

**Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi ile Türkiye Havzalarının  
Sınıflandırılması, Homojen Hidrolojik Havzaların  
Belirlenmesi ve Bölgesel Frekans Analizi**

**Proje No: 107Y318**

Yrd. Doç. Dr. Mahmut FIRAT  
Yrd. Doç. Dr. Fatih DİKBAŞ  
Yrd. Doç. Dr. Abdullah Cem KOÇ  
Yrd. Doç. Dr. Mahmud GÜNGÖR

**EKİM 2010  
MALATYA**

## ÖNSÖZ

107Y318 nolu ve “Bulanık C-Ortalamlar Yöntemi ile Türkiye Havzalarının Sınıflandırılması, Homojen Hidrolojik Havzaların Belirlenmesi ve Bölgesel Frekans Analizi” başlıklı 1001 araştırma projesi, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Bu proje, Türkiye yağış ve akım serilerinin sınıflandırılmasını ve sınıflandırma sonucunda belirlenen bölgeler için bölgesel taşkın frekans analizi çalışmalarını kapsamaktadır. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan veriler Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde yürütülen proje, 01.04.2008 tarihinde başlamış olup 01.10.2010 tarihinde sonuçlanmıştır. Projede, Proje Yürütücüsü (İnönü Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü), 2 Araştırmacı (Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü) ve 1 Danışman (Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü) ve 1 Yüksek Lisans Öğrencisi (Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı) görev almıştır. Projeden şu ana kadar, Uluslar arası indekslerde (SCI) taranan dergilerde 1 makale, Uluslar arası Sempozyumda 2 bildiri ve Ulusal Sempozyumda 1 bildiri yayımlanmıştır. Proje ekibi desteklerinden dolayı TÜBİTAK ve DMI’ye teşekkür etmektedir.

Proje Ekibi Adına  
Yrd. Doç. Dr. Mahmut FIRAT

## İÇİNDEKİLER

Tablolar Listesi	6
Şekiller Listesi	18
ÖZET	25
ABSTRACT	26
1. GİRİŞ	27
2. EKSİK VERİ ANALİZİ VE HOMOJENLİK TESTİ YÖNTEMLERİ	29
2.1. Beklenti En Büyükleme (Expectation Maximization: EM) Yöntemi	29
2.2. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)	31
2.3. Homojenlik Testi Yöntemleri ile Yapılmış Çalışmalar	37
3. KÜMELEME YÖNTEMLERİ	39
3.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi	41
3.2. Yapay Sinir Ağları Kümeleme Yöntemi (SOM)	46
3.3. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi (Ward Kümeleme Yöntemi)	50
3.4. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemi (K-Ortalamlar Yöntemi)	52
3.5. Kümeleme Analizi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	54
4. BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ	57
4.1. L-Momentler Yöntemi	58
4.2. L-Momentler Tabanlı Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	60
4.2.1. Uyumsuzluk Testi	61
4.2.2. Bölgesel Homojenlik Testi	61
4.2.3. Uygunluk Testi ile En Uygun Dağılımın Belirlenmesi	65
4.2.4. L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi	66
4.2.5. Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi	68
5. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ	69
5.1. Çalışma Alanı	69
5.2. Veri	74
5.2.1. Akım Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi	74
5.2.2. Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi	76
6. AKIM VE METEOROLOJİ İSTASYONLARI İÇİN EKSİK VERİ ANALİZİ VE HOMOJENLİK TESTİ	77
6.1. Akım Gözlem İstasyonları için Eksik Veri Analizi	77

6.2. Meteoroloji İstasyonları için Eksik Veri Analizi	82
6.3. Yağış Serileri için Homojenlik Testi	89
6.4. Sıcaklık Serileri için Homojenlik Testi	102
6.5. Akım Serileri için Homojenlik Testi	107
7. YAĞIŞ SERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	109
7.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Yağış Serilerinin Sınıflandırılması	109
7.1.1. Kullanılan Veri	109
7.1.2. Türkiye Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Bulanık Kümeleme Yöntemi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	136
7.1.3. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	137
7.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemi (K-Ortalamalar Yöntemi )İle Yağış Serilerinin Sınıflandırılması	147
7.2.1. Kullanılan Veri	147
7.2.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	149
7.3. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi (Ward Yöntemi) İle Yağış Serilerinin Sınıflandırılması	154
7.3.1. Kullanılan Veri	154
7.3.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	156
7.4. SOM Kümeleme Yöntemi İle Yağış Serilerinin Sınıflandırılması	161
7.4.1. Kullanılan Veri	161
7.4.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	163
7.5. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Kümeleme Yöntemleri ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması	168
7.5.1. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında I. Grup Yağış Veri Setleri için Kümeleme Sonuçlarının Karşılaştırılması	168
7.5.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında II. Grup Yağış Veri Setleri için Kümeleme Sonuçlarının Karşılaştırılması	171
8. YILLIK MAKSİMUM AKIMLARIN SINIFLANDIRILMASI VE BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ	174

8.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	174
8.1.1. Kullanılan Veri	174
8.1.2. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi	176
8.1.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	209
8.1.3.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	209
8.1.3.2. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi	219
8.1.3.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi	221
8.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemi (K-Ortalamalar Yöntemi) İle Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılması ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	243
8.2.1. K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi	243
8.2.2. K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	244
8.2.2.1. K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Kümeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	244
8.2.2.2. K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi	255
8.2.2.3. K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi	257
8.3. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi (Ward Yöntemi) İle Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılması ve Bölgesel Frekans Analizi	279
8.3.1. Ward Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi	279
8.3.2. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	280
8.3.2.1. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	280

8.3.2.2. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi	291
8.3.2.3. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi	293
8.4. SOM Kümeleme Yöntemi İle Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılması ve Bölgesel Frekans Analizi	314
8.4.1. SOM Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi	314
8.4.2. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	315
8.4.2.1. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Kümeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi	315
8.4.2.2. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi	324
8.4.2.3. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi	326
8.5. Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılmasında Farklı Kümeleme Yöntemleri ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi	349
9. SONUÇLAR	352
10. TEŞEKKÜR	356
11. KAYNAKLAR	357
12. EKLER	367

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. SNHT yöntemi ile homojenlik testi işlem adımları	36
Tablo 2. Uyumsuzluk testi için sınır değerler (HOSKING ve WALLIS, 1997)	61
Tablo 3. Türkiye akarsu havzaları ve su potansiyelleri (EİE, 2003)	70
Tablo 4. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında test veri seti için EM ve MLR modellerinin performansları	79
Tablo 5. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında test veri seti için EM ve MLR modellerinin performansları	85
Tablo 6. Yağış serileri için SNHT yöntemi ile homojenlik analizi işlem adımları	91
Tablo 7. Yağış serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları	96
Tablo 8. Yağış serileri için SNHT yöntemi 2. ve 3. işlem adımı sonuçları	100
Tablo 9. Yağış serileri için SNHT yöntemi 4. ve 5. işlem adımı sonuçları	101
Tablo 10. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları	103
Tablo 11. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi 2. ve 3. işlem adımı sonuçları	104
Tablo 12. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi ile homojenlik analizi sonuçları	105
Tablo 13. Bulanık kümeleme yöntemi ile Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	110
Tablo 14. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntemi belirlenen küme sayıları	136
Tablo 15. Yıllık toplam yağışlardan oluşan veri setleri kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	138
Tablo 16. Yıllık ve aylık toplam yağışlardan oluşan veri setleri kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	140
Tablo 17. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	148
Tablo 18. Yağış Serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen küme sayıları	148
Tablo 19. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	149

Tablo 20. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	150
Tablo 21. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	155
Tablo 22. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları	155
Tablo 23. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	156
Tablo 24. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	157
Tablo 25. SOM kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	162
Tablo 26. SOM kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları	162
Tablo 27. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	163
Tablo 28. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	164
Tablo 29. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında I. Grup yağış veri setleri kullanılarak kümeleme yöntemleri ile belirlenen küme sayıları	168
Tablo 30. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında I. Grup yağış veri setleri kullanılarak belirlenen bölgeler için uyumsuzluk bölgesel homojenlik testi sonuçları	169
Tablo 31. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında II. Grup yağış veri setleri kullanılarak kümeleme yöntemleri ile belirlenen küme sayıları	171
Tablo 32. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında II. Grup yağış veri setleri kullanılarak belirlenen bölgeler için uyumsuzluk bölgesel homojenlik testi sonuçları	172
Tablo 33. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	175
Tablo 34. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları	196
Tablo 35. . Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	197



Tablo 36. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	210
Tablo 36. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları (devamı)	212
Tablo 37. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	214
Tablo 38. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	215
Tablo 39. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	215
Tablo 40. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	216
Tablo 41. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	216
Tablo 42. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	217
Tablo 43. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	218
Tablo 44. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen homojen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları	220
Tablo 45. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	221
Tablo 46. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	222
Tablo 47. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	222
Tablo 48. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	223

Tablo 49. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	223
Tablo 50. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	224
Tablo 51. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	224
Tablo 52. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	225
Tablo 53. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	226
Tablo 54. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	226
Tablo 55. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	227
Tablo 56. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	228
Tablo 57. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	228
Tablo 58. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	229
Tablo 59. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	230

Tablo 60. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	231
Tablo 61. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	231
Tablo 62. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	232
Tablo 63. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	232
Tablo 64. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	233
Tablo 65. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	234
Tablo 66. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde seçilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesinde parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri	242
Tablo 67. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	243
Tablo 68. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen kümelerin sayıları	244
Tablo 69. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	245
Tablo 70. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	246
Tablo 71. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	250
Tablo 72. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	251
Tablo 73. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	251
Tablo 74. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	252
Tablo 75. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	253

Tablo 76. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	254
Tablo 77. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	254
Tablo 78. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları	256
Tablo 79. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	257
Tablo 80. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	258
Tablo 81. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	258
Tablo 82. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	259
Tablo 83. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	259
Tablo 84. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	260
Tablo 85. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	260
Tablo 86. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	261
Tablo 87. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler	262

Tablo 88. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aılmama yüzdeleri için) hesaplanan ltler	262
Tablo 89. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aılmama yüzdeleri için) hesaplanan ltler	263
Tablo 90. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aılmama yüzdeleri için) hesaplanan ltler	264
Tablo 91. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aılmama yüzdeleri için) hesaplanan ltler	264
Tablo 92. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aılmama yüzdeleri için) hesaplanan ltler	265
Tablo 93. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	266
Tablo 94. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	267
Tablo 95. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	267
Tablo 96. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	268
Tablo 97. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	269
Tablo 98. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	270
Tablo 99. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	270
Tablo 100. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için seçilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri	278

Tablo 101. Ward kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	279
Tablo 102. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen kümelerin sayısı	279
Tablo 103. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	280
Tablo 104. Ward kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	281
Tablo 105. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	285
Tablo 106. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	286
Tablo 107. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	287
Tablo 108. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	288
Tablo 109. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	289
Tablo 110. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	290
Tablo 111. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları	292
Tablo 112. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	293
Tablo 113. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	294
Tablo 114. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	294

Tablo 115. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	295
Tablo 116. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	295
Tablo 117. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	296
Tablo 118. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	297
Tablo 119. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	297
Tablo 120. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	298
Tablo 121. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	299
Tablo 122. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	299
Tablo 123. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	300
Tablo 124. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	301
Tablo 125. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	302
Tablo 126. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	303

Tablo 127. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	304
Tablo 128. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	305
Tablo 129. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	306
Tablo 130. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri	313
Tablo 131. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri	314
Tablo 132. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölge sayıları	314
Tablo 133. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları	315
Tablo 134. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler	316
Tablo 135. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	318
Tablo 136. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	319
Tablo 137. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	320
Tablo 138. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	321
Tablo 139. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	322
Tablo 140. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	323
Tablo 141. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler	323
Tablo 142. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları	325



Tablo 143. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	326
Tablo 144. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	327
Tablo 145. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	327
Tablo 146. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	328
Tablo 147. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	328
Tablo 148. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	329
Tablo 149. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları	329
Tablo 150. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	330
Tablo 151. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	331
Tablo 152. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	331
Tablo 153. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	332

Tablo 154. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	333
Tablo 155. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	333
Tablo 156. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler	334
Tablo 157. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	335
Tablo 158. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	336
Tablo 159. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	337
Tablo 160. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	338
Tablo 161. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	339
Tablo 162. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	340
Tablo 163. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları	340
Tablo 164. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri	348
Tablo 165. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kümeleme yöntemleri ile belirlenen en uygun küme sayılarının karşılaştırılması	349
Tablo 166. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kümeleme yöntemleri ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçlarının karşılaştırılması	350

