğin etkisinin minimum düzeye indirilmesi için, tüm işlemler 20 kez tekrarlanmış ve ortalama değerler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesi özellikle değişken sayısının fazla olduğu bağıntılarda çok uzun bilgi-işlem süreleri gerektirmiştir. Tüm ŞSF bağıntıları için 2 no'lu stratejinin aynı amaç fonksiyonu değerine karşılık; daha az iterasyon ve bilgi-işlem süresi gerektirdiği görülmüştür. Belirtilen analizlerin tümünde popülasyon sayısı;



belirlenecek ağırlık katsayısı (değişken sayısı)\*10 olarak seçilmiştir. Diğer model parametreleri ise GR I'de belirlendiği gibi  $AF=0.8$ ,  $Cr=0.8$  olarak kullanılmıştır.

- xxiii.** Model performansı açısından (gözlem değerlerine uyum ve gerekli bilgi-işlem süresi) en iyi performansı gösteren bağıntının belirlenmesi için detaylı analizler yapılmış ve parametre sayısının fazla olduğu (10.3) ve (10.4) bağıntılarının yaklaşık aynı performansı gösterdiği ( $E=0.94$ ) görülmüştür. Gumbel ve GEV dağılımlarına dayalı (10.5) ve (10.6) bağıntıların da yaklaşık aynı performansı gösterdiği ( $E=0.92$ ) belirlenmiştir. Ancak, (10.3) ve (10.4) bağıntılarının (10.5) ve (10.6) bağıntılarına göre gerektirdiği bilgi-işlem süresi dikkate alındığında, oldukça yüksek performans gösteren Gumbel ve GEV dağılımlarına dayalı bağıntıların da güvenle kullanılabilceği görülmektedir. Ayrıca, söz konusu analiz sonuçlarının dağılım uygunluk test sonuçlarıyla iyi bir uyum gösterdiği görülmektedir. Ancak, DGA-ŞSF Modeli ile en uygun dağılımın belirlenmesi, hem dağılım uygunluk hem de L-Momentler Z istatistiğine göre daha az işlem gerektirmekte ve hatalı gözlemlerin model performansına etkisinin minimum düzeye indirmektedir.
- xxiv.** Belirtilen DGA-ŞSF optimizasyon modeli, Bulanık-c Ortalamalar Yöntemine dayalı bir Kümeleme analizi ile birleştirilmek suretiyle DGA-ŞSF-K adı verilen yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Önerilen DGA-ŞSF-K algoritması sonuçlarının; ilk dört L-Moment oranı kullanılarak Bulanık c Ortalamalar Yöntemiyle bulunan kümeleme analizi sonuçları ve L-Momentler homojenlik analizi sonuçları ile çok iyi bir uyum gösterdiği görülmektedir. Önerilen yöntemin, tüm standart süreler için tek aşamada sonuç vermesi ve L-Momentler kümeleme analizi gibi farklı süreler için bazı istasyonların farklı kümelerde yer almasının söz konusu olmaması gibi üstünlükleri de bulunmaktadır. Önerilen yöntemin diğerlerine göre oldukça hızlı olduğunu da belirtmek gerekir. Ayrıca, önerilen DGA-ŞSF-K algoritması ve buna dayalı yazılımın proje önerisinde yer almayan bir iş paketi olduğunu da belirtmek gerekir.

xxv. Farklı yağış süreleri için ŞSF Bağıntılarının performanslarının değişimi; proje önerisinde yer aldığı gibi üç farklı senaryo için bölgesel bağıntılar elde edilmiş ve farklı senaryoların model performansları karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda incelenen senaryolar ;

- Senaryo 1) Her bir standart süre (5,10,15 ,...,1440 dak) için,
- Senaryo 2) Kısa (5-30 dak), orta (60-360 dak) ve uzun süreli (480-1440 dak) yağışlar için,
- Senaryo 3) Tüm standart süreler için tek bir bağıntı,

şeklindedir.

Belirtilen üç Senaryo için ayrıntılı ve zaman alıcı analizler sonucunda;

- Senaryo I’de tüm standart süreler için “E” model etkinlik katsayısı 0.90’dan büyük bulunmuş ve model performansında standart sürelere göre belirgin bir değişim görülmemiştir.
- Senaryo II’de özellikle kısa ve uzun süreli gruplar için model performansında yaklaşık % 2 mertebesinde bir azalma görülmüş. Bu durumun; verilerin güvenilirliği bölümünde gösterildiği gibi 5 ve 1440 dakikalık verilerdeki hata yüzdesinin diğerlerine göre yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Senaryo III’de ise; kısa, orta ve uzun süreli veriler birlikte kullanılmak suretiyle analizler Senaryo I ve II’ye benzer şekilde ve farklı hata değerlendirme ölçütleri için gerçekleştirilmiş ve gözlem verilerine en iyi uyum gösteren (10.4) bağıntısının “E” değeri yaklaşık 0.94 değerine yaklaşırken, en düşük performans gösteren (10.1) bağıntısının performansı ise 0.83 değerini geçmiştir.

Bu nedenle Senaryo III hem performansının yüksekliği, hem de daha az işlem gerektirmesi nedeniyle diğer senaryolara göre tercih edilmiştir.

- xxvi.** Homojen alt bölgeler için yapılan analizlerde II. Bölgede yer alan Marmaris istasyonunun yağış özellikleri açısından diğerlerinden farklı davranış gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, söz konusu istasyon ilgili bölgeden çıkarılarak analizler tekrarlanmış ve tüm alt bölgeler için “E” performans değerinin 0.91’den büyük olduğu görülmüştür. Bölgesel analiz sonucunda; (10.4), (10.5) ve (10.6) bağıntılarının performansı birbirlerine yaklaşmış ve yaklaşık eşit kabul edilebilir duruma gelmiştir
- xxvii.** DGA-ŞSF Modeli diğer sezgisel algoritmalar ile bilgi-işlem süresi ve model performansı açısından karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda; proje yöneticisi ve arkadaşlarınca literatüre kazandırılan GARIDF Modeli (Karahan ve diğ., 2007) Matlab ortamında yeniden yazılmıştır. Ayrıca, Proje yürütücüsü tarafından Armoni Araştırma Algoritmasına dayalı AAT-ŞSF ve Parçacık Sürü Optimizasyonuna dayalı PSO-ŞSF Modelleri geliştirilmiş ve bu projede kullanılan veri kütüklerini okuyacak hale dönüştürülmüş ve model performansları DGA-ŞSF ile karşılaştırılmıştır. Bu konuda; AAT-ŞSF modeli ve verilerin güvenilirlik analizleri konusunda hazırlanmış iki bildiri 6. Ulusal Hidroloji Kongresinde sunulmuş ve Bildiriler Kitabında basılmıştır. PSO-ŞSF Modeli ise SCI kapsamındaki bir dergide inceleme aşamasındadır. SSMY gözlem verilerine en iyi uyan dağılımlarını belirlenmesi için Dağılım Uygunluk Testleri (Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare) uygulanarak hazırlanmış bir makale yurt içi hakemli bir dergide inceleme aşamasındadır. Ayrıca geliştirilen DGA optimizasyon modeli doğrusal olmayan taşkın öteleme modellerinin optimum parametrelerinin belirlenmesine uygulanmış ve SCI kapsamındaki bir dergide değerlendirme aşamasındadır. DGA-ŞSF ve DGA-ŞSF-K modellerinin geliştirilme ve uygulamaları ile bölgesel ŞSF bağıntılarının geliştirilmesi konusundaki ulusal ve uluslararası yayın çalışmaları sürdürülmektedir.

- xxviii.** Yukarıda ayrıntılı olarak belirtilen DGA modeli noktasal ve bölgesel ölçekte ŞSF bağıntılarına proje önerisinde öngörülenin üzerinde bir performans kriteri sağlayacak şekilde başarılı olarak uygulanmıştır. Tüm istasyonlar ve bölge için güncel veri kütükleri oluşturulmuş ve gelecek verilerin mevcut veri kütüklerine kolayca eklenebilmesi ve güncel verilerle bağıntıların yenilenmesi için gerekli yazılımlar hazırlanmıştır. Gelecekte bu çalışmanın tüm Türkiye'ye uygulanması proje yürütücünün en içten dileği olup, bu konuda DSİ ve/veya DMİ gibi kuruluşların katılımının sağlanması durumunda uygulamalı bir projeye (KAMAK veya DPT ) dönüştürülmesi ve coğrafi bilgi sistemleriyle ilişkilendirilmek suretiyle, kullanıcıların kolay erişiminin sağlanması planlanmaktadır.
- xxix.** Raporun ilk bölümünde projenin işleyişi, geline aşama ve karşılaşılan problemlerle ilgili genel bir değerlendirme yapılmıştır. Proje ekibindeki araştırmacının daha önce belirtilen ve TÜBİTAK tarafından onaylanan gerekçelerle ayrılması ve ayrılma öncesinde de projenin işleyişi ile ilgili sorumluluklarını yerine getirmemesi nedeniyle -bursiyerlerin rutin katkıları dışında- iş paketlerinin gerçekleştirilmesi tamamen Proje Yürütücüsü'ne kalmıştır. Bu durum; Proje Yürütücüsü'nün nerdeyse tüm zamanını projeye ayırmasına yol açmıştır. Ancak, yaşanan olayların projenin bilimsel seviyesinde bir düşmeye ve çalışma takviminde bir gecikmeye yol açmamasına büyük özen gösterilmiştir.
- xxx.** Son söz olarak, Proje Yürütücüsü desteklerinden dolayı TUBİTAK'a ve projenin değerlendirilmesi ve ara raporlarındaki katkılarından dolayı tüm hakemlere içtenlikle teşekkürlerini bildirir.

## KAYNAKLAR

1. Agrawal, R., Imielinski, T. ve Swami, A.N., Association Rules between sets of items in large database, ACM SIGMOD, 27, 207-216, 1993.
2. Aşıkoğlu, Ö.L ve Benzeden, E., Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışlar için Kararlı Frekans Dağılım Modelleri, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 543-551,2007.
3. Ayvaz, M.T, Simultaneous Determination of aquifer parameters and zone structures with Fuzzy c-Means Clustering and Meta-Heuristic Harmony Search Algorithm, Advances in Water Resources, 30(11), 2326-2338, 2007.
4. Ayvaz, M.T., Karahan, H., Gürarlan, G., Su Dağıtım Şebekelerinin Armoni Araştırması Optimizasyon Tekniği ile Optimum Tasarımı, 5. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu, 1-2 Kasım 2007, Antakya-Hatay , 2007.
5. Babu, B.V. ve Angira R., Modified differential evolution (MDE) for optimization of non-linear chemical processes, Computers and Chemical Engineering, 30, 89-1002, 2006.
6. Babu, B.V. ve Sastry, K.K.N., Estimation of heat transfer parameters in a trickle-bed reactor using differential evolution and orthogonal collocation, Computers &Chemical Engineering, 23, 327-339, 1999.
7. Babu, B.V., Chakole, P.G. ve Mubeen, J.H.S., Multiobjective differential evolution (MODE) for optimization of adiabatic styrene reactor, Chemical Engineering Science, 60, 4822-4837, 2005.
8. Bezdek, J.C., Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms, Plenum Press, New York, 1981.
9. Burn, D. H. ve Goel, N. K., The formation of groups for regional flood frequency analysis, Hydrological Science Journal, 45(1), 97-112, 2000.
10. Castellarin, A., Burn, D. H. ve Brath, A., Assessing the effectiveness of hydrologic similarity measures for flood frequency analysis, Journal of Hydrology, 241, 270-285, 2001.

11. Ceylan, H., Ceylan, H., Haldenbilen, S., Baskan, O, Transport energy modeling with Meta-Heuristic Harmony Search Algorithm, an application to Turkey, *Energy Policy*, 36, 2527-2535, 2008.
12. Cunnane, C., Statistical distributions for flood frequency analysis, World Meteorological Organization, WMO Report No. 718, Geneva, Switzerland, 1989.
13. Das, S., Abraham, A. ve Konar, A., Automatic clustering using an improved differential evolution algorithm, *IEEE Transactions on systems man and cybernetics part A*, 38(1), 218-237, 2008.
14. Fu, A., Knok, C. M., Wong, M. H., Minnig Association Rules database, *ACM SIGMOD*, 27, 41-46, 1998.
15. Geem, Z.W., Optimal Cost Design of Water Distribution Networks Using Harmony Search, *Engineering Optimization*, 38 (3), 259-280, 2006.
16. Greenwood, J. A., Landwehr, J.M., Matalas, N.C. ve Wallis, J. R., Probability weighted moments: definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form, *Water Resources Research*, 15, 1049-1054, 1979.
17. Hosking, J. R. M. ve Wallis, J. R., Regional frequency analysis: an approach based on L-moments, Cambridge University Press, New York, USA, 1997.
18. Hosking, J. R. M. ve Wallis, J. R., Some statistics useful in regional flood frequency analysis, *Water Resources Research*, 29, 271-281, 1993.
19. Hosking, J. R. M. ve Wallis, J. R., The effect of intersite dependence on regional flood frequency analysis, *Water Resources Research*, 24(4), 588-600, 1988.
20. Hosking, J. R. M., L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 52, 105-124, 1990.
21. Hosking, J. R. M., ve Wallis, J. R., Regional frequency analysis: an approach based on L-moments, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
22. <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>.
23. <http://www.itl.nist.gov>.
24. Srinivasa, K. G., Venugopal, K. R., Patnaik, L. M., Feature Extraction using Fuzzy C - Means Clustering for Data Mining Systems, *International Journal of Computer Science and Network Security*, 6,230-236, 2006.

25. Kandel, A., Last, M., Bunke, H., 2001, Data Mining and Computational Intelligence, Physica- Verlag.
26. Karaboga, N. ve Cetinkaya, B., Performance comparison of genetic and differential evolution algorithms for digital FIR filter design, Lecture Notes in Computer Science, 3261, 482-488, 2004.
27. Karaboğa, D. ve Ökdem S., A Simple and Global Optimization Algorithm for Engineering Problems: Differential Evolution Algorithm, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 2004.
28. Karaboğa, D., Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2004.
29. Karaboğa, N. ve Çetinkaya, B., A simple Evolutionary Algorithm for IIR Filter Design: Differential Evolution Algorithm, IEEE, 0-7803-9238-8, 2005.
30. Karahan, H., Ayvaz, M.T. ve Gürarlan, G., Şiddet-Süre Bağıntısının Genetik Algoritma ile Belirlenmesi: Gap Örneği, Teknik Dergi, 19(2), 4393-4407, 2008.
31. Karahan, H., Ceylan, H. ve Ayvaz, M. T., Predicting Rainfall-Intensity using Genetic Algorithm Approach, Hydrological Processes, 21(4), 470-475, 2007.
32. Kim J.H., Geem Z.W., Kim E.S., Parameter Estimation of the Nonlinear Muskingum Model using Harmony Search, Journal of the American Water Resources Association, 37(5),1131-1138, 2001.
33. Kite, G.W., Frequency and Risk Analysis in Hydrology, Fort Collins,Water Res. Publ., 1977.
34. Koutsoyiannis, D., Kozonis, D. ve Manetas, A., A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships, Journal of Hydrology, 206, 118-135, 1998.
35. Lee K.S., Geem Z.W., A New Structural Optimization Method Based on the Harmony Search Algorithm, Computers and Structures, 82 (9-10), 781-798, 2004.
36. Liu, J. ve Lampinen, J., A fuzzy adaptive differential evolution algorithm, Soft Computing 9, 448-462, 2005.
37. Lucieer, V. and Lucieer, A., Fuzzy clustering for seafloor classification, Marine Geology, 264 (3-4), 230-241, 2009.

38. Pal, N.R, Bezdek, J. C., on Cluster validity for the fuzzy c-means model, *IEEE Trans. On Fuzzy Systems*, 3,370-379, 1995.
39. Paterlini, S. ve Krink, T., Differential evolution and particle swarm optimisation in partitional clustering, *Computational Statistics& Data Analysis*, 50(5), 1220-1247, 2006.
40. Price K., *New Ideas in Optimization*, McGraw-Hill Publishing Company, 77-106, 1999.
41. Reddy, M.J. ve Kumar, D.N., Multiobjective Differential Evolution with Application to Reservoir System Optimization, *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, 2, 136-146, 2007.
42. Shen, J., Chang, S. I., Lee, E. S., Deng, Y., Brown, S. J., Determination of cluster number in clustering microarray data Judong, *Applied Mathematics and Computation*, 169, 1172–1185, 2005.
43. Stedinger, J. R., Vogel, R. M. ve Foufoula-Georgiou. E, Frequency analysis of extreme events. In: *Handbook of Hydrology* (ed. by D. R. Maidment), Chapter 18:1-68, McGraw-Hill, New York, USA, 1993.
44. Storn R. ve Price K., Differential evolution - a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces, Technical report, International Computer Science Institute, Berkley, 1995.
45. Storn, R. ve Price, K., Differential evolution-a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces, *Journal of Global Optimization*, 11, 341-359, 1997.
46. Sugar, C. A., James, G.M., Finding the number of clusters in a data set: an information-theoretic approach, *J. Am. Statis. Ass.*, 98, 750-763, 2003.
47. Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası: Cilt:1, Noktasal Yağışların Frekans Analizi, 1990, D.S.İ. Ankara.
48. Velthuizen, R. P., Hall, L. O., Clarke L. P., Silbiger, M.L., An investigation of mountain method clustering for large data sets, *Pattern Recognition*, 30, 1121-1135, 1997.



49. Vesterstrom, J. ve Thomsen, R., A comparative study of differential evolution, particle swarm optimization and evolutionary algorithms on numerical benchmark problems, Congress on Evolutionary Computation, CEC2004, 2, 1980-1987, 2004.
50. Wichasilp, C., Wiriryasuttiwong, W., Kantapanit, K., Design of Fuzzy Logic Controllers by Fuzzy c-Means Clustering, Thammasat Int. J . Sc. Tech., 8,12-16, 2003.
51. Zhang, Y., Wang, W., Zhang, X., Li, Y., A cluster validity index for fuzzy clustering, Information Sciences, 178,1205–1218, 2008.
52. Zhao., F., Le, L., Fuzzy C-means Clustering for 3D Seismic Parameters Processing, Journal of Geography and Geology, 1, 47-50, (2009).

**EK-A:**  
**EGE BÖLGESİNDE YER ALAN**  
**İSTASYONLAR İÇİN STANDART SÜRELİ**  
**MAKSİMUM YAĞIŞ DEĞERLERİ**

Tablo A.1 Acipayam DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

ACIPAYAM	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	6,3	8,0	8,4	9,8	14,4	27,6	29,9	32,8	35,9	37,1	39,4	40,1	40,1	47,5	
2004	6,1	9,5	11,5	15,5	16,2	16,8	17,6	17,6	17,6	17,6	17,7	18,3	21,3	54,1	
2003	4,5	7,2	9,6	16,9	22,2	23,0	24,0	25,5	25,3	26,2	26,5	26,6	31,2	37,3	
2002	5,2	8,6	10,7	16,2	25,0	42,3	44,9	45,1	45,1	45,1	45,2	45,2	46,2	46,3	
2001	4,2	6,8	9,7	14,0	18,1	18,7	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,4	20,6	37,2	
2000	6,1	7,9	9,7	17,1	26,2	29,3	30,2	30,2	30,2	30,2	30,3	30,3	30,7	32,4	
1999	10,5	17,9	22,5	28,3	32,1	34,3	38,1	43,5	45,5	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	
1998	5,1	6,9	8,6	11,4	12,7	13,8	15,6	16,0	16,0	16,0	16,0	16,1	16,1	37,0	
1997	2,4	3,0	3,6	4,5	5,3	8,5	8,6	11,5	14,2	15,6	15,6	15,6	15,6	44,9	
1996	1,6	2,7	3,8	5,5	9,2	11,4	11,6	13,3	14,6	14,9	19,3	20,3	20,4	43,6	
1995	3,1	5,8	6,2	9,5	11,8	15,7	18,9	19,0	22,8	25,3	27,9	36,8	37,0	42,7	
1994	4,5	7,2	10,2	14,8	16,4	17,0	17,5	17,6	17,6	17,8	18,0	18,1	18,2	37,5	
1993	5,2	6,0	6,9	7,1	7,1	8,8	9,0	10,3	11,8	13,6	13,6	13,7	13,8	34,7	
1992	5,8	8,1	9,0	13,6	19,3	22,4	22,4	22,5	22,5	22,5	30,8	35,2	31,7	34,5	
1991	8,7	16,2	18,4	20,9	21,0	22,8	25,6	26,0	26,0	26,0	26,0	28,5	34,0	39,5	
1990	1,8	2,2	2,3	3,1	3,7	4,5	6,3	7,1	7,1	7,2	7,2	7,8	7,8	43,7	
1989	3,5	4,5	5,0	7,0	7,2	7,2	7,5	7,7	7,7	8,5	10,1	10,6	14,1	32,5	
1988	8,1	10,1	12,1	16,4	17,3	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	54,6	
1987	5,4	7,8	9,2	10,1	11,4	12,2	12,2	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	43,6	
1986	7,8	10,4	12,8	23,0	27,5	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	
1985	3,5	3,8	4,5	8,0	8,3	8,5	8,5	9,2	9,4	16,8	16,8	16,8	17,5	38,2	
1984	4,0	4,8	6,5	8,0	8,7	12,8	15,2	16,1	16,1	16,1	16,1	16,2	16,4	41,7	
1983	10,2	20,3	20,7	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	26,9	29,3	43,7	
1982	10,0	11,6	12,6	14,9	15,6	16,7	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	22,6	34,8	
1981	1,4	2,5	3,3	4,7	7,6	11,1	12,9	13,1	13,1	13,3	13,4	13,4	13,4	65,1	
1980	5,3	7,5	9,8	9,8	10,7	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	53,2	
1979	5,5	8,8	10,0	12,3	16,2	17,5	18,0	20,2	20,4	20,5	21,1	21,1	21,1	34,3	
1978	5,0	5,6	6,6	9,6	12,1	14,6	16,5	17,6	23,7	24,7	26,0	35,0	48,2	48,3	
1977	4,9	4,9	5,3	6,2	8,3	10,9	12,1	13,1	13,2	13,3	13,4	17,4	22,6	47,1	
1976	2,8	3,9	5,7	8,3	11,4	14,2	20,9	21,8	22,3	22,4	23,2	26,3	28,2	58,9	
1975	4,4	5,4	5,4	5,4	5,5	10,3	10,5	12,7	15,2	17,3	24,0	26,0	26,0	26,0	
1974	6,2	8,6	9,2	9,3	11,9	12,2	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	16,5	19,8	20,5	
1973	4,2	8,4	9,7	12,2	18,4	21,5	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	64,6	
1972	6,6	6,8	7,5	9,0	10,8	12,0	13,7	14,5	14,8	14,8	14,8	14,8	25,2	45,2	
1971	6,7	10,2	10,4	15,7	17,2	18,0	18,0	18,0	18,4	19,5	19,5	19,6	19,6	37,6	
1970	4,4	6,2	10,6	17,0	26,5	28,9	29,5	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	37,1	

Tablo A.2 Afyon DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

AFYON	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	5,3	8,5	10,7	16,3	17,4	17,5	17,6	20,2	23,3	25,6	29,0	30,3	30,5	37,3	
2004	2,2	3,4	4,7	5,8	6,6	12,2	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,7	18,6	27,3	
2003	2,0	3,9	5,8	8,2	9,8	14,4	16,1	16,2	16,2	16,2	16,6	17,3	17,4	36,6	*
2002	6,0	6,0	6,0	8,6	13,5	16,7	17,2	17,2	17,2	17,3	18,5	18,5	20,8	60,3	*
2001	2,8	4,8	7,0	11,5	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,1	38,0	*
2000	5,4	6,1	7,1	9,5	11,9	12,5	12,6	15,7	17,2	17,8	17,8	18,4	18,5	18,6	
1999	3,9	5,2	6,7	11,3	18,8	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	
1998	4,3	4,6	6,1	9,2	10,4	10,5	12,1	13,3	15,1	16,5	17,0	17,7	20,6	37,2	*
1997	6,1	9,4	13,0	18,7	22,3	29,0	29,7	29,7	30,2	32,7	33,7	33,8	34,2	34,3	
1996	9,7	15,9	19,2	26,9	34,0	35,7	35,7	35,7	35,8	35,8	35,8	35,9	36,0	36,0	
1995	4,0	6,3	7,6	11,3	15,0	16,2	16,3	16,3	16,3	16,3	19,6	23,6	23,7	23,8	
1994	3,1	5,4	5,9	8,9	10,8	14,2	15,7	15,7	15,8	16,3	17,1	17,1	20,6	27,0	
1993	3,4	6,3	7,3	9,6	13,2	16,8	18,8	18,9	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
1992	5,8	8,4	10,0	14,3	23,1	28,8	29,5	29,9	30,0	30,8	36,0	36,0	36,1	36,1	
1991	4,9	6,9	8,7	11,4	11,5	14,0	15,9	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	32,7	
1990	2,5	4,0	5,3	7,3	8,2	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	14,3	14,3	14,5	27,6	
1985	4,0	6,1	8,5	14,6	19,0	24,9	28,2	31,0	33,5	34,1	35,6	39,5	39,6	39,6	
1984	2,0	3,5	4,5	6,8	8,3	8,6	9,0	9,4	10,1	11,8	12,5	15,2	15,8	30,7	*
1983	7,1	9,9	12,2	17,4	19,8	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	34,0	
1982	4,0	4,6	5,1	5,2	7,4	8,9	13,2	16,5	16,5	16,5	16,5	16,6	16,6	16,6	
1981	14,5	16,4	19,4	20,5	20,6	20,8	21,7	22,3	22,3	22,9	27,7	28,0	28,0	32,0	
1980	2,0	3,5	3,6	6,0	8,7	14,1	15,9	16,7	18,2	20,2	22,9	24,5	25,5	28,9	
1979	4,0	5,0	6,0	11,5	18,1	23,6	23,6	23,6	23,6	25,0	25,7	26,0	26,0	26,0	
1978	4,8	6,2	7,2	7,3	9,3	16,1	22,6	23,1	25,3	25,5	25,5	25,5	25,6	25,6	
1977	6,7	9,0	11,9	12,8	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	16,1	17,5	20,8	
1976	7,4	11,1	14,8	21,1	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	25,7	25,8	25,8	
1975	9,5	9,8	10,6	10,9	11,0	14,9	15,0	15,0	15,0	16,5	22,8	24,2	24,7	24,7	
1974	1,0	1,5	1,5	1,8	5,0	8,2	11,2	14,0	14,7	15,0	19,5	22,9	22,9	22,9	
1973	5,3	9,6	10,2	13,1	18,9	22,6	24,4	24,7	24,8	24,8	26,0	26,2	26,9	27,0	
1972	10,8	12,0	12,8	12,8	14,0	14,0	22,8	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	
1971	5,0	7,5	7,8	8,2	10,6	14,3	18,2	21,9	25,1	27,2	29,7	35,0	39,2	39,2	
1970	11,7	17,5	23,4	33,4	34,5	36,8	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	
1969	3,0	4,0	4,5	4,5	16,4	19,1	22,8	25,1	27,3	29,1	29,9	30,4	30,4	30,5	
1968	1,7	2,8	3,6	4,9	10,8	15,3	16,8	19,8	21,8	25,8	31,4	38,5	51,8	59,6	
1967	2,0	3,0	3,1	3,4	4,9	9,0	9,5	10,6	11,8	12,3	12,6	14,1	15,0	22,9	
1966	3,0	3,0	4,0	7,0	8,3	16,0	20,5	22,1	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	
1965	5,0	9,0	11,0	11,4	12,3	13,1	13,1	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	15,9	
1964	4,5	6,0	6,5	7,0	14,0	16,0	16,5	16,5	16,5	18,5	19,5	25,7	27,7	30,7	
1963	10,0	14,5	19,0	24,5	29,7	31,2	31,7	33,2	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	37,1	
1962	2,5	4,0	5,5	9,5	9,5	9,5	9,5	14,4	14,4	14,4	14,4	17,9	19,9	23,6	
1961	10,0	18,0	21,0	33,0	34,0	38,0	40,7	42,2	42,2	42,9	43,2	43,5	43,5	46,6	
1960	2,6	4,0	5,8	6,0	7,2	11,0	14,0	16,0	16,3	16,9	19,0	30,8	33,9	36,8	
1959	5,0	5,2	7,5	7,5	7,5	9,5	9,5	10,8	11,6	11,6	13,8	14,6	15,2	17,8	
1958	3,5	4,3	6,5	13,0	13,0	13,8	15,4	21,1	23,6	23,9	24,2	24,8	38,5	38,5	
1957	7,5	8,5	11,0	12,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,2	20,2	20,2	23,6	23,8	

Tablo A.3 Akhisar DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

<b>AKHISAR</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>24 +</b>
<b>2005</b>	7,3	12,4	14,8	22,6	25,9	27,6	27,6	27,6	30,3	34,5	40,5	46,5	48,5	53,4	
<b>2004</b>	3,5	4,7	6,0	9,2	13,0	18,3	20,3	20,3	20,4	20,4	23,0	25,3	25,4	59,2	*
<b>2003</b>	3,5	5,6	7,7	14,2	18,3	25,1	28,7	28,8	28,8	29,9	30,1	32,5	34,7	35,5	
<b>2002</b>	3,8	5,1	6,5	10,4	12,4	16,4	20,5	25,6	28,2	30,4	34,0	35,8	41,5	48,8	
<b>2001</b>	9,0	10,2	14,2	18,3	21,3	33,3	35,5	36,8	37,0	37,0	37,1	37,1	39,0	60,9	
<b>2000</b>	3,0	5,7	7,4	10,3	11,3	14,8	15,5	15,6	15,7	16,0	17,2	17,2	20,8	21,4	
<b>1999</b>	3,2	5,5	7,4	9,5	11,9	16,3	18,6	18,7	18,8	20,0	22,3	22,3	24,4	24,6	
<b>1998</b>	20,8	31,4	41,7	62,7	81,6	84,5	87,5	87,6	87,6	87,7	87,7	87,7	90,7	104,3	
<b>1997</b>	4,0	6,8	8,1	10,9	16,4	21,4	25,0	32,3	36,9	38,0	45,7	60,1	81,0	85,5	
<b>1996</b>	6,5	8,6	10,6	20,3	27,0	28,2	28,8	28,9	29,5	31,1	31,7	32,0	34,7	43,3	
<b>1995</b>	7,4	8,5	9,6	15,3	21,5	23,9	32,9	39,9	51,7	52,4	52,4	52,4	52,4	52,5	
<b>1994</b>	17,5	24,1	30,8	45,2	52,3	52,7	53,0	53,0	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	
<b>1993</b>	9,9	14,4	14,5	14,6	14,6	17,1	17,1	17,2	19,9	21,5	23,3	27,1	27,3	40,1	
<b>1992</b>	3,5	6,3	8,3	9,4	10,7	11,3	11,4	18,7	19,9	21,5	23,3	27,1	27,3	40,1	
<b>1991</b>	5,5	6,2	7,5	9,7	9,7	11,2	11,3	11,5	17,7	17,7	17,7	18,3	18,3	22,4	
<b>1990</b>	11,3	14,6	22,1	22,9	31,0	35,2	35,2	37,0	37,0	38,0	38,0	38,4	40,0	52,4	
<b>1989</b>	1,8	2,8	3,8	5,8	9,5	17,0	23,3	26,4	29,7	28,9	28,9	31,7	40,2	42,0	
<b>1988</b>	6,6	11,7	13,7	19,6	20,4	20,4	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	39,9	
<b>1987</b>	6,6	8,9	9,9	11,1	12,6	15,4	18,0	18,3	18,5	18,8	21,4	22,5	24,0	49,8	*
<b>1986</b>	4,2	6,6	7,5	7,8	9,8	11,0	11,0	16,4	18,9	19,8	21,6	25,2	25,2	107,0	*
<b>1985</b>	7,6	10,3	12,4	13,0	13,2	13,6	15,0	18,6	21,0	29,6	37,4	39,6	39,6	39,6	
<b>1984</b>	2,2	3,3	4,3	5,3	6,8	10,6	15,0	15,2	15,2	20,8	20,8	20,8	20,8	31,1	
<b>1983</b>	4,0	6,7	7,2	11,3	12,0	19,8	29,9	33,1	33,8	34,5	37,4	44,6	44,6	47,0	
<b>1982</b>	13,3	15,0	18,5	22,3	23,2	24,7	24,8	24,8	25,0	28,7	34,2	37,6	40,9	40,9	
<b>1981</b>	2,5	3,0	4,0	5,0	7,5	10,5	14,5	18,0	23,0	27,1	33,7	35,1	35,1	101,8	*
<b>1980</b>	7,8	10,1	15,0	18,1	23,7	27,0	27,3	27,4	27,4	29,8	32,5	32,5	32,5	32,7	
<b>1979</b>	15,5	17,7	17,7	19,7	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	40,4	
<b>1978</b>	5,6	10,6	15,1	23,4	24,7	25,6	31,6	34,5	35,0	35,0	35,0	35,0	35,9	46,7	
<b>1977</b>	9,0	12,1	14,1	15,6	16,0	17,4	19,4	19,9	20,7	23,1	25,4	34,5	46,1	47,1	
<b>1976</b>	8,6	9,9	10,8	10,8	13,8	13,8	22,4	27,8	32,6	33,6	33,6	53,9	56,4	56,9	
<b>1975</b>	10,5	11,5	12,1	12,9	15,9	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	26,4	34,1	40,1	55,2	
<b>1974</b>	12,0	16,0	18,0	19,5	21,7	22,2	24,1	28,2	29,8	36,6	47,1	52,1	52,9	52,9	
<b>1973</b>	3,2	5,2	6,2	7,8	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	33,4	*
<b>1972</b>	8,6	10,4	12,7	15,5	15,5	15,5	17,0	22,1	26,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	
<b>1971</b>	5,6	8,3	9,9	11,5	14,2	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	34,6	
<b>1970</b>	5,0	5,7	6,7	7,4	9,2	12,3	20,4	22,4	23,9	24,7	24,7	24,7	24,7	40,8	
<b>1969</b>	2,6	4,0	4,7	5,2	5,7	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	31,7	*
<b>1968</b>	6,5	9,7	12,0	14,2	14,6	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	50,6	*
<b>1967</b>	4,5	6,5	7,8	8,5	9,3	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	48,0	*
<b>1966</b>	8,7	9,5	9,7	11,0	11,0	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	31,0	*
<b>1965</b>	1,3	2,4	2,7	3,2	5,8	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	53,5	*