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. SNHT yöntemi ile yapılan homojenlik testinde işlem adımları	35
Şekil 2. SOM ağının genel yapısı	47
Şekil 3. Kümeleme algoritmalarının sınıflandırılması (GAN vd., 2007)	50
Şekil 4. En çok kullanılan agglomerative hiyerarşik kümeleme algoritmaları (GAN vd., 2007)	51
Şekil 5. Türkiye akarsu havzaları ( <a href="http://www.eie.gov.tr">www.eie.gov.tr</a> )	69
Şekil 6. Türkiye akarsu havzaları toplam yağış alanları	72
Şekil 7. Türkiye akarsu havzaları ortalama yıllık akımlar	72
Şekil 8. Türkiye akarsu havzaları ortalama yıllık akım miktarları	73
Şekil 9. Akım gözlem istasyonları	75
Şekil 10. Yağış gözlem istasyonları	76
Şekil 11. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında kullanılan 917 ve 912 nolu istasyonların yerleşimi	77
Şekil 12. 917 ve 912 nolu istasyonlara ait akış serilerinin karşılaştırılması	78
Şekil 13. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında test veri seti için EM model sonuçları	79
Şekil 14. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında EM yöntemi tahmin sonuçları	80
Şekil 15. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında test veri seti için MLR sonuçları	81
Şekil 16. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında MLR tahmin sonuçları	81
Şekil 17. Kümeleme analizleri için seçilen akım gözlem istasyonlarının yerleşimi	82
Şekil 18. 17114 ve 17674 istasyonlarının genel yerleşimi	83
Şekil 19. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında kullanılan 17114 ve 17674 istasyonlarına ait serilerin karşılaştırılması	84
Şekil 20. SPSS Programında EM yöntemi kullanılarak eksik verilerin tamamlanması	85
Şekil 21. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında test veri seti için sonuçların karşılaştırılması a) EM yöntemi b) MLR	86
Şekil 22. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında 1973 yılı tahmin sonuçları a) EM yöntemi b) MLR	87
Şekil 23. Eksik veri analizi sonucunda verisi tamamlanan yağış gözlem istasyonları	88

Şekil 24. Eksik veri analizi sonucunda verisi tamamlanan sıcaklık gözlem istasyonları	89
Şekil 25. Yağış serilerinin homojenliğinin testinde kullanılan 17120 nolu istasyonun yerleşimi	91
Şekil 26. 17120 nolu istasyondaki aylık ve yıllık yağış serileri için homojenlik testi sonuçları	92
Şekil 27. 17674 ve 17114 istasyonları arasındaki homojenlik testi sonuçları	93
Şekil 28. 17752 istasyonu ve komşu istasyonların yerleşimi	94
Şekil 29. 17752 ve 17726 istasyonları arasındaki homojenlik testi sonuçları	94
Şekil 30. 17606 istasyonu ve komşu istasyonların genel yerleşimi	95
Şekil 31. 17606 istasyonunda yağış serileri için homojenlik testi sonuçları	95
Şekil 32. Yağış serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları	97
Şekil 33. 17752 nolu istasyonun genel yerleşimi	98
Şekil 34. 17752 ve 17726 istasyonları arasındaki homojenlik testi sonuçları	98
Şekil 35. 17752 nolu istasyon için düzeltme işleminden sonra homojenlik testi sonuçları	99
Şekil 36. Yağış serileri için SNHT yöntemi ile yapılan homojenlik testi sonucunda istasyonların yerleşimi	101
Şekil 37. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları	103
Şekil 38. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi sonucunda istasyonların dağılımı	106
Şekil 39. Sınıflandırmada kullanılmasına karar verilen meteoroloji istasyonları	107
Şekil 40. Kümeleme analizinde kullanılmasına karar verilen akım gözlem istasyonları	108
Şekil 41. Bulanık kümeleme yöntemi ile sınıflandırma analizinde kullanılan yağış gözlem istasyonları	110
Şekil 42. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	112
Şekil 43. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	113
Şekil 44. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	114
Şekil 45. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	115

Şekil 46. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	116
Şekil 47. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	117
Şekil 48. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	118
Şekil 49. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	119
Şekil 50. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	120
Şekil 51. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	121
Şekil 52. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	122
Şekil 53. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	123
Şekil 54. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	124
Şekil 55. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	125
Şekil 56. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	126
Şekil 57. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	127
Şekil 58. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	128
Şekil 59. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	129
Şekil 60. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	130
Şekil 61. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	131

Şekil 62. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	132
Şekil 63. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	133
Şekil 64. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	134
Şekil 65. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar	135
Şekil 66. Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	146
Şekil 67. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları	147
Şekil 68. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	153
Şekil 69. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları	154
Şekil 70. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	160
Şekil 71. SOM kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları	161
Şekil 72. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	167
Şekil 73. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan akım gözlem istasyonlarının genel dağılımı	175
Şekil 74. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	177
Şekil 75. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	178
Şekil 76. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	179
Şekil 77. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	180

Şekil 78. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	181
Şekil 79. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	182
Şekil 80. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	183
Şekil 81. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	184
Şekil 82. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	185
Şekil 83. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	186
Şekil 84. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	187
Şekil 85. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	188
Şekil 86. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	189
Şekil 87. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	190
Şekil 88. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	191
Şekil 89. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	192
Şekil 90. Veri Seti 9 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	193
Şekil 91. Veri Seti 9 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	194
Şekil 92. Veri Seti 10 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi	195
Şekil 93. Veri Seti 10 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	196

Şekil 94. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	208
Şekil 95. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	235
Şekil 96. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	236
Şekil 97. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	237
Şekil 98. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	238
Şekil 99. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	239
Şekil 100. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6’da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	240
Şekil 101. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri	241
Şekil 102. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerdeki istasyonların dağılımı	249
Şekil 103. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	271
Şekil 104. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	272
Şekil 105. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	273
Şekil 106. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	274
Şekil 107. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	275
Şekil 108. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6’da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	276
Şekil 109. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	277



Şekil 110. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı	284
Şekil 111. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	307
Şekil 112. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	308
Şekil 113. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	309
Şekil 114. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	310
Şekil 115. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	311
Şekil 116. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6’da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	312
Şekil 117. Veri Seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait istasyonların dağılımı	317
Şekil 118. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	341
Şekil 119. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	342
Şekil 120. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	343
Şekil 121. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	344
Şekil 122. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5’te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	345
Şekil 123. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6’da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	346
Şekil 124. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi	347

## ÖZET

Bu çalışmada, bulanık kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin ve bölgesel taşkın frekans analizi için yıllık maksimum akımların sınıflandırılması ve homojen bölgelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için ilk önce, meteoroloji ve akım gözlem istasyonları detaylı bir şekilde incelenmiş, eksik veriler tamamlanmış, homojenlik testi uygulanmış ve 117 akım gözlem ve 188 meteoroloji istasyonu sınıflandırma için seçilmiştir. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında farklı veri setleri oluşturulmuş ve her bir durum için sınıflandırma yapılmıştır. Belirlenen bölgelerin homojenliğini test etmek ve küme sayılarına karar vermek için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Yıllık toplam yağış, yıllık yağışların değişkenlik katsayısı, istasyona ait enlem, boylam ve yükselti değişkenlerinden oluşan veri seti kullanılarak yapılan sınıflandırma ile elde edilen sonuçların daha iyi olduğu görülmüş ve küme sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ikinci olarak, bölgesel taşkın frekans analizi için bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımlar sınıflandırılmıştır. Bunun için yine farklı veri setleri oluşturularak sınıflandırma yapılmış ve belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Yıllık maksimum akımlar, yıllık maksimum akımların değişkenlik katsayısı, istasyona ait enlem ve boylamdan oluşan veri seti kullanılarak yapılan sınıflandırmada en uygun sonuçlar elde edilmiş ve küme sayısı 7 olarak belirlenmiştir. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde bölgesel taşkın frekans analizi için L-momentler yöntemi uygulanmış ve her bir bölge için hesaplanan RMSE değerlerinin kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca, bulanık kümeleme yöntem sonuçlarını değerlendirmek ve karşılaştırmak için yağış ve akım serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar, SOM ve Ward yöntemleri de kullanılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında, genel olarak bulanık kümeleme yöntemi performansının K-Ortalamalar ve Ward yöntemlerine göre daha iyi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bulanık kümeleme ve SOM yöntemi sonuçları birbirine çok yakın çıkmakla birlikte bulanık kümeleme yöntemi performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre, bulanık kümeleme yönteminin yağış ve akım serilerinin sınıflandırılmasında ve homojen bölgelerin belirlenmesinde başarılı sonuçlar verdiği ve bu yöntem ile belirlenen bölgelerin bundan sonraki analizlerde uygulanabileceği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yıllık toplam yağış, yıllık maksimum akım, hidrolojik homojen bölge, kümeleme analizi, bulanık kümeleme, bölgesel taşkın frekans analizi.

## ABSTRACT

In this study, the aim was to classify the annual maximum flows for regional flood frequency analysis and to determine the homogeneous regions. For this, the meteorology and flow rate measurement stations are investigated in detail, the missing values are calculated, homogeneity test is applied and 117 flow rate measurement and 188 meteorology stations were selected for classification. In the classification of precipitation series, different data sets are formed and classification is made for each case. Regional homogeneity test is applied for testing the homogeneity of the determined regions and for deciding the number of clusters. It was seen that the results are better when the classification is made by using the data set containing annual total precipitation, coefficient of variation for annual precipitation, the latitude, longitude and elevation variables of the station and the number of clusters is chosen to be 6. Secondly in this study, annual maximum flows are classified with fuzzy clustering method for regional flood frequency analysis. For this, again, classification is made by forming different data sets and regional homogeneity test is applied for the determined regions. The most suitable results are obtained from the classification made by using the variables annual maximum flows, the coefficient of variation for annual maximum flows, the longitude, latitude of the station and the number of clusters was found to be 7. The L-moments method is applied for the regional flood frequency analysis in the regions defined by fuzzy clustering method and it was seen that the relative RMSE values calculated for each region are at an acceptable level. Also in this study, to evaluate and compare the results of the fuzzy clustering method, K-means, SOM and Ward methods are used in the classification of precipitation and flow series. The comparison of the results show that the general performance of the fuzzy clustering method is superior to K-means and SOM methods. Though the results of fuzzy clustering and SOM methods are very close to each other, it was seen that the performance of fuzzy clustering method is better. According to these results, it can be stated that, the fuzzy clustering method yields successful results in the classification of the precipitation and flow series and in the determination of homogeneous regions and that the regions obtained with this method can be used in future studies.

**Keywords:** Annual total precipitation, annual maximum flow, hydrologically homogeneous region, cluster analysis, fuzzy clustering, regional flood frequency analysis.

## 1. GİRİŞ

Taşkın ve kuraklık gibi hidrolojik olayların büyüklüğü, sıklığı ve dağılımının bilinmesi, özellikle taşkın koruma bölgelerinin projelendirilmesi, mevcut su kaynaklarının planlanması, barajlar, dolu savaklar ve köprüler gibi yapıların projelendirilmesi ve işletilmesi için oldukça önemli ve gereklidir. Ancak, doğrusal olmayan bir yapıya sahip ve gözlem kayıtları çok kısa olan hidrolojik olayların büyüklüklerinin ve sıklıklarının tahmini ve modellenmesi oldukça zor ve önemlidir. Bu nedenle, daha güvenilir ve doğru bir modelleme için bölgesel analizler yapılmalıdır. Gözlem değeri olmayan ya da yetersiz olan havzalarda bu tür hidrolojik olayların tahmin edilmesi için bölgesel frekans analizleri kullanılmaktadır. Ancak, bölgesel frekans analizinde, en önemli ve en zor adımlardan biri de hidrolojik olarak homojen yapıya sahip havzaların elde edilmesidir. Bölgesel analizler için coğrafi olarak gruplandırılan bölgelerin yerine hidrolojik olarak homojenliğe sahip olan bölgelerin kullanılması gerekmektedir. Havzaların sınıflandırılmasında ve aynı karakteristik özelliğe sahip bölgelerin belirlenmesinde kullanılacak değişkenlerin seçimi oldukça önemlidir. Genel olarak havzaların sınıflandırılmasında, havzanın karakteristik özellikleri veya hidrolojik olayların özellikleri gibi değişkenler dikkate alınmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında, yağış, sıcaklık gibi meteorolojik veriler, akarsu akış ölçümleri ve akım gözlem istasyonunun yükseltisi ve drenaj alanı gibi değişkenlerin yaygın bir şekilde kullanıldığı ve önerildiği görülmektedir. Analizlerde kullanılacak akım gözlem istasyonları belirlenirken, doğal akışın bozulmadığı ve insan müdahalesinin olup olmadığına dikkate edilmelidir. Sınıflandırma çalışmalarında değişkenlerin yanı sıra kullanılacak yöntem de oldukça önemlidir. Literatürde, Türkiye akarsu havzalarının sınıflandırılması ve iklim bölgelerinin yeniden tanımlanması için yapılan çalışmalarda K-Ortalamlar ve Ward yöntemleri kullanılmış ve önerilmiştir.

Yapılan bu projede havzaların sınıflandırılmasında ve homojen bölgelerin oluşturulmasında, geleneksel yöntemlerden farklı olarak Bulanık kümeleme (Bulanık C-Ortalamlar) yöntemi önerilmektedir. Bulanık kümeleme yöntemi, klasik K-Ortalamlar yönteminin bulanıklaştırılmış halidir. K-Ortalamlar yönteminde bir eleman, (0) değere sahip olması durumunda “kümeye ait değildir” şeklinde atanırken, bulanık kümelemede elemanların kümelere aitlikleri üyelik derecesi ile yapılmaktadır. Böylelikle, hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerin sınıflandırılmasında daha hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilerek, daha güvenilir bölgesel frekans analizlerinin gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır.

Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında farklı değişkenlere sahip veri setleri oluşturulmuş ve her bir veri seti bulanık kümeleme yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Belirlenen bölgelerin bölgesel taşkın frekans analizlerinde kullanılabilmesi için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bölgesel homojenlik testinde en uygun sonucu veren veri seti ve alt bölgeler belirlenmiştir. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen 7 alt bölge için L-Momentler yöntemi kullanılarak bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçları değerlendirmek için bölgesel rölatif RMSE ve bias parametreleri hesaplanmış ve bu parametrelerin genel olarak kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlardan, bulanık kümeleme yönteminin yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında ve homojen bölgelerin belirlenmesinde başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen alt bölgeler için yapılan bölgesel taşkın frekans analizi sonuçlarının genel olarak iyi seviyede olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada ikinci olarak, bulanık kümeleme yöntemi ile Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılması da amaçlanmıştır. Bunun için benzer şekilde farklı veri setleri oluşturularak bulanık kümeleme yöntemi ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiş ve bölgesel homojenlik testi sonucunda küme sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Bölgesel homojenlik testinde bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerin homojen yapıya sahip oldukları ve bulanık kümeleme yönteminin yağış serilerinin sınıflandırılmasında başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bu çalışmada ayrıca, bulanık kümeleme yöntem sonuçlarını değerlendirmek ve karşılaştırmak için yağış ve akım serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamlar, SOM ve Ward yöntemleri de kullanılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında, genel olarak bulanık kümeleme yöntemi performansının K-Ortalamlar ve Ward yöntemlerine göre daha iyi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bulanık kümeleme ve SOM yöntemi sonuçları birbirine çok yakın çıkmakla birlikte bulanık kümeleme yöntemi performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre, bulanık kümeleme yönteminin yağış ve akım serilerinin sınıflandırılmasında ve homojen bölgelerin belirlenmesinde başarılı sonuçlar verdiği ve bu yöntem ile belirlenen bölgelerin bundan sonraki analizlerde uygulanabileceği söylenebilir.

## 2.EKSİK VERİ ANALİZİ VE HOMOJENLİK TESTİ YÖNTEMLERİ

### 2.1. Beklenti En Büyükleme (Expectation Maximization: EM) Yöntemi

Beklenti En Büyükleme (Expectation Maximization: EM) algoritması, DEMPSTER vd. (1977) tarafından en büyük benzerlik yöntemlerinin problemlerini çözmek için önerilmiştir. EM algoritması, istatistiksel metodolojiyi algoritmik uygulamalarla birleştirmekte ve çeşitli eksik veri problemlerinin çözümünde dikkat çekmektedir (DEMPSTER vd., 1977). EM yönteminin, tüm gözlemlerin kullanılması yöntemi, gözlemlerin ya da değişkenlerin silinmesi yöntemi ve eksik gözlem ile ortalamanın yer değiştirmesi yöntemlerinden daha başarılı olduğu kanıtlanmıştır. EM algoritması, eksik veriler için genel bir yöntem olup, eksik veri ile bir veri modelinin bilinmeyen parametreleri arasındaki ilişkiyi arttırmaktadır.

Bu yöntemin uygulanışında, ilk önce tahmin edilen model parametreleri kullanılarak eksik değerler hesaplanmaktadır. Daha sonra bu tamamlanan eksik değerler, model parametrelerinin yeniden hesaplanmasında kullanılmakta ve bu işlem tekrarlanmaktadır (NELWAMONDO vd., 2007). EM yöntemi, veri setinin rastgele olduklarını kabul eder. EM algoritmasında, ortalama ve kovaryans matrisinin tahminleri üç adımda düzeltilmektedir. İlk adımda, ortalama ve kovaryans matrisinin tahminleri kullanılarak eksik değerleri içeren verilerin regresyon parametreleri hesaplanmaktadır. İkinci olarak, eksik değerler, hesaplanan parametreler kullanılarak tamamlanmakta ve ortalama ve kovaryans matrisi tamamlanmış veri seti kullanılarak yeniden tahmin gerçekleştirilmektedir. Bu işlem, ortalama ve kovaryans matrisinin değerleri değişmeye kadar devam etmektedir (SCHNEIDER, 2001).

EM yöntemi, yinelemeli ve iki aşamalı bir yöntem olup E aşaması eksik veri için en iyi olası kestirimleri, M aşaması ise eksik veri atandığında ortalama, standart sapma ya da korelasyona ilişkin kestirimleri verir. Bu süreç, kestirilen değerlerdeki değişimin önemsizmeyecek derecede azalmasına kadar devam eder. EM yönteminde tekrarlı işlemler kullanılarak eksik veriler içeren nicel değişkenlerin ortalamaları, kovaryans matrisi ve korelasyonu tahmin edilir;

$$x_0 = [\bar{x}_j^0] = \text{Diag}(\bar{x}^P) = [\bar{x}_{jj}^P] \quad (1)$$

$$C_0 = [c_{jk}^0] = C^P = [c_{jk}^P] \quad (2)$$

Eğer  $x_{ij}$  gözlem değeri eksik değilse (tam ise):  $x_{ij}^m = x_{ij}$ , eğer  $x_{ij}$  eksikse  $m$ . iterasyon sonucu tahmin edilen değer;  $x_{ij}^m = \beta_{0,ij}^{m-1} + \sum_l \beta_{l,ij}^{m-1} * x_{il}$ ;  $l \in J_2 = J$  ( $l: x_{il}$  kayıp değilse ve  $l \neq j$ )

formülü yardımıyla hesaplanır. Burada  $[\beta_{0,ij}^{m-1}, \beta_{l,ij}^{m-1}]$  değerleri  $\bar{x}_{m-1}$  ve  $C_{m-1}$  'den hesaplanır.

$$\bar{x}_m = [\bar{x}_j^m] = \left[ \sum_i w_i * x_{ij}^m / \sum_i w_i; \quad i \in I \right] \quad (3)$$

$$C_m = [c_{jk}^m] = \left[ \frac{\sum_i w_i * x_{ij}^m (x_{ij}^m - x_j^{-m}) * (x_{ik}^m - x_k^{-m}) + \sum_i \sum_{s \in J_2} c_{j,s}^{m-1}}{(n-1) * \sum_i w_i / n}; \quad i \in J_2, s \notin J_2 \text{ ve } s \neq j \right] \quad (4)$$

$$w_i = \begin{cases} 1 \\ 1 - \alpha + \alpha * \lambda^{1+p/2} * \exp((1-\lambda) * D^2 / 2) \\ 1 - \alpha + \alpha * \lambda^{p/2} * \exp((1-\lambda) * D^2 / 2) \\ (sd + p) / (sd + D^2) \end{cases} \quad (5)$$

Burada ilk değer çok değişkenli normal dağılım için, ikinci ifade bozulmuş normal dağılım için ve son ifade *student t* dağılımı içindir.  $\alpha$ ; Bozulma oranı,  $\lambda$ ; Standart sapma oranı,  $p$ ; Bağımsız değişkenlerin sayısı,  $D^2$ ; Birimin ortalamadan olan Mahalanobis uzaklığının karesi olarak tanımlanabilir.

$$D^2 = \sum_{jk} (x_{ij}^m - \bar{x}_j^m) * (c_{jk}^m)^{-1} * (x_{ik}^m - \bar{x}_k^m) \quad (6)$$

Yukarıdaki formülde  $(c_{jk}^m)^{-1}$  ifadesi  $C_{m-1}$ 'in  $jk$ . elemanıdır. Algoritmanın sona ermesi için belirli bir değer ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Örneğin regresyon analizinde artık kareler toplamı arasındaki fark çok küçük bir değere eşit olursa iterasyona devam edilmez ve o andaki parametre tahminleri en iyi değerler olarak ele alınır.

Analizde yakınsama için:

$$\left| c_{jj}^m - c_{jj}^{m-1} \right| / c_{jj}^m \leq \quad (7)$$

Veri atama:  $X_i^E = [x_{ij}^E] = [x_{ij}^{m'}]$  burada  $m', m'$ 'nin son değeridir. Ortalama ve kovaryanslara ilişkin formüller aşağıdaki gibidir (BAL vd., 2004).

$$\bar{x}^E = [\bar{x}_j^E] = \bar{x}_{m'} = [\bar{x}_j^{m'}] \quad (8)$$

$$C^E = [c_{jk}^E] = C_{m'} = [c_{jk}^{m'}] \quad (9)$$

$$\text{Korelasyon ise; } R^E = [r_{jk}^E] = [c_{jk}^E / (c_{jj}^E * c_{kk}^E)^{1/2}] \quad (10)$$

## 2.2 Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)

Bir bölgedeki istasyonlar için aynı koşulların sağlanmaması, sağlıklı ölçüm yapılmaması veya kullanılan ölçüm aletlerinin güvenilir ölçüm yapmaması ve diğer çevresel faktörlerden dolayı güvenilir ölçüm yapılması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, hidrolojik, meteorolojik, iklim değişikliği, istatistiksel sınıflandırma, tahmin ve modelleme çalışmalarında kullanılacak verilerin homojenliğinin test edilmesi ve homojen olmayan yapıya sahip olan serilerin düzenlenmesi/çıkarılması gerekmektedir.

İstasyonlarda gözlem kayıtlarının az ya da yetersiz olduğu durumlarda, homojenlik testi için indirekt homojenlik yöntemleri önerilmektedir. Bu indirekt homojenlik yöntemler, zaman serilerinde homojen olmayan yapının belirlenmesinde etkili bir şekilde uygulanabilmektedir. Meteorolojik zaman serilerinde homojenlik testi için indirekt homojenlik yöntemleri iki alt grupta sınıflandırılabilir: (i) *absolute test*: bu yöntemde, sadece bir istasyona ait gözlem değerleri dikkate alınmakta ve homojenlik test edilmektedir. (ii) *relative test*: bu yöntemin uygulanmasında ise homojen yapıya sahip olduğu düşünülen komşu istasyonlara ait gözlem değerlerinin kullanılması temel alınmaktadır (KARABÖRK vd., 2007). İkinci yöntemin uygulanmasında test istasyonu ile arasında yüksek korelasyona sahip referans istasyonunun kullanılması gerekmektedir.



Ancak, genel olarak bakıldığında, oldukça geniş bir alanda yapılan çalışmalarda yüksek korelasyona ve homojen yapıya sahip komşu referans istasyonlarının bulunması oldukça zordur. Bundan dolayı, çok geniş alanlarda, istasyonlardaki gözlem kayıtlarının yetersiz ve eksik olması durumu göz önüne alındığında absolute homojenlik testinin uygulanması daha uygun olacaktır (KARABÖRK vd., 2007).

Bu nedenle bu çalışmada da, Türkiye genelinde ölçüm yapılan istasyonlar göz önüne alındığı için absolute homojenlik yöntemi temel alınarak yıllık toplam yağış zaman serilerinde homojenlik testi kullanılarak her bir istasyona ait gözlem kayıtları ayrı ayrı test edilmiştir. Yağış ve/veya akış gözlem istasyonları, istasyonun bulunduğu bölge, ölçüm için kullanılan alet-yöntem ve ölçüm kalitesi gibi birçok faktörden dolayı etkilenmekte ve zaman serileri homojen olmayan yapıya sahip olabilmektedir. Bu nedenle, hidroloji ve su kaynakları problemlerinin çözümünde kullanılacak verilerin güvenilirliği ve kalitesi istatistiksel olarak test edilmelidir.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında homojenlik testi için birçok yöntem önerilmiş ve çeşitli bölgeler için uygulanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye genelinde ölçüm yapılan istasyonlarda yıllık toplam yağış için homojen olmayan yağış serilerinin belirlenmesinde Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT), (Swed-Eisenhart) Runs ve Pettitt testleri uygulanmaktadır.

Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT), ALEXANDERSSON (1986) tarafından zaman serilerinde homojen olmayan yapının belirlenmesi için önerilmiştir. Bu yöntemde test serileri ile bu seriye komşu referans serisine/serilerine ait verilerin değişmezlik oranları kullanılmakta ve test verilerindeki homojen olmayan yapı bu değişmezlik oranlardaki değişimler dikkate alınarak belirlenmektedir (GONZALEZ-ROUCO vd., 2000). SNHT yöntemi uygulanırken, yağış serileri için test serisi ile referans serisi arasındaki oran kullanılırken, sıcaklık serileri için ise test ve referans serilerindeki değerlerin farkı dikkate alınır. Test serisi ile referans serileri arasındaki standardize edilmiş fark ya da oranın normal dağılıma uyduğu kabul edildiği için SNHT yöntemi parametrik bir yöntemdir. Homojenlik yönteminin uygulanacağı test seti  $Y_i (i = 1, 2, \dots, n)$  şeklinde tanımlansın. Test ve referans serilerindeki standardize edilmiş yağış serilerinin oranı  $q_i (i = 1, 2, \dots, n)$  şeklinde tanımlansın.

$$q_i = \frac{F_i}{G_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

$$F_i = \frac{P_i}{P} \quad (12)$$

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^{k_i} v_j \cdot \frac{Q_{ij}}{Q_j}}{\sum_{j=1}^{k_i} v_j} \quad (13)$$

Burada,  $n$ ; yıl sayısı,  $F_i$ ; test istasyonundaki standardize edilmiş yağış serilerinin fonksiyonu,  $G_i$ ; referans istasyonunda standardize edilmiş yağış serilerinin fonksiyonu,  $P_i$ ; test istasyonundaki yağış serisi,  $Q_{ij}$ ; j. referans istasyonundaki yağış serisini göstermektedir.  $v_j$ ; j. referans istasyonu için ağırlık faktörü,  $k_i$ ; i zaman adımında kullanılan referans istasyonu sayısı şeklinde tanımlanmaktadır. Bundan sonraki adımda,  $q_i$  değerlerinin ortalaması ve standart sapması  $S_q$  yardımıyla standardize edilmiş  $z_i$  değerleri hesaplanır.

$$z_i = \frac{(q_i - \bar{q})}{S_q} \quad (14)$$

Bu serilerin sıfır ortalamaya ve birim standart sapmaya sahip oldukları ve normal dağılıma uydukları kabul edilmektedir ( $N(0,1)$ ). Test serilerindeki homojen olmayan yapı, test ve referans serilerindeki oranları ve dolayısı ile standardize edilmiş  $z_i$  değerlerini etkilemektedir. SNHT yöntemi, aşağıda verilen iki hipotez tanımlanmasını temel olarak uygulanır.

a) **Sıfır Hipotezi** ( $H_0$ ) : bu hipotezde, test sonucunda test serileri homojen olup standardize edilmiş  $z_i$  'nin herhangi bir alt seti  $N(0,1)$  olarak dağılmıştır.

b) **Alternatif Hipotez** ( $H_1$ ): test serileri homojen olmayan bir yapıya sahiptir.

$$H_0: z_i \sim N(0,1) \text{ for } i = 1, \dots, n \quad (15)$$

$$H_1: \begin{cases} z_i \sim N(\mu_1, 1) \text{ for } i = 1, \dots, a \\ z_i \sim N(\mu_2, 1) \text{ for } i = a + 1, \dots, n \end{cases} \quad (16)$$

SNHT yönteminin matematiksel alt yapısı ile ilgili detaylı bilgi ALEXANDERSSON (1986), ALEXANDERSSON ve MOBERG (1997) ve GONZALEZ-ROUCO (2001)'den elde edilebilir. SNHT yönteminin uygulanmasında en önemli adımlardan birisi, referans serilerinin belirlenmesidir. İncelenen bölgede, veri serilerinin homojenliği hakkında bilgi yok ise ya da daha önceden homojenliği test edilmemişse, referans serisi olarak kullanılacak istasyonların belirlenmesi için birkaç defa test yapılmalı ve en uygun referans istasyonu belirlenmelidir. Veri setindeki serilerin hiçbiri daha önceden test edilmemiş ise homojen olmayan serilerin referans serisi olarak kullanılması SNHT yönteminin sonuçlarını negatif yönde etkileyecektir (GÖKTÜRK vd., 2008). SNHT yöntemi ile homojenlik testinin uygulanması ve referans serilerinin belirlenmesi için aşağıda verilen yöntem önerilmektedir (HANSSEN-BAUER ve FORLAND, 1994));

1. Olası referans serilerinin belirlenmesi için her bir zaman serisi için test uygulanır. Bu ilk test ile istasyonlar homojen (H1) ve homojen değil (I1) şeklinde sınıflandırılır.
2. İlk test sonucunda homojen olmayan I1 istasyonları için düzeltme yapılır. Bu adımda, referans serisi olarak homojen H1 ve düzeltilmiş I1 serileri kullanılarak bütün orijinal seriler için test tekrar uygulanır. Bu test adımı sonucunda H2 homojen seriler ve I2 homojen olmayan seriler elde edilerek homojen olmayan istasyon azaltılmış olur.
3. İkinci adımda test sonucunda elde edilen homojen olmayan I2 serileri düzeltilir ve test sadece bu düzeltilmiş serilere uygulanır. Referans serisi olarak, homojen seriler H2 ve düzeltilmiş I2 serileri kullanılır. Bu test sonucunda, düzeltmeden sonra homojen seriler HC3 ve düzeltmeden sonra homojen olmayan istasyonlar IC3 elde edilir. Bu aşamada homojen seriler, H2 ve HC3 olurken, homojen olmayan seriler ise IC3 şeklinde olur.
4. Bu aşamada homojen seriler H2 ve HC3 (referans) kullanılarak bütün seriler (H2 ve I2) tekrar test edilir. Bu test işleminde, H2 serilerinin uygulanması sonucunda, homojen seriler (H4) ve en az bir tane homojen olmayan seri içeren (I4) iki seri elde edilir. Düzeltilmiş I2 serilerinin uygulanması sonucunda, homojen serileri içeren HC4 ve en az iki tane homojen olmayan seri içeren IC4 elde edilir.

5. Bu adımda, homojen olmayan I4 serileri düzeltilir ve homojensizlikleri kontrol edilir. Bu adımda I4 grubu serilerinin test edilmesinde referans serisi olarak homojen H4 serileri ve düzeltmeden sonra homojen HC4 serileri kullanılır.
6. Bu işlem adımlarının sonucunda, H4 homojen serilerini içeren grup, düzeltmeden sonra homojen serileri içeren HC4 ve HC5 grupları ve düzeltmeden sonra homojen olmayan serileri içeren IC4 ve IC5 grupları elde edilmiştir (Şekil 1 ve Tablo 1).

Adım	Giriş Serileri		Çıkış
	Test Serileri	Referans Serileri	
1	Tüm Seriler	& Tüm Seriler	{ H1 I1
2	Tüm Seriler	& H1 I1	{ H2 I2
3	I2	& H2 I2	{ HC3 IC3
4	H2 I2	& H2 HC3	{ H4 I4 HC4 IC4
5	I4	& H4 HC4	{ HC5 IC5

Şekil 1. SNHT yöntemi ile yapılan homojenlik testinde işlem adımları

Burada; H: homojen seri, I: homojen olmayan seri, HC: düzeltme yapıldıktan sonra homojen seri, IC: düzeltme yapıldıktan sonra homojen olmayan seri olarak ifade edilebilir. Bu işlem adımlarının sonucunda homojen seriler: H4, HC4 ve HC5 grupların toplamına eşittir. Homojen olmayan seriler ise: IC4 ve IC5 gruplarının toplamından oluşmaktadır.

Tablo 1. SNHT yöntemi ile homojenlik testi işlem adımları

İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
1	Tüm Seriler	Tüm Seriler	H1	-	I1	-
2	Tüm Seriler	H1	H2	-	I2	-
		I1				
3	I2	H2	-	HC3	-	IC3
		I2				
4	H2	H2	H4	HC4	I4	IC4
	I2	HC3				
5	I4	H4	-	HC5	-	IC5
		HC4				

SNHT yöntemi sonuçlarının değerlendirilmesinde aşağıda verilen işlem adımları uygulanır:

1. Eğer bir istasyonda aylık serilerden sadece bir tanesi test edilebilir ya da hiçbiri test edilemezse istasyon *test edilemez* olarak belirlenir ve karar kullanıcıya bırakılır.
2. Eğer bir istasyonda test edilebilir aylık zaman serilerinden hiçbiri homojen olmayan değere sahip değilse bu durumda istasyon *homojen* olarak belirlenir.
3. Eğer bir istasyonda test edilebilir aylık serilerden biri homojen olmayan yapıya sahip ise bu durumda düzeltme yapılmaz. Sadece bir ay için düzeltme faktörüne bakılır. Eğer düzeltme faktörü 0.5 ile 1.5 arasında ise, bu ay ihmal edilir ve istasyon homojen olarak belirlenir (0.5–1.5 aralığı keyfi olup, istasyonun bulunduğu bölgedeki diğer istasyonların durumu ve temsil ettiği alan gibi faktörlere bağlı olarak karar kullanıcıya bırakılır).
4. Eğer bir istasyonda test edilebilir aylık serilerden 2 ya da daha fazlası homojen olmayan yapıya sahip ise bu durumda bu istasyonda homojen olmayan farklı ayların yılları karşılaştırılır. Eğer homojen olmayan farklı ayların yılları 5 yıllık zaman aralığında ise bu durumda aylık serilerin düzeltme faktörleri yardımıyla düzeltme yapılır ve istasyon *“düzeltme yapıldıktan sonra homojen”* şeklinde ifade edilir. Bütün aylık seriler için aynı düzeltme faktörünün kullanılması önerilmektedir.
5. Eğer test edilebilir aylık serilerden hiçbiri/herhangi biri *“düzeltmeden sonra homojen değil”* ise bu durumda bütün aylar *“düzeltmeden sonra homojen değil”* olarak ifade edilir.

### 2.3. Homojenlik Testi Yöntemleri ile Yapılmış Çalışmalar

Literatürde çeşitli homojenlik testi yöntemleri kullanılarak yağış, sıcaklık, akış vb. serilerinin homojenliği test edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında en çok kullanılan yöntemler, Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT), RUN ve Pettitt testleri şeklinde verilebilir. HANSEN-BAUER ve FORLAND (1994) tarafından yapılan çalışmada, Norveç'te 75 yıllık gözlem değerine sahip 165 istasyona ait yağış serilerine SNHT yöntemi uygulanarak homojenlik analizi yapılmıştır. ALEXANDERSSON ve MOBERG (1997) sıcaklık serilerinin homojenliğini test etmek amacıyla SNHT yöntemini geliştirmiş ve İsveç sıcaklık verilerine uygulamıştır. TAYANÇ vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'de 1951–1990 yılları arasında gözlenmiş aylık ve yıllık sıcaklık yağış serilerinin homojenliğini test etmek amacıyla Kruskal-Wallis ve Wald–Wolfowitz RUN testlerini uygulanmıştır. SLONOSKY vd. (1999), Avrupa'da uzun yıllar gözlem değerine sahip 51 istasyonda yüzey basıncı serilerinin homojenliğini test etmek için değişik homojenlik testi yöntemlerini kullanmıştır. TOMOZEIU vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, yağış serilerindeki homojen olmayan yapının belirlenmesi amacıyla SNHT yöntemi önerilmiş ve uygulanmıştır. TUOMENVIRTA vd. (2000) aylık maksimum ve minimum sıcaklık serilerinin güvenilirliğini ve homojenliğini test etmek amacıyla SNHT yöntemini kullanmıştır. ADELOYE ve MONTASERI (2002) yaptıkları çalışmada, su kaynaklarının planlanması, tahmin ve modelleme çalışmalarında kullanılan akarsu akım verileri için trend, rastgelelik vb. çeşitli testler uygulamışlardır.

DUCRE-ROBITAILLE vd. (2003) SNHT ve diğer yedi homojenlik testi yöntemlerini kullanarak sıcaklık serilerindeki homojen olmayan yapının belirlenmesi amacıyla karşılaştırmalı analiz gerçekleştirmiştir. Çalışma sonunda, sıcaklık serilerinde homojen olmayan yapının belirlenmesinde SNHT yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi bir performansa sahip olduğu belirtilmiştir. KLINGBJER ve MOBERG (2003) tarafından yapılan çalışmada, 1802–2002 yılları arasında ölçüm değerine sahip istasyonlara ait aylık sıcaklık serilerindeki homojen olmayan yapının belirlenmesinde SNHT yöntemi uygulanmıştır. WIJNGAARD vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada, günlük yağış ve sıcaklık serilerinin homojenliğinin test edilmesinde, SNHT yöntemi, Buishand testi, Pettitt testi, ve Von Neumann testi yöntemleri uygulanmıştır. AKSOY vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin batı kesiminde yer alan havzalarda, yıllık ortalama akım serileri için parametrik olmayan RUN testini kullanılarak rastgelelik testi uygulanmıştır.

YILDIRIM vd. (2004), Gediz havzasında yağış akış ilişkisinin modellenmesinde kullanılan yağış ve akış serilerinin homojenliğini test etmek amacıyla 1964–1999 yılları arasında gözlem değerine sahip akım ve meteorolojik gözlem istasyonları için Kruskal-Wallis yöntemini kullanmıştır. TOMOZEIU vd. (2005), kış yağışlarının zamansal ve konumsal değişimlerini incelemek amacıyla kullanılan aylık yağış serilerinin homojenliğini test etmek amacıyla SNHT yöntemini kullanmışlardır. MIHAJLOVIC (2006), SPI kuraklık indisinin değişimini incelemiş ve analizlerde kullanılan aylık toplam yağış serilerinin homojenliğini test etmek amacıyla SNHT yöntemini kullanmıştır.

AKSOY (2007) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin batı kesiminde yer alan ve 1962–2000 yılları arasında ölçüm değerine sahip olan akım gözlem istasyonlarında yıllık akım verileri için RUN testi yöntemi ile rastgelelik testi yapılmıştır. EM vd. (2007) yaptıkları çalışmada, GAP bölgesinde Devlet Meteoroloji İşlerine ait 15 istasyondan elde edilen 1970–2003 yılları arası günlük yağış verilerinden aylık ve yıllık toplam yağış değerleri için RUN testi yöntemi ile homojenlik analizi yapılmışlardır. KHALIQ ve QUARDA (2007) tarafından yapılan çalışmada, meteorolojik serilere uygulanan SNHT yönteminin sonuçlarının değerlendirilmesinde farklı seri uzunlukları için sınır değerler önerilmiştir. SÖNMEZ ve KÖMÜŞCÜ (2007) tarafından yapılan çalışmada, 1972–2006 yılları arasındaki ölçüm değerine sahip yağış serileri için Kruskal-Wallis homojenlik testi yöntemi ile homojenlik analizi gerçekleştirilmiştir.