Tablo A.4 Aydın DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

AYDIN	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	6	9	9	13,9	19,2	30,7	34,4	35,4	35,5	37,9	38,9	38,9	47,2	50,9	
2004	5,9	9,2	12,4	18,5	24,8	25,4	29,6	29,7	29,7	33,3	44,1	44,1	48,2	51,6	
2003	10,7	21,3	32	59,8	78,1	87,3	87,4	91,4	91,4	91,4	91,6	91,7	91,9	92	
2002	7	12,8	16,4	22,7	23,3	24,5	24,5	24,5	26,6	30,1	30,2	30,2	34,3	47,2	
2001	4,1	6	6,4	7,9	12,8	19,8	22,9	23,5	23,6	23,6	23,6	23,6	24,9	63,7	*
2000	8,7	10,5	15	19	22,1	23,1	23,5	23,5	23,5	23,8	29,7	29,7	29,7	29,7	
1999	5,7	9,3	9,9	16,6	18,5	18,6	18,6	18,6	18,7	18,7	18,7	18,7	18,8	18,8	
1998	6,3	8,7	11,2	17,9	31	40,4	46,2	48,3	48,3	48,3	48,4	49,7	57,7	58,2	
1997	6,9	9,1	11,1	13,8	15,3	16,1	16,7	16,7	17	17,8	17,8	21,6	24,5	74,9	*
1996	6,8	8,4	13,1	19,6	27,8	28	30,4	31,4	31,4	31,4	31,5	31,5	31,6	42,1	
1995	8,1	11,1	14,9	21,1	23	23,8	24,1	24,2	24,2	24,6	24,7	24,8	24,9	33,6	
1994	5,4	7,1	9,7	13,6	14,5	22,9	29,9	36,1	40	42,6	45,6	53,1	53,7	53,8	
1993	1,6	2,7	3,5	5,9	9	13,6	15	16	16,1	18,6	19,7	21,2	23	48,1	*
1992	7,4	9,4	11,7	18,9	19,9	22,6	23	24,1	24,3	27,5	29,9	29,9	29,9	29,9	
1991	9,8	11,9	13,2	15	15,7	16,5	17,3	20,2	22,5	24,2	25,8	29,3	35,4	42,7	
1990	5,5	6,9	8,9	16	20,3	20,5	23,5	30,8	32,6	38,4	44	46,5	48,2	80,2	
1989	1,5	3	3,5	4,5	6	11,6	15,4	17,5	17,6	18	22,8	26,6	27	53	*
1988	7,8	8,8	9	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	34,2	*
1987	4,4	6	7,9	8,5	11,9	13,8	14,2	16,7	25	26,8	28,3	28,3	35,1	51,1	
1986	9,8	12,6	18,2	29,9	39,9	43,3	45,9	46	46	46	46	46	46	60,8	
1985	6,9	10,2	11,7	13,7	13,8	14,2	16,3	17,7	18	21,1	28,4	29,4	29,9	37,8	
1984	8,9	9,9	10,3	12,3	17,2	23,1	30,4	35,2	38,9	40,1	42	44,6	44,8	54,8	
1983	6,6	8	10	11,8	14,7	17,5	17,7	18,9	23,4	25,2	26,6	28,6	30,9	33,4	
1982	7,5	11,1	13,9	16,3	20,6	24,8	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	45,3	
1981	5	5,5	7,5	9,4	15,4	26,1	26,1	28,5	36,3	42,1	53,6	75,2	87	89,3	
1980	9,3	10,9	12,3	20,8	38,9	42,4	46,3	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	49,3	
1979	9,7	12,2	12,7	13,3	14,5	14,6	14,9	19,7	22	22,6	22,8	23,1	28,1	29,3	
1978	11,6	17,4	17,4	20,1	22,4	23,1	23,1	25,9	26,8	26,8	27	27,4	31,2	53,1	
1977	7,4	9,6	10,8	12,1	12,1	17,5	17,5	17,5	19,5	22,7	22,8	22,8	22,8	30,4	
1976	8,5	14,8	18	26	28,6	31,4	32,3	32,8	43,9	50	51,6	59,8	59,9	60,5	
1975	7	11,9	15,2	19,9	29,4	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	30,6	41,4	
1974	3,7	7,9	9,5	11,5	11,5	13,5	13,6	13,6	14	14,6	14,6	14,6	18,7	51,7	*
1973	4	6,5	8,7	9,7	18	20,2	22,1	22,7	24,5	25,4	29,3	29,5	30	55,3	
1972	7,1	10,8	12,6	14,7	18,2	19,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	21,6	22,6	25,9	
1971	6,3	7,3	8,4	9	11,3	15,7	22,6	29,4	35,5	39,7	42,3	43,8	47,8	50,5	
1970	5,2	8,3	8,5	14,4	16,6	22,9	24,2	24,4	26,1	27,1	27,2	27,6	28,2	39,7	
1969	4	6,5	9,8	13,7	13,8	15,1	15,8	15,9	15,9	16,9	17,4	20,2	41,7	48,6	
1968	5	6,8	9,1	11,6	12,4	17,3	23,4	25,2	29,3	33,7	37	39,5	48,8	48,8	
1967	5,2	7,4	12,4	16,8	21	23,9	28,5	29,3	29,3	29,3	29,3	29,4	32,6	34,2	
1966	5,6	9	12,1	20,8	23,3	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	26,6	28,2	37,5	
1965	6	6,9	7,2	8,7	17,4	24,3	26,9	26,9	29,5	31,9	33,6	33,6	34,2	39,5	
1964	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	9,7	11,6	12	12,2	12,2	15,1	17,6	17,6	68,8	*
1963	6	9	9,3	9,6	9,6	10,6	10,6	10,6	11	15,4	16,7	16,7	17,2	39,2	*
1961	5,5	7,4	8,7	9	9,4	17,2	17,2	17,2	17,9	17,9	17,9	17,4	20,3	35,7	
1960	9	12	14,7	15	16,2	17,1	17,1	18,9	20,3	21,8	23,6	28	38,4	52,3	
1959	3,3	5,2	6,3	7,6	9,2	9,4	9,4	14,9	20	20,4	20,4	25,6	32,4	56,9	*

Tablo A.5 Ayvalık DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

AYVALIK	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	4,4	6,3	8,4	11,7	18,3	24,4	25,3	27,5	29,4	30,2	43,4	43,6	57,6	62,7	
2004	6,4	11,9	16,8	27,4	29,6	31,6	36,2	41,2	41,2	41,2	41,2	41,2	41,2	112,8	*
2003	3,0	5,5	7,2	9,5	11,2	15,4	17,1	17,1	17,8	17,9	20,5	21,1	21,4	43,3	*
2002	17,3	28,1	38,6	60,0	85,5	135,1	151,8	152,9	156,0	156,7	156,8	156,8	156,8	168,9	
2001	4,7	6,3	7,5	8,6	14,2	24,0	32,3	38,6	44,7	53,4	67,1	79,0	79,5	80,8	
2000	9,8	12,4	19,9	23,1	26,4	27,2	31,0	36,0	38,9	46,9	50,2	52,6	60,0	60,0	
1999	6,3	8,3	9,4	17,1	25,4	28,2	28,4	29,2	30,3	30,4	30,4	33,5	38,4	40,4	
1998	9,4	15,0	18,4	29,4	41,5	47,4	48,2	60,5	77,6	81,0	83,1	93,9	94,8	95,3	
1997	7,0	10,0	15,5	26,5	32,9	34,5	35,5	35,9	37,6	41,1	45,1	63,7	72,9	84,8	
1996	5,1	7,0	8,7	11,6	14,3	21,8	26,8	29,8	34,1	38,6	44,6	52,8	64,6	66,0	
1995	7,7	9,5	11,6	16,4	20,5	20,6	23,1	24,3	28,3	32,0	34,6	37,0	37,1	37,1	
1994	9,3	16,4	19,4	28,4	39,2	47,0	54,9	57,3	61,1	63,7	64,9	65,0	76,0	77,3	
1993	8,0	13,7	15,7	23,7	32,8	47,5	55,4	64,9	70,6	73,3	73,8	74,0	77,1	81,7	
1992	6,1	9,5	13,5	18,2	28,2	46,1	60,4	21,9	29,2	84,5	85,5	85,9	85,9	85,9	
1991	5,5	7,7	10,3	10,3	14,1	26,3	29,9	30,1	30,1	30,1	31,6	31,7	31,7	50,0	
1990	6,9	9,1	10,7	14,8	21,5	31,1	31,1	31,1	31,1	39,5	39,5	39,5	40,5	58,9	
1989	2,0	3,8	4,0	7,0	10,4	14,7	16,0	16,7	16,9	16,9	17,3	17,4	17,7	36,0	*
1988	5,9	10,9	13,0	18,8	21,2	27,1	32,4	40,5	45,1	48,7	48,8	50,0	62,2	107,7	
1987	8,8	10,1	12,1	14,5	27,2	33,3	40,0	50,1	54,8	55,1	56,1	57,2	71,5	73,1	
1986	12,2	19,6	24,1	31,0	37,3	42,1	42,3	42,3	46,8	56,8	70,6	78,6	79,3	79,5	
1985	4,3	13,2	15,3	22,4	25,4	25,4	25,4	27,1	27,5	27,9	28,0	32,0	32,7	43,4	
1984	3,5	7,0	8,4	14,3	19,7	31,3	33,3	34,6	37,0	40,7	41,4	48,1	52,3	64,4	
1983	2,8	4,2	5,5	7,8	9,1	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	45,3	*
1982	6,3	12,1	13,1	20,9	35,6	44,1	47,1	51,3	52,4	52,4	52,9	54,5	54,5	54,5	
1981	14,4	22,3	25,3	29,8	33,3	38,9	39,9	40,7	41,9	41,9	42,2	63,9	66,8	106,9	
1980	7,2	7,3	7,3	7,3	9,8	10,9	11,1	11,8	12,3	12,3	12,3	19,7	19,7	61,9	*
1979	5,5	7,1	8,2	12,2	17,3	32,1	35,1	36,2	38,3	38,4	38,4	44,5	45,9	53,5	
1978	9,8	18,8	23,1	33,3	40,5	44,7	53,5	61,9	65,9	66,3	67,1	67,1	67,1	74,5	
1977	5,7	8,8	10,1	12,0	12,9	14,0	15,3	15,4	16,5	20,0	23,5	23,6	23,6	37,1	
1976	8,1	13,2	18,2	26,7	33,0	47,5	55,2	61,0	66,0	67,1	75,9	84,5	95,6	106,6	
1975	7,6	10,9	12,9	14,9	24,2	26,1	27,0	27,4	27,4	27,4	30,1	37,8	45,6	54,8	
1974	8,5	13,5	17,6	38,0	42,8	47,7	49,7	50,8	50,9	50,9	50,9	50,9	67,7	70,2	
1973	4,1	6,4	8,3	11,9	20,2	27,2	29,1	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	72,0	*
1972	8,3	15,9	18,5	30,5	35,4	44,2	49,5	52,3	53,0	55,4	57,5	57,6	57,6	57,6	
1971	9,4	15,1	17,5	20,1	20,3	24,6	24,6	30,4	32,3	33,8	34,9	51,0	62,1	65,5	
1970	14,5	24,1	31,1	42,9	73,3	79,2	82,2	84,5	86,7	87,2	88,9	91,6	91,6	91,6	
1969	10,4	11,3	12,8	14,1	21,0	39,3	56,8	57,2	57,9	65,3	73,8	87,6	92,5	93,6	
1968	9,0	13,8	15,7	16,6	16,6	16,6	17,1	19,3	21,4	22,8	23,7	23,7	23,7	35,7	
1967	6,1	9,2	11,4	14,8	27,0	32,2	34,8	35,5	39,1	39,8	40,4	41,3	41,3	41,3	

Tablo A.6 Bergama DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

BERGAMA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	5,3	9,3	13,2	19,9	28,3	34,0	34,0	35,9	39,3	42,1	47,3	48,2	48,3	49,1	
2004	4,5	7,0	7,4	13,8	22,7	25,3	27,8	28,0	28,0	28,1	28,1	28,1	28,7	35,4	
2003	3,9	6,9	10,2	15,8	28,0	47,2	51,6	54,0	54,5	54,9	55,8	55,8	55,9	56,0	
2002	4,1	7,6	9,6	14,2	19,2	21,6	26,6	30,8	37,6	42,0	47,0	54,2	64,2	81,1	
2001	10,2	10,9	11,9	20,2	23,0	30,1	37,3	41,9	45,5	49,3	56,9	68,1	70,1	75,1	
2000	3,6	5,4	6,2	7,9	9,6	13,4	17,9	20,3	20,9	23,5	30,0	35,1	38,9	41,2	
1999	5,3	8,4	9,2	11,7	19,5	27,2	27,6	28,3	28,3	28,3	28,4	28,8	31,4	31,4	
1998	8,0	13,0	17,1	23,5	28,6	34,0	34,7	37,3	37,3	37,5	37,6	38,5	38,6	85,2	*
1997	7,1	11,2	12,2	13,8	17,1	27,1	36,3	43,6	47,7	53,4	60,7	72,2	76,3	76,3	
1996	6,9	9,7	10,5	14,0	18,1	28,1	29,8	31,3	33,8	33,9	35,9	45,0	47,1	47,2	
1995	5,6	8,4	11,2	15,2	18,8	20,2	21,9	26,3	27,4	27,5	27,5	29,0	29,2	39,2	
1994	7,9	14,5	17,3	25,2	33,7	39,0	39,1	39,2	39,2	39,2	39,2	39,3	39,3	39,3	
1993	6,5	11,1	13,8	14,1	14,2	14,7	17,9	19,4	21,9	31,1	34,5	35,4	35,4	44,8	
1992	6,7	10,6	13,2	17,8	18,8	19,3	24,1	27,5	28,1	31,5	32,1	33,9	34,7	43,4	
1991	4,9	8,4	9,4	12,1	13,6	19,0	24,9	27,0	30,4	32,5	31,1	31,9	36,1	40,4	
1990	5,8	8,1	8,8	13,4	18,1	19,2	22,8	31,3	34,6	36,9	40,5	43,3	43,9	44,2	
1989	10,2	13,6	20,3	23,9	24,1	24,5	27,5	34,4	41,7	43,8	48,0	50,2	50,5	64,0	
1988	10,8	15,6	19,1	27,8	29,3	35,0	35,2	36,3	36,4	41,6	46,2	51,4	61,3	63,2	
1987	9,0	9,5	13,1	18,7	27,7	33,8	34,1	42,8	42,8	43,8	43,8	43,8	43,8	95,1	*
1986	9,7	14,3	20,7	36,2	54,9	73,8	83,7	92,3	99,4	107,1	120,8	125,6	145,7	173,6	
1985	10,0	16,3	17,9	22,9	32,4	36,0	36,0	37,3	37,3	39,9	52,7	68,8	68,8	74,6	
1984	4,2	4,7	6,2	8,7	13,2	19,2	21,4	24,4	25,1	26,1	29,1	33,9	38,2	38,4	
1983	6,5	7,5	8,3	8,5	14,2	19,1	25,2	29,2	32,2	34,2	36,6	45,8	55,4	57,3	
1982	5,6	10,7	11,1	19,6	25,6	31,9	38,0	42,6	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9	48,4	
1981	5,4	8,7	10,9	14,4	15,3	16,6	19,6	22,0	25,5	34,7	39,8	50,5	54,6	71,9	
1980	8,9	10,6	13,7	17,5	17,9	17,9	31,0	34,9	37,4	39,2	43,8	51,3	51,3	51,3	
1979	10,4	16,4	19,6	24,4	25,1	25,2	29,6	36,8	39,8	40,7	44,5	46,2	57,9	66,6	
1978	8,0	8,4	13,3	16,7	17,8	26,4	36,1	40,8	45,2	47,1	48,5	49,5	49,5	49,6	
1977	6,7	8,5	9,6	12,6	22,8	30,0	34,5	40,2	44,2	45,9	46,9	48,0	48,0	48,0	
1976	10,0	12,3	17,8	34,4	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3	43,8	52,7	56,3	
1975	14,3	20,4	21,5	22,2	32,0	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	49,2	55,2	
1974	12,9	16,0	17,3	20,1	23,9	24,5	24,5	24,6	27,2	27,2	31,5	36,0	40,6	45,7	
1973	5,2	6,7	8,2	10,7	13,4	18,7	21,0	22,4	23,1	24,4	26,1	33,8	34,3	45,2	
1972	17,0	18,3	19,6	20,9	20,9	20,9	30,2	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	41,5	
1971	7,4	8,4	9,8	14,1	19,9	26,8	26,8	30,4	35,5	40,2	42,7	43,5	48,4	48,4	
1970	8,8	13,9	13,9	13,9	16,6	21,9	23,7	27,3	27,3	28,2	29,3	30,0	30,0	49,6	
1969	6,0	7,5	8,6	9,4	13,3	21,6	29,4	34,1	37,6	37,6	39,4	44,1	46,5	57,7	
1968	8,5	12,3	15,8	19,8	25,2	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	51,0	
1967	5,0	6,3	8,5	14,4	21,2	21,2	15,3	15,9	16,7	19,9	26,5	28,5	28,9	57,8	



Tablo A.7 Bodrum DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

BODRUM	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	8,5	14,7	19,4	35,6	44,9	47,3	47,8	48,3	48,4	49,2	49,2	50,0	50,0	50,0	
2004	5,5	9,0	12,5	19,1	24,4	29,7	31,4	37,4	43,5	44,6	53,7	58,7	77,0	81,3	
2003	5,7	7,1	9,8	18,7	24,3	38,7	47,9	55,5	62,0	66,6	68,1	68,2	68,3	68,4	
2002	8,7	11,0	13,4	17,9	25,7	34,3	40,7	42,6	45,6	46,9	47,0	56,6	65,1	65,7	
2001	10,9	12,7	15,5	18,0	25,4	33,7	33,7	34,1	34,1	34,2	34,8	39,2	52,6	58,2	
2000	12,7	15,8	17,4	19,9	20,2	22,7	25,1	25,1	27,0	27,0	27,0	27,1	29,1	30,1	
1999	10,2	10,2	14,3	21,1	24,5	30,0	37,7	44,0	50,7	56,3	59,4	60,9	61,0	61,0	
1998	8,3	11,7	18,0	24,2	32,4	49,5	52,6	67,0	69,7	74,2	81,2	91,9	94,3	95,0	
1997	7,4	11,1	13,4	18,2	22,6	24,4	31,2	34,2	36,4	38,1	39,2	39,5	52,0	58,4	
1996	14,2	24,3	29,8	42,1	50,2	59,7	66,0	66,1	66,3	66,3	66,4	67,6	76,4	78,3	
1995	8,1	14,7	15,8	18,4	22,0	23,9	31,8	32,5	32,5	32,5	32,5	34,8	46,9	52,6	
1994	12,8	17,9	23,5	33,3	38,5	44,7	47,7	50,2	51,8	52,3	55,2	57,9	79,9	99,4	
1993	10,4	15,6	16,6	20,0	28,8	34,5	41,5	42,0	43,7	45,1	46,4	48,8	53,6	54,6	
1992	7,2	10,4	12,4	13,1	15,1	18,6	24,4	30,7	33,7	35,7	41,3	46,6	47,3	56,6	
1991	6,3	9,3	9,8	18,1	23,5	25,4	28,7	33,0	37,7	39,2	41,6	47,9	50,4	50,4	
1990	7,9	11,7	16,8	21,2	30,7	38,2	38,9	40,6	41,0	41,0	41,0	41,1	41,5	55,6	
1989	6,4	9,5	12,7	25,4	32,9	33,6	34,7	36,9	40,3	42,1	43,3	47,7	51,5	63,1	
1988	6,8	10,9	15,2	20,8	23,7	33,1	51,4	58,7	61,8	65,2	67,5	69,9	69,9	69,9	
1987	7,3	13,2	15,1	15,9	17,9	24,7	29,0	32,6	34,0	36,6	37,6	40,1	45,6	46,3	
1986	13,6	21,3	25,4	39,5	49,5	69,7	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	78,8	81,2	92,2	
1985	9,7	15,0	21,7	27,6	28,0	32,4	32,4	32,4	32,4	34,2	38,2	40,1	46,9	54,9	
1984	8,7	14,0	17,6	25,7	30,9	39,3	44,8	49,1	55,2	58,2	61,3	79,9	85,3	85,3	
1983	14,1	23,6	27,2	30,3	31,9	32,2	32,4	33,7	48,0	56,0	56,6	57,9	58,5	58,5	
1982	8,8	11,4	14,4	16,3	17,3	24,6	32,5	36,4	36,4	37,8	37,8	38,0	46,4	46,4	
1981	5,8	10,6	13,9	25,3	36,3	42,0	46,1	47,1	51,4	51,5	57,5	91,0	98,7	100,4	
1980	7,2	10,5	11,0	14,4	14,5	16,3	20,8	21,7	22,7	22,8	22,8	22,8	44,8	54,4	
1979	10,3	18,7	20,6	26,2	26,9	27,9	35,3	40,5	42,5	43,1	44,4	48,0	54,1	60,7	
1978	7,4	10,5	12,5	16,4	22,3	43,5	56,5	58,1	61,8	61,9	63,7	64,3	64,6	64,6	
1977	10,3	14,8	21,6	28,6	41,3	49,4	49,4	51,2	52,0	52,8	54,7	54,8	54,8	59,0	
1976	10,4	12,5	16,1	27,3	33,1	34,0	34,0	34,1	34,1	34,3	36,9	37,4	38,2	38,2	
1975	11,1	16,3	20,2	21,4	25,1	32,5	36,1	37,2	37,3	37,3	37,3	37,5	39,3	41,0	
1974	8,0	12,0	15,1	20,7	24,8	28,8	29,2	29,4	29,4	29,4	29,4	30,2	37,8	67,7	*
1973	10,1	18,4	23,9	28,8	29,3	30,7	33,5	35,9	35,9	37,4	38,3	38,3	38,4	38,4	
1972	11,8	19,6	27,0	40,5	43,4	54,5	60,6	70,4	73,9	74,4	74,4	74,4	91,4	92,9	
1971	10,4	17,9	24,7	42,8	57,2	69,7	73,8	75,8	76,8	77,2	77,5	86,7	101,2	124,5	
1970	11,7	16,6	17,9	23,7	30,8	57,1	62,1	68,7	82,5	83,3	83,5	84,0	85,0	85,0	
1969	8,6	12,8	16,1	19,7	23,7	38,3	44,2	46,1	48,3	51,6	53,2	54,2	54,4	56,0	
1968	8,2	13,8	15,4	19,0	22,2	25,9	26,4	30,6	35,1	35,2	35,2	46,2	48,5	48,5	
1967	9,5	12,0	15,4	25,2	30,5	32,5	34,9	35,7	36,0	38,7	39,5	39,6	42,6	54,0	
1966	10,1	12,0	15,5	22,2	27,1	31,3	40,2	42,7	45,5	50,4	58,1	61,0	72,9	75,7	
1965	5,9	10,3	13,1	13,8	15,0	22,4	25,9	26,0	26,0	26,0	28,7	28,9	36,7	77,2	*

Tablo A.8 Bolvadin DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

<b>BOLVADİN</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>24 +</b>
2005	7,5	12,5	16,3	27,0	35,0	37,9	37,9	38,0	38,0	38,0	38,0	38,1	38,2	38,2	
2004	1,2	2,4	3,4	5,2	5,8	8,7	10,3	11,2	12,1	12,8	13,7	14,4	14,7	22,4	
2003	1,4	2,9	4,2	8,4	11,2	12,7	14,4	15,0	15,1	15,1	15,1	16,0	16,0	45,7	*
2002	7,2	10,1	11,1	14,4	19,1	22,6	22,6	22,8	22,8	22,9	24,3	25,5	25,6	31,5	
2001	3,9	5,2	6,4	11,2	12,7	14,5	15,5	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,8	33,5	*
2000	3,1	4,5	5,4	6,1	7,5	8,1	8,8	9,7	10,7	10,7	11,2	13,1	14,7	16,8	
1999	12,4	12,4	12,4	14,7	21,7	27,3	28,0	28,3	39,2	42,0	42,3	43,3	43,3	43,3	
1998	3,7	4,2	4,7	5,4	6,3	8,4	12,3	15,7	19,0	20,5	23,7	24,2	25,9	26,4	
1997	3,1	4,3	5,5	8,8	15,4	23,0	29,2	33,8	39,4	44,6	47,8	49,4	49,7	59,2	
1996	3,0	5,5	7,1	11,5	13,3	18,3	25,3	27,8	29,6	31,0	31,8	34,6	34,7	34,8	
1995	8,0	12,7	15,1	20,3	23,0	23,1	23,1	23,1	23,3	23,3	23,4	23,4	23,5	23,5	
1994	1,7	2,0	2,9	5,3	7,5	11,5	16,8	21,1	22,0	22,4	23,3	23,4	27,3	28,1	
1993	6,3	11,3	14,7	17,9	19,3	21,4	21,9	22,0	22,0	22,2	22,2	22,2	22,2	22,8	
1992	5,2	5,6	8,2	8,5	11,0	13,1	16,4	16,7	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,9	
1991	7,7	9,6	11,8	13,3	14,1	14,9	21,5	26,4	27,6	29,1	32,6	37,3	42,2	43,1	
1990	1,9	2,5	3,5	5,9	7,9	10,0	11,8	12,9	13,4	13,7	14,1	19,2	27,3	28,6	
1989	3,0	3,5	3,5	6,0	7,5	8,2	9,5	9,7	11,3	15,4	18,0	18,0	18,1	28,8	
1988	1,5	2,3	3,0	6,3	10,1	18,1	22,3	26,7	28,0	28,7	29,7	30,5	31,4	32,0	
1987	7,9	9,1	9,5	14,0	14,6	15,2	16,7	18,9	22,8	23,6	23,9	31,0	31,1	40,9	
1986	4,5	7,1	8,2	8,9	10,2	13,4	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,9	14,9	35,5	*
1985	6,7	13,1	15,4	15,4	15,4	15,5	15,5	17,0	19,9	21,5	29,5	36,6	36,7	36,7	
1983	7,4	9,2	10,0	12,2	16,6	17,9	18,0	18,0	18,1	18,1	18,6	18,7	18,7	23,6	
1982	5,4	8,5	9,9	19,3	21,7	27,3	30,3	30,6	30,7	30,7	30,8	30,9	30,9	30,9	
1981	8,0	10,2	12,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	18,5	21,5	24,6	24,7	24,8	
1980	1,7	2,9	4,0	5,0	6,8	10,9	14,5	16,3	17,6	18,7	19,7	24,9	26,9	26,9	
1979	5,3	9,8	11,8	19,2	25,2	25,9	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2	26,4	26,4	
1978	2,0	2,8	3,4	5,4	7,8	10,7	13,8	18,9	21,8	24,5	24,9	26,2	33,3	33,3	
1977	7,8	11,9	14,0	18,3	18,5	18,5	18,5	18,5	20,7	22,2	24,4	25,3	25,3	25,9	
1976	3,5	5,0	7,3	8,3	15,1	16,1	15,6	17,8	20,7	22,1	23,5	25,7	25,7	25,7	
1975	9,8	12,8	15,2	19,5	21,3	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	22,3	23,8	30,5	
1974	6,9	14,2	19,1	38,3	43,5	44,3	45,2	45,6	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	
1973	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	7,6	7,6	8,3	9,5	9,9	10,4	11,8	12,2	12,2	
1972	18,7	25,7	37,0	50,4	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,6	53,6	

Tablo A.9 Bornova DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

BORNOVA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	5,9	9,2	12,5	18,3	24,5	31,9	35,5	36,9	38,1	38,3	38,3	38,4	38,4	38,8	
2004	3,0	5,6	8,3	13,7	20,7	22,1	22,2	22,2	22,2	22,6	27,1	28,1	38,4	42,6	
2003	2,5	4,1	6,1	9,1	15,2	26,8	31,8	32,7	37,9	43,3	45,2	46,0	46,9	49,5	
2002	3,0	4,6	6,5	10,4	18,7	27,3	30,2	31,3	33,0	33,0	35,7	36,1	36,2	37,3	
2001	16,3	24,1	28,3	32,8	37,7	66,1	72,6	77,3	81,3	83,0	85,9	104,9	104,9	104,9	
2000	9,2	10,2	12,9	21,6	33,3	41,6	43,5	49,6	50,0	52,3	53,7	55,6	62,3	66,5	
1999	5,4	7,1	7,9	12,7	15,7	16,2	17,6	18,1	18,1	18,1	18,1	21,5	21,6	22,2	
1998	9,2	12,4	14,9	17,6	28,4	33,1	44,3	52,0	58,9	60,4	60,6	73,2	76,7	76,7	
1997	8,8	10,3	12,7	13,9	14,2	14,3	19,2	21,0	21,2	23,0	23,8	25,4	36,8	96,5	*
1996	7,8	8,3	8,8	12,8	22,0	25,1	28,1	31,0	36,1	38,9	39,9	40,0	40,7	40,7	
1995	9,1	13,4	17,0	23,4	28,5	29,0	30,5	30,6	43,3	43,7	43,7	43,7	53,7	55,1	
1994	3,5	5,9	8,2	13,2	20,3	24,7	29,2	31,3	32,4	32,4	32,4	33,3	33,4	38,9	
1993	5,0	9,0	11,6	17,2	22,1	29,8	34,4	39,3	42,4	43,6	44,7	46,1	58,9	60,5	
1992	6,1	9,3	11,8	19,3	26,9	35,7	43,0	49,5	52,9	56,2	58,6	59,0	59,0	59,0	
1991	5,1	9,2	11,2	13,3	16,5	22,5	26,3	27,7	28,2	28,2	28,5	28,5	32,6	41,9	
1990	1,8	3,3	4,0	6,3	7,7	10,0	11,4	14,9	15,4	15,9	20,4	21,2	29,2	47,9	*
1989	3,3	3,5	4,0	7,6	8,8	13,0	16,8	19,0	19,5	19,8	20,8	35,5	43,2	73,2	*
1988	2,7	3,6	4,3	4,5	8,9	16,9	23,0	29,3	30,1	30,8	30,8	31,1	32,1	45,6	
1987	5,6	7,5	8,9	13,5	24,5	32,5	37,6	38,9	39,9	43,9	47,0	50,0	53,6	72,0	
1986	10,6	14,3	15,5	16,4	22,1	25,0	26,0	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	45,6	
1985	11,1	15,1	20,8	34,7	44,6	44,6	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	55,0	
1984	4,0	6,0	7,0	13,6	23,3	32,1	36,2	38,0	38,3	38,6	38,6	50,3	54,3	55,5	
1983	6,1	9,6	12,6	15,2	18,6	27,1	29,4	32,2	36,7	42,9	47,4	53,6	76,3	82,6	
1982	9,9	15,5	19,8	28,4	31,8	39,4	40,6	41,0	41,0	41,1	46,5	49,7	51,6	51,6	
1981	9,0	9,9	11,8	18,1	24,6	25,8	27,2	29,4	29,5	35,5	47,5	59,7	99,3	102,3	
1980	9,8	15,5	19,4	28,5	31,8	34,4	34,4	34,4	34,4	37,3	39,7	43,7	43,8	46,4	
1979	9,4	14,2	19,0	27,8	43,0	45,8	48,9	48,9	48,9	48,9	49,8	56,2	67,6	67,7	
1978	7,0	12,7	18,8	22,9	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	27,0	38,8	46,2	
1977	8,6	9,6	13,2	16,5	18,4	23,1	30,8	33,6	34,9	35,8	35,8	35,9	57,0	65,4	
1976	10,2	18,6	21,2	24,2	35,2	50,6	58,9	59,1	64,5	65,2	83,3	109,5	117,6	119,5	
1975	10,6	12,5	14,4	18,9	19,9	25,9	37,6	43,5	48,4	51,6	57,5	65,3	65,3	65,3	
1974	9,9	12,2	13,7	17,4	18,9	19,0	23,9	31,1	33,2	33,6	43,7	48,1	50,7	55,1	
1973	6,8	6,9	7,9	10,1	16,1	19,8	19,8	20,0	20,0	24,1	27,9	29,5	34,1	46,3	
1972	6,2	8,3	10,2	10,2	10,2	10,2	23,8	24,1	25,4	34,2	43,3	43,5	43,6	43,6	
1971	5,5	9,6	13,9	15,6	19,4	34,8	38,0	41,4	47,3	48,8	53,5	62,2	67,4	67,4	
1970	6,3	8,3	9,4	12,3	16,6	24,5	28,6	30,5	32,3	36,2	39,1	39,8	39,8	39,8	
1969	5,8	9,1	11,2	12,6	22,0	27,9	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	33,0	39,0	46,4	
1968	6,2	7,1	7,9	10,4	16,8	19,9	22,4	24,0	25,1	32,1	36,7	36,7	36,7	37,1	
1967	6,9	9,1	12,9	14,8	20,4	29,7	39,3	39,8	39,9	39,9	39,9	56,5	63,8	63,8	
1966	5,5	9,9	14,6	25,4	34,3	41,4	45,0	45,0	45,0	45,0	46,8	51,7	72,7	72,7	
1965	6,0	11,8	16,1	21,6	28,1	30,4	38,5	44,3	45,4	48,4	51,7	66,3	67,6	67,6	
1964	10,0	16,6	19,1	21,5	24,4	29,0	33,7	37,2	37,2	37,2	38,1	38,1	38,8	38,9	

Tablo A.10 Çeşme DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

ÇEŞME	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	9,8	11,9	13,6	17,2	17,8	17,9	18,8	23,2	28,4	33,0	42,5	49,1	56,1	75,5	
2004	11,4	16,5	21,0	36,9	62,1	76,0	77,3	77,5	78,0	78,2	78,3	78,3	78,3	78,3	
2003	2,1	4,0	5,0	6,8	11,4	21,1	26,1	32,3	34,2	35,9	37,3	37,4	37,5	38,4	
2002	11,5	17,9	25,0	36,1	48,2	68,2	72,1	72,1	72,2	72,2	72,5	83,9	91,1	95,2	
2001	6,0	9,3	11,6	19,0	22,6	23,2	23,2	23,3	33,3	37,1	40,9	41,5	43,4	44,0	
2000	4,1	6,9	8,9	13,0	20,4	31,1	35,8	38,9	40,3	41,6	47,8	53,0	54,6	64,3	
1999	8,3	11,7	13,5	16,2	17,2	17,5	17,5	17,6	17,6	17,6	17,8	19,3	19,4	25,5	
1998	8,1	10,8	15,3	19,9	24,2	29,8	34,6	35,0	36,0	36,1	36,1	36,2	42,6	45,8	
1997	9,5	17,8	26,2	29,2	30,6	50,4	60,3	64,4	67,1	68,8	68,8	70,3	76,4	82,0	
1996	4,2	7,0	9,1	12,9	19,7	32,5	39,4	41,2	43,2	45,5	48,7	51,7	56,1	59,3	
1995	2,5	3,7	4,1	4,2	4,9	5,4	7,1	7,3	7,4	7,4	7,4	7,7	7,7	37,7	*
1994	12,3	22,3	25,7	27,4	29,5	34,7	36,5	40,3	41,6	41,6	41,6	42,7	45,8	45,9	
1993	9,0	17,5	20,4	22,9	40,7	46,5	46,7	46,7	46,8	46,8	46,9	47,0	47,0	81,3	
1992	9,2	14,3	19,8	23,3	24,3	24,4	24,4	24,4	24,4	31,5	31,5	35,8	37,7	55,0	
1991	9,8	10,0	10,5	10,7	12,7	19,2	23,9	26,7	29,3	29,4	30,1	36,6	41,4	44,3	
1990	3,5	4,5	4,8	5,8	6,9	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	11,8	56,9	*
1989	6,6	8,1	9,1	12,9	14,6	15,3	16,2	16,9	17,6	18,8	20,3	29,2	29,5	30,3	
1988	6,7	10,2	12,9	17,8	19,4	19,9	21,2	25,6	25,6	25,6	25,6	27,6	32,5	87,3	*
1987	14,0	23,5	32,5	39,5	44,3	44,4	44,4	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	74,2	
1986	2,5	3,5	4,4	5,5	5,6	10,7	14,7	15,6	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	49,7	*
1985	5,3	7,5	7,7	8,5	13,3	23,0	23,4	23,8	30,1	35,9	47,1	53,4	55,6	65,0	
1984	10,1	16,2	19,5	24,9	46,5	69,0	73,8	82,0	86,6	88,1	89,9	92,4	93,1	93,4	
1983	10,0	18,5	18,9	19,4	26,0	36,8	38,4	42,5	42,6	42,6	43,3	43,7	59,9	70,7	
1982	13,3	20,9	25,0	31,7	40,8	47,7	49,4	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	59,5	
1981	4,3	5,5	6,5	9,8	10,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	58,8	*
1980	8,4	12,1	15,7	18,7	22,9	25,5	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	37,5	
1979	9,7	14,1	15,8	26,1	42,4	55,6	60,6	65,4	78,7	90,6	102,0	123,1	132,6	136,9	
1978	12,0	18,5	24,0	45,1	62,2	73,0	74,7	77,3	80,3	80,5	81,0	81,0	81,2	81,2	
1977	7,2	8,8	9,0	10,1	10,2	15,6	18,8	21,4	22,5	23,3	24,7	24,7	24,7	33,6	
1976	8,3	11,2	12,6	20,5	30,9	33,8	36,7	38,8	40,3	42,5	52,2	75,9	77,2	77,2	
1975	7,8	9,8	11,2	16,1	22,5	29,3	30,4	33,8	35,3	36,3	37,0	49,4	58,3	66,1	
1974	6,9	10,2	13,2	16,5	20,6	20,6	21,0	24,8	28,6	35,8	44,8	53,4	53,4	53,7	
1973	4,8	5,1	5,4	7,6	12,0	13,7	13,7	17,2	19,7	21,7	22,1	25,5	36,9	91,9	*
1972	7,2	10,3	13,2	17,7	24,3	26,7	27,0	27,2	27,2	27,2	36,7	52,0	52,1	69,4	
1971	9,1	14,2	18,3	26,6	26,9	27,6	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	47,1	
1970	5,3	9,3	13,0	17,1	18,8	20,3	22,5	25,5	27,0	27,2	29,0	29,2	29,2	30,3	
1969	6,5	8,8	12,2	20,4	25,9	28,4	38,2	43,3	45,3	46,7	52,5	58,4	66,9	67,3	
1968	6,1	9,6	10,7	13,4	25,7	30,4	34,0	35,1	35,3	35,4	37,6	38,3	38,3	38,9	
1967	7,0	11,2	12,0	14,3	15,7	17,4	18,6	19,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	45,3	*
1966	9,2	16,2	18,6	21,3	26,1	32,8	33,6	33,7	33,8	33,8	33,8	37,4	38,2	39,2	