ABIDA ve ELLOUZE (2008), taşkın frekans analizi için en uygun frekans dağılımlarının bulunmasına yönelik yaptıkları çalışmada, 37 adet akım gözlem istasyonuna ait yıllık akım serilerinde rastgelelik testi için RUN testi yöntemini kullanmışlardır. ACAR ve ŞENOCAK (2008) yaptıkları çalışmada, Erzurum ilindeki 6 meteoroloji istasyonda aylık ortalama kar örtüsünün derinliği serilerinin homojenlikleri ve trendleri araştırılmıştır. AKSOY vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin batı kesiminde yer alan, akım, yağış ve sıcaklık istasyonlarına ait serilerin karakteristiklerini belirlemek amacıyla trend, rastgelelik ve homojenlik gibi çeşitli testler uygulanmıştır. FREIWAN ve KADIOGLU (2008) yıllık, mevsimsel, aylık yağışlar, maksimum ve minimum yağış serilerinin homojenliğinin test edilmesinde RUN testini uygulamıştır. MODARRES (2008) yıllık minimum akımlar için rastgelelik ve homojenlik testlerini uygulamıştır. Bu amaçla, RUN testi yöntemi, %95 anlamlılık seviyesi için yıllık minimum akımlar için uygulanmıştır.

### 3. KÜMELEME YÖNTEMLERİ

Kümeleme, aynı özelliğe sahip elemanların aynı grup içerisinde toplanması ve sınıflandırılması şeklinde tanımlanabilir. Yani, verilen bir veri seti içerisinde, mümkün olduğu kadar birbiri ile aynı özelliğe sahip elemanların, birbirlerine olan benzerliklerine ya da farklılıklarına göre aynı kümede toplanmasını ve gruplanmasını sağlamaktır. Kümeleme, özellikle hidrolojik ve meteorolojik olayların sınıflandırılması ve bölgesel frekans analizleri için homojen bölgelerin oluşturulması gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Sınıflandırma/kümeleme işlemleri için, geleneksel kümeleme yöntemleri olarak ifade ettiğimiz, *hiyerarşik kümeleme (Ward)* ve *hiyerarşik olmayan kümeleme (K-Ortalamalar)* yöntemleri sınıflandırma problemlerinde yaygın bir şekilde uygulamaktadır. Ayrıca, *Kohonen Sinir Ağları (Self Organizing Map: SOM)* ve *Bulanık Kümeleme (Bulanık C-Ortalamalar)* yöntemleri de sınıflandırma çalışmalarında kullanılmaktadır.

Kümeleme algoritmaları, veri setini kümelere ayırma işlemi belli ölçüt ve varsayımları temel alarak gerçekleştirmektedir. *Kümeleme analizinde önemli noktalar:* kümeleme algoritmasının seçimi, kümeleme için uygun değişkenlerin seçimi, amaç fonksiyonun seçimi, mesafe ölçütünün seçimi, veri seti için uygun küme sayısının seçimi şeklinde verilebilir. Kümeleme analizlerinde en önemli adım değişkenlerin ve veri setinin seçimi ve oluşturulması olarak gösterilebilir. Çünkü incelenen problem için seçilen değişkenler olayın yapısını tam olarak yansıtmıyorsa yapılacak analizlerde elde edilecek sonuçlar anlamlı olmayabilir. Verilen veri seti ile havzaları homojen alt kümelere ayırmak için kullanılan birçok kümeleme algoritması bulunmaktadır. Bu algoritmaların performansı, veri uzayında komşu havzaların belirlenmesi için dikkate alınan mesafe ölçütünün tanımlanmasına bağlı olarak değişmektedir. Literatürde en çok kullanılan ölçüt Euclidean mesafe ölçütüdür. Havzaların sınıflandırılmasında kullanılacak değişkenlerin doğru bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Ancak, pratikte yukarıda verilen değişkenlerin tamamının değerlerini bulmak ve modellemede kullanmak mümkün değildir. En uygun küme sayısı, havzanın fiziksel özellikleri de dikkate alınarak kümelerin görsel olarak yorumlanması ile belirlenebilir. Genelde, verilen kümeleme algoritması ve giriş veri setleri için, en uygun küme sayısının belirlenmesinde, farklı kümeleme ölçütleri farklı değerler önermektedir. Bu nedenle, en uygun küme sayısına karar vermek için farklı değerlere sahip bu farklı ölçütlere ait set dikkate alınmalı ve kümeler görsel olarak değerlendirilmelidir.



Kümeleme yöntemleri ile homojen bölgelerin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken işlemler aşağıda verilmektedir.

1. **Değişkenlerin Seçimi:** Bu adım kümeleme analizinde kullanılacak değişkenlerin belirlenmesini içermektedir. İncelenen problemin gerçek yapısını doğru bir şekilde ortaya koyabilmek için kümeleme analizinde kullanılacak değişkenlerin detaylı incelemeler sonucunda seçilmesi gerekmektedir.
2. **Özellik Vektörünün Hazırlanması:** Kümelemede kullanılacak değişkenler, büyüklüklerinde/ölçeklerinde farklılıklar göstereceğinden, bu adımda her bir değişken için elde edilen veriler yeniden ölçeklendirilir. Yeniden ölçeklendirme, uygun dönüştürme fonksiyonları kullanılarak değişkenlerin değerlerin dönüşümünü ve yeniden ölçeklendirilmesini kapsamaktadır.
3. **Sınıflandırmanın Gerçekleştirilmesi:** Bu adım, 1. ve 2. adımlarda yapılan ön analizler ve çalışmalar sonucunda hazırlanan veri vektörlerinin kümelere ayrılması için kümeleme algoritmasının seçimini içermektedir. Genelde, kümeleme analizi sırasında elemanlar *farklılıklarına* ya da *benzerliklerine* göre sınıflandırılmaktadır. Böylelikle, birbiri ile benzerlik gösteren elemanlar aynı kümede, birbirinden farklı olan elemanlar ise ayrı kümelerde yer almaktadır.
4. **En Uygun Kümenin Seçimi:** Kümeleme analizinden sonra, elde edilen sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi için, görsel olarak yorumlama veya en uygun küme sayısına karar vermek için kümeleme ölçütlerinin hesaplanması olmak üzere iki farklı yol izlenmektedir. Sonuçlar değerlendirilirken belirlenen kümelerin problemin fiziksel yapısına uygun ve anlamlı olup olmadığına bakılmalı, istatistiksel ve görsel olarak değerlendirilmelidir. Analizlere küme sayısı iki seçilerek başlanır, her bir küme sayısı için değerlendirme ölçütleri hesaplanarak sonuçlandırılır.
5. **Küme için Homojenlik Testi:** Bu adımda, kümeleme analizleri sonucu belirlenen alt kümelerin istatistiksel olarak homojenliğinin test edilmesi gerekmektedir. Yani kümeleme yöntemleri ile belirlenen alt grupların homojen olup olmadığının test edilmesidir. Belirlenen alt bölgelerin hidrolojik/istatistiksel olarak homojenliğinin test edilmesi için literatürde en çok uygulanan yöntem olan L-Momentler yöntemi kullanılmaktadır.

### 3.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi

Kümeleme ya da sınıflandırma analizi, bir veri seti içerisinde değişkenlerin birbirlerine olan benzerlikleri ya da farklılıkları temel alarak aynı özelliğe sahip değişkenlerin aynı kümede toplanması ve gruplanması şeklinde tanımlanabilir. Kümeleme analizinin, kümeleme algoritmasının seçimi, kümeleme için uygun değişkenlerin seçimi, amaç fonksiyonunun seçimi, mesafe ölçütünün seçimi, kümeleme için uygun başlangıcın seçimi, veri seti için uygun küme sayısının seçimi şeklinde verilebilir. Literatürde kümeleme analizi için birçok yöntem kullanılmaktadır.

Bu çalışmada hidrolojik homojen havzaların belirlenmesinde Bulanık kümeleme (Bulanık C-Ortalamlar) yöntemi kullanılmıştır. Bulanık mantık yöntemi ilk defa ZADEH (1965) tarafından insan düşünme ve karar verme mekanizması temel alınarak geliştirilen kural tabanlı bir modelleme yöntemidir. Bulanık mantık yöntemi, hidroloji ve su kaynakları alanında akış tahmini, yağış-akış ilişkisinin modellenmesi, hazne işletme çalışması, katı madde tahmini vb konularda kullanılmaktadır. Bulanık kümeleme yöntemi, bulanık mantık yöntemini temel alarak DUNN (1974) tarafından önerilmiş ve BEZDEK (1981) tarafından geliştirilmiştir/genişletilmiştir.

Bulanık kümeleme yöntemi, klasik K-Ortalamlar yönteminin geliştirilmiş halidir. Klasik kümelemede değişkenlerin kümeye aitlikleri, ya aittir (üyelik derecesi 1) ya da ait değildir (üyelik derecesi 0) şeklinde tanımlanmaktadır. Ancak hidrolojik süreçler gibi belirsizlik içeren gerçek doğa olayları için bir elemanın bir kümeye tam ait olması ya da olmaması gibi bir durumdan söz etmek mümkün değildir. Çünkü bu tür problemlerde bir eleman farklı üyelik dereceleri ile birden fazla kümeye ait olabilir. Diğer taraftan bulanık kümeleme yönteminde, elemanların kümeye aitlikleri üyelik derecelerine göre yapılmaktadır. Yani klasik kümelemeden farklı olarak bir eleman birden fazla kümede farklı üyelik derecelerinde yer almaktadır. Bu özelliği ile bulanık kümeleme yöntemi ile elde edilen sonuçların klasik kümelemeye göre doğa olaylarını açıklamada daha çok bilgi içerdiği ve gerçeğe daha yakın olduğu söylenebilir.

İncelenen herhangi bir problem için,  $X$ ;  $N \times n$  boyutunda veri seti,  $n$ ; değişken sayısı,  $N$ ;  $X$  veri setindeki özellik vektörlerinin sayısını temsil ettiği düşünülürse,  $n$  boyutlu bu veri setinde  $k$ .ıncı özellik vektörü  $x_k = [x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn}]^T$ ,  $x_k \in R^n$  şeklinde yazılabilir. Bu durumda  $N$  adet özellik vektörünün oluşturduğu veri seti  $X = \{x_k | k = 1, 2, \dots, N\}$  şeklinde tanımlanır ve  $N \times n$  boyutundaki matris denklem (17)'deki gibi yazılabilir. Bu matriste, satırlar özellik vektörü, sütunlar ise değişkenler olarak açıklanabilir (BURN, 1989).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{N1} & \dots & x_{Nn} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Bulanık kümeleme yönteminde amaç: (i) kümeler arasındaki benzerliği en aza indirmek ve (ii) küme içinde küme üyeleri arasındaki benzerliği ise maksimum yapmak şeklinde verilebilir. Bunun için, amaç fonksiyonunun en küçüklenmesi ile veri seti gruplara ayrılmakta ve küme içindeki benzerlikler maksimum yapılmaktadır. Bulanık kümeleme yönteminde en küçüklenecek amaç fonksiyonu denklem (18)'de ve özellik vektörü ile küme merkezi arasındaki mesafe ölçütü ise denklem (19)'da verilmektedir.

$$J(U, V : X) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (u_{ik})^m d_{ik}^2(x_k, v_i) \quad (18)$$

$$d_{ik}^2 = \|x_k - v_i\|_A^2 = (x_k - v_i)^T A (x_k - v_i) \quad (19)$$

Ayrıca, denklem (18)'de verilen amaç fonksiyonu minimize edilirken denklem (20) ve (21)'de verilen kısıtlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Bulanık kümeleme yönteminde özellik vektörü farklı üyelik derecesi ile birden fazla kümeye ait olabilmektedir. Bu, elemanların kümelere atama özelliği, bulanık kümeleme yöntemi klasik K-ortalamalar yönteminden farklı kılmakta ve daha avantajlı olmaktadır. Denklem (20)'de verildiği gibi bir özellik vektörünün üyelik derecelerinin toplamı 1'e eşit olmaktadır.

$$\sum_{i=1}^c u_{ik} = 1 \quad \forall k \in \{1, \dots, N\} \quad (20)$$

$$0 < \sum_{k=1}^N u_{ik} < N \quad \forall i \in \{1, \dots, c\} \quad (21)$$

Kümeleme analizi sonucunda bir özellik vektörü, üyelik derecesinin en büyük olduğu kümeye atanır. Denklem (22)'de özellik vektörlerinin üyelik derecesini gösteren  $N \times c$  boyutunda üyelik matrisi verilmektedir. Ayrıca,  $c \times n$  boyutundaki küme merkezleri matrisi  $V$  denklem (23)'te gösterilmektedir.

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & \dots & u_{12} & \dots & u_{1c} \\ \cdot & & & & \\ u_{21} & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & & & \\ u_{N1} & \dots & u_{N2} & \dots & u_{Nc} \end{bmatrix}_{N \times c} \quad (22)$$

$$V = [v_1, v_2, \dots, v_c], \quad v_i \in R^n \quad (23)$$

Burada,  $c$ ; küme sayısı,  $N$ ; özellik vektörlerinin sayısı,  $U$ ; özellik vektörlerinin üyelik derecesini gösteren bulanık ayırma ya da üyelik matrisi,  $V$ ; küme merkezlerini içeren matris,  $u_{ik} \in [0,1]$ ,  $i$ . kümede  $k$ . özellik vektörünü ( $x_k$ ) üyelik derecesi,  $d_{ik}^2(x_k, v_i)$ ;  $k$ . özellik vektörü ile  $i$ . küme merkezi arasındaki mesafe,  $m \in [1, \infty]$ ; bulanık kümeler arasında paylaşılan üyeliği kontrol eden bulanıklık terimi olup  $m=1$  için bulanık kümeleme yöntemi, klasik K-Ortalamlar kümeleme yöntemine yakınsamaktadır. Yani, K-Ortalamlar kümeleme yönteminde olduğu gibi üyelik dereceleri ya 0 ya da 1 şeklinde atanmaktadır.

Bulanık kümeleme yöntemi, iteratif bir yöntem olup üyelik matrisi ve küme merkezleri matrisi güncellenmekte ve amaç fonksiyonu minimize edilmektedir. Kümeleme analizinde, küme merkezleri ya da özellik vektörlerine ait üyelik dereceleri matrisi başlangıçta rastgele seçilerek analiz başlamaktadır. Her bir iteratif adımda bu üyelik dereceleri ve küme merkezleri sırasıyla denklem (24) ve (25) yardımıyla hesaplanmaktadır (RAO vd., 2006).

$$u_{ik} = \frac{\left( \frac{1}{d^2(x_k, v_i)} \right)^{1/(m-1)}}{\sum_1^c \left( \frac{1}{d^2(x_k, v_i)} \right)^{1/(m-1)}} \quad 1 \leq i \leq c \quad \text{ve} \quad 1 \leq k \leq N \quad (24)$$

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m} \quad (25)$$

İteratif bir yöntem olan bulanık kümeleme yönteminin işlem adımları temel olarak şu şekilde verilebilir; (i) Küme merkezleri ya da üyelik derecelerinin başlangıç değerlerinin rastgele seçilmesi, (ii) Eğer analizlere özellik vektörlerine ait üyelik derecelerinin seçimi ile başlanırsa, üyelik dereceleri 0–1 arasında seçilmeli ve denklem (20) ve (21)'de verilen kısıtlar göz önünde bulundurulmalıdır. (iii) Üyelik derecelerinin başlangıç değerleri rastgele seçildikten sonra denklem (23) yardımıyla her bir küme merkezi hesaplanır. (iv) Denklem (18)'de verilen amaç fonksiyonu hesaplanır. Bu hesaplama, amaç fonksiyonu belli bir eşik değerinin altında kalana kadar devam eder. (v) Denklem (24) yardımıyla özellik vektörleri için yeni üyelik dereceleri güncellenir. (vi) Birbirini takip eden iki iterasyon adımında üyelik derecelerindeki değişim çok küçük değerlerde oluncaya kadar üyelik dereceleri denklem (24) ve küme merkezleri denklem (25) güncellenerek devam eder.

Bir kümeleme algoritmasının farklı parametrelerinin seçimi için kümeleme analizi sonucu elde edilen alt kümeleri değerlendirmek ve karşılaştırmak ya da farklı kümeleme algoritmalarından elde edilen sonuçların karşılaştırılması için doğruluk değerlendirme ölçütleri kullanılmaktadır. Bu ölçütler; *Ayrırma Katsayısı* (BEZDEK, 1974, 1981), *Ayrırma Entropisi* (BEZDEK, 1981), *Ayrırma İndeksi*, *Xie ve Beni İndeksi* (XIE ve BENI, 1991), *Dunn ve Alternatif Dunn İndeksi* şeklinde verilebilir (RAO vd., 2006b).

*Ayrırma Katsayısı*: Bezdek (1974) tarafından önerilen bu ölçüt kümeler arasındaki birbiri üstüne binme değerini ölçmektedir.

$$V_{PC}(U) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (u_{ik})^2 \quad (26)$$

Burada,  $u_{ik}$ ,  $i$ . bulanık kümede yeniden ölçeklendirilmiş  $k$ . özellik vektörünü ( $x_k$ ) üyelik derecesini göstermekte olup  $u_{ik} \in [0,1]$  şeklindedir. Bu ölçütün maksimum değeri için en uygun küme sayısına karar verilir. *Sınıflandırma Entropisi*: Bu ölçüt kümeler arasındaki bulanıklık değerini ölçmektedir.

Bu ölçüt ile değerlendirme yaparken,  $V_{PE}$  'nin minimum değeri için en uygun küme sayısına karar verilir.  $V_{PC}$  ve  $V_{PE}$  ölçütlerinin dezavantajı, verinin herhangi bir özelliğine direk bağlantının eksikliğidir (RAO vd., 2006b).

$$V_{PE}(U) = -\frac{1}{N} \left[ \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N u_{ik} \cdot \log_a(u_{ik}) \right] \quad (27)$$

*Ayrırma İndeksi (SC)*: Bu ölçüt kümelerin ayrılma ve sıklığının toplamının oranı şeklindedir. Bu ölçütün düşük değeri için en uygun küme sayısına karar verilir (denklem 28). *Bölünme İndeksi (S)*: Bu ölçüt ile değerlendirme yaparken,  $V_S$  'nin düşük değeri için en uygun küme sayısına karar verilir (denklem 29).

$$V_{SC}(U) = \sum_{i=1}^c \frac{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m \|x_k - v_k\|^2}{N_i \sum \|v_k - v_i\|^2} \quad (28)$$

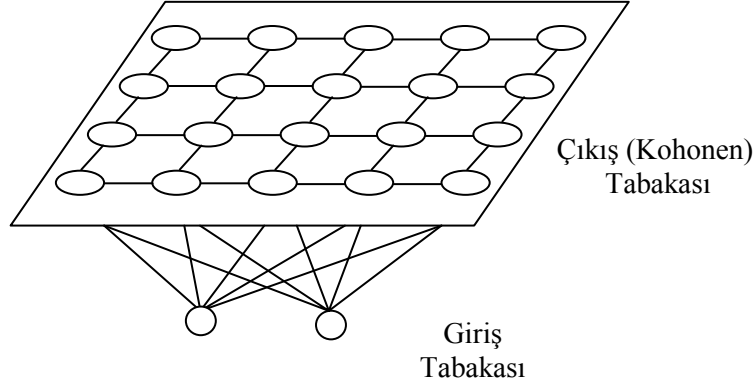
$$V_S(U) = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (u_{ik})^2 \|x_k - v_k\|^2}{N_{\min i,k} \|v_k - v_i\|^2} \quad (29)$$

*Xie ve Beni İndeksi (XB)*: bu ölçüt, bulanık kümelerin sıklığının bölünmeye oranı şeklinde açıklanabilir. Bu indeks, kümelerin merkezlerinin ve veri setinin bir fonksiyonu olup bu ölçütün minimum değeri en uygun sınıflandırmayı göstermektedir.

$$V_{XB}(U, V : X) = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (u_{ik})^m \|v_i - x_k\|^2}{N \min_{i \neq k} \|v_i - v_k\|^2} \quad (30)$$

### 3.2.Yapay Sinir Ağları Kümeleme Yöntemi (SOM)

Yapay Sinir Ağları (YSA), doğrusal olmayan yapıya sahip nöron olarak adlandırılan birçok elmandan oluşan sistem olarak tanımlanabilir. YSA, su kaynaklarının planlanması ve modellenmesi, yağış-akış ilişkisinin belirlenmesi, akış tahmini, hazne işletme çalışması, kentsel ve sulama suyu tüketimi tahmini, yer altı suyu modellemesi, akarsularda taşınan katı madde miktarının tahmini gibi birçok alanda başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Literatürde, *Self Organizing Map (SOM)* ya da *Kohonen Sinir Ağları* olarak bilinen yöntem, yukarıda verilen YSA uygulamalarından farklı olarak, veri setlerinin sınıflandırılması, aynı karakteristiğe sahip elemanlardan kümelerin oluşturulması ve analiz edilmesi için, KOHONEN (1982 a ve b) tarafından önerilen bir YSA yapısıdır. SOM kümeleme yöntemi, diğer YSA yöntemlerinden farklı olarak sadece giriş veri setini kullanır ve çıkış setinde veriye gereksinim duymaz. SOM kümeleme yöntemi, bir giriş tabakası ve bir çıkış tabakası (Kohonen tabakası) olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Giriş nöronları, veri setini ve özelliklerini çıkış tabakasına iletir. Giriş tabakası incelenen probleme ait veri setinde her bir değişken için bir nörona sahiptir. SOM kümeleme yönteminde, tabakalar arasındaki nöronlar birbirlerine ağırlık katsayıları ile bağlı olup bu ağırlıklar giriş nöronlarının dağılımını temsil etmektedir. SOM yöntemi, çok boyutlu giriş vektörüne sahip olayları daha düşük boyutta çıkış vektörü ile sınıflandırma yeteneğine sahiptir. Böylelikle çok boyutlu giriş vektörünün yapısı kolaylıkla tanımlanmakta ve veri setinin olasılık dağılımları ve karakteristiği ortaya konmaktadır. SOM ağ yapısında, çıkış vektörü bir ya da iki boyutlu olabilmektedir. SOM, denetimsiz ve rekabetçi öğrenme algoritması ile öğrenme işlemini gerçekleştirir ve çözüme ulaşır. SOM yöntemi, incelenen problemde elemanları benzerliklerine göre sınıflandırmakta ve aynı karakteristiğe sahip elemanlardan oluşan alt kümeler oluşturmaktadır. SOM ile diğer geleneksel kümeleme yöntemleri karşılaştırdığımızda, SOM ile kümelemede kolay görüntüleme, doğrusal olmayan yapıya sahip olması ve incelenen veri setinin yapısını/topolojisini koruması en önemli avantajlarından (CORNE vd., 1999). Şekil 2’de SOM ağının genel yapısı verilmektedir.  $M$  adet giriş değişkenine sahip SOM ağ yapısında giriş vektörü ( $X$ ) denklem (31)’de verilmektedir. Çıkış tabakasında  $u_j$  çıkış nöronlarına sahip SOM ağ yapısında, giriş ve çıkış nöronları arasındaki ağırlık katsayıları vektörü ( $W_j$ ) denklem (32)’de verilmektedir. Denkleme verilen ağırlık vektörü giriş vektörü ile aynı boyuttadır.



Şekil 2. SOM ağının genel yapısı

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_M]^T \quad (31)$$

$$W_j = [w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{Mj}]^T \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (32)$$

SOM, denetimsiz ve rekabetçi öğrenme fonksiyonu ile eğitilen iteratif bir yöntem olduğu için kümeleme işleminin gerçekleşmesi için SOM ağının eğitilmesi gerekmektedir. SOM ağının eğitimi, giriş ve çıkış nöronları arasındaki ağırlık katsayılarının başlangıçta rastgele küçük değerler seçimi ile başlamaktadır. Daha sonra, giriş vektörü ile her bir çıkış vektörüne karşılık gelen ağırlık vektörü arasında mesafe olarak tanımlanan ölçüt hesaplanır. Giriş vektörü ve ağırlık vektörü arasındaki mesafe ölçütü için en çok kullanılan ölçüt, denklem (33)'te verilen Euclidean mesafe ölçütüdür (LIN ve CHEN, 2006).

$$d_j = \|X - W_j\| = \sqrt{\sum_{i=1}^M (x_i - w_{ij})^2} \quad i = 1, 2, \dots, M \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (33)$$

Denklem (33) yardımıyla giriş vektörü ile ağırlık vektörü arasındaki mesafe hesaplandıktan sonra en küçük mesafe değerine sahip çıkış düğümü “*kazanan düğüm*” olarak tanımlanır ve kazanan nörona ait ağırlık katsayıları giriş vektörü yönünde güncelleştirilerek yeniden düzenlenir. Bu kazanan nöron, etrafında bulunan komşu nöronların (topolojik komşuluklar) merkezinde yer almaktadır. Bu komşu nöronlara ait ağırlık katsayıları da denklem (34)'deki topolojik komşuluk fonksiyonu yardımıyla güncellenir. Bu güncelleme işlemi kazanan ve komşu nöronları giriş vektörüne yaklaşıncaya kadar devam eder. SOM ağının eğitimi sırasında düğümlere ait ağırlık katsayıları denklem (35) yardımıyla güncellenir. (LIN ve CHEN, 2006; LIN ve WU, 2007; WATTS ve WARNER, 2009).



$$h_j = \exp\left(-\frac{\|u_j - u_j^*\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (34)$$

$$W_j(t+1) = W_j(t) + \eta(t).h_j(t).(X - W_j(t)) \quad (35)$$

Burada,  $h_j$ ; topolojik komşuluk fonksiyonu,  $\sigma$ ; topolojik komşuluk fonksiyonu için etkili genişlik,  $u_j^*$ ; kazanan nöron,  $W_j(t)$ ;  $t$  zaman adımında ağırlık vektörü,  $h_j(t)$ ; komşuluk fonksiyonu,  $X$ ; giriş vektörü,  $\eta(t)$ ;  $[0,1]$  aralığında değişen öğrenme oranı olarak tanımlanmaktadır. SOM ağ yapısında kazanan nöron giriş değişkenlerinin topolojik yerleşimini gösterirken, komşuluk nöronları ise giriş değişkenlerinin istatistiksel dağılımını göstermektedir. SOM ile kümeleme analizinde, çıkış tabakasındaki nöronların sayısının belirlenmesinde kesin bir kural ya da yöntem bulunmamaktadır. Çıkış tabakasının boyutunun kümeleme sonuçlarını doğrudan etkilediği göz önünde bulundurularak kullanıcı tarafından nöron sayıları tanımlanmalıdır. Eğer çıkış tabakasının boyutu büyük seçilecek olursa, incelenen veri seti içinde çok az sayıda üye bulduran (bir ya da 2 üye) çok fazla kümeye ayrılacaktır. Bu durum bazen uygun küme sayısının belirlenmesini ve problemin doğal yapısının ortaya konmasını güçleştirmektedir.