Tablo A.11 Dalaman DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

DALAMAN	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	10,7	18,8	26,0	51,0	63,9	65,4	65,5	65,6	69,3	70,4	71,8	73,8	76,8	81,2	
2004	7,5	12,4	14,6	21,6	26,5	27,8	28,2	29,5	31,4	33,4	34,9	44,6	47,8	69,2	
2003	2,6	4,1	5,9	10,2	15,9	18,6	20,0	26,4	29,4	30,2	38,8	41,6	41,8	61,1	
2002	6,7	10,0	15,6	27,1	48,7	53,1	57,8	64,1	65,2	67,5	67,5	67,6	90,2	90,4	
2001	6,2	9,0	11,6	19,1	28,4	40,7	46,3	47,9	48,4	52,7	55,2	57,3	62,9	64,0	
2000	9,1	14,8	17,8	22,9	35,3	39,4	44,8	53,9	54,3	56,2	58,1	82,4	110,1	120,6	
1999	2,4	4,8	7,1	9,9	9,9	10,0	10,0	11,0	12,2	12,7	14,9	20,3	20,3	20,3	
1998	10,5	19,4	22,4	25,8	32,9	38,2	38,8	38,8	39,1	63,8	66,2	66,2	67,3	89,2	
1997	7,6	12,3	16,4	24,6	30,3	42,6	49,7	50,5	50,5	50,7	50,7	51,8	56,2	115,0	
1996	7,7	10,7	13,2	17,9	20,6	31,3	41,7	43,9	44,0	44,1	44,1	44,1	44,2	111,3	
1995	5,6	7,1	7,7	10,4	13,7	19,2	22,5	22,9	25,3	27,3	34,2	39,0	41,3	42,7	
1994	9,4	18,7	26,9	35,2	38,0	45,1	49,1	49,2	49,2	49,3	49,3	62,2	64,3	89,6	
1993	9,6	16,1	20,5	27,1	32,2	32,3	32,4	32,4	32,4	32,7	33,9	45,4	52,1	61,3	

Tablo A.12 Demirci DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

DEMİRCİ	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	8,5	8,5	8,5	12,6	17,7	27,5	33,4	36,2	41,4	42,8	46,8	47,4	52,9	57,2	
2004	2,4	4,7	6,0	6,5	8,5	9,0	10,0	10,0	10,1	10,1	10,3	11,0	15,3	31,9	*
2003	2,4	3,3	4,4	5,6	10,6	16,2	19,9	20,0	20,0	20,1	20,1	20,1	21,8	35,8	
2002	4,9	7,8	9,4	12,7	16,7	20,1	22,2	23,5	25,9	27,5	30,5	33,3	34,0	37,2	
2001	5,5	10,0	14,1	18,9	34,3	37,2	39,4	40,2	40,2	40,2	40,3	40,3	40,3	57,6	
2000	8,9	11,5	14,5	20,6	24,3	24,8	25,0	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	29,7	
1999	7,3	10,2	12,6	14,0	14,0	14,5	16,8	17,0	17,0	17,0	17,4	19,6	19,7	19,8	
1998	8,0	8,7	13,2	15,5	24,6	33,5	40,2	45,3	49,2	54,2	57,3	58,0	58,0	58,0	
1997	9,5	14,3	19,4	24,0	24,1	24,1	24,1	29,0	30,3	30,3	30,3	34,6	48,6	51,0	
1996	1,9	3,9	5,3	7,3	11,7	18,6	21,9	24,9	25,8	26,6	27,3	31,3	32,6	50,3	
1995	3,9	6,1	8,0	13,7	17,5	18,0	18,0	18,0	18,0	19,5	19,9	20,3	21,9	31,6	
1994	4,4	6,9	8,0	8,9	11,4	14,9	20,9	24,4	30,1	30,7	31,4	32,0	39,9	40,9	
1993	1,6	2,3	3,3	5,8	9,5	11,9	12,9	12,9	12,9	12,9	13,0	16,0	21,1	52,3	*

Tablo A.13 Denizli DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

DENİZLİ	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	4,8	8,7	11	21,9	30,5	33,8	37,2	37,6	37,9	38	38	38,1	38,2	51,4	
2004	1,7	3,4	4,5	6	6,4	11	14,6	18,4	21,4	23,2	26	27,2	27,7	36,6	
2003	4,8	6,8	6,8	7,8	9,4	17,4	21,4	21,5	21,5	21,5	21,6	21,7	21,7	28,8	
2002	8,5	9,8	13,3	14,8	20,6	23	24,2	27,2	33,3	37,9	41	44,2	58,3	60,7	
2001	3,7	5,6	8,2	9,4	10,3	17,4	20,2	20,4	20,7	21,2	21,3	22,4	24,1	73,2	*
2000	9,9	10,1	10,1	10,8	11,6	14,2	15,5	20,2	20,2	20,3	20,3	21,9	22	22,1	
1999	7,6	15,2	20,7	31,1	48	49,3	49,7	49,8	49,9	49,9	50	50	50	50	
1998	5,5	8,7	12,2	15,7	16,3	16,5	19,5	21,2	25,6	26,4	26	28,5	33,7	39,9	
1997	9,4	17,6	22,2	31,3	33,2	44	45,4	45,5	45,5	45,5	45,7	45,8	45,9	46,4	
1996	1,8	3,6	5,4	6	9,6	11	12,1	12,2	12,5	12,5	12,7	12,7	15,3	34,6	*
1995	20,7	29,9	32,4	42,9	51,2	72,7	99,2	104,9	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	106,1	
1994	4	6,2	8,4	13,3	18	21,5	23,1	25,6	30,9	33,7	37,1	43,3	46,7	50	
1993	6,1	10,1	12,2	13,7	14,8	16,9	19,6	20,8	21,7	22,6	24,8	32	37,3	41,5	
1992	7,1	11,6	16,6	22,7	29,6	32,3	32,4	32,4	32,4	32,2	32,4	32,4	32,4	53,2	
1991	7,7	12,4	13,9	14,7	14,7	15,7	20	21,2	22,5	23	24,3	28,7	34,4	50,3	
1990	7,2	9,9	12	20	20,6	20,6	20,6	20,6	25,4	30,7	37,2	41,8	42,5	42,6	
1989	3,1	3,9	5	8,7	9,3	15,2	15,7	18,8	23	30,9	37,1	46,9	50,6	63,8	
1988	5,8	8,1	10,6	19,3	21,3	2,2	22,6	23	24	25,8	27,1	28,4	28,5	30,6	
1987	5,7	8,7	9,2	9,4	11,7	14,4	16,3	18,2	22,6	23,6	25,2	27	28,1	30,9	
1986	7,5	13	17	26,1	33	33,4	35,6	36,3	36,5	36,6	36,8	36,8	36,8	36,8	
1985	10,4	13,5	16,6	21,8	25,2	25,7	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	27,7	
1984	3,5	4,5	4,8	5,2	9,2	17,5	23	26	27,2	27,2	27,2	27,4	27,4	46,9	
1983	10,1	13	14,2	18,7	18,8	18,8	21,3	24,4	25,1	25,2	25,8	33,1	41,1	48,1	
1982	9,6	10,2	12,4	13,4	14,8	17,1	19,6	19,8	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	24	
1981	7,9	9,9	13,9	21,4	22,5	22,5	23,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	37,5	
1980	4	5	7	9,8	15,8	18,9	18,9	22,6	25,7	27,2	29	29,6	29,7	74,4	*
1979	6,7	7,7	8,9	14,5	15,7	26,2	26,4	27	27,1	27,1	29,7	32,7	32,7	53	
1978	4,2	5,2	6	6,8	6,8	8,4	9,3	9,9	10,2	11,1	19,3	20,1	25,7	56,5	*
1977	6,6	8,5	11,5	18,5	18,9	18,9	18,9	19,1	20,7	22,1	24,4	25,9	35,8	42,3	
1976	3	5,2	7	12,6	17,2	18,6	20,1	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	71,6	*
1975	9,4	11,4	11,9	12	12	12,7	15,2	18,1	21	22	22,6	22,6	23,4	31,7	
1974	2	2,2	2,4	5	6,5	12,1	15,7	20,9	23,7	25	27,7	30,3	30,3	30,3	
1973	7,9	12,9	17,9	28,8	37	38,1	38,1	38,1	39,5	39,5	43,9	44,5	44,5	72,8	
1972	9,1	14,2	19,9	29,9	29,9	29,9	29,9	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	35,5	35,5	
1971	10,7	10,7	11	16,2	23,3	25,1	26,5	27,6	27,6	27,6	27,6	28,4	28,5	36,2	
1970	4,5	5,2	6,6	12,7	15,3	18,9	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	21,6	21,8	30,2	
1969	5	8	8,7	12,7	12,7	14,8	19,2	19,4	19,4	20,6	22,8	22,8	22,8	35,9	
1968	3,2	3,4	3,6	5	8,4	12	13,9	15,6	15,8	15,8	17,7	25,9	34,8	41,3	
1967	5	5,5	5,9	6,1	7,4	10,7	11,5	11,8	11,8	11,8	11,8	18,2	20	37,1	*
1966	5	8,3	11,8	12,8	14,3	24,1	25,3	25,3	25,3	28,2	34,6	40,1	41,9	70,2	*
1965	5,1	5,5	7,3	11	18,4	24,1	26,7	26,9	29,1	29,6	39,3	39,4	39,4	56,5	
1964	9	10,7	16,7	19,5	19,6	19,9	21,7	23,5	23,7	23,7	23,7	27	31,9	41,6	
1963	6	11	12,5	20,3	30,3	35,4	36,1	36,8	37,6	38	38,8	39,5	39,5	41,9	
1962	3,4	6,6	7,5	9,1	9,6	11,5	15,3	15,3	15,4	17,7	23,6	29,8	30,9	50,7	*
1961	8	12	16,9	23,4	25	25,3	25,3	25,3	25,3	26,9	28,8	28,8	28,8	35	
1960	1,6	3,2	3,7	6,6	13,1	24,7	24,7	29,3	34	36	37,5	39,1	40,4	43,4	
1959	3	4,2	5	5,9	6,4	7	8,3	8,6	8,7	8,7	10,1	16	19	39,3	*

Tablo A.14 Dikili DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

dikili	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	3,6	6,1	7,5	11,2	16,7	23,1	31,8	37,7	38,1	38,4	49,2	55,8	62,3	63,1	
2004	4	7,5	8,2	10,7	18,6	22,3	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,6	22,6	22,7	
2003	7,5	10,8	16,8	22,9	29	36,6	39	39,1	39,4	39,5	39,6	69,9	69,9	69,9	
2002	6,7	11,1	13,3	16,6	20,6	24	27,9	37,3	42,6	46,4	49,3	51,2	62,6	68,7	
2001	7,6	11,9	16,4	23,6	25	31,5	42,2	46,8	47,9	50	52,4	54,4	56,2	59	
2000	6,1	7,4	9,6	15,3	19,1	23	23,2	23,3	25	25,8	38,6	39,3	42,4	43	
1999	6,5	10,4	15,2	24	28,5	28,7	30,5	31	31,4	31,4	31,4	35,5	38,2	38,4	
1998	12,6	15,7	18,7	30,3	35,3	43,3	48,9	52,1	62,3	67,9	69,7	85,9	91,5	117	
1997	4,9	8,7	11,1	18,2	28,7	41,1	41,2	41,2	41,2	47,9	51,3	51,6	54,2	55,6	
1996	4,3	6,9	9,1	13	20,1	32,5	32,8	34,7	37,7	40,5	41,2	56,7	69,8	77	
1995	5,6	9,1	11,1	13,5	13,6	13,6	13,7	16,3	16,4	16,5	21,9	24,7	24,7	30	
1994	6	8,3	8,8	9,5	10,5	16,4	22,1	23,9	23,9	24	25,1	25,2	25,9	44,8	
1993	5	6,6	8,4	11,2	12,8	18,4	24,3	30,6	36,2	38	48,9	53,6	53,6	53,6	
1992	6,5	9,6	10,6	12,3	14,2	19,2	23,7	31,7	39,2	41,2	42,7	44,1	44,1	44,1	
1991	7,1	8,1	9,7	11	12,6	17,3	19,9	23,7	26,3	26,6	28,8	29	29	38,8	
1990	7,5	9,2	9,2	11,7	17,2	25,9	32,3	34,2	23,6	36,9	39,2	49,2	53,4	54,8	
1989	5,7	7,7	7,9	8,2	12,9	15,2	18,3	22	23,4	26,8	27	29,8	23,1	57,1	
1988	8,5	12,5	15,1	16,8	17	17,1	17,1	17,5	20,6	20,6	21,8	22,8	43,7	43,7	
1987	4,5	6,3	7,5	11,9	17,1	27,1	27,1	35	38,7	44,8	46,3	64,4	68,2	68,2	
1986	1,5	3	4,4	6,1	9,5	18,6	24,6	29,4	33,7	37,9	45,6	47	60	63,1	
1985	9,9	15,1	17,7	34,3	40,8	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	45,2	45,2	
1984	6,7	8,2	9,1	9,7	12,5	22,1	22,1	22,4	24,6	27,8	32,7	39,7	46,7	48,7	
1983	8,7	11,7	13,2	16,5	18,7	20,5	20,9	21,4	24,7	26,6	29,9	36,1	40	53,1	
1982	7,8	8,5	11,1	12,5	13,7	18,5	20,3	26,5	31,9	35,1	37,9	43,5	48,3	49,2	
1981	7,1	9,8	11,6	16,1	20,5	24	25,1	27,2	28,6	36,4	40,1	40,9	56,2	71,8	
1980	8,9	9,2	10,5	12,3	12,6	19,6	23,9	26,1	29	34,3	37,3	38,5	38,5	38,5	
1979	6,9	8,6	10	13,1	22,4	34,6	44,2	50,4	53,6	55,8	60,7	61,1	64,9	87,3	
1978	7,4	11,8	16,4	21,9	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	23,1	34,7	46,3	
1977	4,5	7,1	9,5	13,1	17,5	18,4	22,9	24,2	24,5	24,8	24,8	24,9	24,9	24,9	
1976	6,3	7,1	7,7	9,1	11,5	21,2	23,4	24,4	32,2	33,2	34,7	45,2	47,7	74,4	
1975	8,3	12,7	13,6	14,6	19,4	30,5	35,5	37,8	40,6	41,3	43,5	44,1	44,1	55,3	
1974	10,1	11,9	14,6	20,9	27,3	39,5	39,5	39,5	42,1	44,8	46,6	46,6	46,6	50,2	
1973	5,1	7,1	8,6	12,2	20,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	72,5	*
1972	8,9	11,3	15,9	28,9	38,5	38,5	39,2	47	54,9	55,5	64,2	64,2	64,2	64,2	
1971	6,3	8,2	11,3	15	17,7	23,3	27,1	29,5	31,4	31,9	32,9	34,4	42,5	44,8	
1970	8,9	9,1	9,8	13,6	18,5	19	19	19	19	19	19	19	19	72,8	*



Tablo A.14 Dikili DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) (Devamı)

dikili	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
1969	8	10,3	12,2	18,7	23,6	35,5	40,4	47	53,9	58,9	66,2	68,8	69,6	69,6	
1968	8,3	9,9	11,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	94	*
1967	9,4	10,5	11	11,4	17,9	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	74,3	*
1966	5,2	7,3	9,3	9,5	18	24,4	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	109,8	*
1965	10,6	16,1	24,5	27,3	37,2	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	49,2	49,2	49,6	78,4	
1964	6,7	9,5	11,5	17,5	23,3	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	55	
1963	6,4	7,4	8,5	9	9	9	9,9	12,2	14	15,6	16,8	17,8	18,4	60,1	*
1962	10	17	22	30,2	33,4	45,5	52,6	64,9	74,5	74,7	79,9	82,2	88,1	90,1	
1961	3	3,9	5,5	8,5	10,3	13,3	20,2	22,4	23,3	25,8	29,4	30,3	30,3	40,2	
1960	4,7	9,3	14,5	16,4	20	24,4	25,1	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	66,7	*
1959	3,5	6,9	7	8,1	11	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	75,2	*

Tablo A.15 Dinar DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

<b>DİNAR</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>24 +</b>
<b>2005</b>	5,3	6,9	8,3	14,7	23,8	27,9	29,0	29,2	29,6	29,7	30,0	33,5	40,3	46,0	
<b>2004</b>	1,8	3,1	4,4	8,3	12,5	20,0	25,6	25,8	25,8	25,9	25,9	25,9	26,0	38,3	
<b>2003</b>	0,7	1,4	2,0	2,6	6,1	7,9	8,7	10,9	11,0	11,8	11,9	12,0	14,4	48,4	
<b>2002</b>	7,7	13,4	16,6	19,1	19,4	27,8	30,5	30,7	30,7	30,7	30,8	30,8	37,5	37,6	
<b>2001</b>	2,0	3,6	5,4	10,1	10,5	10,5	10,5	10,9	11,6	12,0	12,0	17,4	21,1	35,3	
<b>2000</b>	3,8	6,0	8,2	8,9	10,6	10,9	11,1	11,1	11,1	11,2	12,1	12,9	14,9	15,8	
<b>1999</b>	3,8	7,0	8,7	12,2	12,6	14,7	14,8	14,8	14,9	16,0	16,7	16,7	16,7	16,7	
<b>1998</b>	3,6	5,2	6,2	9,8	16,7	17,4	19,3	19,9	20,3	20,3	20,3	20,3	26,2	44,6	
<b>1997</b>	1,8	3,3	3,6	5,7	7,1	12,4	13,5	14,8	14,8	14,8	15,3	15,3	27,4	27,4	
<b>1996</b>	4,4	5,8	7,6	11,0	11,6	12,9	13,4	14,4	17,1	19,3	19,9	20,0	20,1	20,1	
<b>1995</b>	4,3	7,7	11,3	18,4	23,1	27,7	28,5	28,6	28,6	28,6	29,5	29,6	35,4	35,5	
<b>1994</b>	8,4	11,1	14,6	16,3	16,5	19,0	27,1	27,1	27,1	32,6	32,9	33,1	33,1	35,2	
<b>1993</b>	4,7	7,9	12,0	18,8	21,3	21,4	21,4	21,4	21,4	21,6	21,7	21,7	21,7	23,7	
<b>1991</b>	3,5	4,0	4,3	5,2	10,8	13,0	19,4	21,2	27,3	29,8	42,7	44,3	46,4	47,1	
<b>1990</b>	7,4	10,0	12,1	13,7	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,5	16,6	19,7	23,5	33,7	
<b>1989</b>	5,3	7,2	7,7	9,4	16,0	18,5	19,2	19,5	19,5	19,5	19,5	25,3	26,3	41,8	
<b>1988</b>	10,8	15,8	20,5	25,3	26,6	28,6	29,6	34,1	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	38,3	
<b>1987</b>	2,3	4,0	4,3	8,6	11,5	12,7	12,8	12,9	13,7	14,3	14,3	19,7	21,0	37,8	
<b>1986</b>	3,5	5,0	7,0	12,5	18,0	21,3	21,8	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	
<b>1985</b>	2,3	3,1	4,3	6,6	9,6	16,0	16,0	16,0	16,0	16,1	16,1	16,1	16,1	34,1	
<b>1984</b>	3,5	5,7	6,4	8,1	8,3	13,8	13,9	13,9	13,9	16,0	17,5	21,4	22,3	31,6	
<b>1983</b>	5,8	9,1	11,0	14,0	17,6	18,5	19,2	20,2	20,2	21,0	21,2	21,4	21,4	35,3	
<b>1982</b>	4,7	5,7	6,5	6,6	8,0	12,8	17,1	18,9	19,4	20,7	22,7	34,4	34,4	34,4	
<b>1981</b>	6,5	8,5	10,0	16,5	18,9	18,9	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,5	19,5	32,7	
<b>1980</b>	8,6	12,2	15,7	18,8	21,3	22,8	22,9	22,9	24,3	24,7	24,7	24,8	24,8	36,6	
<b>1979</b>	7,9	13,2	16,8	20,2	23,2	23,2	23,2	23,3	25,1	25,7	26,2	27,8	29,3	33,2	
<b>1978</b>	5,4	5,4	5,4	5,6	6,9	9,5	11,8	12,8	13,8	14,0	15,5	16,5	18,7	22,1	
<b>1977</b>	4,1	6,2	7,1	8,6	12,3	20,3	23,0	26,5	26,5	26,5	27,4	27,5	27,5	27,5	
<b>1976</b>	6,1	8,7	11,4	18,5	28,1	44,4	51,2	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	
<b>1975</b>	5,6	7,9	9,3	9,7	10,3	11,2	12,1	12,1	12,7	13,7	19,5	23,4	25,7	45,8	
<b>1974</b>	8,2	11,7	12,7	17,5	18,0	20,7	20,7	20,7	27,4	29,9	29,9	29,9	31,9	31,9	
<b>1973</b>	8,0	8,8	10,1	12,3	15,7	17,3	19,8	21,5	21,5	21,5	23,1	23,2	23,5	26,4	
<b>1972</b>	3,6	5,1	6,0	10,2	13,1	13,7	13,7	17,4	18,4	19,5	19,9	20,9	21,4	21,8	
<b>1971</b>	5,2	9,2	10,2	14,1	14,8	16,2	18,7	21,1	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	24,1	
<b>1970</b>	3,0	4,0	4,8	6,0	6,5	8,5	9,3	11,1	11,3	13,0	14,4	19,0	19,4	19,5	
<b>1969</b>	2,0	2,9	3,5	5,8	6,5	8,8	10,8	12,6	12,9	14,7	15,0	15,2	15,2	26,6	
<b>1968</b>	11,1	14,2	14,6	14,6	14,8	14,8	14,8	17,0	20,5	23,9	26,9	35,1	35,8	35,8	
<b>1967</b>	3,5	6,9	10,0	11,7	17,8	18,3	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	23,8	

Tablo A.16 Edremit DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

EDREMIT	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	3,5	5,9	8,5	11,5	21,3	25,3	25,3	25,4	25,5	27,7	30,3	37,4	40,3	73,1	*
2004	4,1	4,7	5,9	6,9	7,5	13,4	19,3	20,8	21,6	22,1	22,2	22,4	23,9	63,3	*
2003	2,4	4,3	6,1	11,3	18,3	21,1	21,3	21,8	23,6	24,3	25,3	29,9	38,0	44,3	
2002	7,0	11,4	13,2	18,2	31,8	40,6	40,6	41,3	47,1	50,4	52,6	58,9	67,0	78,7	
2001	7,5	14,0	20,5	36,6	38,5	39,2	39,2	39,2	39,4	43,4	48,7	50,5	50,5	52,0	
2000	6,9	10,1	13,8	19,3	20,6	20,9	21,1	21,1	21,1	26,9	30,2	32,4	38,1	43,1	
1999	7,1	12,0	16,5	21,5	22,5	24,4	27,9	30,8	36,0	36,5	41,1	50,4	56,3	56,5	
1998	7,3	11,4	13,8	19,6	28,6	32,7	33,2	33,3	33,5	35,0	39,7	57,7	64,0	89,4	
1997	9,3	12,8	14,1	17,3	25,2	36,8	49,0	57,5	61,6	64,5	71,1	73,5	73,6	75,1	
1996	7,9	9,9	17,4	23,5	27,3	40,4	49,5	50,6	51,3	54,9	55,0	55,0	55,1	66,7	
1995	5,6	10,1	14,8	20,2	21,0	21,1	21,1	21,1	21,1	23,3	23,7	36,8	37,0	49,1	
1994	4,3	8,4	10,5	16,4	20,8	23,3	26,5	26,9	28,6	35,8	36,1	36,1	36,6	51,8	
1993	3,8	7,3	9,2	12,5	17,3	19,5	23,1	25,0	29,5	36,5	46,0	48,5	48,5	58,7	
1992	8,1	11,6	14,2	16,8	23,3	39,4	40,7	46,9	66,4	72,8	77,8	78,0	83,9	84,1	
1991	5,1	8,4	9,6	15,5	23,4	27,3	29,6	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	36,6	
1990	6,1	8,2	11,8	17,6	22,7	32,2	47,5	47,7	49,2	60,0	60,6	64,1	74,1	82,9	
1989	7,1	8,2	8,2	8,2	10,8	15,6	22,2	23,6	23,6	26,9	28,4	28,6	29,5	43,5	
1988	10,1	10,7	11,1	11,9	12,2	15,8	17,6	19,1	21,0	24,5	26,5	27,5	27,5	119,8	*
1987	8,8	17,1	24,2	43,1	53,9	60,5	62,5	63,9	64,7	64,9	64,9	64,9	76,1	100,7	
1986	11,7	14,3	19,1	24,0	26,5	34,9	57,7	66,4	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	66,9	
1985	12,2	14,2	15,8	16,7	33,0	39,0	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	43,0	68,4	90,9	
1984	1,7	3,3	3,5	6,8	9,9	18,7	26,9	33,4	38,6	42,4	42,5	42,9	42,9	43,9	
1983	5,8	7,4	8,7	13,0	21,2	31,0	40,0	45,1	47,3	49,6	52,0	52,5	52,5	52,5	
1982	7,0	9,9	13,6	18,5	36,5	45,3	48,3	52,7	53,7	53,7	54,3	55,9	55,9	55,9	
1981	5,8	10,2	15,0	21,4	40,1	61,8	64,8	66,7	67,3	67,6	69,8	70,8	71,0	112,1	
1980	10,9	14,6	18,7	29,2	37,0	44,0	46,4	51,0	53,3	56,8	57,2	57,2	58,2	61,1	
1979	2,0	6,5	6,5	8,2	8,2	13,5	18,5	22,7	25,7	28,0	32,3	39,9	41,8	62,9	
1978	3,0	5,0	5,8	9,0	13,6	17,0	22,4	24,3	26,9	29,0	31,1	31,2	31,2	43,9	
1977	11,1	14,9	15,6	17,2	21,8	32,6	46,7	64,9	67,2	67,7	67,8	67,8	75,5	75,5	
1976	5,7	8,9	11,5	14,5	15,2	21,0	25,9	35,4	41,2	44,2	47,4	55,9	59,9	63,1	
1975	6,5	10,0	13,0	17,3	20,6	22,2	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	68,4	*
1974	7,9	10,5	13,6	22,3	30,9	35,4	38,7	39,4	39,5	40,5	40,5	40,5	40,5	74,4	
1973	7,9	10,0	11,5	12,8	12,8	13,4	13,4	13,9	16,0	16,0	16,5	16,5	16,5	55,8	*
1972	4,0	6,0	8,5	10,9	28,3	35,7	39,5	40,1	40,1	42,9	42,9	42,9	42,9	56,4	
1971	6,0	9,5	10,7	11,6	12,8	21,8	31,7	38,7	40,3	41,8	46,0	51,6	63,8	71,6	
1970	6,5	9,8	12,6	16,2	17,2	22,8	27,0	30,4	31,0	31,0	32,2	36,0	40,4	41,6	
1969	5,5	8,2	9,4	13,2	15,2	23,2	28,3	30,0	31,2	35,0	38,1	41,0	46,2	58,9	
1968	8,5	12,9	16,7	25,6	35,3	39,0	44,9	50,7	53,3	53,7	53,7	53,7	53,7	88,9	
1967	18,2	26,1	31,6	33,5	36,1	38,1	39,5	39,6	40,3	40,3	73,1	75,3	75,3	75,3	
1966	6,6	10,5	13,7	21,0	25,9	28,3	28,5	28,5	28,5	28,5	34,5	45,8	56,6	75,3	
1965	4,7	7,7	7,8	9,2	11,2	19,0	24,4	32,3	39,5	44,1	50,2	55,1	56,3	56,3	

Tablo A.17 Fethiye DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

FETHİYE	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	7,9	14,3	18,5	31,7	43,5	45,3	53,2	62,6	67	68,4	73,8	75,5	78	80,1	
2004	6,7	10,2	15,8	30,3	50,7	68,3	82,7	94,6	102,5	110,3	117,2	117,9	122,4	127,2	
2003	7,7	15	20,7	24,1	34,2	49,5	59	64,9	70,4	73,4	73,5	73,5	73,5	73,6	
2002	9	12,1	15,9	27,1	29,9	30,3	31,9	38,4	39,4	39,4	51,8	67	72,3	72,4	
2001	5,7	10,3	14,3	18,3	20,1	27,6	33,2	33,3	33,3	36,4	49,8	57,9	69,7	80,3	
2000	13,6	20,3	22,9	29,8	37,5	39,8	39,9	39,9	46,3	46,5	46,6	47,8	57,3	83,2	
1999	6,6	11,5	15,5	25,9	26,7	26,8	26,8	26,8	26,8	27,2	27,2	30,4	31	31,3	
1998	8,1	15,5	19,9	22,2	23,7	27,1	28,7	31,1	39,1	40,9	53,3	69,9	90,8	115,8	
1997	9,9	12,5	15,9	20,1	26,8	40,1	47,8	54,1	58,8	61,8	64,1	64,1	74,2	74,2	
1996	6,7	10,3	11,3	19,3	23,5	29,7	31,2	32,5	39,4	42,8	46,2	55,7	61,7	62,7	
1995	9,8	14,6	17,4	24,9	29,5	32,1	35,3	36,9	37,1	37,2	38,5	38,5	38,6	48,7	
1994	9,8	15,2	20,3	32,8	49	60,3	63,3	64,3	64,4	65,1	71,1	72,5	78,6	83,3	
1993	5,3	7,6	10	15,6	21,1	21,6	26,4	27,8	28,8	28,8	34,5	42,5	47,1	65,1	
1992	10,3	14,3	17,3	31,9	39,3	47,5	52,8	56,8	59,3	61,2	66,6	73,8	73,8	73,8	
1991	9,8	13,5	18,9	23,3	30,4	31,7	31,9	31,9	31,9	32,3	35,2	35,3	40,9	44,1	
1990	6,1	9,3	10,7	14,6	17,6	22,8	22,9	23,5	23,7	24,9	29,1	46	49,8	125,3	
1989	8,3	15,4	19,5	28,3	43,5	43,5	43,5	43,5	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	70,2	
1988	10,4	19,6	25,4	33,9	33,9	33,9	34,5	49	55,5	68,3	83,6	112,9	144,9	147,5	
1987	10,1	16,3	19,4	29,1	39	42,7	45,8	48,8	50	52,6	52,9	60,6	62,1	62,1	
1986	6	9,1	12,5	16,6	20,7	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	44,1	
1985	6,6	8,6	11,1	18,4	24,7	28,9	28,9	29,3	30	37,4	39,6	39,7	61,7	62	
1984	10,3	15,7	20,3	35,2	49,9	50,8	51,9	52,4	53,5	56,2	57,4	64,9	71,6	71,6	
1983	10,4	17,8	21,2	30,1	31,7	46,5	49,5	53,2	54,6	54,7	54,7	75,9	79,5	79,5	
1982	7,3	11,2	14,1	20,7	24,6	35,1	44	54,2	65,7	66,7	70	74,7	76,2	76,2	
1981	6,4	10,6	14,9	17,1	24,6	33,1	41,4	51,4	57,4	60,8	65,3	70,3	77,5	101,9	
1980	8,4	12,6	16,7	20,9	39,7	53,6	57,8	58,3	72,1	72,2	73,9	87	92,4	111,5	
1979	8,4	11,2	16,8	23,8	26,2	38,9	49,6	49,8	49,8	49,8	49,8	49,8	76,2	83	
1978	14,3	18,4	22,2	24,5	26,4	26,8	27	29,6	30,8	35,8	49,7	52,6	75,4	79,7	
1977	5,1	6,4	6,7	8,9	13,2	18	19,7	21,8	24	24,8	24,9	25	32,6	38	
1976	13,3	17,4	21	37,4	53,1	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	54,8	59,1	62,7	66,7	
1975	8	10	13,3	24,1	41,7	59,6	59,9	60	60	60	60	60	60,2	60,2	
1974	10,8	15	19	27,4	27,4	31,6	34,7	37,4	39,2	42,1	52,5	64,2	68,1	68,3	
1973	8,8	13,6	17,2	24	36,2	41	41,7	42,1	42,3	42,4	42,4	42,4	44,4	66,6	
1972	9,7	14,9	19	24,1	29,3	30,4	35,7	51	51,3	51,4	53,6	53,6	57,8	87,4	
1971	8,7	16,5	22,8	34,8	37	37	37,2	37,7	37,7	37,7	44,7	60,1	65	65	
1970	10,8	12,3	15,2	20,1	20,1	20,1	23,7	28,2	35	35,9	36,7	43,4	59,6	71,6	
1969	9,6	17,9	19,3	23,4	30,6	39,9	50,3	51,1	51,4	55,9	56,9	59	78,7	81,7	
1968	11,1	16,7	20,2	23,4	41,3	70,7	72,6	75	75,2	76,5	92,9	94,6	106,9	107	
1967	16,9	20	27,6	46,8	63,5	93,5	102,1	107,2	112,2	112,7	116,8	124,5	127,6	127,8	
1966	12	16,7	16,9	20,3	28,7	29,4	29,7	29,8	31,8	36,7	46,3	59,2	75,6	85,2	
1965	9	15	16,5	25,7	33,7	43,8	44,3	44,5	44,6	44,6	44,8	46	46,1	154,1	
1964	8	13,5	15,7	25,4	36,5	38,7	41,7	48,9	49,2	52,2	53	53	54	59,4	
1963	4,5	7	9,5	14	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	110,7	
1962	6,9	9	9,5	16,8	17,8	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	77,8	
1961	3,5	6	6,7	9	9	9	9	9	9	9	9,6	13,5	14,4	53	
1960	5	6,5	9	10,2	12,7	14,7	15,1	16,1	17,4	17,4	19,1	25	26,8	61,6	

Tablo A.18 Gediz DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

GEDİZ	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	8,1	14,5	19,8	31,7	39,1	41,1	42,1	43,1	43,9	44,2	50,9	60,2	60,3	60,4	
2004	5,4	8,7	11,2	18,2	21,0	22,3	22,4	22,4	22,4	22,4	25,1	25,4	25,5	31,5	
2003	3,2	6,2	7,8	8,6	9,9	18,1	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	36,9	
2002	4,1	6,6	9,1	14,7	17,3	19,5	21,9	22,9	25,8	28,0	28,5	28,9	37,4	37,6	
2001	11,1	18,5	24,6	43,3	60,7	60,9	61,1	61,6	61,6	61,7	61,7	61,7	61,8	66,0	
2000	4,9	5,2	6,8	9,7	11,9	13,2	13,3	15,1	16,9	18,5	21,5	26,2	31,0	33,4	
1999	8,8	11,0	14,6	19,7	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	
1998	3,2	5,6	8,0	14,0	18,9	25,7	30,1	32,4	34,9	36,6	39,7	39,9	40,0	40,5	
1997	2,7	4,1	5,8	9,2	9,9	10,8	15,5	18,3	19,0	20,6	28,2	29,7	32,8	35,8	
1996	5,4	7,7	9,4	17,5	19,5	22,1	25,3	26,0	27,5	28,5	28,7	29,3	29,3	30,0	
1995	4,8	7,7	9,8	10,4	11,4	12,3	13,7	13,7	13,7	14,1	15,8	21,2	21,7	33,4	
1994	10,8	13,4	13,5	14,0	14,1	14,1	14,1	14,2	14,7	15,0	18,6	25,8	27,8	33,5	
1993	3,3	5,2	6,4	9,0	10,6	15,3	15,6	15,6	15,6	15,7	17,8	18,8	19,0	36,2	*
1992	18,7	21,7	25,6	26,6	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	29,4	36,7	41,0	42,6	42,6	
1991	5,2	7,9	8,7	11,2	18,0	19,6	21,7	22,0	22,0	22,0	22,0	22,7	32,9	34,6	
1990	7,1	12,0	15,3	16,0	18,1	19,9	21,3	21,4	21,5	21,5	21,5	22,2	23,1	37,0	
1989	2,5	3,5	4,2	4,8	5,8	8,7	9,3	9,8	10,2	10,6	12,7	16,8	16,8	40,2	*
1988	4,0	5,7	6,7	7,6	8,2	10,0	12,1	13,3	14,0	14,8	15,3	19,1	19,7	26,8	
1987	9,4	11,4	12,4	13,6	16,5	22,5	24,4	24,5	24,5	24,5	24,8	33,5	33,8	40,9	
1986	6,1	10,2	12,1	12,8	12,8	12,8	13,0	13,2	13,3	13,3	13,3	13,3	17,6	58,2	*
1985	10,1	13,9	19,5	24,9	27,3	27,8	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	54,3	
1984	4,8	6,0	7,4	8,2	8,2	12,0	14,0	15,7	18,0	21,0	24,7	29,0	30,1	69,1	*
1983	7,1	12,9	16,5	19,7	27,6	44,6	46,9	48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	48,8	48,8	
1982	3,8	3,9	5,6	6,3	9,4	13,5	14,9	15,6	18,9	20,6	20,9	24,0	28,9	29,0	
1981	12,8	13,8	18,4	27,1	32,6	38,3	39,6	41,9	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	49,6	
1980	6,0	6,1	6,1	6,5	9,9	15,5	16,7	18,3	20,6	22,9	24,3	24,9	24,9	34,4	
1979	4,5	5,4	5,8	8,5	12,3	18,3	21,3	26,0	31,5	32,3	36,2	49,1	53,0	55,3	
1978	6,6	7,0	7,8	8,4	11,0	13,2	14,6	16,5	17,7	18,9	20,7	24,3	26,8	41,1	
1977	6,0	8,0	9,3	9,3	9,3	10,7	13,3	14,4	15,2	16,7	19,0	26,0	30,7	72,0	*
1976	8,3	10,6	11,8	14,6	16,9	19,4	21,4	22,7	23,9	34,8	40,1	43,3	43,6	56,2	
1975	3,1	4,3	5,9	8,0	8,1	14,1	17,2	17,6	17,8	17,8	17,8	17,8	18,1	45,8	*
1974	4,2	7,7	7,9	7,9	9,4	17,0	21,3	21,9	22,1	22,1	22,1	23,5	27,7	59,3	*
1973	5,6	9,2	12,5	14,8	20,4	20,6	20,6	20,6	20,6	21,7	21,7	21,7	21,7	26,3	
1972	5,6	8,6	9,9	15,1	15,1	15,1	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	55,6	*

Tablo A.19 Güney DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

GÜNEY	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	9,8	17,4	25,3	42,9	52,1	52,4	53,0	53,0	53,0	53,1	53,1	53,1	53,2	53,2	
2004	3,6	4,7	5,2	7,3	8,5	11,9	16,2	18,1	23,6	25,7	27,3	31,9	36,0	36,0	
2003	3,5	6,5	8,5	13,7	18,7	22,4	31,1	40,1	47,7	52,6	56,8	60,2	66,2	67,5	
2002	7,6	12,1	15,5	24,6	32,0	34,0	34,1	34,2	34,2	34,3	34,4	34,5	40,1	40,2	
2001	9,6	18,6	19,5	33,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	36,5	36,5	65,3	
2000	4,0	6,3	8,7	11,2	16,1	17,2	21,8	24,0	26,9	26,9	26,9	27,0	27,0	36,1	
1999	4,1	7,0	7,9	9,5	11,4	12,4	12,5	12,5	12,5	12,6	20,4	20,5	20,6	21,4	
1998	2,6	4,7	5,6	8,2	12,8	16,0	16,1	16,1	16,3	23,5	25,8	26,1	26,2	53,4	*
1997	7,5	11,0	13,9	27,2	37,3	43,2	43,5	43,6	45,0	45,2	45,3	45,4	45,5	45,6	
1996	2,6	4,2	4,6	5,4	6,9	12,3	15,8	20,5	20,9	20,9	20,9	21,0	21,2	56,3	*
1995	4,8	6,7	9,7	13,3	15,7	16,2	19,6	20,9	21,6	23,6	27,4	30,0	36,3	45,4	
1994	3,7	4,2	5,6	7,5	10,5	16,1	19,1	19,7	22,3	24,7	29,2	33,0	37,0	37,3	
1993	2,2	3,0	3,9	6,1	7,8	7,9	8,8	8,8	8,8	9,0	11,1	11,3	13,1	39,3	*
1992	9,7	12,3	14,0	21,3	24,6	27,1	27,5	29,9	30,3	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	
1991	4,8	6,0	6,1	6,3	6,8	9,0	11,2	15,6	18,5	21,0	23,7	23,7	23,7	34,3	
1990	3,1	5,1	7,6	8,5	11,6	12,5	12,8	13,7	13,7	13,7	13,7	14,9	16,0	41,8	*
1989	4,3	5,4	8,8	13,3	19,9	20,9	22,4	25,5	27,7	31,5	41,2	52,6	63,6	64,1	
1988	8,5	11,4	13,0	15,1	16,5	17,4	17,4	20,5	20,5	20,5	20,5	26,8	28,0	28,1	
1987	2,2	3,2	4,0	7,5	13,5	19,7	22,3	24,6	25,8	26,2	26,6	26,6	26,6	37,1	
1986	6,9	8,8	8,9	8,9	8,9	8,9	11,8	13,5	13,5	13,6	13,6	13,6	13,6	43,0	*
1985	8,5	11,0	14,3	17,2	20,0	24,4	27,2	29,9	31,4	31,7	31,7	31,7	31,7	42,8	
1984	2,0	3,5	3,8	5,0	17,3	17,5	23,6	27,5	31,3	33,6	34,3	35,9	39,4	72,4	
1983	7,0	9,6	13,4	19,5	24,2	26,5	27,3	28,3	29,2	29,9	29,9	41,9	42,6	61,7	
1982	4,5	7,4	8,9	15,2	17,6	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	24,8	32,2	32,2	32,3	
1981	1,7	4,5	4,9	8,1	10,2	11,5	11,5	11,5	12,5	13,8	15,9	19,2	20,6	41,8	*
1980	2,5	4,5	6,5	9,5	14,6	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	30,2	
1979	2,7	5,5	7,5	10,6	13,8	17,6	25,8	33,4	41,0	48,4	51,7	53,9	55,1	55,3	
1978	2,0	3,5	4,7	6,7	11,3	14,8	16,5	17,6	23,7	24,7	26,0	34,0	48,2	48,2	
1977	10,7	15,1	18,1	20,0	22,1	22,9	23,0	23,2	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	25,5	
1976	2,2	3,6	4,3	7,7	10,8	13,8	15,1	18,2	19,6	19,9	22,5	30,9	33,9	53,7	
1975	3,0	4,5	5,2	6,0	7,0	9,4	12,6	15,1	16,7	17,0	26,7	26,7	26,7	40,1	
1974	7,5	10,4	14,1	19,5	20,1	21,6	23,9	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	59,9	*
1973	2,7	4,3	5,1	6,0	8,4	9,8	12,6	13,7	14,5	14,5	14,5	14,8	15,9	61,3	*
1972	12,0	15,3	18,7	20,4	23,0	26,8	30,0	34,2	36,0	36,5	36,5	39,7	45,8	45,9	
1971	8,9	9,3	10,1	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	35,0	
1970	7,8	9,9	11,4	16,7	16,9	16,9	16,9	18,3	20,4	21,0	21,4	21,4	23,1	51,9	*
1969	3,6	5,8	7,1	13,5	17,5	22,2	25,3	26,5	26,5	27,6	29,8	30,3	30,3	84,3	*

Tablo A.20 İzmir DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

İZMİR	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	7,0	8,4	10,3	13,6	20,0	33,5	40,1	46,7	50,7	53,1	53,7	54,2	54,8	54,8	
2004	5,6	9,1	11,8	15,9	20,8	32,8	38,8	43,8	47,6	49,4	50,3	50,5	55,2	59,9	
2003	3,7	5,9	8,1	13,5	23,1	37,4	42,4	46,3	46,4	47,8	52,6	55,6	56,4	57,5	
2002	7,5	11,8	16,0	20,2	26,2	31,6	31,8	35,3	42,9	43,7	43,8	43,9	44,0	44,1	
2001	19,6	20,8	25,1	33,9	37,0	55,4	61,6	68,0	69,2	69,5	79,1	92,9	92,9	92,9	
2000	7,0	10,8	15,9	22,5	31,4	37,0	50,1	52,6	52,9	53,0	53,0	53,0	54,4	61,2	
1999	7,4	8,0	8,8	12,3	15,6	17,7	31,1	32,4	33,4	41,2	51,6	68,6	68,7	70,0	
1998	8,8	13,7	19,7	34,9	49,3	65,0	74,3	75,1	75,1	75,1	75,1	75,3	75,4	84,5	
1997	7,6	11,5	13,4	16,0	22,6	25,9	27,0	31,2	34,3	37,1	44,3	49,9	64,0	92,0	
1996	6,9	11,9	14,3	18,8	22,0	29,2	42,4	42,9	47,2	47,4	47,6	49,4	52,1	70,3	
1995	13,4	23,1	28,0	37,5	57,4	68,2	83,0	84,9	99,9	104,5	104,6	104,7	108,0	108,1	
1994	4,3	12,7	14,1	18,7	26,4	31,5	31,8	31,9	31,9	31,9	31,9	37,7	38,8	75,3	*
1993	2,5	3,1	4,3	7,2	10,5	14,3	16,9	19,9	24,6	27,3	31,8	34,8	37,9	66,7	*
1992	10,2	11,4	12,7	13,5	13,8	19,3	27,1	33,5	41,1	47,5	49,1	50,4	50,4	50,4	
1991	8,2	14,4	20,8	22,4	27,5	26,0	27,8	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	30,4	40,8	
1990	2,9	4,2	4,5	7,7	9,1	14,8	17,4	20,6	20,9	21,0	21,6	21,8	29,1	62,2	*
1989	9,1	13,0	16,8	26,4	31,8	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	83,0	*
1988	1,5	2,5	2,8	4,0	6,0	6,8	7,0	7,1	9,9	10,6	11,7	11,8	11,8	50,7	*
1987	5,6	9,5	13,1	19,2	27,8	34,1	38,4	40,0	44,5	52,3	58,2	73,0	79,7	85,6	
1986	7,2	8,1	9,3	11,3	14,4	17,3	17,5	17,5	17,5	18,8	18,8	18,8	18,8	67,2	*
1985	9,9	13,5	15,4	16,0	29,8	32,0	34,4	40,3	43,4	44,4	44,4	44,5	44,5	44,5	
1984	6,4	8,9	10,2	13,7	17,1	25,2	31,1	36,1	37,8	37,8	37,8	49,5	54,4	62,6	
1983	4,5	7,0	8,6	12,3	15,2	21,7	24,7	35,0	38,4	39,8	47,0	56,1	72,4	77,2	
1982	7,2	11,3	13,9	21,0	34,6	39,7	40,8	41,0	41,0	41,0	41,0	51,5	51,6	54,1	
1981	7,3	10,0	13,0	21,8	32,3	47,8	58,2	58,4	58,6	58,6	62,7	81,8	92,6	112,0	
1980	6,8	9,2	10,4	18,6	28,6	33,9	36,0	37,8	40,6	40,7	40,8	40,8	65,7	66,9	
1979	18,4	29,7	37,4	52,3	60,8	62,8	63,1	63,1	63,1	63,1	64,2	72,2	72,6	72,8	
1978	7,0	8,6	8,6	14,2	14,8	26,0	30,0	35,6	40,6	43,0	47,5	57,8	59,5	59,7	
1977	3,3	3,6	4,4	6,0	9,5	11,2	16,7	18,6	21,8	24,3	26,6	37,1	38,9	46,0	
1976	9,9	18,6	21,1	27,4	38,7	38,7	45,0	45,1	45,1	45,1	48,6	52,4	69,2	134,1	*
1975	14,5	17,8	20,2	23,0	24,3	24,9	28,1	35,9	39,9	42,1	47,1	56,9	57,4	58,1	
1974	8,3	10,5	12,8	15,4	17,5	17,5	34,0	42,1	48,5	50,5	52,4	55,6	57,0	64,6	
1973	10,5	14,4	15,8	18,6	20,3	30,2	32,8	34,3	35,0	38,8	47,7	50,2	75,6	76,2	
1972	5,4	9,2	10,2	17,6	22,7	24,8	24,8	29,1	30,0	30,4	30,5	31,0	31,1	31,1	
1971	6,4	8,1	10,4	12,7	16,3	26,2	43,8	51,6	58,2	63,2	66,8	84,9	93,9	93,9	
1970	4,7	6,8	8,0	10,3	17,9	28,2	30,6	33,2	43,4	45,4	46,4	46,4	46,4	46,4	
1969	5,4	7,2	8,7	13,6	23,4	30,9	30,9	30,9	34,6	37,5	45,8	55,1	57,9	58,3	
1968	5,1	8,1	12,0	18,1	21,0	21,0	29,2	33,6	37,0	43,1	49,1	50,8	54,1	66,3	
1967	10,0	11,0	12,3	16,5	20,0	23,8	26,6	34,2	38,2	41,8	49,1	52,8	55,1	59,7	
1966	10,1	20,2	23,8	33,6	56,6	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	90,0	102,3	
1965	9,3	9,3	12,4	17,7	19,5	21,5	25,8	33,0	38,5	43,2	50,6	62,7	64,2	66,2	
1964	5,0	8,0	11,5	15,0	22,0	31,4	35,7	39,2	39,2	39,2	39,7	39,7	39,7	45,4	
1963	8,1	9,7	11,9	11,9	21,7	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	42,2	48,0	48,0	
1962	5,5	8,5	10,0	15,5	20,9	27,9	28,7	29,4	30,3	33,8	42,0	47,2	62,5	77,6	
1961	6,5	8,0	10,0	13,9	22,3	27,1	27,8	28,0	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	31,4	

Tablo A.20 İzmir DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm) (Devamı)

İZMİR	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
1960	6,2	7,5	9,4	11,2	14,4	16,2	29,4	35,3	41,0	42,5	47,3	55,7	59,5	76,4	
1959	5,7	10,0	10,0	12,5	14,5	20,9	24,5	27,5	30,4	33,1	36,0	42,8	43,9	46,2	
1958	8,1	11,9	12,3	13,8	15,0	15,7	18,4	23,6	29,0	35,4	45,3	50,5	53,7	54,8	
1957	7,2	9,0	14,7	16,2	17,7	17,7	18,0	18,0	18,3	21,9	27,7	32,6	33,8	33,8	
1956	4,5	6,5	7,0	8,0	11,3	13,2	18,9	22,6	25,7	28,3	32,4	35,7	38,3	53,3	
1955	3,9	6,0	7,7	11,5	14,8	19,9	20,6	23,0	24,6	27,0	27,1	43,4	61,4	63,3	
1954	7,0	9,0	12,5	14,9	19,8	24,3	32,2	34,3	40,9	43,0	46,3	51,5	55,1	57,7	
1953	9,9	11,9	14,0	15,6	17,6	25,3	29,5	34,1	38,1	42,7	48,4	52,7	53,7	55,8	
1952	9,4	9,4	10,4	14,4	18,8	22,7	29,9	31,9	32,3	35,7	37,7	45,5	46,5	62,7	
1951	6,2	6,2	6,5	9,0	14,0	22,2	22,2	22,2	27,2	29,3	32,7	37,2	43,8	74,9	*
1950	10,2	14,3	17,0	19,7	20,5	21,3	24,3	28,9	29,2	29,7	29,8	30,1	30,2	38,0	
1949	5,8	6,0	6,2	8,7	13,0	22,4	23,9	26,3	29,1	31,8	33,4	33,5	33,5	44,9	
1948	5,0	8,3	10,6	12,1	12,1	12,1	14,8	18,2	23,8	27,8	33,3	35,5	36,0	57,5	
1947	3,8	5,9	6,3	12,5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	50,3	*
1946	8,1	13,4	14,0	15,8	16,0	16,3	16,8	18,2	22,7	24,3	24,8	24,9	24,9	56,9	*
1945	7,4	12,8	15,0	16,8	18,0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	84,2	*
1944	8,6	10,0	12,6	14,1	16,3	16,6	19,7	22,0	22,2	30,7	41,1	45,3	60,6	65,4	
1943	14,1	17,1	19,5	27,3	35,4	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	52,1	
1942	10,0	14,3	17,8	25,6	29,9	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	46,9	
1941	8,9	12,2	12,8	14,0	14,0	15,0	18,5	24,0	25,7	26,0	26,0	26,0	26,0	33,2	
1940	5,7	7,7	8,5	11,3	14,1	24,6	31,0	36,4	39,9	43,3	48,1	48,4	69,6	82,1	
1939	5,0	8,0	10,4	12,1	12,1	13,0	16,7	16,7	18,3	19,3	21,5	31,1	48,2	49,5	
1938	5,0	8,2	8,8	14,5	19,3	24,6	25,8	26,6	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	46,4	



Tablo A.21 Kemalpaşa DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

KEMALPAŞA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
1981	10,4	14,8	15,5	20,8	31,7	41,5	50,0	57,2	66,6	71,3	83,4	101,4	113,9	119,1	
1980	14,3	14,4	14,6	18,5	25,7	27,4	30,2	33,5	41,2	45,5	52,2	55,9	56,3	65,8	
1979	6,5	9,4	13,6	24,5	30,7	32,1	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	133,2	+
1978	9,9	14,4	16,0	17,0	17,5	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	89,5	+
1977	6,8	9,4	10,4	11,0	18,7	21,0	26,8	26,8	30,4	35,8	43,4	45,9	46,9	98,3	+
1976	9,1	10,3	12,3	14,0	19,7	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	42,9	50,4	187,1	+
1975	14,2	19,2	21,8	25,7	35,1	49,9	50,7	50,9	50,9	54,4	57,2	58,5	58,7	95,1	
1974	8,8	13,5	17,8	20,5	21,9	27,5	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	134,8	+
1973	3,9	5,2	5,5	6,6	7,2	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	97,9	+
1972	10,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	26,1	27,3	28,2	28,3	43,3	50,7	50,7	77,5	
1971	9,8	13,3	14,8	16,5	20,2	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	121,2	+
1970	10,5	13,2	15,2	26,0	27,2	27,2	33,7	38,7	47,5	53,5	65,4	71,0	79,2	79,2	
1969	6,7	12,2	15,9	24,8	43,1	67,5	80,6	101,2	109,4	114,0	115,6	115,7	115,7	115,7	
1968	6,3	7,8	9,2	14,0	18,1	19,6	26,0	30,2	31,6	38,5	38,5	38,5	38,5	73,3	
1967	7,1	10,3	14,3	18,2	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	64,6	+
1966	6,8	10,9	13,4	17,3	22,2	22,9	27,6	30,0	36,8	39,7	48,4	52,5	55,5	129,3	+
1965	3,6	6,0	7,5	11,5	13,7	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	120,2	+
1964	9,0	18,0	21,0	23,3	23,4	37,1	47,6	60,4	66,3	71,5	74,4	74,4	74,4	82,5	
1963	10,2	10,6	13,0	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	63,0	+
1962	9,8	15,2	19,9	19,9	19,9	19,9	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	89,8	+
1961	5,2	7,1	12,2	18,0	21,8	27,0	27,8	30,2	30,7	32,7	32,8	32,8	38,8	89,7	+
1960	5,4	7,0	9,2	14,2	15,3	20,0	32,6	44,9	51,9	55,3	56,3	63,9	75,0	100,8	
1959	4,6	7,6	8,0	8,0	11,2	19,8	21,4	22,4	23,6	24,5	30,6	40,6	65,0	86,4	
1958	13,8	14,8	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	78,6	+
1957	11,0	14,8	17,8	23,7	35,0	35,4	37,6	37,7	37,7	37,8	42,3	42,3	42,3	56,8	
1956	4,8	5,8	6,5	6,9	9,3	14,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	74,4	+
1955	7,9	8,4	10,0	13,7	16,7	22,7	24,7	27,7	28,6	31,4	44,1	53,8	56,2	110,4	+

Tablo A.22 Kütahya DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

<b>KÜTAHYA</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>24 +</b>
<b>2005</b>	4,6	7,3	9,9	13,3	14,3	14,9	15,0	17,7	22,7	24,7	27,4	29,1	29,2	33,1	
<b>2004</b>	5,7	8,1	9,9	16,8	24,4	24,7	24,7	24,7	24,8	24,8	24,8	24,8	34,6	38,4	
<b>2003</b>	3,1	4,3	5,6	7,0	7,6	10,9	15,7	17,1	17,2	17,2	17,3	17,3	27,6	32,7	
<b>2002</b>	8,7	14,3	16,9	23,5	28,2	31,5	36,1	38,2	38,4	38,5	38,5	43,4	49,6	49,7	
<b>2001</b>	1,6	2,4	3,1	4,6	6,1	6,1	7,3	7,5	8,5	9,6	13,4	18,5	25,0	92,2	*
<b>2000</b>	8,5	13,8	17,0	24,6	28,1	29,6	29,6	29,7	29,7	29,7	29,7	31,8	36,3	40,7	
<b>1999</b>	6,5	6,5	7,1	9,2	9,8	10,3	12,6	12,7	12,8	12,8	12,8	16,4	16,5	16,5	
<b>1998</b>	8,2	16,0	19,7	26,0	30,4	30,8	33,2	33,2	33,2	33,3	33,3	33,3	33,6	33,7	
<b>1997</b>	4,0	6,1	7,9	10,7	14,5	23,7	30,2	30,3	30,3	30,3	37,3	41,6	42,1	43,8	
<b>1996</b>	4,4	5,1	6,2	7,7	8,9	11,8	12,5	12,5	14,4	15,1	16,3	17,9	25,9	27,5	
<b>1995</b>	9,6	15,0	20,1	22,7	22,9	22,9	22,9	23,0	23,0	23,0	23,1	23,1	23,2	39,3	
<b>1994</b>	3,6	5,7	6,9	13,3	13,5	13,6	13,9	15,5	19,4	20,6	22,4	23,3	24,0	34,7	
<b>1993</b>	6,8	6,9	7,0	9,0	9,0	9,1	9,1	12,2	12,5	12,5	12,5	13,3	13,3	38,2	*
<b>1992</b>	8,4	9,1	9,4	9,6	9,8	10,5	12,9	16,1	18,9	19,9	22,2	22,3	25,1	26,9	
<b>1991</b>	10,4	15,8	16,2	20,2	23,8	29,4	20,8	30,0	30,0	30,0	31,2	32,7	32,8	32,8	
<b>1990</b>	3,7	7,0	8,0	8,2	9,4	13,0	16,4	20,0	23,9	27,2	27,7	28,1	28,3	44,1	
<b>1989</b>	4,4	7,5	8,8	11,9	12,4	12,4	13,6	15,3	15,6	15,6	19,8	26,8	29,4	32,4	
<b>1988</b>	8,8	9,4	9,5	9,5	13,5	20,6	20,7	20,7	20,7	20,7	21,1	24,4	28,7	35,0	
<b>1987</b>	5,7	11,5	13,6	19,2	19,7	19,7	19,7	19,8	20,1	21,7	21,8	21,8	21,8	41,1	
<b>1986</b>	10,5	16,5	21,0	22,6	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,8	22,8	71,0	*
<b>1985</b>	2,2	3,7	4,7	7,0	8,0	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	42,6	*
<b>1984</b>	5,2	7,4	9,6	12,6	13,8	16,5	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	35,3	*
<b>1981</b>	8,2	12,4	13,3	14,5	15,0	15,1	20,3	21,1	21,1	21,1	21,4	21,6	21,6	57,2	*
<b>1980</b>	4,0	6,0	6,7	9,2	14,5	15,3	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	18,1	50,2	*
<b>1979</b>	5,1	7,1	7,1	9,6	16,8	32,2	42,7	46,8	50,5	50,5	53,5	57,3	57,4	58,0	
<b>1978</b>	2,0	3,8	4,8	5,6	7,4	13,7	14,5	14,5	14,5	14,6	19,3	20,7	21,1	28,8	
<b>1977</b>	4,8	4,0	8,4	15,5	16,1	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,9	29,7	40,3	45,9	
<b>1976</b>	4,5	7,0	9,5	16,4	17,5	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	20,4	21,3	73,9	*
<b>1975</b>	6,8	12,6	16,3	19,9	22,9	23,2	24,8	24,8	24,8	28,2	28,2	28,2	28,2	43,4	
<b>1974</b>	5,0	6,9	8,0	9,2	9,2	13,9	16,0	18,6	19,9	21,3	21,3	21,3	21,2	28,4	
<b>1973</b>	3,7	4,9	6,2	7,7	7,7	8,8	9,1	9,3	9,5	12,4	13,7	18,8	21,8	27,8	
<b>1972</b>	5,5	7,4	7,4	12,9	12,9	20,5	20,5	20,6	22,2	22,7	22,7	32,4	33,3	42,7	
<b>1971</b>	7,1	11,1	14,4	16,6	16,6	20,0	20,0	20,0	20,0	21,4	25,6	28,4	33,9	34,1	
<b>1970</b>	7,0	9,2	9,7	9,8	9,8	10,8	11,9	15,6	18,5	20,3	20,3	20,3	20,3	39,6	
<b>1969</b>	7,8	8,7	9,0	16,3	23,3	24,5	24,5	24,8	24,8	24,8	25,0	25,0	25,0	55,2	*
<b>1968</b>	2,3	2,6	3,0	4,7	7,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	52,5	*
<b>1967</b>	20,2	24,6	35,8	37,6	38,8	38,8	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	
<b>1966</b>	8,5	14,7	17,7	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	21,2	24,4	25,6	25,9	25,9	26,0	
<b>1965</b>	5,1	10,1	10,1	10,1	10,6	14,6	17,9	18,9	18,9	19,6	19,6	19,6	19,6	34,3	
<b>1964</b>	4,8	5,5	8,5	8,5	9,6	10,4	10,4	10,4	11,5	12,0	33,0	33,0	33,2	49,7	*
<b>1963</b>	4,1	5,6	8,3	12,6	13,6	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	19,1	19,1	31,0	35,3	
<b>1962</b>	5,3	10,1	10,5	11,7	12,8	12,9	17,3	21,2	21,9	22,5	24,1	24,5	30,0	38,5	
<b>1961</b>	4,2	8,3	9,8	12,9	16,4	21,4	22,6	23,1	23,1	23,1	24,4	24,9	24,9	28,4	
<b>1960</b>	2,6	4,8	6,3	9,1	10,4	11,5	12,5	13,0	13,3	14,6	18,1	19,9	22,2	58,6	*
<b>1959</b>	10,4	13,8	20,7	26,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	36,7	36,7	39,0	

Tablo A.22 Devamı

KÜTAHYA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
1958	7,3	11,9	14,4	15,9	16,8	16,8	16,9	16,9	16,9	16,9	17,0	17,7	17,7	55,2	*
1957	3,8	6,0	8,7	17,3	17,3	17,3	17,4	19,5	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	46,7	*
1953	8,2	16,4	22,2	28,8	31,0	31,0	31,0	31,0	31,8	32,1	32,6	33,1	34,2	41,6	
1952	1,8	3,6	4,2	5,6	6,7	9,8	12,1	13,0	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	39,2	*
1951	4,4	7,0	7,7	10,0	17,2	18,4	19,6	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	24,3	29,4	
1950	3,9	7,8	8,4	8,4	8,8	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	30,7	*
1949	2,6	3,0	4,2	4,3	5,0	8,0	8,0	10,3	11,2	13,3	11,3	11,5	11,5	22,2	
1948	8,2	12,8	13,0	16,9	16,9	21,6	21,7	21,7	22,0	22,0	23,3	23,5	23,5	33,1	
1947	6,5	10,1	12,9	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	14,5	19,1	30,9	
1946	6,8	12,7	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	14,8	14,8	15,7	15,7	17,0	34,8	*
1945	6,6	6,6	8,0	8,0	14,1	14,1	15,0	15,2	15,2	15,2	16,4	16,4	16,4	27,0	
1944	4,0	6,0	11,3	15,5	16,5	16,5	16,7	16,7	16,7	16,7	16,9	16,9	17,0	41,7	*
1943	7,5	11,6	12,1	12,6	12,6	12,6	14,5	19,4	22,0	22,3	22,3	25,3	25,4	47,3	
1942	6,2	7,4	8,0	13,1	19,2	23,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	28,2	
1941	8,5	14,5	17,5	22,5	22,5	23,6	24,9	24,9	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	28,5	

Tablo A.23 Manisa DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

MANİSA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	8,3	12,9	16	20,9	26,4	30,8	33,9	38,4	38,4	38,9	38,9	40,1	43	48,8	
2004	5,1	8,1	9,1	13,1	20,3	32,6	27,1	32,4	36	37,9	39,2	39,3	39,4	48,6	
2003	7,6	13,1	18,9	27,4	30,1	30,1	30,4	30,8	30,8	30,8	30,8	37,2	37,6	41	
2002	5,5	10,6	15,1	23,6	29,1	33,8	43	48,1	48,7	48,7	48,7	49	54,6	56,6	
2001	10	15,2	19,2	27,5	31,5	37,7	47,6	49,3	51,9	52,7	57,5	64,5	64,5	106,5	
2000	6,4	8,8	11,7	17,2	19,4	23,3	27	33,2	39	40,8	44,7	47,6	51,1	51,6	
1999	6,9	12,3	15,7	21,5	22,1	22,7	23,2	23,2	24,3	24,8	24,9	24,9	26,9	27,1	
1998	4,7	8,4	12,8	18	22,7	24,5	24,5	26,7	29,1	30	32,5	50,3	53,1	90,4	*
1997	6	9,4	12,9	20,6	22,7	23,7	23,8	25	27,8	33,4	41,9	48,1	59,7	65,8	
1996	4,4	6,7	6,8	9,7	13,3	20	28,6	36,4	42,4	45,7	46,8	46,9	49	49,1	
1995	6,7	11	14,4	25,7	36	36,3	36,7	37,1	42,3	42,7	43,2	43,2	44,8	44,9	
1994	4,8	6,1	8,2	12,1	14,7	19,1	19,9	20,1	20,3	21,1	25,5	27,2	33,3	45,9	
1993	4,7	7,7	9,4	17,5	28,3	33,5	34	35	35	35,2	35,2	35,2	36,1	43,6	
1992	8,3	11,5	15	24,3	27	32,2	34,9	35,9	45,8	44,4	44,4	44,4	44,4	45,9	
1991	7,4	9,3	9,6	9,6	16,2	17,7	22,7	28,5	33,4	33,5	34	34,6	34,6	42,1	
1990	5,5	8,1	10,1	15,3	18,6	20,4	23,8	29,8	32,5	35	40	45,2	45,2	45,2	
1989	4,1	4,9	6,2	8,7	14,3	23,2	26,9	32,9	35,2	42,6	50,3	64,1	67	84,9	
1988	3,5	5	5,5	6	6,7	7,2	8,8	9	9,1	9,1	9,1	9,1	9,8	51,9	*
1987	6	8,5	10	12	16	24,5	24,5	24,5	24,5	34,1	39	43	58,5	64,9	
1986	5,5	9,8	12,8	21,8	25,8	34	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	163,5	*
1985	9,2	12,6	19,1	20,1	25,6	33,9	43,8	46,5	47,4	48	52,4	55,1	58,1	58,2	
1984	2,5	3,6	4	5,3	7,8	9,9	10,1	11,3	16,4	18,6	25,8	30,1	34,3	47,1	
1983	13,3	20,4	27,6	28	41,8	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	50,6	55,9	
1982	3,9	5,4	6,1	9,6	13,3	17,2	23,6	31,4	37,7	43,3	49,7	52,4	53,9	53,9	
1981	3,1	5,5	6,6	8,6	9,9	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	95,7	*
1980	10,2	18,5	21,9	26,2	29,9	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	36,5	47,5	
1979	10,3	15,8	17,7	23,1	25,9	31,2	31,6	31,6	31,6	31,6	33,2	42,9	48,3	59,5	
1978	5,7	8,3	9,8	11,2	12	16,8	28,2	33,6	42,1	50,1	54	63,2	67,9	73	
1977	6,7	9,1	12,5	19,2	20,5	23,4	23,4	23,4	23,4	26,5	39,1	50,7	52,2	75,5	
1976	7,2	10,2	10,4	21,2	21,6	29,1	29,1	29,1	29,1	33,4	36,6	40,2	44,7	71,5	
1975	4,9	6,5	7,5	9	10,3	14,4	15,8	16,5	17	17	20	20	21,7	59	*
1974	9,9	17,4	21,4	26	31,8	31,8	35,9	35,9	35,9	39,1	43	43,3	43,3	62,6	
1973	4,8	6,5	8,7	11,8	11,8	12,8	12,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	49,9	*
1972	9,5	12,4	12,8	13,4	13,4	13,4	17,4	17,8	19	21,6	21,6	29,1	32,1	35,4	
1971	5,6	5,8	6,7	7,7	15,4	22,3	29,4	35,2	38,1	39,4	40,8	38,6	45,6	66,3	
1970	9,8	13,3	19,1	26,1	26,1	27,5	30,1	30,1	30,6	30,6	33,8	40,2	45,4	46,9	
1969	2,3	3,6	4,8	7,2	9,9	18,8	23,4	25,5	26,5	27,4	27,4	27,4	27,4	47,9	
1968	9	10	13,5	21,2	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	47,6	*
1967	7,6	13,7	17	32,8	35,5	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	63,3	
1966	7,7	12,5	14,1	25,3	41,2	44,6	45,2	45,8	46,2	46,2	55	65	66,6	104,9	
1965	5,9	7,8	8	8,3	12,2	20,2	30,4	36,4	47	55	69,7	82	82,7	85	
1964	5,6	7	7,4	12,1	20,1	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	82,5	*
1963	7,5	9	9,7	14,7	17,9	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	55,1	*
1962	6,5	8	10	20	27,2	40,2	40,2	46,3	51,7	54,2	84,2	94,6	98,6	141,1	
1961	3	5,4	7,5	11,4	18,3	24,2	26,8	28,3	29,4	33,6	34	34	34	60,4	
1960	4,3	5,1	5,8	7,6	12,7	13,5	15,6	20,5	24,6	27,8	30,7	32,1	39,3	58,3	
1959	3,5	7	10	12,7	14,3	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	71,5	*
1958	3,8	7,3	8,5	15,2	21	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	50	*