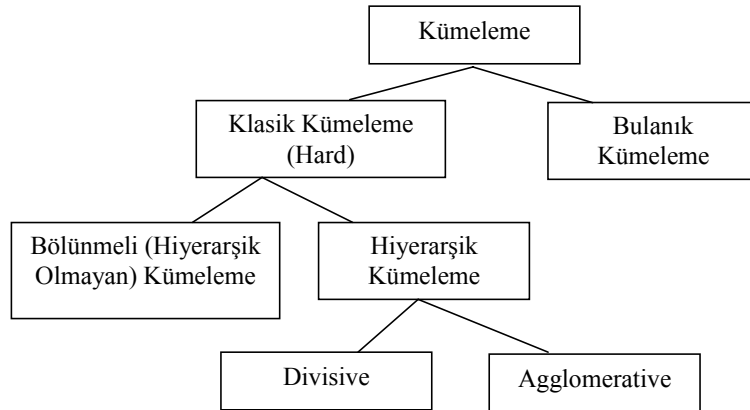
Diğer taraftan çıkış tabakasının boyutu küçük seçilirse, giriş değişkenlerinin topolojik yapısının ortaya konmasında başarısız sonuçlar elde edilebilir. Bu nedenle en uygun küme sayısı incelenen problemin fiziksel koşulları da göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. SOM ile kümeleme analizinde, analiz sonuçları “*özellik haritası*” ve “*yoğunluk haritası*” kullanılarak yorumlanmakta ve en uygun küme sayısı ve kümelerdeki üye sayıları belirlenmektedir. Kazanan nöronların yoğunluk haritası, giriş değişkenlerinin istatistiksel dağılımını göstermektedir. Özellik haritası, iki boyutlu olup çıkış tabakasındaki nöronları temsil eden gridlerden oluşmakta ve giriş vektörüne karşılık gelen kazanan nöronların çıkış tabakasında işaretlenmesi ile belirlenmektedir. Giriş vektöründeki giriş değişkenlerine karşılık gelen topolojik yerleşim, özellik haritasında kazanan nöronların yerleşimi ile gösterilmektedir. Literatürde, özellik ve yoğunluk haritası grid şekli için genel olarak kare, dikdörtgen ve altıgen gridler kullanılmaktadır. Ancak hem analiz sonuçlarının görsel olarak değerlendirilmesinde ve hem de en uygun küme sayısına karar vermede altıgen ve dikdörtgen şekilli gridlerin kare gride göre daha etkili olduğu belirtilmektedir.

SOM ile etkili ve başarılı bir kümeleme analizi için izlenecek yol ve işlem adımlar şu şekilde verilebilir:

1. Diğer kümeleme yöntemlerinde olduğu gibi SOM yöntemi ile yapılacak olan analizlerde de veri seti ve değişkenler oldukça önemlidir. Ele alınan problemin gerçek yapısının doğru bir şekilde ortaya konması ve anlamlı bir sınıflandırma için incelenen problemde, veri seti ve değişkenler iyi bir şekilde seçilmelidir.
2. SOM ağ yapısı içerisinde bütün değişkenlerin eşit öneme sahip olması için değişkenler uygun dönüşüm fonksiyonları/denklemi ile 0 ile 1 arasında normalize edilmelidir.
3. SOM ağının eğitimi için, normalize edilmiş verileri içeren giriş vektörü sisteme girilmelidir. HAYKIN (1999) ve KOHONEN (2001), ağın eğitimi sırasında iterasyon sayısının, çıkış katmanındaki nöron sayısının en az 500 katı seçilmesini önermiştir.
4. SOM ağının eğitimi için, giriş ve çıkış nöronları arasındaki ağırlık katsayıları başlangıçta rastgele seçilir. Hidrolojik çalışmalar için ağırlık katsayılarının rastgele seçiminin daha uygun olduğu KALTEH vd. (2008) tarafından önerilmektedir.
5. Verilen giriş vektörü ve seçilen rastgele ağırlık vektörü ile SOM ağ yapısı, denetimsiz ve rekabetçi öğrenme algoritması ile eğitilir.
6. Giriş vektörü ( $X$ ) ile ağırlık vektörleri ( $W_j$ ) karşılaştırılarak arasındaki benzerlik mesafesi hesaplanır ve en küçük değerine sahip olan nöron kazanan nöron olarak seçilir. SOM yöntemi de sınıflandırma sırasında kazanan birim için Euclidean mesafesi teriminin seçilmesi durumunda denklem (33)'te verilen bağıntı kullanılmaktadır.
7. Daha sonra hem kazanan nöron ve hem de bu nörona komşu topolojik komşuluk nöronlarına ait ağırlık katsayıları giriş vektörü yönünde güncellenir. Komşuluk fonksiyonu ve ağırlık katsayısı güncellemesinde denklem (34) ve (35) kullanılır.
8. Eğitim tamamlandıktan sonra SOM ile elde edilen sonuçların görsel olarak değerlendirilmesi ve en uygun kümeye karar verilmesi işlemi gerçekleştirilir. Verilen bu işlem adımları sonunda iyi bir yakınsama elde etmek için öğrenme derecesi ve komşuluk boyutunun her bir iterasyon adımında tedrici olarak azalması gerekmektedir.

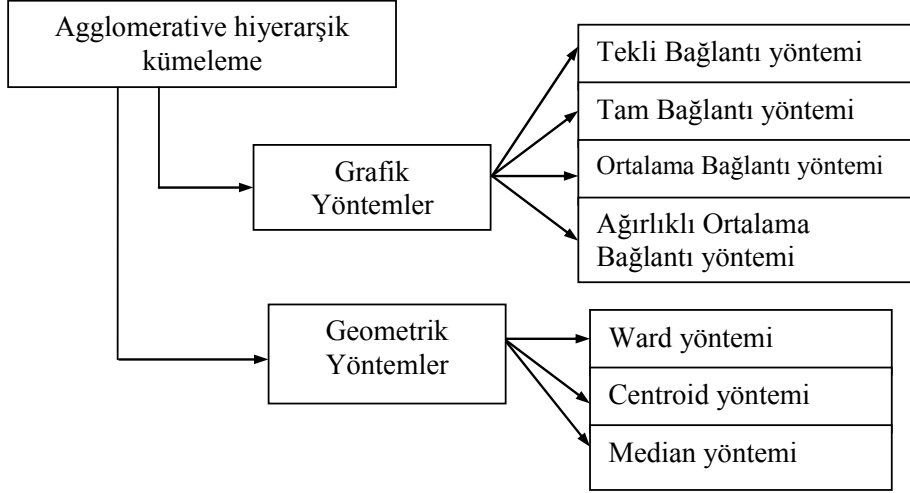
### 3.3. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi (Ward Kümeleme Yöntemi)

Klasik kümeleme algoritmaları, küme oluşturma özelliklerine göre; (i) *hiyerarşik*,(ii) *hiyerarşik olmayan kümeleme* şeklinde iki gruba ayrılırlar. *Hiyerarşik olmayan kümeleme*, hiyerarşik yapı olmaksızın veri setini sayıları önceden tanımlanmış kümelere ayırırken, *hiyerarşik kümeleme*, veri setini belli bir düzen içerisinde alt gruplara ayırmaktadır (Şekil 3). *Agglomerative hiyerarşik kümeleme*, kümeleme analizine bir kümede bir özellik vektörü olacak şekilde başlanır ve bütün veriler bir kümede toplanana kadar mesafe ölçütüne göre birbirine yakın küme çiftlerini birleştirilir. *Divisive hiyerarşik kümeleme*, bütün özellik vektörlerini bir kümeye atayarak kümeleme işlemine başlar ve büyük kümeleri daha küçük kümelere bölerek analizi gerçekleştirir. En çok kullanılan agglomerative hiyerarşik kümeleme algoritmaları; (i) grafik metotlar ve (ii) geometrik metotlar olmak üzere iki temel alt gruba ayrılmaktadır (Şekil 4) (GAN vd., 2007). *Tekli bağlantı metodu*, en yakın komşu yöntemi ya da minimum yöntem olarak da bilinmektedir. Bu yöntemde iki küme arasındaki benzerliği ölçmek için en yakın komşu mesafesi kullanılır.



Şekil 3. Kümeleme algoritmalarının sınıflandırılması (GAN vd., 2007)

Ward yöntemi, WARD (1963) tarafından önerilen genel bir hiyerarşik kümeleme yöntemi olup “minimum varyans yöntemi” olarak da bilinmektedir. Diğer hiyerarşik kümeleme algoritmalarında olduğu gibi Ward yönteminde iki küme arasındaki mesafe hesaplanır. Ancak bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı kümeler arasındaki benzerliği ifade etmek için varyans analizi yaklaşımını kullanmasıdır. Ward yönteminde mesafe terimi, iki küme arasındaki karelerin toplamı olarak tanımlanır ve her bir işlem adımında bu karelerin toplamı en küçüklenecek kümeler birleştirilir (MUNOZ-DIAZ ve RODRIGO, 2004).



Şekil 4. En çok kullanılan agglomerative hiyerarşik kümeleme algoritmaları (GAN vd., 2007)

Ward yönteminde benzerlik, iki kümeye ait tüm değerler ile bunların ortalaması arasındaki farkın karesinin toplamı şeklinde ifade edilebilir. Ward yönteminde, her bir hiyerarşik işlem adımında en büyük benzerliği elde etmek için kümeler birleştirilir. İki küme arasındaki hataların karesinin toplamı olarak tanımlanan ifade denklem (36)'daki gibi yazılabilir. Ayrıca, iki küme arasındaki mesafe ise denklem (37) yardımıyla ifade edilebilir.

$$ESS = \sum_{d=1}^v \sum_{j=1}^k \left( \sum_{i=1}^{n_j} x_{dij}^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^{n_j} x_{dij} \right)^2 \right) \quad (36)$$

$$D_{ij} = \frac{\| \bar{x}_j - \bar{x}_i \|^2}{\frac{1}{N_j} + \frac{1}{N_i}} \quad (37)$$

Burada,  $k$ ; küme sayısı,  $n_j$ ;  $j$ . kümedeki özellik vektörü sayısı,  $v$ ; değişken sayısı şeklinde yazılabilir. Ward yönteminde her bir işlem adımında birleştirilen kümelerde denklem (37)'de verilen ifadenin en az artması istenmektedir. Ward yönteminde  $C_i$  ve  $C_j$  kümeleri birleştirildikten sonra elde edilen yeni küme  $C_k$  olarak tanımlanırsa, bu küme ile diğer yeni bir küme  $C_l$  kümesi ile birleştirileceğini düşünülürse, bu iki küme arasındaki mesafe ise denklem (38)'deki gibi yazılabilir.

$$D_{KL} = [(N_K + N_I)D_{KI} + (N_K + N_J)D_{KJ} - N_L \cdot D_{IJ}] / (N_K + N_L) \quad (38)$$

### 3.4. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemi (K-Ortalamlar Yöntemi)

Bu çalışmada Türkiye akım ve yağış serilerinin sınıflandırılmasında hiyerarşik olmayan K-Ortalamlar kümeleme yöntemi kullanılmıştır. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi, amaç fonksiyonunun en küçüklenmesine temel olarak veri setini gruplara ayıran bir yöntemdir. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi bir  $X$  veri setine ait  $l$  adet değişkeni ve  $N$  adet veriyi  $K$  adet kümeye ayırma ve sınıflandırma özelliğine sahiptir (BURN ve GOEL, 2000). Bu yöntem kümeleme analizine, önceden belirlenen  $K$  adet kümeye ait merkezlerinin belirlenmesi ile başlar. Her bir değişken benzerlik ölçütü yardımıyla en yakın küme merkezine atanır. Giriş veri setindeki her bir değişkenin bir kümeye atanmasından sonra, her bir küme için küme merkezi yeniden hesaplanarak değişkenler bu yeni küme merkezlerinin yerleşimine bağlı olarak yeni farklı kümelere atanabilir. Bu işlem küme üyeliklerinde herhangi bir değişim olmayana kadar tekrarlanır. Değişkenlerin küme merkezlerine olan mesafeleri, mesafe terimi olarak tanımlanan bir ölçüt ile belirlenmektedir. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi, her bir değişken ile en yakın küme merkezi arasındaki Euclidean mesafe ölçütünün toplamının en küçüklenmesini temel olarak veri setini  $K$  adet kümeye ayırmaktadır. İncelenen problem için,  $X$ ;  $N \times n$  boyutunda veri seti,  $n$ ; değişken sayısı,  $N$ ;  $X$  veri setindeki özellik vektörlerinin sayısını temsil ettiği düşünülürse,  $n$  boyutlu bu veri setinde  $k$ . özellik vektörü  $x_k = [x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn}]^T$ ,  $x_k \in R^n$  şeklinde yazılabilir. Bu durumda  $N$  adet özellik vektörünün oluşturduğu veri seti  $X = \{x_k | k = 1, 2, \dots, N\}$  şeklinde tanımlanır.

$$J(U, V : X) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N u_{ik} \|x_k^{(i)} - v_i\|^2 \quad (39)$$

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^N x_k}{N}, x_k \in R^n \quad (40)$$

Burada,  $U$ ;  $N \times c$  boyutunda ayırma matrisi,  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_c\}$  küme merkezleri,  $x_k^{(i)}$ ;  $i$ . kümeye ait  $k$ . özellik vektörü,  $v_i$ ;  $i$ . kümenin merkezi,  $c$ ; küme sayısı,  $N$ ; özellik vektör sayısı,  $\|x_k^{(i)} - v_i\|$ ;  $i$ . kümeye ait  $k$ . özellik vektörü ile  $i$ . küme merkezi arasındaki mesafe olarak tanımlanabilir. Burada,  $u_{ik} \in \{0, 1\}$ ;  $k$ . özellik vektörünün  $i$ .inci kümedeki üyelik derecesi olarak ifade edilir. Eğer  $u_{ik} = 1$  olursa, bu özellik vektörü  $i$ .inci kümeye atanır.