Tablo A.24 Marmaris DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

MARMARIS	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	11,0	19,7	22,7	34,8	62,4	86,3	92,1	100,7	105,1	111,9	120,2	166,4	181,7	197,1	
2004	9,8	13,6	19,0	28,7	44,1	73,7	90,3	90,9	92,8	98,0	108,2	111,5	113,5	120,4	
2003	9,2	12,1	14,4	23,2	27,1	30,9	37,3	42,4	45,8	52,9	54,7	62,6	67,9	136,8	*
2002	21,3	33,6	42,9	60,2	65,8	65,8	65,8	65,8	66,0	66,0	66,0	66,0	67,8	87,5	
2001	14,6	24,4	26,4	29,9	43,7	54,5	67,6	72,5	80,7	88,4	100,5	128,1	132,8	135,3	
2000	6,8	11,5	13,5	17,2	23,3	37,1	40,8	45,2	46,5	49,4	61,3	66,8	68,3	92,2	
1999	10,0	13,6	16,0	18,7	26,4	36,3	44,0	50,3	53,3	56,0	60,2	64,7	67,9	86,0	
1998	11,0	18,7	24,0	35,4	44,9	54,2	66,9	77,8	91,7	104,1	122,5	158,5	197,5	201,2	
1997	10,2	13,6	14,9	19,1	30,9	37,0	38,6	43,3	43,6	48,6	50,5	76,9	90,5	106,5	
1996	13,8	18,7	25,7	30,7	47,6	79,5	96,7	120,7	145,3	162,7	192,5	207,1	220,6	224,0	
1995	10,6	13,8	15,9	23,1	36,2	49,7	60,4	78,9	90,0	104,1	135,3	181,9	223,7	245,9	
1994	11,4	17,0	23,6	36,7	54,5	90,6	116,4	126,8	149,5	164,1	184,0	206,6	236,3	254,8	
1993	13,5	23,2	31,9	43,1	49,8	55,5	60,6	61,3	68,3	88,2	100,1	108,4	109,6	137,6	
1992	17,9	34,6	50,2	80,3	115,6	172,4	230,9	256,0	258,0	271,6	274,6	312,3	464,8	466,3	
1991	7,0	13,0	16,3	20,4	24,2	38,5	44,7	53,4	57,1	58,4	70,1	80,9	81,9	85,6	
1990	10,4	18,7	22,9	40,7	50,6	78,4	80,7	83,4	100,5	104,7	114,4	116,0	116,5	144,5	
1989	18,7	26,0	31,1	48,8	90,5	105,3	107,8	108,6	109,0	145,6	157,8	180,1	187,6	187,6	
1988	6,6	9,6	13,2	19,6	23,9	33,7	43,5	50,3	54,6	58,5	69,7	85,3	93,1	102,1	
1987	6,1	11,1	14,1	18,5	24,2	37,9	41,6	45,1	49,7	50,5	53,7	54,1	57,8	71,0	
1986	10,0	17,9	23,9	35,6	50,7	64,5	65,3	68,5	69,5	68,0	69,5	83,8	113,1	118,9	
1985	10,9	14,1	21,2	27,2	27,5	30,5	32,2	37,7	46,7	48,7	52,6	52,7	64,6	65,4	
1984	9,8	13,8	17,4	27,2	38,9	63,8	79,9	86,5	92,8	94,4	99,1	104,3	136,5	137,4	
1983	10,5	17,0	21,1	30,0	42,1	47,0	49,6	51,9	55,9	58,6	62,5	89,8	91,2	102,5	
1982	11,7	17,5	20,9	26,6	30,8	50,6	55,2	61,1	64,7	65,9	66,8	67,1	67,1	143,2	*
1981	7,1	11,5	14,3	21,2	38,6	51,5	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	68,7	73,9	
1980	10,0	11,7	12,8	14,6	17,5	25,3	30,3	30,9	38,8	45,7	49,5	53,3	55,7	55,7	
1979	12,5	18,8	23,6	38,6	66,2	66,2	73,2	75,3	76,0	78,0	105,3	121,0	122,6	143,2	
1978	10,1	15,3	19,9	28,5	34,7	46,7	48,1	48,2	49,8	60,3	64,3	65,4	90,1	92,2	
1977	11,9	18,6	22,5	36,0	44,0	58,3	68,0	95,2	104,5	113,9	123,2	142,5	164,2	166,5	
1976	10,1	13,2	16,3	25,5	41,4	55,7	56,2	56,5	56,9	60,7	61,1	69,3	74,0	74,7	
1975	12,5	20,0	24,7	33,5	39,4	58,2	58,7	59,6	75,3	76,6	80,6	121,9	134,1	134,1	
1974	13,1	17,0	19,9	34,0	42,9	49,2	52,0	59,6	70,9	71,6	77,1	83,8	85,1	85,1	
1973	9,4	11,9	15,0	21,6	27,5	40,2	51,7	53,6	60,0	65,7	74,9	89,4	112,1	113,1	
1972	10,0	17,6	21,6	30,0	32,1	41,2	44,9	48,6	51,7	56,5	57,6	69,1	89,2	95,6	
1971	7,2	11,2	16,7	30,6	44,5	48,4	50,9	50,9	50,9	52,1	54,1	61,2	70,7	89,1	
1970	8,5	12,1	17,6	29,7	41,7	56,1	60,3	60,9	63,3	63,3	69,2	74,3	75,4	92,1	
1969	6,9	9,7	11,7	17,5	28,6	34,8	41,9	48,3	49,8	50,2	53,1	85,0	85,2	156,9	*
1968	15,0	20,6	23,7	31,8	40,8	71,4	82,2	91,7	97,8	113,2	127,7	137,8	138,3	138,3	
1967	9,9	14,8	15,9	17,7	25,0	38,4	44,2	46,7	49,8	52,9	57,4	57,4	59,6	112,8	*
1966	12,3	18,9	22,0	31,6	53,0	72,4	75,7	80,9	81,8	83,0	97,9	101,6	101,6	184,6	

Tablo A.25 Milas DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

MİLAS	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	9,4	13,5	16,9	25,0	33,9	39,8	40,1	40,4	40,4	40,7	45,6	53,3	55,5	56,0	
2004	7,5	12,7	18,7	27,6	38,2	45,4	45,4	45,4	45,5	45,5	45,5	45,5	52,4	54,1	
2003	6,9	9,6	12,9	15,9	20,9	25,7	28,7	34,9	39,3	45,1	51,8	61,6	70,7	70,9	
2002	9,8	18,5	21,4	31,6	35,8	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	38,4	38,9	54,1	54,1	
2001	9,6	16,3	20,2	23,9	31,1	32,8	38,8	50,0	54,0	58,0	61,9	68,4	79,3	89,2	
2000	5,5	8,2	10,7	13,9	17,2	26,4	29,4	33,1	37,3	40,6	40,9	42,5	45,6	47,0	
1999	8,1	11,1	15,9	18,1	20,0	24,0	30,3	30,6	34,2	35,4	37,3	39,3	39,7	40,6	
1998	9,4	14,0	17,1	22,7	26,2	29,3	29,4	29,4	29,4	29,4	29,5	34,7	42,3	45,9	
1997	6,9	9,3	11,8	16,7	19,1	22,2	26,2	30,9	33,5	38,3	48,8	51,2	51,3	76,1	
1996	9,6	14,7	16,7	20,5	23,7	44,2	45,4	45,7	45,9	47,5	48,2	49,2	51,6	53,8	
1995	5,9	8,8	10,6	14,6	17,0	21,5	21,8	25,3	25,7	26,9	27,3	27,5	27,6	44,0	
1994	10,2	18,2	23,1	33,3	36,5	37,9	38,7	42,3	43,8	44,2	44,5	45,6	45,1	55,7	
1993	3,9	6,8	8,9	13,0	16,1	17,7	18,3	19,7	20,6	21,5	24,2	28,0	31,2	31,3	
1992	8,0	9,9	11,2	12,5	12,9	14,4	14,4	16,4	16,9	17,1	21,0	21,0	21,0	46,0	*
1991	5,8	8,3	9,3	13,0	14,7	18,7	18,7	21,5	22,0	22,1	24,0	25,2	28,3	37,7	
1990	5,6	6,2	6,5	9,9	11,4	11,6	12,0	12,0	12,0	12,0	13,8	14,4	16,8	59,2	*
1989	9,5	10,3	10,9	16,3	20,3	28,4	48,7	48,7	48,7	59,7	59,7	63,8	70,1	89,2	
1988	6,0	9,3	9,7	9,7	16,3	20,7	29,2	30,1	30,7	30,9	31,5	35,7	36,5	58,4	
1987	3,7	5,9	6,6	7,6	11,0	12,0	12,5	15,1	16,2	16,4	16,4	17,3	19,7	48,4	*
1986	8,2	10,4	16,6	20,5	20,7	21,6	21,6	21,6	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	51,8	*
1985	7,6	11,4	12,9	14,6	27,2	27,9	30,0	34,1	34,9	38,3	43,2	53,3	53,3	53,3	
1984	11,0	15,6	20,5	24,3	26,9	28,2	28,9	31,5	31,9	34,0	39,0	39,8	45,0	50,4	
1983	12,8	20,1	26,5	37,7	45,1	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	50,1	60,1	65,0	
1982	11,9	20,9	21,4	23,0	32,8	39,0	39,4	39,8	39,9	40,3	42,0	49,9	53,9	53,9	
1981	7,1	8,1	8,5	15,6	21,2	24,9	30,9	35,5	36,2	38,7	46,2	48,3	55,7	58,3	
1980	12,2	20,1	21,8	22,5	30,9	37,2	38,1	38,1	42,5	42,6	52,5	53,0	53,0	71,2	
1979	9,1	13,9	18,2	34,6	45,8	56,1	56,1	56,5	56,5	57,1	57,1	57,2	62,1	63,7	
1978	15,5	17,1	18,0	20,1	20,2	20,2	20,9	26,4	31,3	35,4	39,7	45,2	57,6	73,7	
1977	4,0	4,3	4,4	5,7	6,4	7,6	9,6	10,1	10,6	14,8	18,3	18,7	18,9	58,7	*
1976	15,4	23,7	31,8	44,6	64,8	70,3	70,5	70,7	70,8	70,8	70,9	71,6	83,0	86,6	
1975	10,3	20,6	25,8	41,2	50,2	51,4	51,7	52,1	52,1	52,1	52,2	52,3	52,3	82,1	
1974	3,7	7,1	9,1	18,9	23,2	24,1	24,4	26,3	27,8	28,3	31,9	31,9	32,2	90,4	*
1973	4,5	8,5	10,0	11,9	18,7	21,2	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	73,6	*
1972	10,0	17,8	24,5	40,2	42,3	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,5	44,7	47,3	
1971	5,6	10,1	12,0	22,2	26,2	35,3	40,4	43,0	47,9	49,9	52,0	57,0	65,7	78,0	
1970	6,9	11,7	17,0	29,1	38,1	39,7	43,1	43,9	43,9	51,0	52,6	54,9	57,7	79,0	
1969	9,7	13,6	15,8	16,6	17,9	29,6	36,2	40,8	42,4	43,9	45,2	47,3	50,2	50,2	
1968	9,9	12,2	16,9	18,9	23,4	33,3	35,6	37,4	37,5	37,5	38,3	58,2	58,7	58,7	
1967	9,1	14,3	15,3	16,2	16,5	17,2	19,7	21,6	22,8	25,2	25,2	25,2	29,9	44,1	
1966	10,1	17,1	21,6	30,3	34,2	44,8	45,8	46,6	46,6	46,6	47,3	49,6	58,1	58,6	
1965	7,9	11,0	13,0	17,9	20,0	23,0	24,0	24,9	24,9	24,9	27,1	28,9	29,3	57,4	*

Tablo A.26 Muğla DMI Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

MUĞLA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	8,1	11,8	15,8	28,5	46,4	59,7	64,5	67,2	67,3	67,3	67,3	67,3	67,7	87,8	
2004	4,3	5,3	6,9	9,5	14,2	20,5	30,3	34,1	35,2	36,3	37,5	37,8	37,8	90,4	*
2003	10,7	14,1	17,4	24,9	32,8	48,1	52,2	53,7	59,3	62,7	70,4	85,1	106,5	119,5	
2002	9,5	17,6	22,3	27,3	30	34,8	34,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,9	58,5	64,9	
2001	5,9	9,4	11,6	14,6	18,8	24,2	32,3	36	36	36,1	36,1	36,1	36,4	83,2	*
2000	2,9	4,3	6,2	7,5	8,9	14,6	15,9	17,4	18,4	19,7	21,6	25,5	25,5	25,7	
1999	2,8	5,2	5,6	7,3	7,5	8,7	8,7	8,7	8,7	8,8	8,8	10	10,2	10,3	
1998	8	15	20,5	34,3	51,2	62	62	62,1	62,1	62,1	62,1	62,2	73,1	138,9	*
1997	5,4	10,4	13,5	16	21,1	29,9	36,2	39,9	40,5	42,4	48,1	65,4	75,7	90,9	
1996	9,9	19,1	22,1	23,8	25,6	27,7	31,5	31,5	31,5	31,6	31,6	31,6	31,6	93	*
1995	8,8	10	14,6	17,3	18,5	20,7	30,4	31,4	31,8	33	33,8	35	42,3	155,6	*
1994	10	12,4	14,6	19,4	37,1	46,9	49,8	49,9	51	53,7	65,4	77,8	83	107,5	
1993	8,8	13,6	18,9	22,7	33,1	34,9	35	35	38,7	40,2	40,6	40,6	40,7	99,8	*
1992	7,7	9,1	9,5	10,3	10,7	13,8	21,6	25,4	30,1	36,2	42,2	50,7	54,2	69,8	
1991	3,3	4,3	5,2	7,3	9	15,2	17,9	23,6	24,6	26	26,3	26,5	29,7	78,5	*
1990	7,7	12,7	16,8	26,5	33,9	54,3	54,3	63,3	67,9	68,3	68,3	68,3	68,3	101,5	
1989	6	11,8	12,3	13,8	19	22,2	23,9	24,8	26,6	27,3	27,4	40,6	47,2	94,6	*
1988	6,3	10,5	12,1	14,6	16,2	16,2	17	17	17	17	18,8	22,7	22,7	155	*
1987	3,1	5,5	7,4	9,8	10,7	11,5	13,2	13,3	14,2	14,2	16,3	18,5	19,7	82,9	*
1986	6,7	9,1	10	19,3	28,5	37,2	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	56,6	
1985	6,4	9,7	11,5	20,3	23,6	24,7	28,4	29,3	32,9	35,2	44,1	46,4	46,4	70,2	
1984	7,9	11,1	17,7	27,5	35	38,6	41,5	46,3	57	62,9	81,3	98,3	102,7	102,8	
1983	12,4	17	21,5	22,3	23,2	28,2	33,5	38	39,2	39,6	44,2	55,4	58,5	64,6	
1982	12,5	17	21,1	28,4	37,7	40,4	41	44,5	45,4	45,6	48,4	48,5	53,7	53,7	
1981	3,3	5,4	6,4	7,3	11,3	22,3	27,9	31,8	34,4	36,5	38,7	41,4	57,3	105,4	*
1980	11,7	16	16,4	17,3	23,2	23,7	23,8	24,7	24,8	25,1	25,2	25,2	25,2	81	*
1979	14,8	25,3	32,1	42,8	48,4	52,2	52,8	52,8	53,1	56,9	62,8	85	96,9	112,7	
1978	13,1	20,3	21,4	25,1	27,8	40,6	44,6	48,4	50,6	50,8	50,8	53,3	53,3	83,2	
1977	8,4	9	9	11,5	14,8	25,6	31,2	31,6	31,6	31,6	32,4	33,3	35,2	70,2	*
1976	12,8	18,1	22,5	36,7	49,4	52,6	54,7	56,1	56,1	56,1	57	60,9	67,9	71,4	
1975	10,5	19,8	19,8	24,5	41,2	46,1	46,1	52,9	57,6	60,9	74,8	88,2	94,5	116,7	
1974	6,9	10,3	10,6	16,3	20,2	24,3	26,5	26,5	31,5	33,1	34,5	35,2	41,9	111,7	*
1973	4,8	7	8,2	9,5	15,8	23,9	29,2	31,9	37	40,3	54,3	62,1	76,2	128	*
1972	5,5	8,4	9,8	9,8	13,8	31	38,7	42,7	46,4	50,2	53,1	53,4	60,6	70,6	
1971	7,4	8,6	10	14,2	15,8	26,9	31,8	41	46,2	51,7	58,4	65,7	69,8	77,5	
1970	5,4	7,5	7,5	10	26,6	42,2	52,8	61,9	67,9	70,2	71,7	73,2	75,2	78,5	
1969	6,3	11	14,2	18,2	19,2	37	49,4	56,5	70,5	77,6	82,7	83,5	109,7	109,7	
1968	14,1	18,9	26,4	37	46,8	68	69,7	71,5	73,1	73,6	84,2	98,5	103	103,6	
1967	7	8,6	10,2	11,5	20,5	26,8	31,7	31,8	33,8	37,8	47,6	62,2	77,1	77,1	
1966	10,6	10,6	12,4	18,1	19,1	30,7	40,2	53,8	68,6	76,3	84,9	99,6	103,6	107,7	
1965	6	7,1	9,4	14,8	15,4	48	56,2	61	63,5	65	67,5	69,5	75,1	132,9	
1964	11,5	17,1	18,1	27,6	28,3	49	58,5	63,8	66,6	68,3	71,1	93,7	105,5	105,5	
1963	12,3	22,3	25,6	32,9	36,1	36,2	36,2	36,6	36,6	36,6	37,4	47,2	51,2	60,7	
1962	12,4	16,9	20,9	21,4	43	53,8	61,8	64,8	76,8	87,3	90,8	97,4	109	140,6	
1961	7	10,5	11,3	15	24	24,7	24,7	27,6	31,1	33,5	45,7	63,9	74,5	74,5	
1960	7,3	8,5	10,5	14,2	21,3	30,2	39,9	53,4	66	72,1	90,2	102,5	108,4	108,4	

Tablo A.26 Devamı

MUĞLA	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
1959	6,2	7,5	8,6	10,7	15,4	17,5	22,2	26,4	31	35,2	40,4	49	57,8	67	
1958	12,8	13,1	13,6	14,1	14,6	16,4	20,0	21,5	24,2	29,4	36,9	50,1	69,7	74,1	
1957	13,6	23,0	25,3	29,7	32,7	34,7	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,9	50,4	
1956	7,7	10,7	15,2	21,3	27,3	27,3	27,3	28,7	32,7	38,2	49,2	67,9	80,9	89,7	
1955	8,2	10,5	10,5	10,5	19,3	25,0	34,9	43,9	50,4	51,3	62,0	90,6	128,5	146,4	
1954	5,5	7,5	8,5	11,5	19,5	26,4	33,4	35,4	42,2	49,0	64,0	78,7	86,6	96,0	
1953	6,0	10,5	12,0	20,0	23,9	23,9	23,9	26,6	28,3	29,2	31,8	37,6	40,1	80,5	*
1952	10,2	12,2	14,2	22,0	28,0	31,0	34,0	36,9	37,0	37,3	37,4	54,4	71,8	90,0	
1951	7,0	9,0	11,0	13,1	16,8	24,0	28,3	33,3	37,3	40,6	41,2	43,9	59,5	73,2	
1950	8,5	10,0	12,1	18,3	28,7	36,7	42,4	50,4	55,3	56,4	69,4	95,9	106,2	110,3	
1949	4,4	6,2	7,0	11,1	20,0	33,9	45,3	53,1	60,1	63,9	67,4	69,3	70,3	89,0	
1948	6,6	9,8	12,1	16,6	26,0	28,5	28,5	30,7	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	75,9	*
1947	8,0	11,5	17,9	25,8	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	53,2	61,9	65,0	
1946	12,1	15,7	8,1	19,8	19,8	19,8	20,3	22,0	25,6	33,9	40,8	53,8	74,5	92,9	
1945	7,2	7,2	7,2	10,5	15,8	18,3	19,7	23,8	27,4	34,0	36,5	41,5	48,1	79,4	
1944	11,6	15,3	16,4	17,5	22,3	30,0	38,6	45,4	53,8	58,2	61,6	68,7	88,4	88,4	



Tablo A.27 Nazilli DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

NAZİLLİ	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	8,1	11,6	14,3	18,9	23,8	28,8	33,2	35,3	36,6	38,9	42,4	42,6	42,8	62,9	
2004	6,4	9,6	9,9	12,1	17,2	29,5	31,7	31,7	31,7	31,8	32,2	32,3	35,2	36,7	
2003	5,0	9,2	10,0	11,8	14,6	22,1	31,3	36,3	36,8	40,7	43,0	54,4	64,8	65,2	
2002	3,6	7,0	10,1	13,0	15,5	19,3	22,7	23,4	23,8	23,8	27,0	33,5	37,1	38,2	
2001	4,6	7,5	8,6	10,4	11,8	21,1	24,7	25,8	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	50,0	
2000	5,7	10,5	12,8	15,7	17,0	17,1	17,1	18,2	19,0	23,5	27,5	31,3	43,2	47,9	
1999	9,2	11,3	11,7	12,6	14,5	16,2	16,6	16,6	16,6	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	
1998	8,6	12,7	16,2	18,2	18,3	25,9	31,9	36,2	38,0	38,6	38,6	40,9	41,0	49,2	
1997	6,2	10,4	12,7	15,9	17,1	17,1	17,5	18,3	18,4	20,3	21,7	22,4	32,0	61,9	*
1996	10,6	19,5	28,3	51,1	53,7	58,9	59,1	59,2	59,4	59,4	59,4	59,5	59,5	59,5	
1995	6,0	11,0	14,8	21,5	23,3	23,3	23,3	23,3	23,4	23,4	23,4	23,5	23,5	30,1	
1994	4,5	7,9	10,1	16,9	18,8	22,5	23,3	30,9	36,1	36,4	38,3	45,8	54,3	56,2	
1993	4,0	6,7	8,5	12,4	14,3	15,1	16,0	16,9	16,9	17,5	18,9	19,8	19,9	23,2	
1992	5,3	8,3	10,7	13,4	20,6	23,5	23,5	23,5	24,8	27,5	30,6	31,1	31,1	36,7	
1991	10,7	16,8	21,5	25,8	26,3	26,3	26,3	26,3	28,1	30,4	30,9	31,6	32,6	33,1	
1990	2,8	4,8	5,2	5,2	5,7	10,0	13,0	16,0	20,0	23,0	24,3	24,3	25,0	45,3	
1989	4,2	5,7	8,1	13,5	17,9	20,7	23,8	30,1	38,7	46,6	61,1	77,3	88,4	89,9	
1988	2,0	2,5	3,2	4,7	8,2	11,9	11,9	11,9	13,2	20,6	20,6	20,6	20,6	35,9	
1987	6,0	8,3	11,4	22,4	30,6	31,2	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	50,0	
1986	2,0	4,7	6,7	7,2	11,5	12,1	12,1	14,6	16,6	19,3	19,3	19,3	19,3	35,6	
1985	6,1	7,1	7,1	8,1	9,5	16,0	16,0	22,2	25,5	29,9	31,1	33,1	35,5	38,5	
1984	1,7	2,9	3,3	4,4	7,1	9,7	13,9	16,1	18,3	19,0	19,6	27,6	27,8	28,6	
1983	3,7	5,5	6,7	8,5	15,7	24,1	25,6	30,8	32,5	37,6	41,4	53,9	71,2	72,4	

Tablo A.28 Ödemiş DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

ÖDEMİŞ	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	2,4	4,9	6,9	9,7	12,5	17,1	20,9	23,9	26,8	32,1	37,9	42,1	49,0	56,4	
2004	2,8	4,8	6,5	10,2	13,1	15,3	19,2	19,9	20,2	20,4	20,4	21,4	31,0	32,1	
2003	5,6	9,1	12,4	15,3	16,7	17,4	17,4	19,7	21,9	24,7	32,6	43,6	57,9	74,5	
2002	6,0	8,3	10,6	14,2	24,6	43,0	56,1	60,7	60,8	60,8	60,9	65,9	66,2	66,2	
2001	4,6	6,8	8,8	11,2	15,5	23,4	28,3	31,4	31,5	31,5	31,6	43,3	44,8	47,3	
2000	4,3	6,6	9,5	17,1	18,7	18,8	18,8	19,0	19,1	19,1	19,1	24,1	24,3	27,8	
1999	1,7	2,2	2,8	4,4	4,9	6,5	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	
1998	5,9	6,8	7,0	7,2	10,8	16,9	18,7	19,5	21,1	22,4	23,2	24,9	30,6	42,4	
1997	6,1	8,7	9,2	10,2	10,6	11,4	12,2	14,1	15,2	18,0	23,5	26,3	36,0	40,1	
1996	10,1	17,8	21,6	23,2	23,5	23,7	23,7	27,3	27,7	27,8	27,9	28,4	29,2	50,3	
1995	3,3	6,1	7,7	12,2	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	13,1	13,6	13,8	15,6	51,6	*
1994	8,6	11,2	16,4	24,3	32,5	32,5	32,5	32,6	32,6	32,6	32,6	32,6	32,7	39,3	
1993	4,1	6,9	8,9	13,4	17,0	17,7	21,3	21,8	21,9	21,9	22,0	23,7	26,6	36,3	
1992	5,2	10,0	12,4	18,8	25,4	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	35,9	
1991	2,6	4,3	6,2	8,1	9,8	15,0	18,1	21,0	21,5	21,6	21,6	22,8	22,8	25,5	
1990	3,4	5,5	7,0	8,5	10,8	13,9	14,9	15,7	21,5	24,6	27,2	30,2	36,3	48,8	
1989	1,7	2,9	4,3	5,7	10,9	20,7	28,2	36,4	37,9	39,2	39,3	41,8	53,6	59,2	
1988	8,7	10,0	10,7	10,9	12,0	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	15,1	18,1	27,2	
1987	6,0	9,1	8,3	10,8	12,4	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	29,5	*
1986	5,0	9,0	12,8	19,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	30,6	
1985	2,5	4,0	4,0	7,3	10,5	17,7	19,4	20,2	21,5	26,9	28,8	33,5	33,6	49,1	
1984	3,5	4,7	6,0	6,5	7,1	9,1	10,7	11,0	11,2	11,3	11,3	11,3	11,3	61,3	*
1983	10,3	11,8	14,2	17,5	19,6	26,3	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	52,9	
1982	5,6	8,8	10,8	14,0	17,7	20,6	20,6	21,5	22,7	23,0	23,9	30,7	36,7	36,7	
1981	1,6	2,8	3,0	3,2	4,5	7,0	7,1	7,1	7,6	8,3	8,5	8,5	8,5	78,1	*
1980	5,7	7,7	8,1	12,4	20,5	25,2	29,7	33,7	36,9	38,3	43,6	48,2	48,2	58,7	
1979	5,2	7,5	9,4	9,9	11,4	13,2	14,6	21,0	22,7	24,2	25,6	25,6	25,6	41,8	
1978	3,5	4,9	5,3	10,6	13,4	20,4	21,1	21,1	21,1	21,1	23,1	25,2	26,0	47,5	*
1977	10,0	13,2	13,4	16,4	20,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	32,3	
1976	8,7	11,5	14,8	17,6	17,6	22,0	28,7	32,9	42,4	50,3	53,8	62,3	62,5	62,5	
1975	5,5	7,2	7,3	9,7	10,0	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	13,0	14,6	64,4	*
1974	3,0	4,2	5,3	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	59,7	*
1973	4,2	7,6	7,9	8,6	9,0	9,0	10,7	12,5	13,4	14,0	14,0	14,0	14,0	42,4	*
1972	5,2	6,5	7,3	9,7	13,2	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	28,9	41,9	
1971	4,5	6,5	7,8	10,8	10,8	12,0	12,5	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	45,5	*
1970	5,7	8,6	12,9	16,8	21,6	22,1	22,2	22,2	22,2	24,7	27,8	27,9	27,9	37,3	
1969	4,8	6,0	6,8	9,8	10,6	19,1	24,0	27,5	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	41,3	

Tablo A.29 Salihli DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

SALİHLİ	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	7,3	11,4	13,0	15,7	16,5	18,5	25,4	32,3	36,8	40,7	47,0	55,4	62,0	62,9	
2004	10,2	10,3	10,3	10,6	11,0	13,7	16,6	20,8	23,5	24,7	26,5	27,7	27,8	32,7	
2003	6,5	9,1	12,2	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	14,9	15,5	17,7	20,1	23,1	57,6	*
2002	8,1	11,0	18,7	30,9	48,1	48,9	48,9	48,9	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	50,1	
2001	6,6	10,3	13,9	18,6	20,2	24,6	35,0	42,9	47,1	48,7	48,8	48,9	48,9	49,0	
2000	7,9	12,9	16,0	20,6	22,1	24,1	24,1	24,2	24,2	24,2	24,9	39,0	39,8	43,8	
1999	6,4	9,6	11,6	17,4	25,3	38,4	39,3	39,4	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	
1998	5,8	7,3	9,6	14,4	21,0	39,1	43,7	44,0	44,0	44,0	44,0	44,1	44,1	44,1	
1997	4,4	8,1	11,2	12,8	14,4	15,7	17,2	17,6	18,0	23,2	34,0	34,2	36,9	36,9	
1996	4,5	6,0	7,5	9,0	13,7	21,4	30,9	36,8	39,6	40,6	41,4	41,4	41,8	41,8	
1995	5,3	8,1	9,3	16,8	18,1	18,9	18,9	19,0	19,0	19,0	19,9	22,9	26,9	28,3	
1994	8,4	16,1	20,7	30,4	35,0	35,2	35,3	35,3	35,4	40,8	41,0	41,1	41,2	41,3	
1993	3,7	6,6	9,0	12,2	14,0	14,4	14,4	15,2	17,4	18,2	18,8	19,0	19,0	25,6	
1992	5,3	9,3	12,2	17,0	21,0	21,1	21,2	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	32,0	
1991	4,4	5,9	7,0	11,1	14,9	15,4	15,4	15,4	15,6	17,8	21,8	33,0	35,8	42,6	
1990	7,1	9,1	11,6	14,3	14,5	14,9	14,9	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	16,3	59,2	*
1989	4,8	8,0	11,7	14,6	22,2	22,2	22,5	25,1	25,1	27,1	29,0	36,5	37,2	37,2	
1988	7,1	10,4	13,4	13,4	14,3	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	27,4	
1987	2,5	3,7	4,2	6,0	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	9,5	9,5	9,5	9,5	37,7	*
1986	7,3	7,6	7,6	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	12,6	12,6	12,6	12,6	36,0	*
1985	7,2	11,3	12,1	13,5	13,5	14,9	15,6	18,9	22,2	26,7	32,6	32,6	34,5	34,5	
1984	6,0	7,4	7,6	7,9	9,7	20,8	20,8	20,8	21,5	21,6	22,2	26,4	33,2	54,3	
1983	6,1	9,6	11,1	12,8	13,0	24,7	28,7	29,3	29,7	29,7	30,9	31,6	34,3	43,0	
1982	4,3	6,6	7,3	10,2	14,8	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	71,2	*
1981	8,3	11,2	13,7	14,6	14,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	71,2	*
1980	7,3	8,4	8,8	10,9	13,2	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	40,3	*
1979	12,6	15,4	17,1	19,9	21,2	21,2	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	28,1	
1978	5,2	7,9	10,4	14,0	17,2	21,8	28,7	32,6	36,0	44,2	47,5	51,7	61,6	68,0	
1977	9,6	11,8	12,1	15,4	17,6	17,6	25,3	27,4	27,5	27,5	27,9	35,2	44,7	54,4	
1976	8,3	11,8	17,5	17,8	18,7	24,3	29,0	33,5	35,1	35,3	43,2	58,9	60,8	60,8	
1975	5,2	7,5	9,3	11,4	13,9	19,1	23,2	24,9	26,1	26,2	26,2	27,8	27,8	37,7	
1974	3,4	5,1	7,4	15,8	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	41,5	*
1973	5,0	8,2	10,3	13,0	15,9	20,1	21,2	24,7	25,4	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	
1972	9,4	13,2	16,0	27,5	47,2	47,2	53,4	54,0	54,2	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	
1971	5,4	7,0	8,0	8,8	16,0	19,2	25,2	27,4	29,3	31,7	36,0	55,7	55,7	55,7	
1970	4,8	6,2	6,6	7,7	9,7	13,8	23,3	26,9	29,3	31,5	35,1	38,3	38,3	43,1	
1969	3,5	5,7	6,3	6,5	8,4	8,4	12,6	12,6	12,9	17,5	17,7	17,7	17,7	30,0	
1968	9,9	19,0	22,9	29,5	29,5	32,9	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	
1967	3,4	4,6	5,9	6,5	6,9	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	29,5	*

Tablo A.30 Selçuk DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

SELÇUK	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	9,1	10,0	13,2	19,8	22,9	25,9	32,3	37,2	42,0	47,7	58,0	69,0	80,2	102,6	
2004	10,0	18,2	19,7	25,6	34,7	36,2	36,2	36,3	38,8	45,2	56,5	74,4	92,0	100,3	
2003	6,1	9,4	14,3	18,8	33,7	54,2	75,1	87,7	95,8	106,7	112,4	119,9	129,0	132,2	
2002	10,3	15,8	24,3	36,7	45,1	55,4	75,6	85,3	85,3	85,3	85,3	85,6	90,2	90,2	
2001	7,6	11,4	16,9	23,5	30,9	47,8	54,5	56,8	56,8	56,9	56,9	63,0	65,3	66,4	
2000	8,2	12,5	15,9	20,2	24,0	25,0	27,6	33,4	34,0	35,0	36,3	46,9	52,4	58,4	
1999	7,3	11,3	13,2	19,9	20,8	31,7	43,6	51,4	54,3	58,7	70,1	78,3	88,6	94,0	
1998	10,1	18,0	22,5	26,7	30,1	37,7	47,0	51,4	53,9	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	
1997	16,5	22,7	24,0	25,7	29,9	41,6	49,9	55,2	57,2	59,8	66,5	67,4	76,0	77,8	
1996	5,9	10,0	14,2	23,2	34,1	45,6	48,5	55,0	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,6	
1995	3,8	6,4	9,2	12,8	12,8	12,9	15,1	16,2	16,3	16,3	17,0	18,1	18,2	41,1	*
1994	4,5	8,1	9,9	13,1	20,2	27,5	29,4	29,8	30,4	30,5	36,2	42,6	53,6	54,5	
1993	13,9	17,4	22,6	27,4	27,9	29,1	29,2	29,2	29,3	29,3	33,6	34,7	36,5	37,9	
1992	5,7	8,4	9,1	10,3	12,8	14,4	17,3	17,3	17,3	17,3	24,0	24,0	30,6	38,5	
1991	12,9	14,7	16,5	21,3	22,7	36,4	36,4	36,5	36,6	37,4	37,9	39,2	42,1	44,6	
1990	7,8	9,1	10,8	12,8	14,5	25,6	32,7	40,3	45,9	49,6	51,4	53,5	53,6	56,6	
1989	7,5	8,8	9,7	12,3	16,7	22,5	25,5	28,4	28,6	29,3	30,6	30,6	34,8	67,0	*
1988	4,2	5,3	7,1	9,0	9,4	9,5	9,5	10,2	13,6	15,8	17,1	17,1	17,1	42,7	*
1987	4,0	5,2	6,0	8,2	15,1	16,0	16,0	17,6	18,4	19,7	19,7	19,7	19,7	45,1	*
1986	7,9	9,0	14,1	14,2	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	18,4	18,4	18,4	18,4	44,2	*
1985	5,9	9,0	9,8	10,9	11,2	12,8	17,9	20,7	20,9	21,0	21,8	22,1	22,1	29,7	
1984	8,1	12,6	17,2	20,0	24,5	25,3	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,2	45,9	
1983	8,6	12,1	15,0	15,7	17,1	17,1	19,5	20,7	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	55,5	*
1982	17,9	26,6	31,0	31,0	33,1	33,1	33,1	33,1	40,6	43,5	48,7	54,3	59,1	59,5	
1981	4,7	5,4	8,8	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	70,9	*
1980	8,8	13,1	15,1	17,1	17,2	17,3	17,3	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	47,7	*
1979	7,2	7,8	9,0	12,2	12,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	20,6	22,0	32,4	43,8	
1978	9,5	12,7	14,0	14,0	14,0	17,6	22,8	23,0	28,6	34,2	35,2	35,7	41,9	69,0	
1977	12,0	17,2	22,2	30,9	42,4	54,1	76,3	93,0	110,2	113,7	141,2	165,4	172,3	181,6	
1976	7,0	7,7	8,9	9,0	12,4	14,8	45,2	47,4	47,8	48,0	48,0	48,0	48,0	49,2	
1975	15,8	20,8	25,4	31,3	44,9	51,5	52,5	52,6	54,1	54,1	58,6	92,4	94,7	110,2	
1974	10,2	13,2	15,3	19,8	32,7	35,2	35,4	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	69,4	
1973	5,4	9,1	13,4	16,7	16,7	16,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	35,8	
1972	8,0	12,0	15,2	22,2	25,9	25,9	32,2	33,7	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	91,5	*
1971	8,0	11,2	12,7	13,0	13,9	13,9	19,3	20,7	31,2	32,4	34,9	44,0	50,4	62,0	
1970	5,7	10,2	13,1	18,6	29,0	35,0	40,0	42,2	47,7	54,1	54,1	54,1	54,1	54,6	
1969	8,5	11,3	14,5	19,2	21,7	22,0	22,0	22,0	22,1	29,6	31,8	35,6	36,6	36,6	
1968	9,8	12,1	14,2	16,4	16,5	17,0	17,0	18,0	19,1	19,5	24,3	29,6	29,6	42,0	
1967	9,4	13,4	14,0	14,7	18,7	29,5	33,8	36,6	42,7	47,0	47,0	47,0	47,0	63,3	
1966	10,0	20,0	27,3	39,4	49,9	49,9	49,9	50,8	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	
1965	12,4	22,1	23,7	25,0	26,3	26,9	28,2	34,2	36,8	37,9	46,3	50,7	51,4	56,0	

Tablo A. 31 Simav DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

<b>SİMAV</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>24 +</b>
<b>2005</b>	5,0	6,2	7,1	11,6	14,6	14,9	18,8	20,2	20,3	20,3	20,3	21,9	27,0	72,3	*
<b>2004</b>	3,3	5,1	6,7	11,0	12,0	8,4	12,3	12,3	12,3	12,3	11,6	14,4	15,6	40,7	*
<b>2003</b>	3,1	5,6	7,8	9,3	13,5	14,6	18,9	21,3	22,3	22,8	22,9	22,9	23,2	46,0	
<b>2002</b>	5,2	6,3	7,0	10,4	12,2	14,9	20,3	20,5	21,4	21,8	21,8	24,3	25,8	45,5	
<b>2001</b>	5,5	7,1	8,8	9,7	10,8	17,3	22,8	26,3	27,9	28,6	30,0	31,0	34,1	96,8	*
<b>2000</b>	5,6	8,2	11,2	14,7	16,3	25,8	27,0	27,7	30,8	32,6	32,7	32,7	32,7	32,7	
<b>1999</b>	4,1	7,1	10,3	12,3	12,7	12,7	14,2	14,8	14,8	14,8	15,1	16,1	16,1	17,0	
<b>1998</b>	6,6	8,9	11,3	13,9	19,2	28,6	33,1	38,1	43,5	46,7	48,5	48,6	50,5	54,9	
<b>1997</b>	5,2	5,7	6,7	9,1	14,9	19,8	21,8	23,1	25,8	28,8	30,9	37,9	54,1	60,7	
<b>1996</b>	3,6	4,1	5,2	8,4	15,4	22,6	28,9	31,8	32,0	32,2	32,2	32,4	33,0	60,6	
<b>1995</b>	4,9	7,4	10,0	11,3	12,4	16,8	17,2	17,2	17,2	17,3	17,4	17,8	25,8	87,1	*
<b>1994</b>	5,2	9,3	12,0	17,6	18,8	18,9	19,0	20,5	23,2	25,8	31,3	31,9	32,3	55,6	
<b>1993</b>	1,9	3,7	4,7	5,5	6,2	9,7	11,4	13,7	14,0	14,8	15,1	15,4	15,9	44,1	*
<b>1992</b>	3,0	3,8	4,0	8,5	19,2	20,0	22,2	23,4	24,6	24,3	24,8	24,8	24,8	46,6	
<b>1991</b>	8,8	11,2	12,3	13,0	14,5	22,0	22,0	25,0	25,7	27,7	27,9	30,5	35,0	41,4	
<b>1990</b>	3,5	5,4	6,7	7,3	8,6	13,5	14,6	15,1	15,4	15,4	15,4	17,2	22,8	44,2	*
<b>1989</b>	2,8	5,5	6,7	8,2	9,4	11,3	14,3	17,0	19,0	19,9	23,1	30,0	31,4	37,3	
<b>1988</b>	3,5	4,3	4,9	6,0	10,1	13,3	13,3	14,7	14,8	14,8	14,8	17,0	20,7	45,4	*
<b>1987</b>	2,5	4,0	4,5	5,0	8,8	10,7	11,8	12,2	13,4	16,3	18,2	23,5	27,7	72,0	*
<b>1986</b>	7,6	8,6	8,6	11,5	16,7	20,2	21,8	21,9	21,9	25,1	25,1	25,1	25,1	165,0	*
<b>1985</b>	4,0	7,5	8,5	9,6	9,8	10,5	10,5	10,5	11,6	13,3	15,8	17,3	17,8	77,5	*
<b>1984</b>	4,0	5,5	6,6	6,8	8,6	13,2	14,4	15,2	17,0	20,7	28,9	33,3	36,0	74,1	*
<b>1983</b>	13,5	18,7	19,8	22,9	23,2	23,2	23,4	30,4	38,2	42,5	48,5	67,8	75,8	77,4	
<b>1982</b>	4,5	8,3	9,5	11,0	17,9	21,6	21,6	21,6	22,3	25,4	25,4	29,4	37,8	37,8	
<b>1981</b>	11,0	12,6	16,5	22,5	23,4	29,8	31,4	31,7	32,0	32,1	39,4	43,2	49,8	92,6	*
<b>1980</b>	3,0	4,0	5,9	7,6	15,2	22,0	23,5	25,0	26,3	27,5	30,0	32,2	32,5	88,9	*
<b>1979</b>	5,3	7,6	8,9	10,1	12,0	20,6	28,7	34,4	34,4	37,7	41,0	47,8	52,7	75,2	
<b>1978</b>	6,4	9,6	11,6	13,2	18,0	18,0	21,6	27,8	29,8	30,1	30,2	30,6	35,7	54,1	
<b>1977</b>	10,0	14,7	17,1	20,3	20,9	21,4	25,9	42,0	46,3	49,5	50,4	50,4	50,4	83,7	
<b>1976</b>	14,6	28,1	31,4	51,6	59,5	62,0	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	94,4	
<b>1975</b>	10,9	17,6	17,7	23,0	27,1	30,9	44,3	53,4	58,9	61,8	65,8	68,0	68,1	68,8	
<b>1974</b>	2,2	4,2	5,0	7,2	10,5	20,3	23,7	24,9	25,5	25,8	32,8	38,0	38,0	61,8	
<b>1973</b>	4,7	6,9	8,5	11,4	16,5	21,4	22,2	24,2	25,7	26,0	26,0	26,0	26,0	70,0	*
<b>1972</b>	4,5	7,0	9,0	12,5	16,4	17,5	17,6	17,6	19,4	22,8	26,6	28,6	34,0	34,5	
<b>1971</b>	6,9	12,0	12,3	20,6	23,0	25,0	25,8	25,8	25,8	25,8	30,1	38,2	42,5	51,1	
<b>1970</b>	3,7	4,3	4,8	8,6	17,1	25,1	25,4	25,4	27,6	32,1	38,4	48,6	56,1	63,9	
<b>1969</b>	2,7	5,0	7,2	12,5	17,5	22,3	28,1	31,6	34,2	40,2	43,2	51,1	60,7	72,3	
<b>1968</b>	4,9	9,8	12,6	24,3	26,8	29,6	29,7	29,7	29,7	31,8	31,8	34,5	48,8	55,6	
<b>1967</b>	3,8	7,5	8,8	10,5	11,7	12,8	13,0	14,4	15,2	15,9	16,6	21,6	34,6	39,0	
<b>1966</b>	5,8	6,1	7,2	8,5	17,1	31,5	38,5	42,3	50,3	55,0	62,2	72,8	75,1	78,6	
<b>1965</b>	4,2	5,2	6,2	8,6	11,4	16,9	23,2	29,1	34,3	40,0	47,6	54,9	56,6	66,7	

Tablo A.32 Sultanhisar DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

SULTANHISAR	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	4,6	6,3	8,0	12,2	22,2	27,0	32,9	38,4	41,9	45,3	50,7	60,9	69,1	69,5	
2004	7,6	9,4	15,4	24,1	33,8	43,7	44,9	45,0	45,0	45,0	45,5	45,9	46,1	46,1	
2003	3,7	5,8	8,6	11,5	13,8	24,2	31,9	36,7	38,4	42,0	43,8	56,2	73,5	74,1	
2002	7,2	9,7	11,6	18,1	28,9	41,8	42,1	42,2	42,2	42,2	42,2	42,7	48,8	49,0	
2001	3,3	4,8	6,3	9,5	16,4	23,0	27,4	28,2	28,3	28,3	30,3	31,2	31,9	64,7	*
2000	2,9	5,6	6,8	7,4	7,8	9,1	9,8	9,8	9,9	9,9	11,7	13,9	14,7	15,5	
1999	4,0	7,5	9,9	11,9	13,6	15,3	15,4	15,4	15,4	15,5	15,5	15,5	15,5	17,9	
1998	8,6	12,4	16,6	17,4	18,0	18,1	24,1	29,9	39,2	39,9	39,9	40,3	40,3	40,3	
1997	7,9	11,9	13,9	14,3	14,8	14,9	15,1	15,1	19,1	22,1	25,2	38,1	47,1	54,0	
1996	4,9	7,4	9,5	10,5	14,0	15,8	16,2	19,3	19,3	19,3	19,5	21,9	25,0	41,5	
1995	3,7	7,1	10,4	14,2	15,5	17,4	18,1	19,3	19,4	19,5	19,6	20,1	21,0	32,3	
1994	9,7	14,9	17,3	24,8	32,1	33,6	34,2	34,4	34,4	34,4	37,3	40,7	40,8	53,6	
1993	7,1	7,4	9,7	14,7	17,0	20,0	20,8	30,4	30,8	32,1	33,8	35,9	36,0	36,3	
1992	6,3	7,7	7,8	8,0	8,3	12,0	16,0	18,2	20,8	23,3	27,3	27,3	27,3	32,1	
1991	4,8	6,9	8,8	16,1	17,8	19,1	19,2	19,2	19,2	20,7	22,3	23,6	26,1	34,3	
1990	7,9	9,3	9,8	10,5	10,7	15,7	19,8	26,8	30,3	38,8	50,3	54,6	54,6	55,6	
1989	5,6	8,1	9,4	13,7	17,8	19,2	26,0	33,0	38,0	43,2	55,2	67,7	72,1	76,2	
1988	9,4	16,4	22,1	28,6	31,9	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	34,0	
1987	1,2	1,7	2,6	3,3	3,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	64,2	*
1986	7,8	11,5	14,1	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	17,2	17,2	19,4	19,4	35,9	
1985	3,3	4,2	5,1	5,2	5,2	7,4	9,8	9,9	9,9	9,9	9,9	10,0	11,2	42,7	*
1984	9,4	9,8	10,6	10,8	12,1	16,6	16,6	21,1	27,1	28,4	29,1	29,1	29,2	33,6	
1983	7,4	8,4	8,9	8,9	16,9	16,9	18,2	18,3	18,3	21,3	21,4	25,5	25,6	53,3	*
1982	1,9	3,8	4,7	5,0	5,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	36,4	*
1980	1,7	5,7	6,3	6,5	6,7	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,6	45,0	*
1979	6,0	8,0	11,4	12,3	12,4	18,0	20,1	22,0	23,4	27,0	29,4	29,6	29,6	42,2	
1978	7,1	12,8	16,6	19,6	22,2	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	34,5	34,8	34,9	48,8	
1977	6,7	8,5	9,9	12,2	12,2	12,7	13,3	13,6	14,4	15,1	16,3	17,2	22,0	28,4	
1976	9,0	13,8	16,1	18,3	22,1	22,7	23,3	23,3	27,5	29,6	33,2	36,3	38,5	38,5	

Tablo A.33 Tavşanlı DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

TAVŞANLI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	7,3	9,1	12,4	15,0	16,2	16,8	22,3	24,9	28,7	30,1	33,5	38,1	41,7	44,2	
2004	4,6	7,3	7,9	10,5	11,4	13,0	13,1	16,0	17,4	17,4	21,4	21,5	22,0	28,9	
2003	5,2	7,5	9,5	11,8	11,9	13,0	14,0	14,1	14,1	14,1	18,0	18,5	18,9	31,8	
2002	5,5	8,8	12,1	19,3	23,1	23,8	23,8	23,8	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	24,1	
2001	8,5	13,4	17,9	27,2	28,1	28,2	28,2	28,6	29,2	30,1	30,6	30,7	39,4	42,7	
2000	4,9	9,3	9,8	9,9	10,0	10,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,2	13,4	13,7	13,7	
1999	11,0	21,6	28,4	50,3	85,2	107,4	107,4	107,4	107,4	107,5	107,5	107,5	108,5	108,5	
1998	4,9	7,6	9,3	10,1	11,2	17,3	22,4	26,5	36,3	41,1	42,4	43,0	43,1	44,1	
1997	6,9	10,2	11,7	12,4	15,3	17,2	19,6	20,7	22,5	23,9	29,0	41,2	45,5	46,7	
1996	7,2	8,2	9,1	10,4	13,6	17,9	18,1	18,6	18,6	18,9	19,2	20,2	22,9	31,9	
1995	9,9	15,4	16,8	23,3	25,0	25,4	28,1	28,3	29,7	29,8	29,9	30,1	34,9	35,1	
1994	7,7	7,8	7,9	10,7	14,8	16,8	16,8	16,8	18,9	20,5	21,0	22,4	22,4	28,3	
1993	7,1	10,6	12,8	13,3	14,0	14,7	14,7	15,9	16,2	16,5	18,1	18,2	18,2	21,5	
1992	3,0	4,5	5,8	7,5	12,5	15,2	15,4	15,4	16,8	16,8	16,8	20,7	23,2	26,2	
1991	9,7	14,1	14,9	16,6	17,6	24,0	24,8	25,2	25,3	27,5	27,5	29,2	29,3	29,3	
1990	3,4	5,8	6,3	11,1	12,1	13,0	13,0	13,0	13,1	15,2	15,4	18,8	20,8	28,4	
1989	5,2	5,8	5,9	8,3	9,8	9,9	18,6	22,9	28,3	33,5	40,8	51,4	68,3	73,5	
1988	3,8	5,6	6,3	10,4	12,8	13,4	14,5	15,1	15,9	16,3	18,3	20,0	20,0	22,2	
1987	1,5	2,5	3,0	4,5	4,8	6,3	7,9	9,2	10,5	10,6	11,9	12,0	12,1	54,5	*
1986	2,5	3,8	4,5	9,0	11,3	14,6	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	15,0	15,0	48,3	*
1985	1,7	2,9	3,3	4,0	7,2	8,5	8,8	8,8	8,9	11,8	13,8	16,6	19,4	34,2	*
1984	3,5	5,0	5,7	6,7	10,7	11,5	14,9	15,9	16,8	17,1	20,3	21,2	26,7	45,3	*
1983	8,8	8,8	10,7	19,7	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	22,3	22,3	22,3	25,1	31,6	
1982	6,9	11,5	13,4	14,5	16,3	16,5	17,1	17,3	17,4	17,4	18,5	19,9	20,3	40,6	*
1981	5,3	9,2	9,7	13,9	16,4	20,4	26,1	28,8	30,5	30,6	31,0	33,6	36,2	41,6	
1980	10,0	13,5	15,6	18,5	18,9	19,2	19,3	19,3	19,3	20,5	20,7	20,7	20,7	41,3	*
1979	7,9	7,9	9,8	15,4	17,6	18,5	18,5	18,5	18,5	22,6	24,0	30,2	34,5	44,7	
1978	3,9	4,1	4,2	4,4	6,1	11,3	15,6	17,6	18,3	18,6	19,1	19,1	22,1	27,6	
1977	9,9	12,1	12,6	19,1	20,9	20,9	20,9	20,9	22,8	24,8	30,9	38,9	56,7	66,8	
1976	9,4	16,2	18,3	20,0	22,2	23,1	25,8	26,5	26,5	26,5	26,5	27,8	32,0	39,5	
1975	17,3	25,2	29,2	33,8	36,5	47,2	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	54,7	
1974	21,1	31,6	34,2	49,4	64,0	68,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	
1973	4,2	7,5	10,6	12,4	12,4	12,8	13,1	13,4	13,4	16,1	17,3	20,4	27,5	41,3	
1972	9,2	18,0	23,6	29,2	29,6	29,6	29,6	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	
1971	6,5	8,6	11,0	12,3	13,3	15,8	16,3	16,8	20,9	23,0	23,0	23,0	23,2	27,8	
1970	6,4	7,9	8,6	9,7	9,7	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	12,5	18,8	32,9	*
1969	5,2	6,6	7,6	12,2	18,0	20,7	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	24,5	

Tablo A.34 Uşak DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

UŞAK	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	10,2	14,6	17,6	23,8	28,3	30,3	33	37,8	38,8	38,8	38,8	38,8	38,9	39,3	
2004	2,3	3,7	4,5	6,3	10	18,1	22,3	23,2	23,2	23,2	23,2	23,3	23,3	37	
2003	3,9	6,7	8,3	10,6	11,4	15	16,8	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	60,7	*
2002	6,3	7,9	11,3	16,5	20,3	22,6	22,8	22,8	23,2	23,5	24,3	31	38	38	
2001	4,9	6,7	10	13,4	13,9	14,1	15	15	15	15,1	15,1	15,1	18,4	56,4	*
2000	4,4	5,4	5,9	7,3	10,6	14,7	16,3	18,5	19,3	19,8	21,9	23,5	38,3	45,6	
1999	7,7	12,2	16,5	24,3	26,7	28,7	28,7	28,8	28,8	30,1	33	33	33	33	
1998	3,5	5,9	8,5	13,7	16,5	22,4	24,6	30,5	32,7	35,7	37,2	38	39,1	40,7	
1997	3,6	4,5	5,4	8,4	9,1	11	11,9	15,9	19,3	20,3	20,3	20,4	20,4	31,6	
1996	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	14,2	16,2	16,2	16,3	16,3	16,3	16,4	17	32,7	
1995	7,2	9,4	9,5	9,6	9,9	10,5	11,1	11,3	12,6	15,4	18,5	23,9	32,4	35	
1994	6,2	9	10,3	12	12,5	13,7	14,2	14,2	15,8	18,1	18,2	18,9	19,2	31,6	
1993	4,2	7,2	9	10,2	11,7	14,6	14,7	15	15,3	15,4	15,5	15,6	15,8	28,1	
1992	6,2	9,9	13	16,5	22,7	23,1	24,3	26,3	31,1	36,3	42,8	47,8	47,9	47,9	
1991	3,7	5,2	6	7,6	9,1	12,7	12,9	13,9	15	15,3	15,6	15,6	15,6	38	*
1987	4	5,3	6,1	11,5	13,7	14,3	14,3	14,3	14,3	14,5	14,8	14,8	14,8	24,6	
1986	3,5	7	9	11,5	12,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	37,4	*
1985	3,5	4	4,8	5,2	8,5	9,5	14,2	16	17	17,2	20,8	24	24	26,3	
1984	5,6	7,1	7,8	9,8	11,3	13	13,4	14,6	14,9	15,3	18,1	20,4	21,6	56,6	*
1983	7,1	12,6	13,6	14,2	18	19,5	19,7	19,7	19,7	31	35	36	36,2	36,2	
1982	4,7	5	6,1	10,5	12,3	14	14	14	14	14	14	14	14	24,7	
1981	5,7	9,1	12,1	22,4	25,4	29	30,7	37,3	43,9	45,1	45,3	45,3	45,3	45,3	
1980	6,4	12,4	17	28	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	34,4	
1979	4,8	6,8	9,4	14,6	18	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	39,5	
1978	3	5,9	7,9	12	13	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	20,8	23	25,6	
1977	4,5	5,2	5,3	6	7,3	10,1	12,7	15,5	15,8	16	16	16	18,4	24,5	
1976	5	7,5	8,3	9,7	11,8	11,8	11,8	13,7	14,7	16,3	20,5	27,7	29,6	35,5	
1975	13,7	20,2	23,7	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	33,3	
1974	4	4,8	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	28,8	*
1973	5,5	9,1	11,6	20,5	23,9	30,6	34,1	35,5	36,5	38,3	42,6	45,1	46,6	46,6	
1972	6,5	11,5	15,5	17,5	27,6	27,6	27,9	30,1	32,4	34,4	35	35	35	35	
1971	8,3	11,9	16,2	22,6	27,6	28	28	28	28	28	28	28	28	35	
1970	1,7	2,5	2,8	3,8	5,2	9	9	9	9	9	9	9	9	26,4	*
1969	7,2	10,8	12	18,5	28	31,7	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	39,1	
1968	5	7,8	11,9	13,1	13,1	13,1	14,4	17,1	17,8	20,4	26,3	30,1	34	37,1	
1967	6	9,8	11,7	14,4	14,4	15	15	15	15	15	15	15	15	27	
1966	7,4	10,7	13,7	19,4	27,7	28,1	31,5	31,6	31,6	32,8	34,1	34,1	34,1	49,8	
1965	4,6	6,6	7,6	8,2	9,6	17	21	22,4	22,4	25	26,9	34,3	35,1	35,1	
1964	3,8	4,3	4,8	4,8	6	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	44,2	*
1963	4	6,3	6,6	7,5	8	10	10	12	14	14	15,3	18,1	23,9	31,3	
1962	5,5	8,3	9	13	16,5	16,5	16,5	16,5	18,2	20,2	25,2	37	38,5	53,5	
1961	8	12	14	14	14,5	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	16,3	20,9	
1960	5,4	6	6	6	8,4	15,1	20	26,5	30	33	35	47,2	50,9	53,9	
1959	7,3	8	10,5	11,4	11,4	16,3	19,9	21,2	22,5	23,9	27,5	31	32	46,1	
1958	4,6	9,2	11	12,8	15,4	24,5	28,1	29,3	30,1	30,1	30,1	31,1	43,7	46	
1957	11	11	12,5	12,5	13	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	25	



Tablo A.34 Devamı

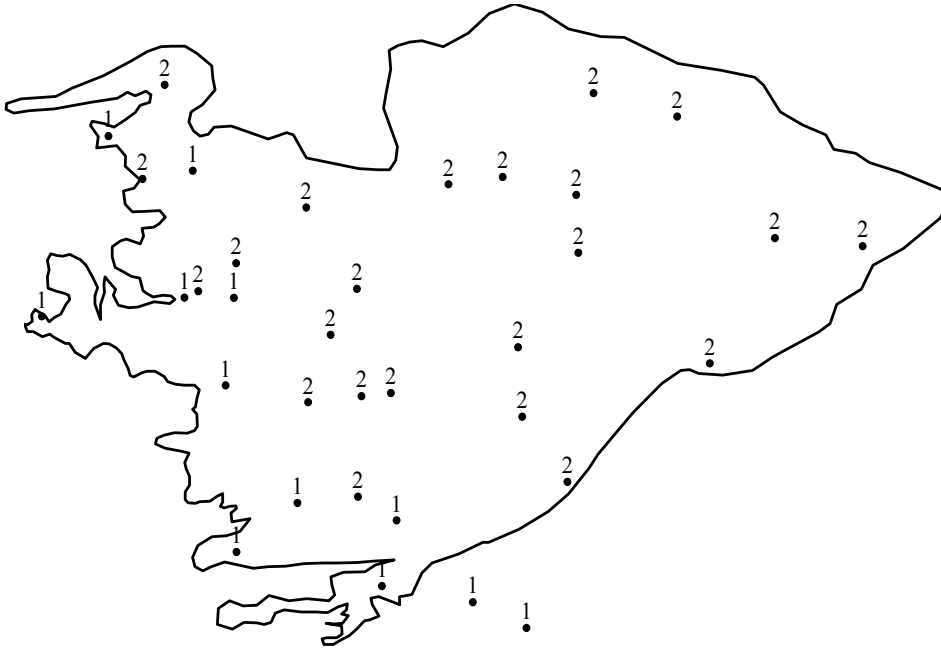
UŞAK	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
1956	3,4	4,1	4,4	4,4	5,7	9,9	13,3	15,8	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	38,1	*
1955	8,4	11,7	18,9	24,2	35,9	36,9	37,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	47,3	
1954	2,7	5,0	5,0	5,0	7,9	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	36,8	*
1952	6,4	8,0	10,3	16,0	32,0	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	39,4	
1951	4,0	5,4	5,4	6,7	9,7	10,4	12,0	14,4	15,8	17,0	18,9	22,4	22,9	49,0	*
1950	4,7	7,5	7,5	12,0	12,2	12,2	14,9	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	22,8	
1949	7,0	8,0	10,3	12,6	16,0	16,4	18,8	22,5	26,5	30,6	32,8	32,8	32,8	33,8	
1948	4,0	5,5	5,5	5,5	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	33,0	*
1947	4,7	7,0	7,0	9,8	17,9	17,9	17,9	17,9	20,4	21,8	23,1	31,6	33,9	33,9	
1946	5,2	5,9	6,9	7,7	10,2	15,9	17,4	20,0	20,9	21,2	22,7	22,7	22,7	40,4	
1945	4,5	7,0	7,2	7,2	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	23,7	*
1944	4,5	4,5	4,5	4,5	7,0	10,5	12,7	13,2	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	27,7	*
1943	5,8	7,1	8,1	8,1	9,3	9,8	10,3	11,6	13,4	15,4	18,8	20,9	25,6	44,1	*
1942	6,8	13,5	13,5	15,3	19,0	20,2	20,2	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	35,4	
1941	5,4	8,1	8,1	8,1	11,3	18,1	20,6	25,9	28,2	30,4	36,1	43,4	44,6	44,6	

Tablo A.35 Yatağan DMİ Standart Süreli Maksimum Yağış Değerleri (mm)

YATAĞAN	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2005	9,5	10,0	14,9	24,2	35,8	45,9	46,4	48,8	50,6	53,7	54,1	54,1	54,2	54,2	
2004	4,5	7,9	10,7	16,6	22,2	24,6	26,3	27,9	27,9	27,9	28,0	28,0	28,0	45,5	
2003	8,3	12,7	16,4	18,1	19,5	19,5	19,9	19,9	19,9	20,0	20,2	22,6	28,9	72,1	*
2002	9,5	17,9	22,0	41,2	54,9	61,6	62,3	62,3	62,3	62,3	62,3	62,3	62,3	62,3	
2001	3,4	6,4	7,2	8,7	15,6	20,5	22,2	23,6	29,7	32,2	41,7	54,5	74,9	89,5	
2000	6,1	10,1	13,6	18,4	20,2	20,2	20,2	20,2	20,3	20,3	21,0	28,1	32,3	35,7	
1999	4,1	7,2	9,7	14,7	18,6	19,5	19,6	19,6	19,6	19,7	19,7	19,7	19,9	19,9	
1998	4,9	6,3	7,5	9,9	16,1	21,0	23,2	28,5	33,3	34,3	36,7	36,8	36,9	67,4	
1997	4,6	7,8	9,6	12,9	24,5	33,3	37,3	42,1	45,6	47,0	47,7	47,7	52,9	64,7	
1996	6,7	11,5	15,3	19,4	19,9	23,5	29,2	29,3	29,7	30,9	31,6	37,6	57,1	60,3	
1995	9,9	19,7	29,6	45,9	51,4	53,2	56,3	58,2	58,5	58,5	58,7	68,1	87,1	107,8	
1994	7,1	11,6	15,7	23,6	27,7	40,6	49,6	59,0	63,2	65,0	68,3	68,9	73,9	75,7	
1993	10,5	17,4	21,9	25,2	25,6	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7	35,2	
1992	7,6	8,8	9,2	9,2	9,9	10,3	11,5	14,1	15,1	15,6	18,2	18,7	18,7	67,2	*
1991	4,5	5,1	5,7	6,8	9,3	12,8	14,0	15,1	16,0	16,0	18,0	18,6	24,4	31,6	
1990	6,3	8,4	11,9	17,1	24,3	26,7	27,3	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	54,0	
1989	3,0	5,0	6,5	9,2	15,9	30,6	38,2	48,7	57,0	62,6	68,6	82,3	88,3	97,3	
1988	9,9	14,9	17,3	23,9	29,5	29,8	29,8	29,8	29,8	30,1	36,9	41,1	41,3	50,4	
1987	6,8	11,4	15,6	22,3	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,2	35,8	
1986	8,6	14,0	17,5	24,0	27,0	35,2	35,8	35,8	35,8	35,8	36,3	36,3	36,3	38,3	
1985	11,7	15,7	17,2	19,6	20,7	28,5	29,8	29,9	29,9	29,9	29,9	35,4	37,4	53,2	
1984	4,0	6,8	8,3	10,7	15,6	21,6	26,0	36,4	39,3	40,2	40,9	51,5	51,7	52,6	
1983	4,5	5,0	5,7	7,2	10,0	11,8	17,8	18,9	19,7	22,2	25,9	29,9	30,8	39,8	
1982	6,3	8,9	11,5	14,8	16,0	16,0	16,4	16,4	16,4	16,4	20,4	23,8	23,8	42,5	*
1981	4,0	5,5	6,2	8,2	9,7	16,1	23,5	29,1	33,2	43,3	44,8	49,3	54,1	69,6	
1980	5,0	7,6	8,6	9,7	10,6	11,3	11,3	21,3	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	55,8	*
1979	9,3	11,1	11,2	15,2	19,6	20,2	24,3	32,1	32,9	37,6	38,6	51,8	58,7	64,9	
1978	9,6	11,3	12,0	12,3	12,4	13,0	13,5	13,7	13,9	13,9	17,5	18,5	18,5	46,0	*
1977	3,0	3,7	3,8	4,3	4,8	8,3	12,0	14,5	16,3	17,3	18,7	21,9	21,9	38,6	
1976	9,5	12,6	17,6	29,3	32,6	33,2	34,5	34,6	34,6	35,2	35,9	39,2	44,3	51,4	
1975	8,6	10,7	14,0	16,4	18,3	19,7	21,0	23,2	24,9	26,0	26,2	26,2	26,7	53,1	*
1974	5,3	7,6	9,7	13,5	25,8	31,3	41,4	42,8	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,3	
1973	4,5	6,5	9,1	11,2	11,2	13,2	17,5	19,1	22,6	24,1	26,5	31,5	39,4	52,0	
1972	6,1	8,1	10,0	13,5	18,4	24,4	29,2	29,6	29,8	29,9	43,5	43,9	43,9	43,9	
1971	6,5	7,3	8,3	13,4	13,7	18,4	23,0	25,3	25,4	25,4	25,4	28,8	30,8	67,8	*
1970	3,8	5,8	8,8	12,3	17,7	24,3	26,6	30,8	32,0	33,2	35,0	42,2	44,8	48,2	
1969	8,4	10,4	14,9	21,6	29,5	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,9	42,3	
1968	7,6	10,6	14,6	21,5	27,5	28,3	29,7	29,8	29,8	29,8	29,8	32,3	33,6	42,9	
1967	7,8	15,5	18,8	22,6	31,0	31,9	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	36,7	37,1	42,9	
1966	9,1	12,1	13,7	15,9	18,2	24,2	32,9	33,5	33,5	33,5	37,4	39,3	44,1	58,5	

**EK-B:**  
**BULANIK c-ORTALAMALAR YÖNTEMİYLE**  
**ELDE EDİLEN KÜMELEME ANALİZİ**  
**SONUÇLARI**

**t = 5 dak. c = 2**



Şekil B.1. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=5 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 10 dak. c = 2**



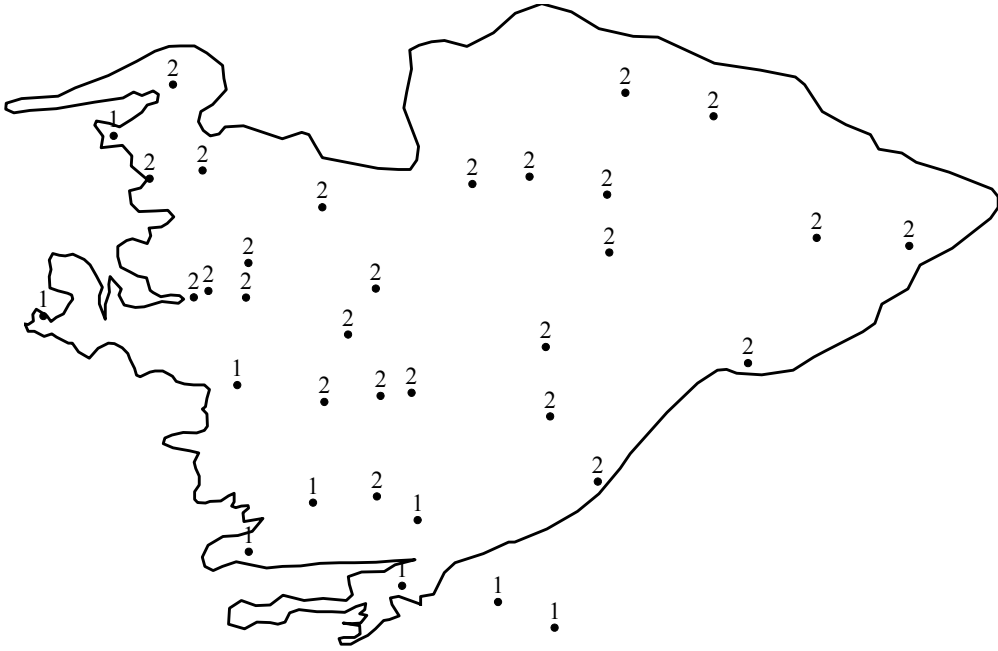
Şekil B.2. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=10 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t=15 dak. c=2**



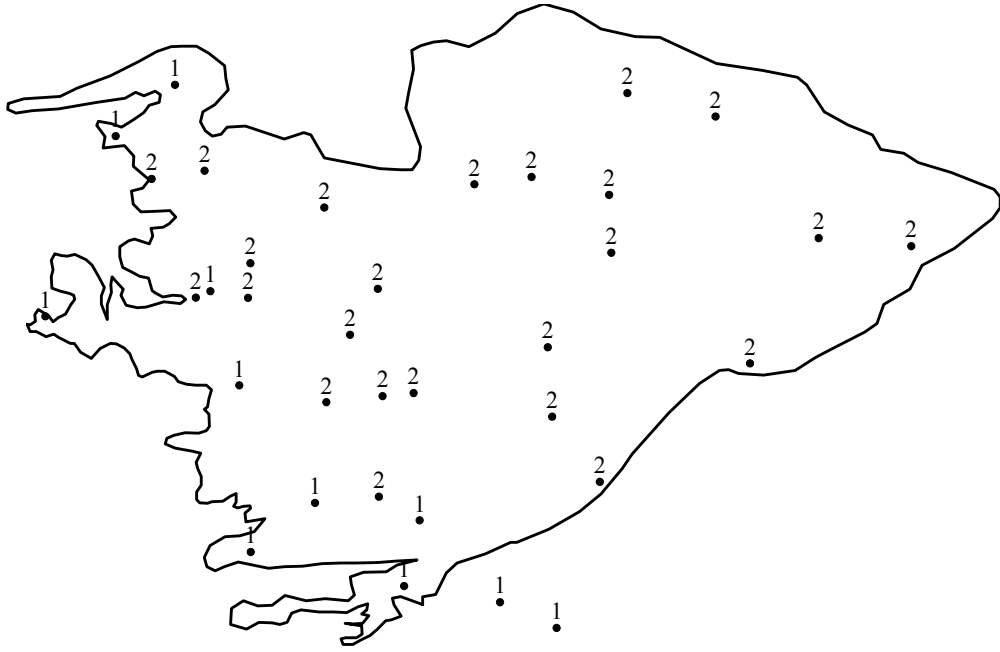
Şekil B.3. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=15 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t=30 dak. c=2**



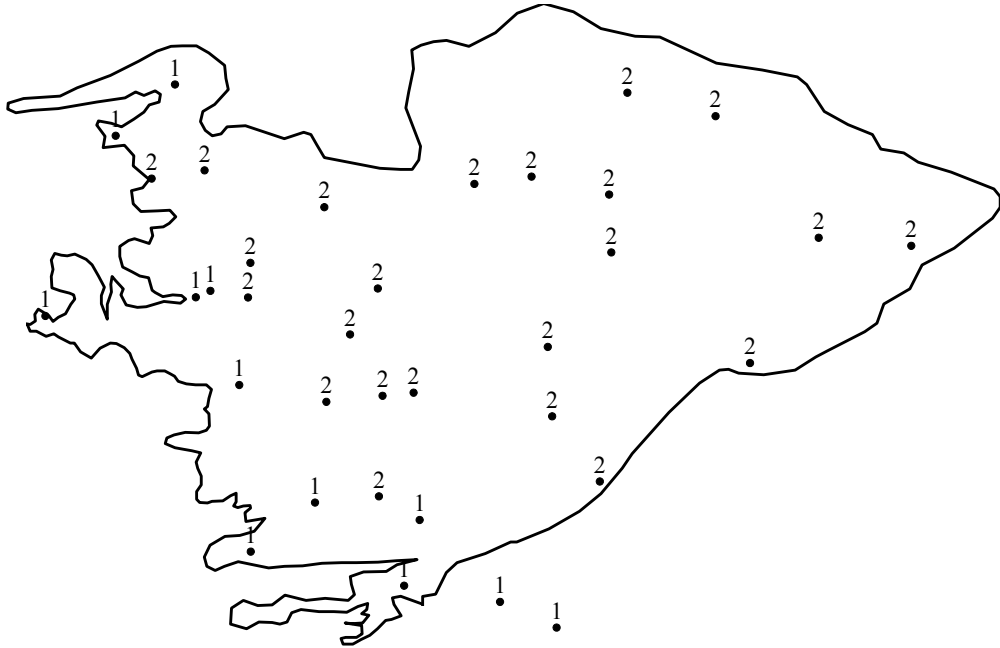
Şekil B.4. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=30 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 60 dak. c = 2**



Şekil B.5. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=60 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 120 dak. c = 2**



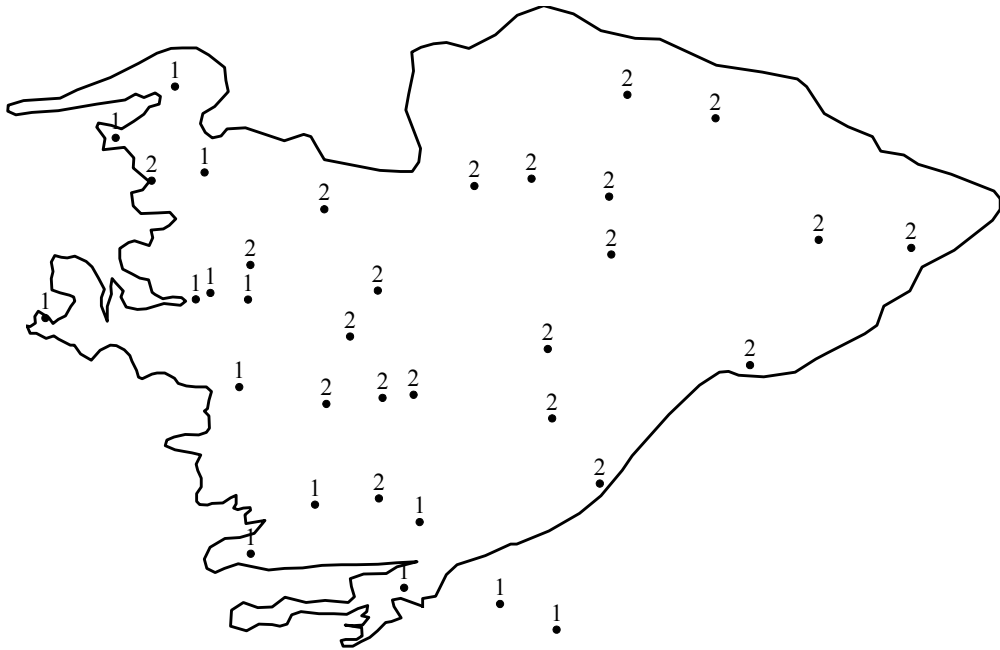
Şekil B.6. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=120 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 180 dak. c = 2**



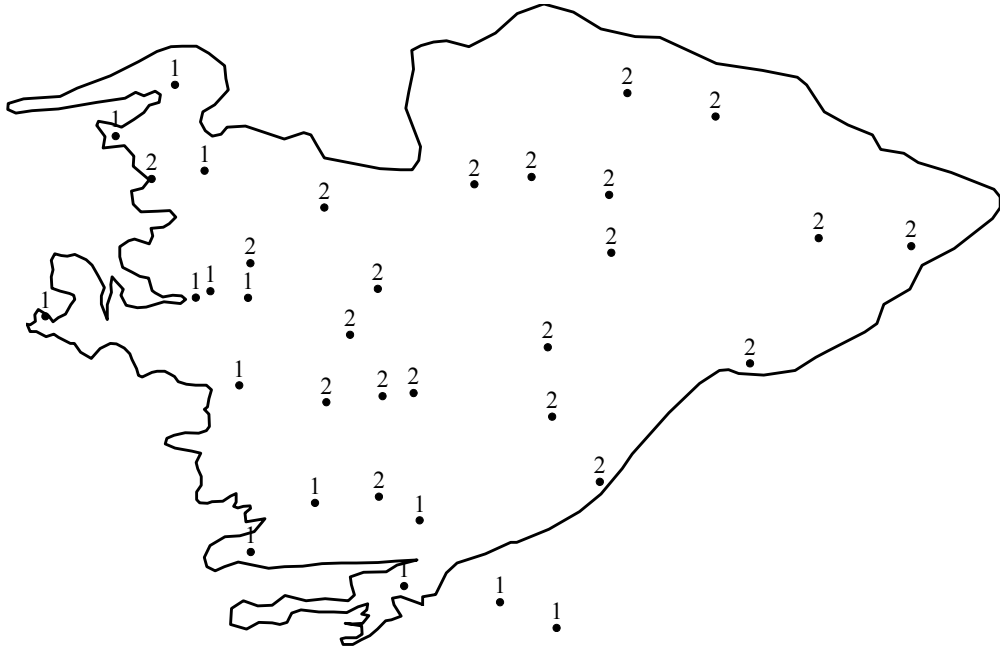
Şekil B.7. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=180 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 240 dak. c = 2**



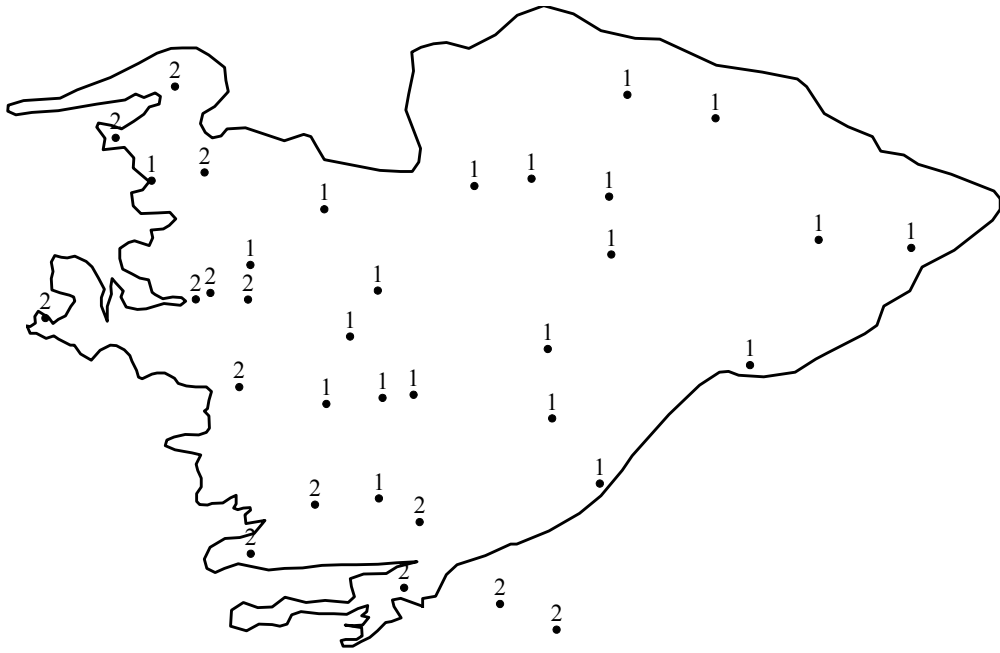
Şekil B.8. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=240 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 300 dak. c = 2**



Şekil B.9. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=300 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 360 dak. c = 2**



Şekil B.10. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=360 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

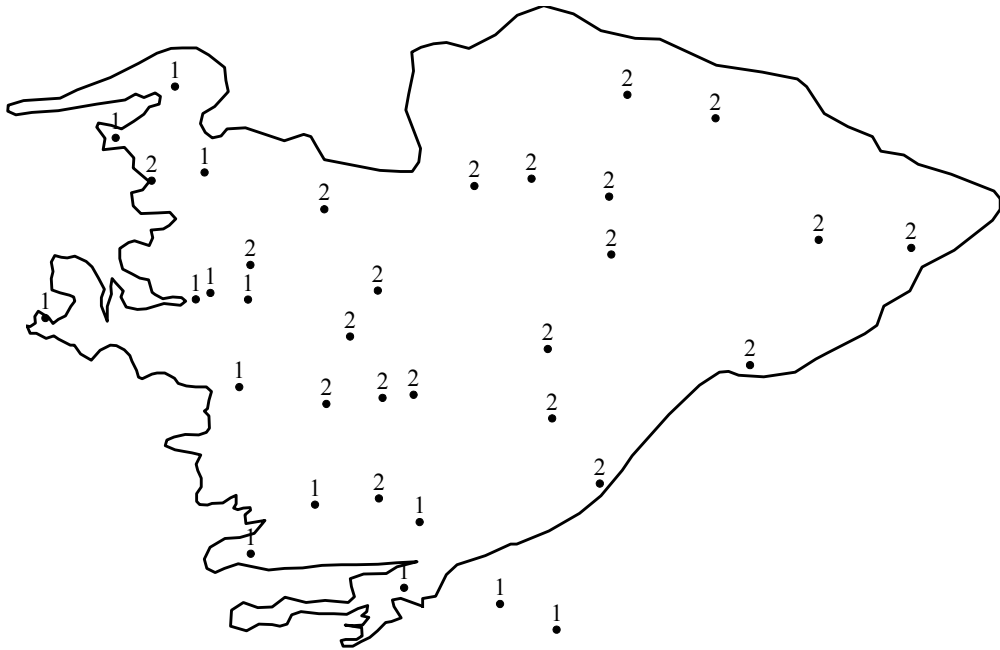


**t = 480 dak. c = 2**



Şekil B.11. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=480 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t = 720 dak. c = 2**



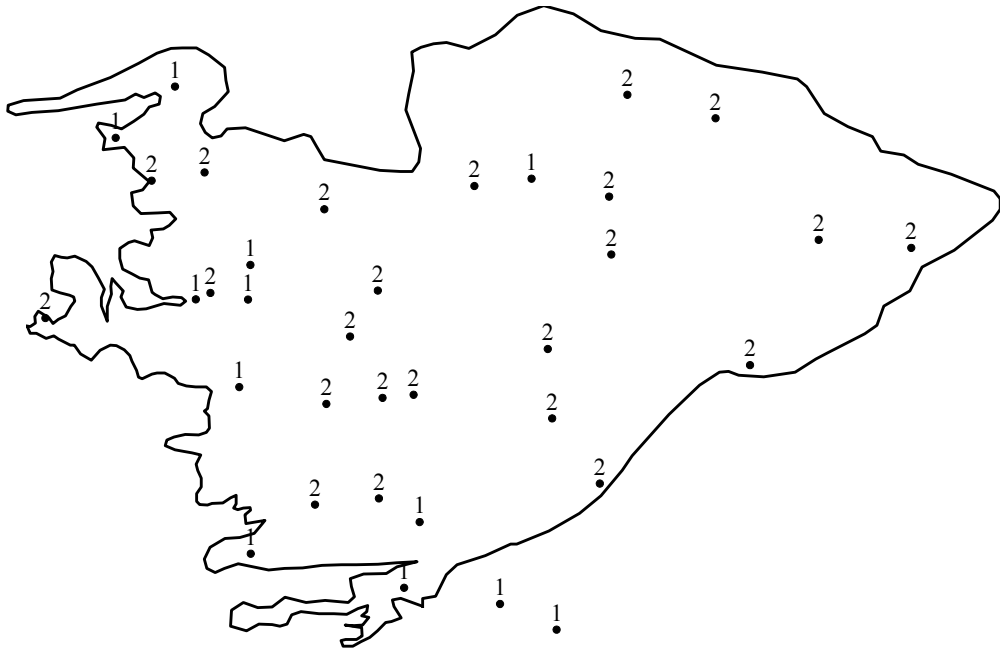
Şekil B.12. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=720 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1080 dak. c = 2**



Şekil B.13. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1080 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1440 dak. c = 2**



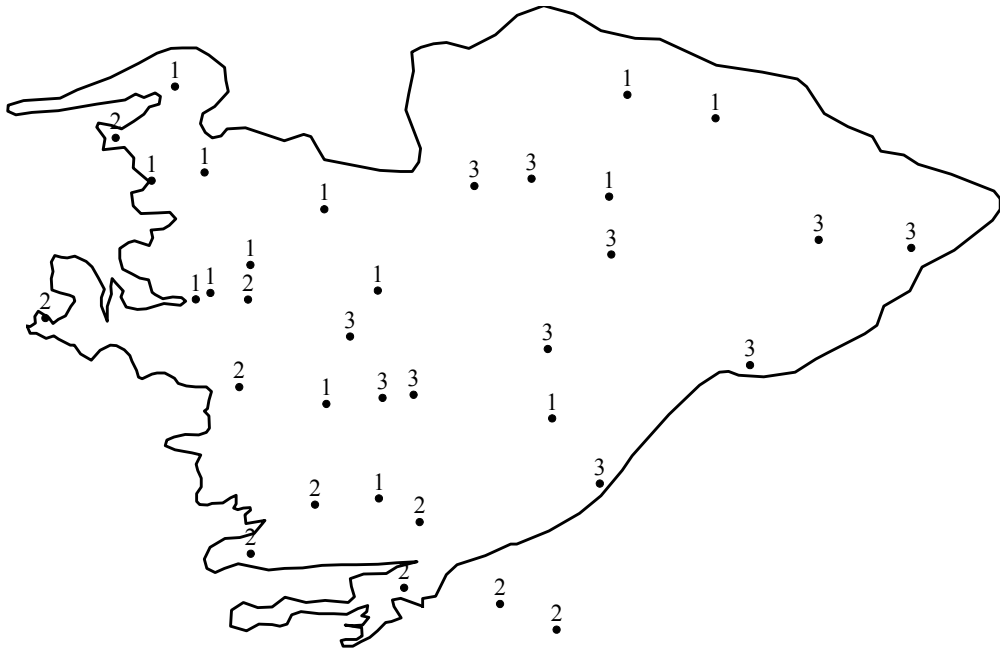
Şekil B.14. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1440 dak., c=2 için kümeleme analizi sonuçları

**t=5 dak. c=3**



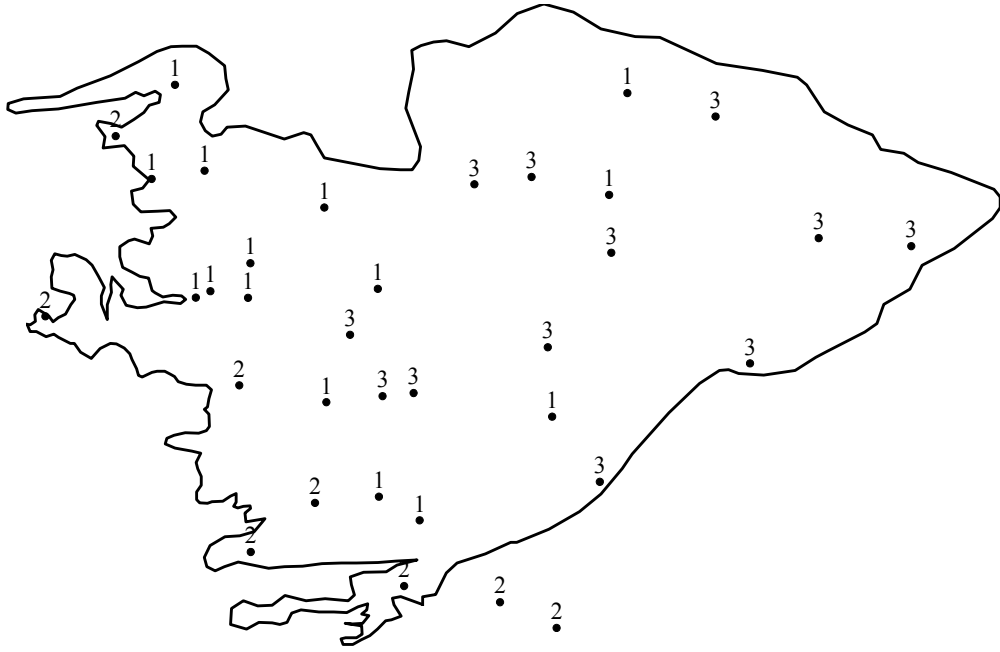
Şekil B.15. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=5 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=10 dak. c=3**



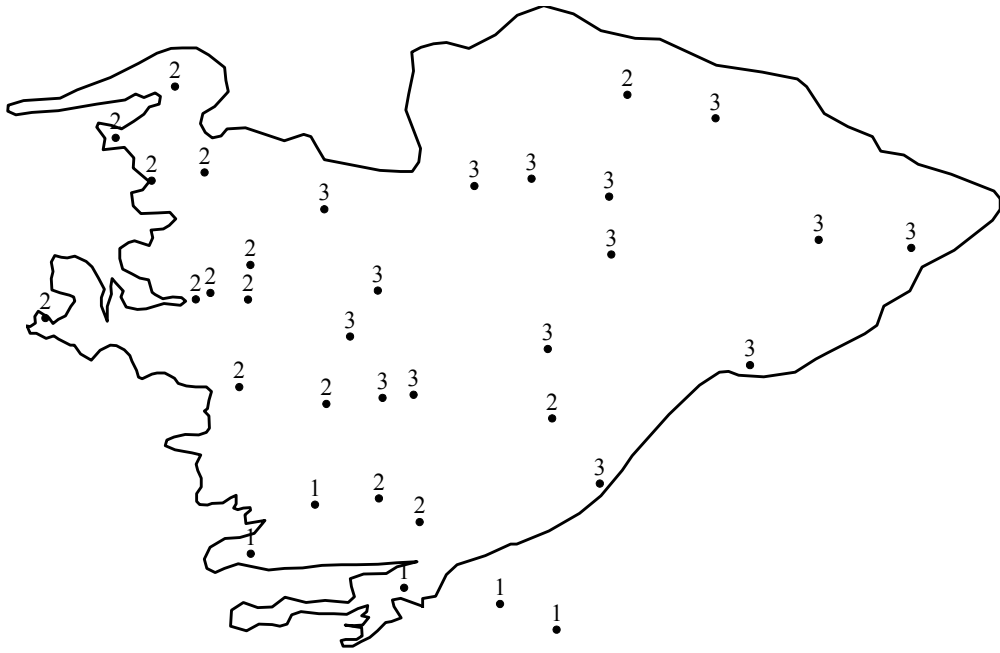
Şekil B.16. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=10 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=15 dak. c=3**



Şekil B.17. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=15 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=30 dak. c=3**



Şekil B.18. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=30 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=60 dak. c=3**



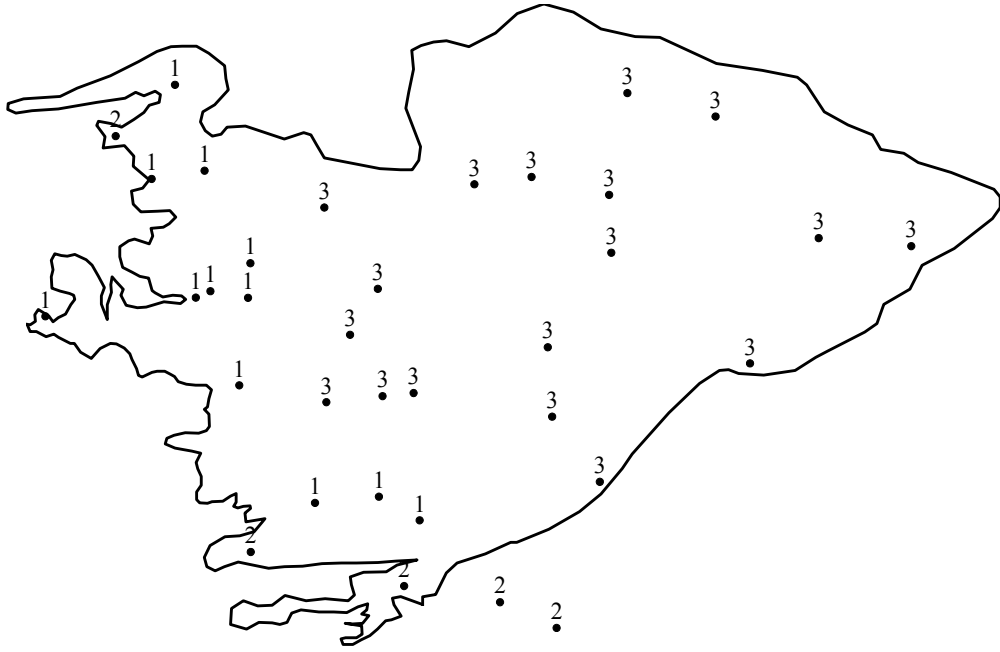
Şekil B.19. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=60 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=120 dak. c=3**



Şekil B.20. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=120 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=180 dak. c=3**



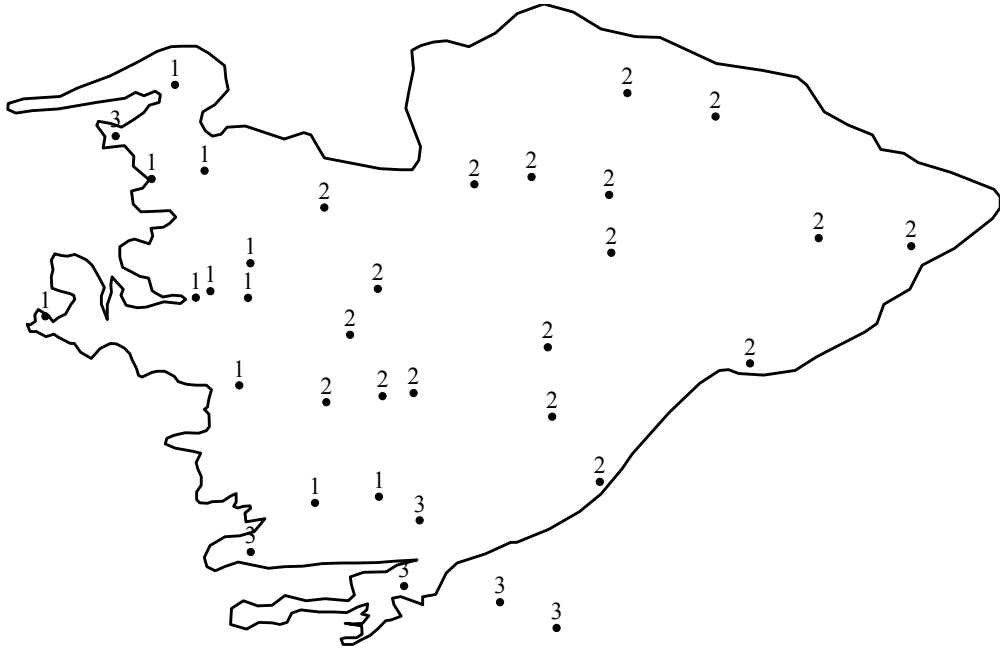
Şekil B.21. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=180 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=240 dak. c=3**



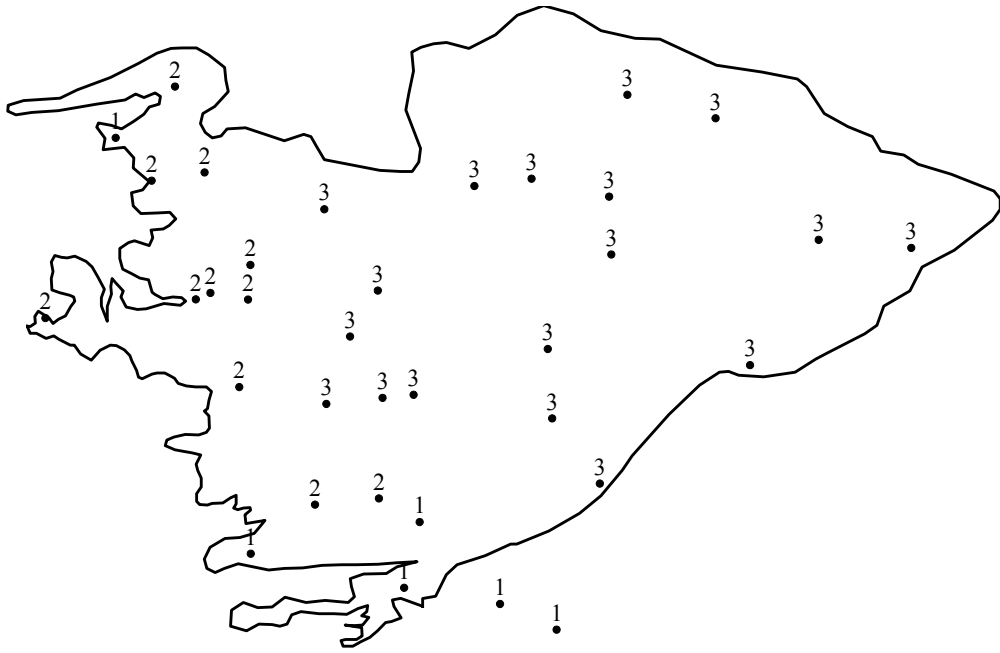
Şekil B.22. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=240 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=300 dak. c=3**



Şekil B.23. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=300 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=360 dak. c=3**



Şekil B.24. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=360 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=480 dak. c=3**



Şekil B.25. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=480 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

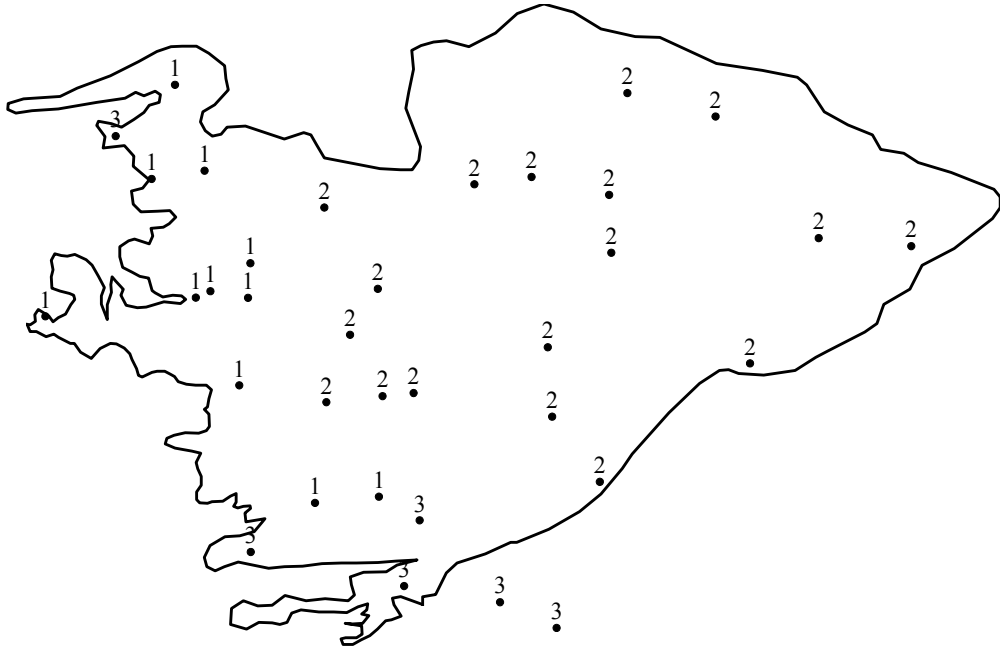
**t=720 dak. c=3**



Şekil B.26. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=720 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

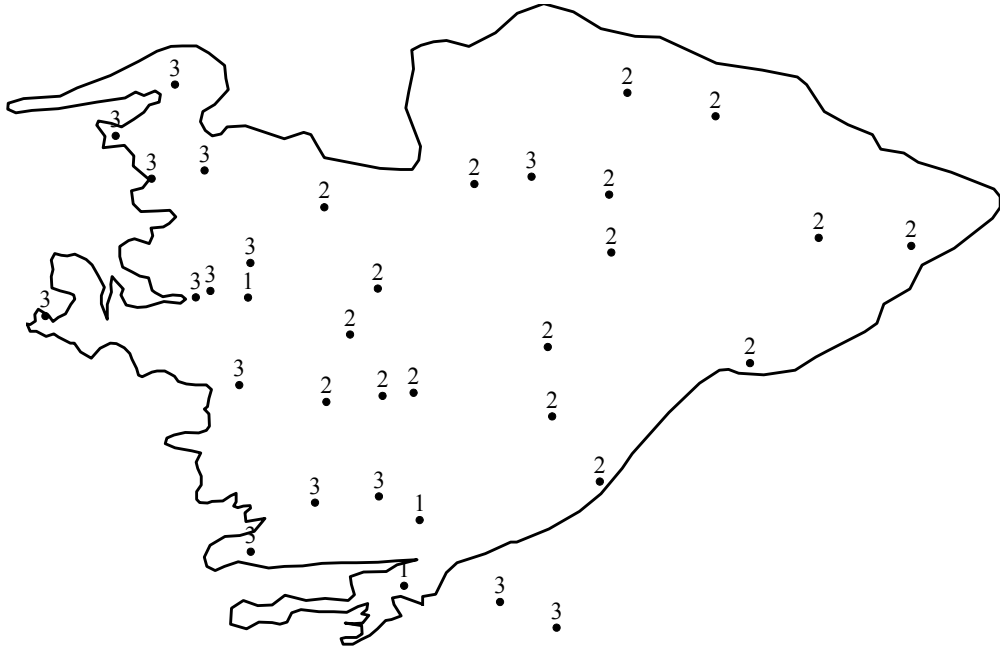


**t=1080 dak. c = 3**



Şekil B.27. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1080 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1440 dak. c = 3**



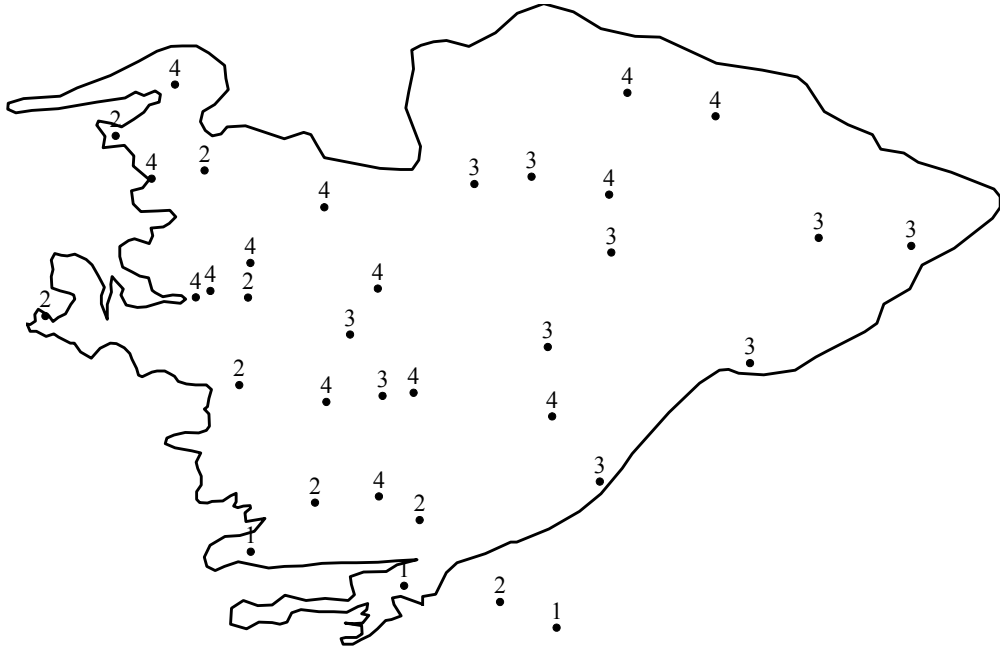
Şekil B.28. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1440 dak., c=3 için kümeleme analizi sonuçları

**t=5 dak. c=4**



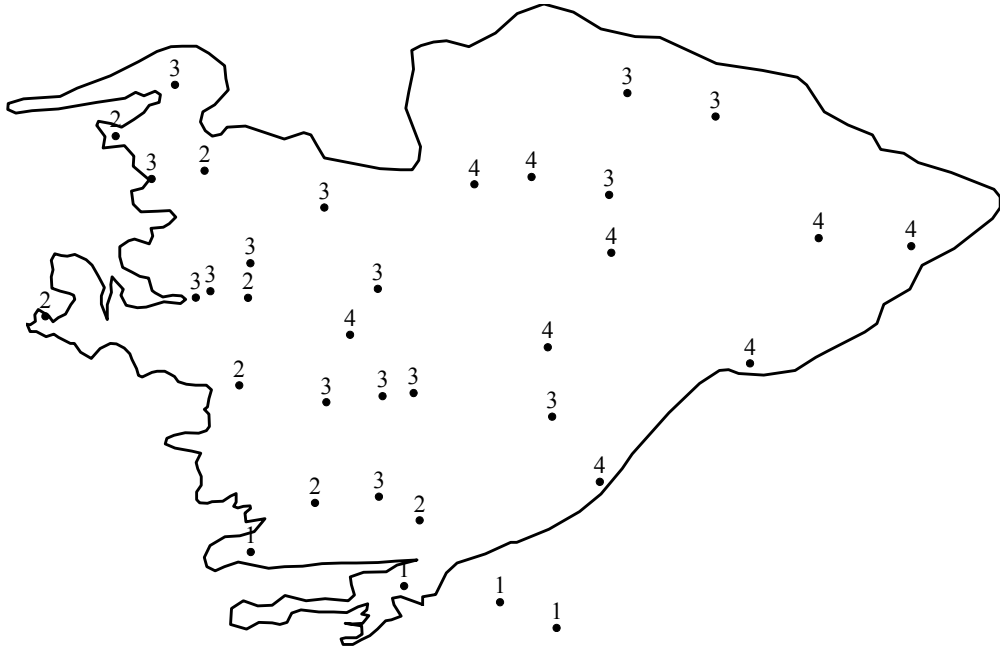
Şekil B.29. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=5 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=10 dak. c=4**



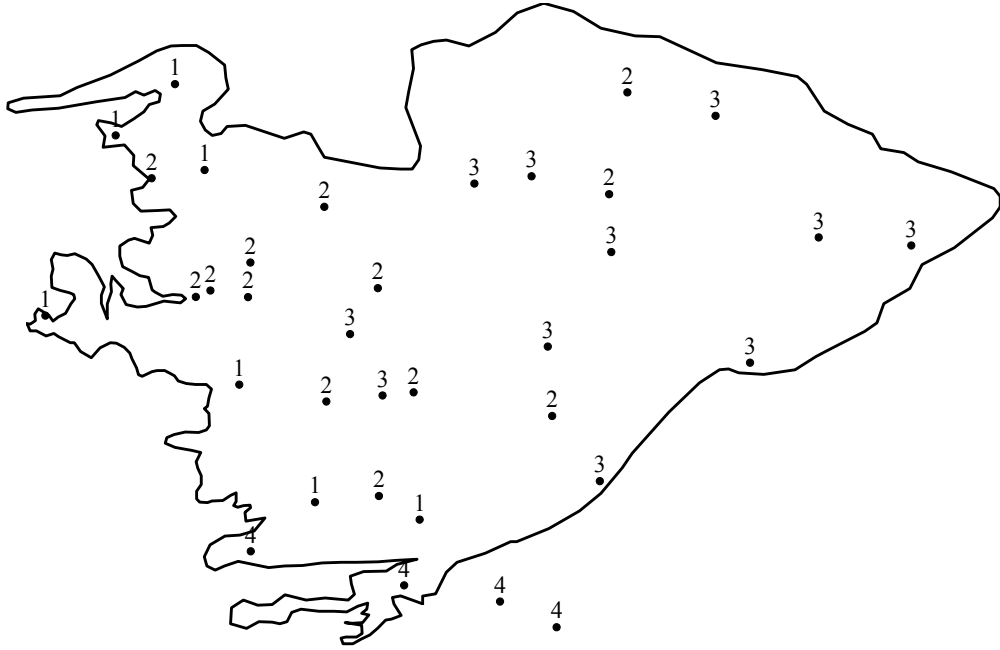
Şekil B.30. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=10 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=15 dak. c=4**



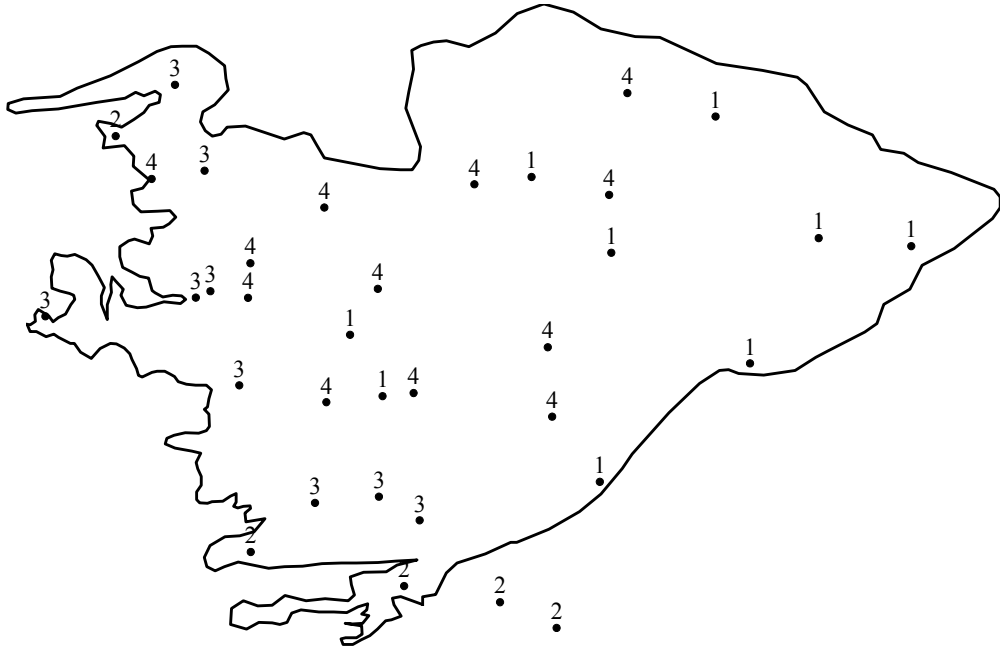
Şekil B.31. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=15 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=30 dak. c=4**



Şekil B.32. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=30 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=60 dak. c=4**



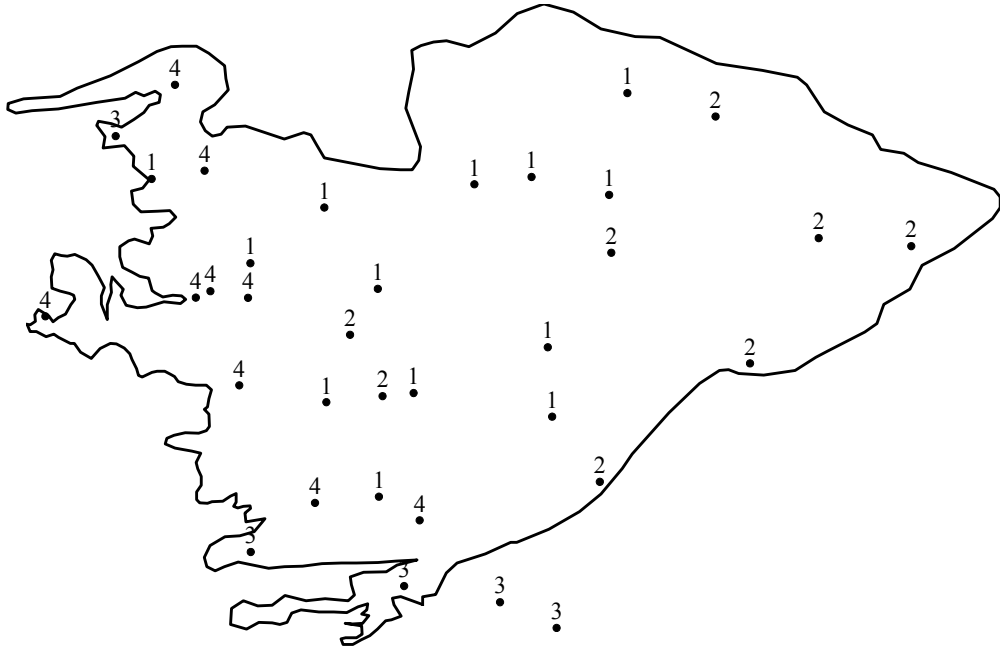
Şekil B.33. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=60 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=120 dak. c=4**



Şekil B.34. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=120 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=180 dak. c=4**



Şekil B.35. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=180 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=240 dak. c=4**



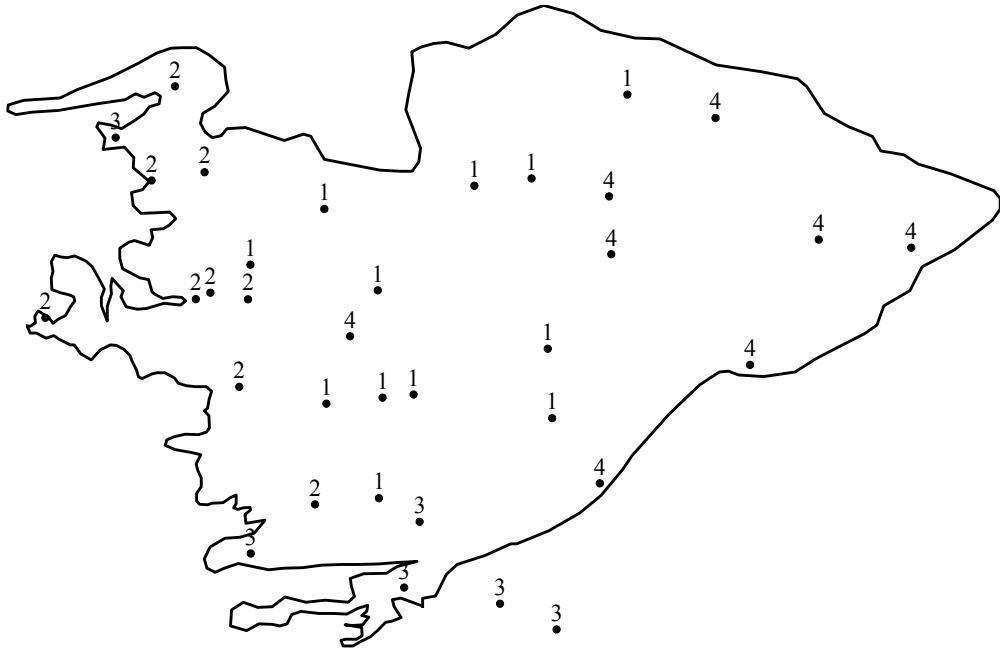
Şekil B.36. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=240 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=300 dak. c=4**



Şekil B.37. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=300 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=360 dak. c=4**



Şekil B.38. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=360 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=480 dak. c=4**



Şekil B.39. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=480 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=720 dak. c=4**



Şekil B.40. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=720 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1080 dak. c = 4**



Şekil B.41. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1080 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1440 dak. c = 4**



Şekil B.42. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1440 dak., c=4 için kümeleme analizi sonuçları

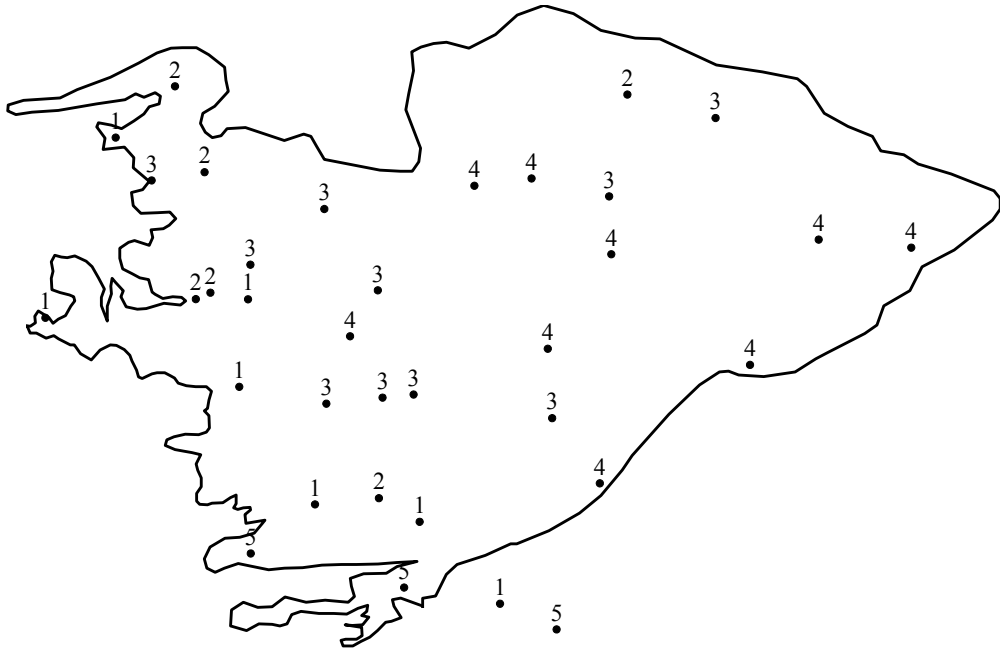


**t=5 dak. c=5**



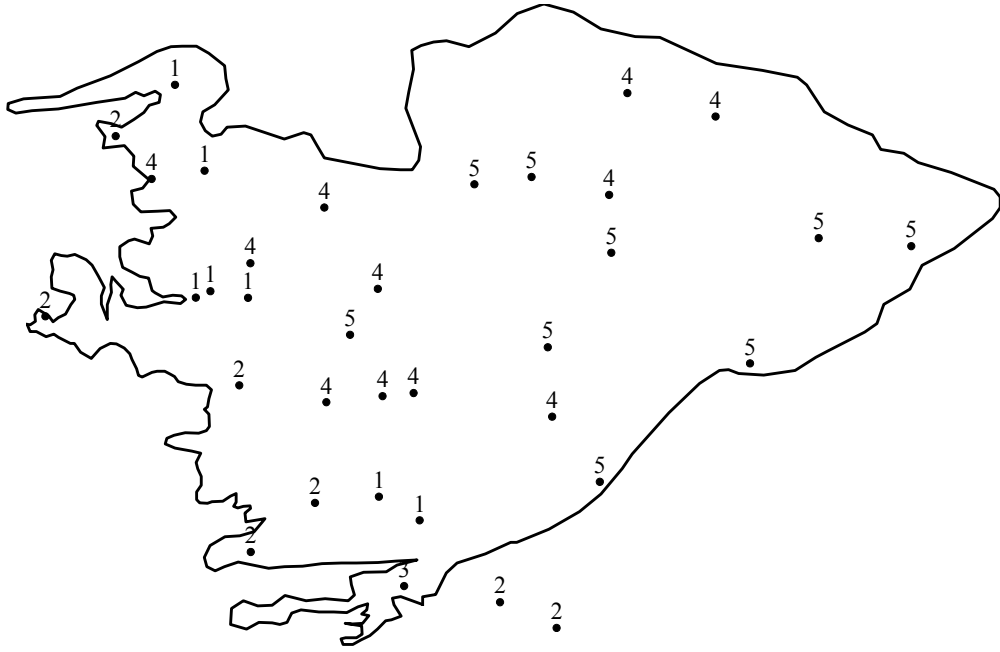
Şekil B.43. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=5 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=10 dak. c=5**



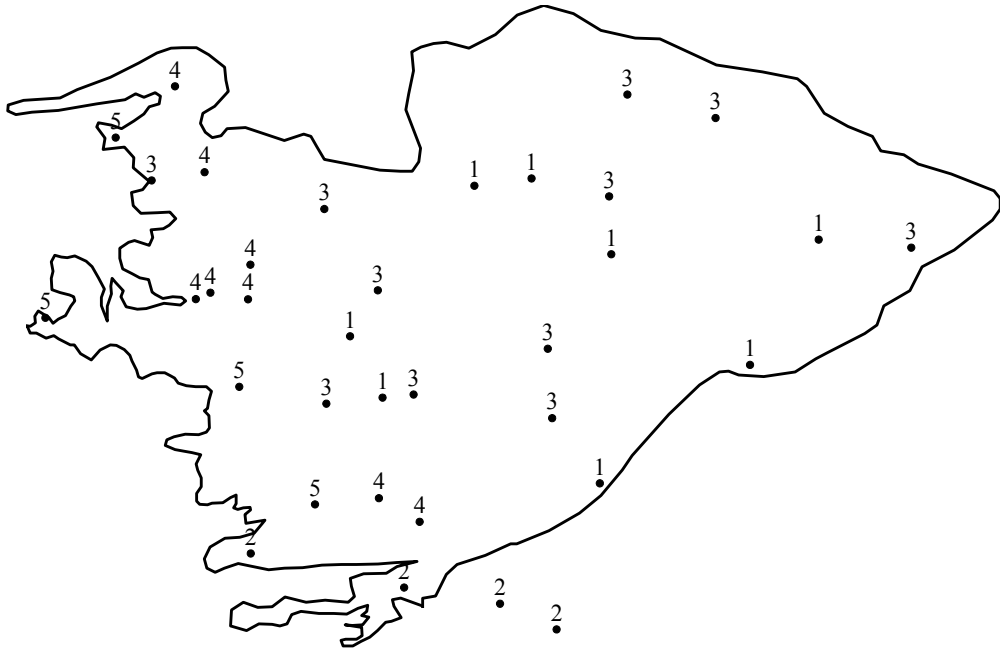
Şekil B.44. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=10 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=15 dak. c=5**



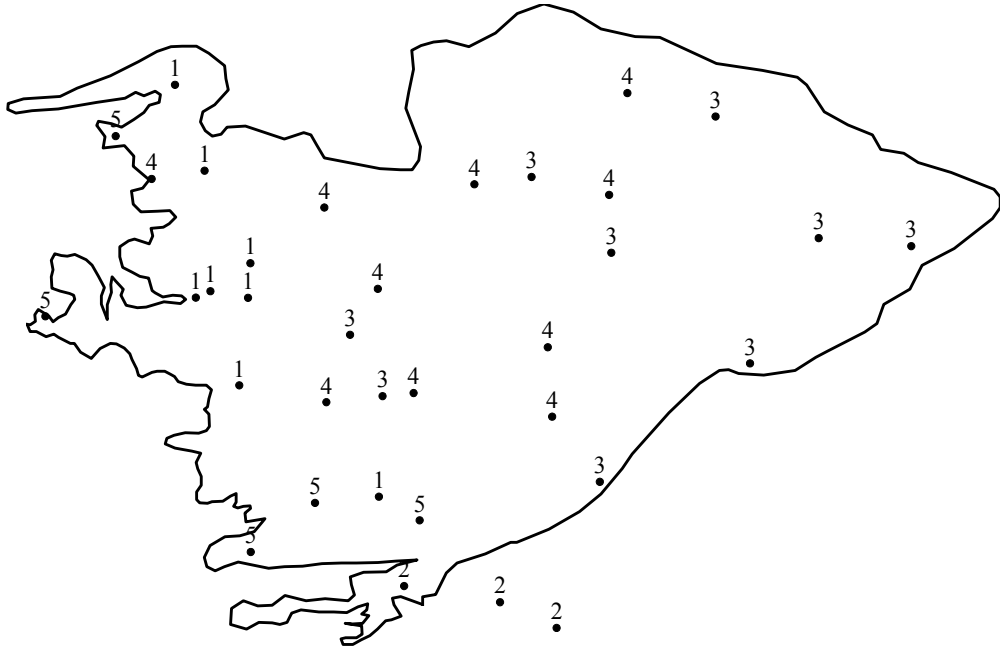
Şekil B.45. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=15 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=30 dak. c=5**



Şekil B.46. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=30 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=60 dak. c=5**



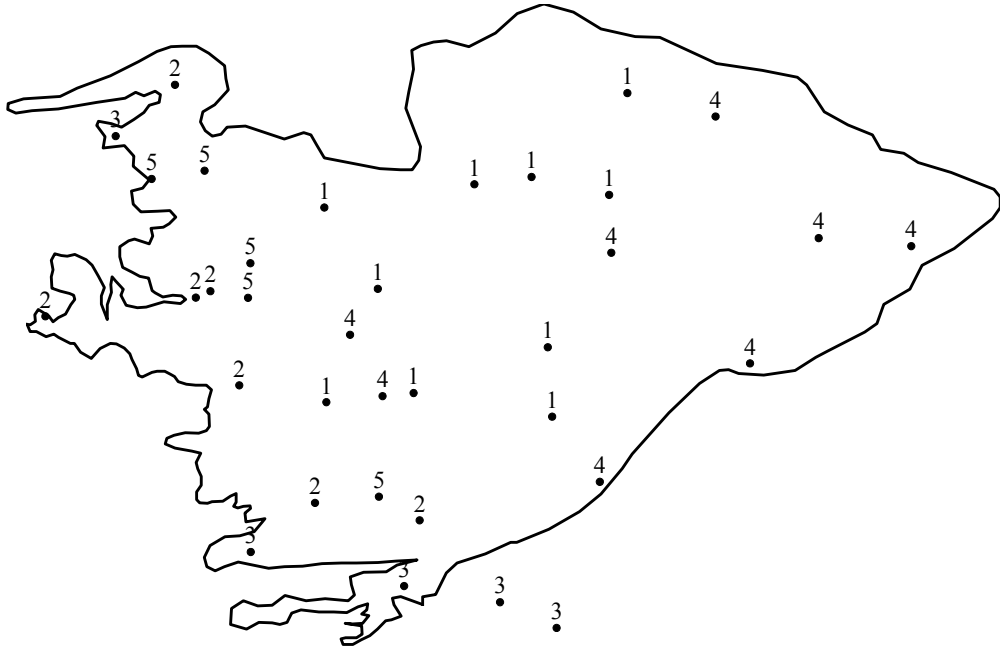
Şekil B.47. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=60 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=120 dak. c=5**



Şekil B.48. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=120 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=180 dak. c=5**



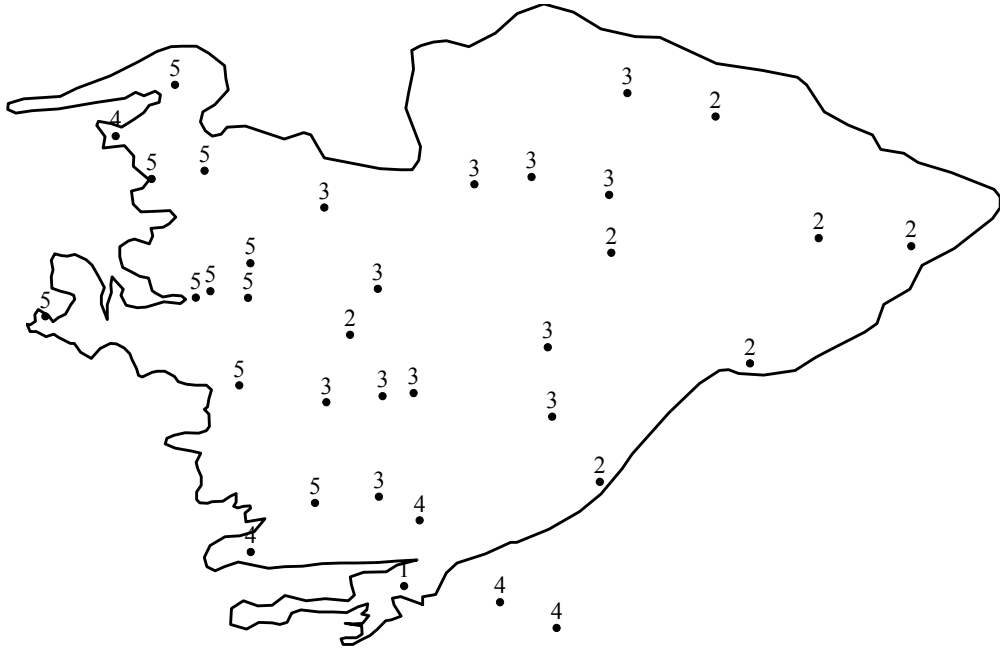
Şekil B.49. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=180 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=240 dak. c=5**



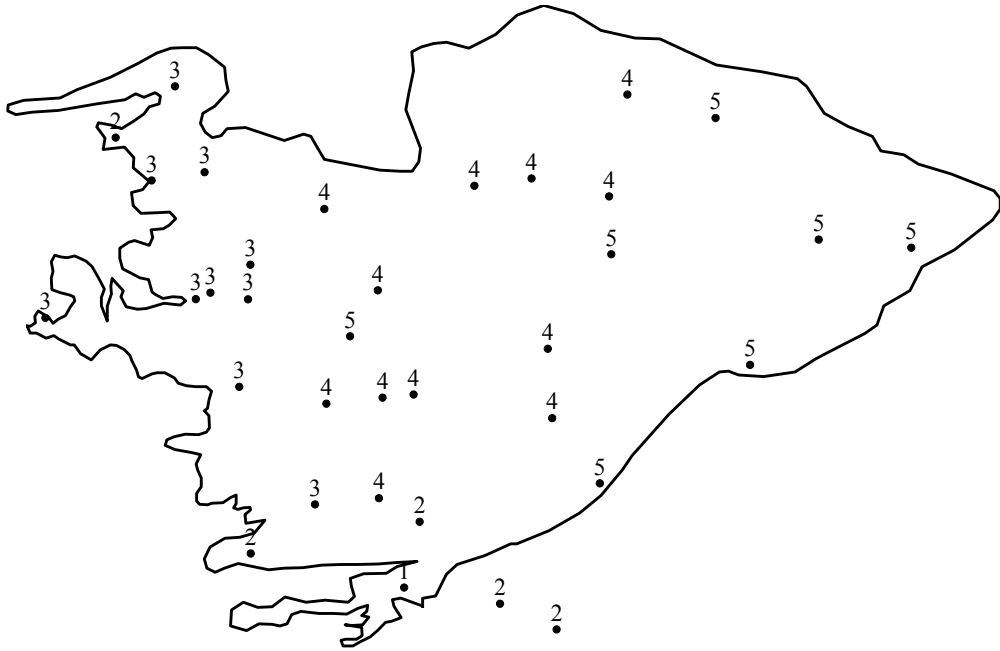
Şekil B.50. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=240 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=300 dak. c=5**



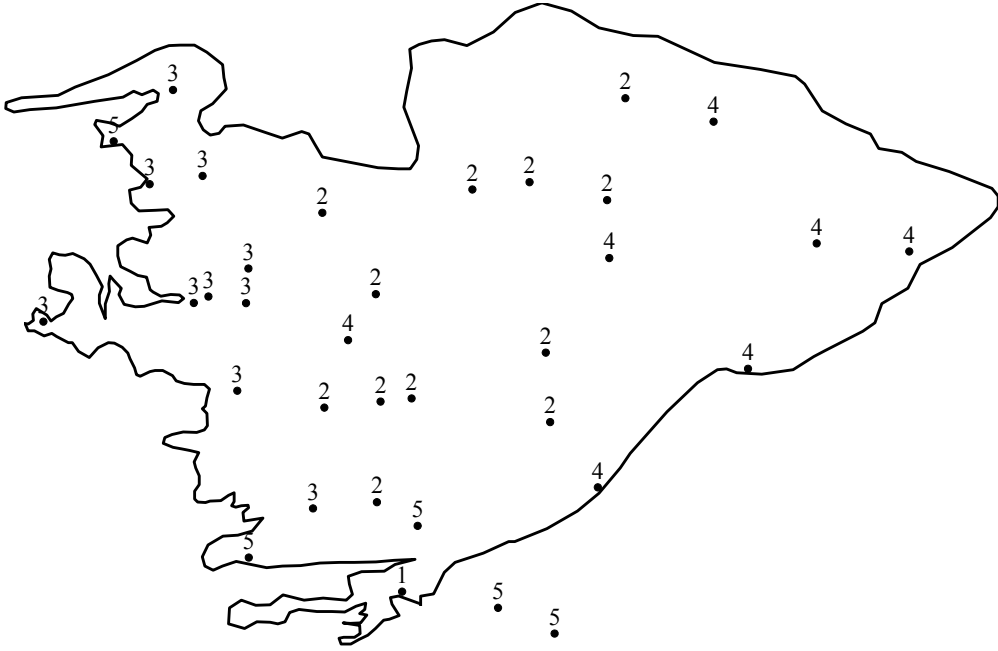
Şekil B.51. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=300 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=360 dak. c=5**



Şekil B.52. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=360 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=480 dak. c=5**



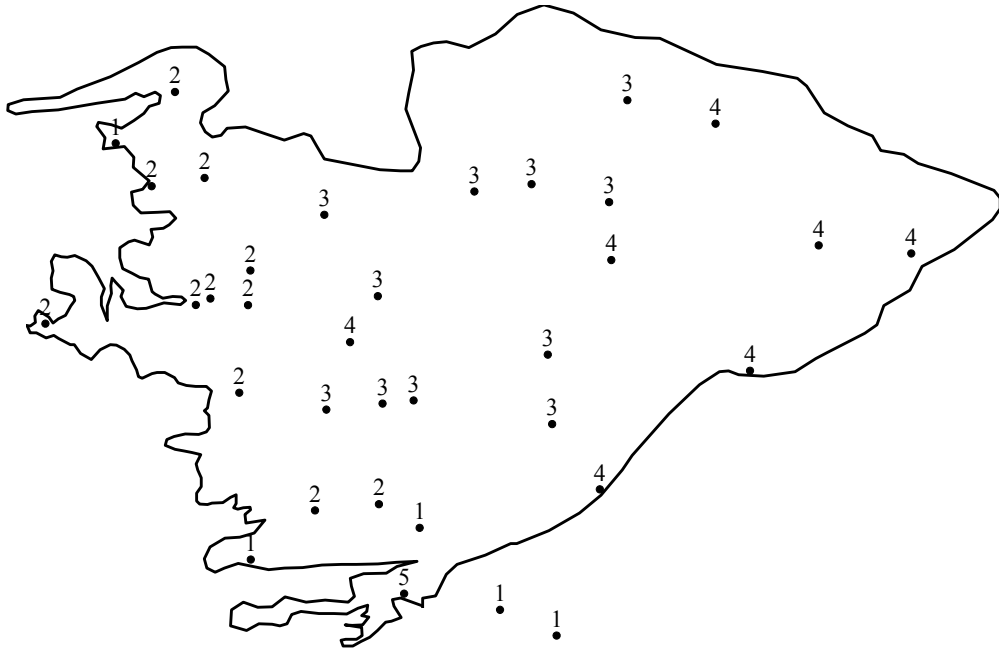
Şekil B.53. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=480 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=720 dak. c=5**



Şekil B.54. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=720 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1080 dak. c=5**



Şekil B.55. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1080 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**t=1440 dak. c=5**



Şekil B.56. Bulanık c-Ortalamalar yöntemi ile t=1440 dak., c=5 için kümeleme analizi sonuçları

**TÜBİTAK**  
**PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

<b>Proje No:</b> 108Y299
<b>Proje Başlığı:</b> Bölgesel Yağış-Şiddet-Süre-Frekans Bağlılıklarının Diferansiyel Gelişim Algoritması Kullanılarak Elde Edilmesi
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Prof. Dr. Halil KARAHAN
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b>
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 01.03.2009 ve 01.03.2011
<b>Öz</b> Bu proje kapsamında; Bölgesel yağış şiddet-frekans-frekans bağlantılarının elde edilmesi için Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA) kullanılarak optimizasyon tabanlı bir model geliştirilmiş ve Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü tarafından işletilen istasyonlara ait standart süreli yıllık maksimum yağış (SSMY) gözlemleri coğrafi konum bilgileriyle (enlem, boylam ve yükselti) ilişkilendirilmiş ve güncel bir veri küütüğü oluşturularak uygulanmıştır. Öncelikle mevcut verilerin güvenilirliği test edilmiş ve L-momentler ve bulanık c ortalamalar yöntemleri kullanılarak yağış özellikleri bakımından benzerlik gösteren alt bölgeler belirlenmiş ve belirlenen homojen alt bölgelere en iyi uyan dağılım(lar) veya bağlantı(lar) , L-Momentler Z istatistiği ve Dağılım Uygunluk testleri kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen bölgesel bağlantılar, su kaynakları sistemlerinin yönetimi ve tasarımı alanında çalışan uygulamacı kurum ve kuruluşların kullanımına hazır hale getirilmiştir. Ayrıca, ilgili bağlantılar kullanılarak yeterli gözlemi bulunmayan istasyonlar için, istenilen yinelemeli ve süreli yağışlar için şiddet-süre-frekans ilişkisi elde edilebilmektedir.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Bölgesel Yağış Şiddet-Süre-Frekans Bağlılıktısı, Diferansiyel Gelişim Algoritması, L-Momentler
<b><a href="#">Fikri Ürün Bildirim Formu</a> Sunuldu mu?</b> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Gerekli Değil <input type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
<b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b> Karahan, H., "Şiddet-Süre-Frekans Bağlılıktısının Armoni Araştırma Tekniği ile Belirlenmesi ve Ege Bölgesi İstasyonları için Uygulama", 6. Ulusal Hidroloji Kongresi, Denizli, 2010, 210-228. Karahan, H., "Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağış Verilerinin Güvenirlik Analizi ve Ege Bölgesi için bir Uygulam ", 6. Ulusal Hidroloji Kongresi, Denizli, 379-387. Karahan, H., Özkan, E., "Ege Bölgesi Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışları için En Uygun Dağılımlar", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, (İncelemede).



Karahan H., "Determining Rainfall-Intensity-Duration-Frequency Relationship Using Particle Swarm Optimization", KSCE Journal of Civil Engineering, (in progress).

Karahan H., Gürarlan,G., " Parameter Estimation of the Nonlinear Muskingum Flood Routing Model Using Differential Evolution Algorithm", Journal of Hydrology (in progress).

**Ekte Bulunan “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”, “Kazanımlar” Bölümünde Belirtilen Kriterlere Göre Proje Çıktılarımızın Başarı Öyküsü Niteliği Taşdığını Düşünüyorsanız “ARDEB Başarı Öyküsü Formu”nu doldurunuz.**