Diğer taraftan eğer  $u_{ik} = 0$  olursa bu özellik vektörü  $i$ . kümeye atanmaz. Yani K-ortalamalar kümeleme yönteminde özellik vektörünün alacağı üyelik derecesine göre (0 ya da 1 değerini alır) kümeye ya aittir ya da değildir şeklinde atama yapılır.

K-ortalamalar kümeleme yönteminde her bir özellik vektörünün bir kümeye atanması için

$\sum_{i=1}^c u_{ik} = 1, \quad \forall k \in \{1, 2, \dots, N\}$  kuralının sağlanması gerekmektedir. K-Ortalamalar kümeleme

yönteminin en önemli avantajı uygulamasının basit olması gösterilebilir. Diğer taraftan, bu yöntemin performansının başlangıçta seçilen küme sayısına ve küme merkezlerine bağlı olarak değişmesi bu yöntemin en önemli dezavantajı olarak verilebilir. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi temel olarak aşağıda verilen işlem adımlarından oluşmaktadır (BURN ve GOEL, 2000; RAO vd., 2006a);

- (i) Küme sayısının belirlenmesi ve bu kümeler için küme merkezlerinin başlangıç değerlerinin rastgele belirlenmesi,
- (ii) Her bir değişken için belirlenen küme merkezlerinden olan mesafeleri/benzerliklerinin (bu çalışmada Euclidean benzerlik ölçütü) hesaplanması,
- (iii) Her bir değişkenin en yakın küme merkezine göre bir kümeye atanması, (iv) Üyelik matrisinin belirlenmesi,
- (iv) Amaç fonksiyonu en küçüklenmesi,
- (v) Küme merkezlerinin yeniden hesaplanması ve bu yeni küme merkezlerine göre her bir değişken için yeni kümelerin belirlenmesi,
- (vi) Küme üyeliklerinde herhangi bir değişim olmayana kadar analizin devam ettirilmesi şeklinde verilebilir.

### 3.5. Kümeleme Analizi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Kümeleme analizi, inşaat mühendisliğinde ve özellikle yağış, akış, sıcaklık gibi hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerin sınıflandırılmasında ve homojen hidrolojik havzaların belirlenmesinde uygulanmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda, geleneksel kümeleme yöntemleri olarak da adlandırılan hiyerarşik olmayan kümeleme (K-Ortalamalar kümeleme yöntemi) ve hiyerarşik kümeleme (Ward kümeleme yöntemi) yöntemlerinin yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir.

UNAL vd. (2003) yaptıkları çalışmada, aylık sıcaklık ve yağış verilerini kullanarak 5 farklı hiyerarşik kümeleme yöntemi ile Türkiye iklim bölgelerinin yeniden tanımlanmasını amaçlamışlardır. DEMİREL (2004), Türkiye akarsu havzalarının sınıflandırılması ve benzer özelliklere sahip bölgelerin oluşturulması için hiyerarşik kümeleme analizi yöntemini kullanmıştır. Bunun için Türkiye genelinde ölçüm yapan 80 adet akım gözlem istasyonundan alınan aylık ortalama, mevsimsel ve yıllık ortalama akım verileri dikkate alınmıştır.

TURAN (2005) tarafından yapılan çalışmada, Ward kümeleme yöntemi ile Türkiye akarsu verimlerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bunun için, Türkiye genelinde ölçüm yapan 1410 akım gözlem istasyonundan alınan aylık ortalama akım verileri kullanılmıştır. DEMİREL vd. (2004), Türkiye akarsu havzalarında temel kuraklık bileşenlerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemini uygulamıştır.

KAHYA vd. (2007a), Türkiye genelinde 23 akarsu havzasında aylık minimum akımların sınıflandırılmasında Principal Component Analysis ve K-Ortalamalar kümeleme yöntemlerinin birlikte kullanılmasını önermiştir. KAHYA vd. (2007b), yıllık ortalama akımları kullanarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile Türkiye’de akarsu akımlarının konumsal olarak sınıflandırılmasını amaçlamıştır. ACREMAN ve SINCLAIR (1986) tarafından yapılan çalışmada, taşkın frekans analizi için kümeleme analizi yöntemlerini kullanarak havzaları fiziksel karakteristik özelliklerine göre sınıflandırmıştır. BURN (1989) bölgesel taşkın frekans analizi için homojen hidrolojik havzaların belirlenmesinde hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemini kullanmıştır. GUTMANN (1993) hidrolojik olarak homojen yapıya sahip yağış bölgelerinin tanımlanması için Ward ve L-Momentler yöntemlerini önermiş ve ABD’de 104 adet drenaj havzasına ait verileri kullanarak uygulama yapmıştır.

BURN vd. (1997) bölgesel taşkın frekans analizi için homojen hidrolojik havzaların belirlenmesinde K-Ortalamlar kümeleme yöntemini önermiştir. LECCE (2000) ABD’de mevsimsel taşkın karakteristiklerinin konumsal olarak değişimlerini belirlemek ve sınıflandırmak için hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemini kullanmıştır.

THANDAVESWARA ve SAJIKUMAR (2000) tarafından yapılan çalışmada, yapay sinir ağları yönteminin havzaların hidrolojik olarak sınıflandırılmasında ve homojen havzaların belirlenmesinde uygulanabilirliği araştırılmıştır. Kümeleme analizi sonucu elde edilen bölgelerde, akış tahmin modellerinin performanslarının iyileştiği tespit edilmiştir.

ANDRADE (1999) kurak ve yarı kurak bölgelerde küçük drenaj havzaların sınıflandırılması için Andrew plot yöntemi ve hiyerarşik kümeleme yöntemlerini kullanmıştır. SMITHERS ve SCHULZE (2001), Ward kümeleme ve L-Momentler yöntemleri ile Güney Afrika’da 172 yağış istasyonundan alınan yıllık ortalama yağış ve havza karakteristik özelliklerini kullanarak kümeleme analizi gerçekleştirmiş ve homojen bölgeleri belirlemiştir.

SOLTANI ve MODARRES (2006) İran’da yağış değişkeninin sınıflandırılmasında hiyerarşik kümeleme yöntemini kullanmıştır. Çalışma sonucunda, hiyerarşik kümeleme yönteminin yağış sınıflandırılmasında uygulanabileceği görülmüştür. Diğer taraftan, son yıllarda, SOM ve Bulanık kümeleme yöntemleri hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerin sınıflandırılmasında ve homojen hidrolojik bölgelerin oluşturulmasında uygulanmaya başlanmıştır.

KULKARNI ve KRIPALANI (1998) Bulanık kümeleme yöntemi ile Hindistan’da mevsimsel yağış verilerinin konumsal olarak dağılımını incelemişlerdir. Çalışma sonunda, Bulanık kümeleme yönteminin meteorolojik parametrelerin sınıflandırılmasında başarılı bir şekilde uygulanabileceği rapor edilmiştir.

MICHAELIDES vd. (2001), SOM kümeleme yöntemi ile yağış parametresinin zamansal değişiminin sınıflandırılmasını amaçlamıştır. HALL vd. (2002) ölçüm değeri olmayan havzalar taşkın büyüklüğünün tahmini için homojen bölgelerin belirlenmesinde kümeleme analizi yöntemlerini kullanmışlardır. CRANEL ve HEWITSON (2003), SOM ile aynı özelliğe sahip yağış gözlem istasyonlarının sınıflandırılmasını amaçlamıştır.



SHU ve BURN (2004) taşkın büyüklüğünün tahmini için homojen havzaların belirlenmesinde kural tabanlı bulanık uzman sistemler yöntemini önermiştir. Çalışmada, bulanık sete ait üyelik derecelerinin belirlenmesinde genetik algoritma yöntemi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar klasik kümeleme yöntemleri ile karşılaştırılmıştır.

LAUZON vd. (2006), SOM kümeleme yöntemi ile günlük yağış verilerinin sınıflandırılmasını, homojen ve heterojen yağış alanlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar SOM kümeleme yönteminin yağış alanlarının sınıflandırılmasında uygulanabileceğini göstermiştir. LIN ve CHEN (2006), bölgesel frekans analizleri için homojen hidrolojik havzaların belirlenmesinde SOM yöntemini uygulamıştır. Sonuçlara bakıldığında, SOM kümeleme yönteminin küme üyeliklerini geleneksel yöntemlere göre daha doğru bir şekilde belirlediği görülmüştür.

MINGOTI ve LIMA (2006), veri setlerinin sınıflandırılmasında Ward, K-Ortalamlar, SOM ve Bulanık kümeleme yöntemlerinin performansları karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda, Bulanık kümeleme yönteminin, diğer kümeleme yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği ve daha kararlı bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir.

#### 4. BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ

Maksimum ya da taşkın akım, su yapılarının planlanması ve işletilmesi, dolu savak tasarımı, sulama kanallarının planlanması ve taşkın kontrol yapılarının tasarımı için en önemli hidrolojik parametredir. Bu nedenle, taşkın büyüklüğünün ve yinleme sıklığının doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir. Yani, taşkın olayının hangi sıklıkta meydana geleceği ve belirli bir tekrarlanma periyodu veya aşılma olasılığı için meydana gelebilecek taşkın büyüklüğü tahmin edilmelidir. Bu işlem, bir akım gözlem istasyonunda ya da bölgesel taşkın frekans analizi ile yapılmaktadır.

Bir akım gözlem istasyonundaki belli bir sıklığa sahip taşkın büyüklüğü dağılım fonksiyonunun uydurulması ile tahmin edilmektedir. Ancak bazen incelenen bölgede akım gözlem istasyonlarında gözlem süresi, kısa ve yetersiz olabilmektedir. Bu durumda, incelenen bölgede taşkın büyüklüğünün ve sıklığının tahmini için, hidrolojik olarak homojen bölgeler yardımıyla bölgesel taşkın frekans analizi çalışmaları yapılmaktadır. Bölgesel taşkın frekans analizi, bir bölgede herhangi bir akarsuda farklı tekrarlanma periyotları için taşkın büyüklüğünün tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Bölgesel taşkın frekans analizi, bir bölgedeki elde edilebilir taşkın verisini kullanarak istasyondaki büyüklük tahminini iyileştirilmesini ve ölçüm değeri olmayan bölgelerde büyüklüğün tahmin edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, homojen olmayan bölgeler kullanılarak yapılan bölgesel taşkın frekans analizi ile elde edilen sonuçların bile, tek istasyon kullanılarak yapılan frekans analizi ile elde edilen sonuçlardan daha iyi olduğu belirtilmiştir (HOSKING ve WALLIS, 1993, 1997).

Bölgesel taşkın frekans analizi için, hidrolojik olarak homojen yapıya sahip olan bölgelerin kullanılması, hidrolojik bilgilerin transferi ve daha doğru bir tahmin için oldukça önemlidir. Bu nedenle bölgesel taşkın frekans analizlerinde hidrolojik olarak homojen bölgelerin belirlenmesi en önemli adımlardan biri olarak gösterilmektedir. Gözlem değeri olmayan veya eksik olan bölgelerde, uç olayların büyüklüklerinin tahmin için bölgesel taşkın frekans analizlerinin geliştirilmesinde en çok kullanılan yöntemler biri, US Geological Survey (DALRYMPLE, 1960) tarafından önerilen “*indeks taşkın*” metodudur. HOSKING ve WALLIS (1993) ve LETTENMAIER ve POTTER (1985) yaptıkları çalışmada, indeks taşkın yönteminin taşkın büyüklüğünün tahmininde doğru ve başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bölgesel taşkın frekans analizindeki son gelişmeler incelendiğinde, L-Momentler yöntemi ile

indeks taşkın metodunun birlikte kullanılması önerilmiştir (HOSKING ve WALLIS, 1993, 1997). Bölgesel taşkın frekans analizinde L-momentler yönteminin uygulanması, farklı bölgelere sahip bir havza için farklı olasılık dağılımlarının seçimi mümkün olabilmektedir. Literatürde L-momentler yöntemi kullanılarak bölgesel taşkın frekans analizi için bir çok çalışma yapılmıştır (VOGEL vd., 1993; PARIDA vd., 1998; LIM ve LYE, 2003). KUMAR vd. (2003), L-momentler oranlarını ve uygunluk testini kullanarak bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirmiş ve çalışma alanı için en uygun dağılım olarak Generalized extreme value (GEV) dağılımı seçilmiştir. ATIEM ve HARMANCIOGLU (2006) L-momentler indeks taşkın yöntemini kullanarak 14 akım gözlem istasyonundan alınan yıllık maksimum akımlar için bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada da, L-momentler yöntemi kullanılarak Türkiye akarsu havzalarında bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Burada, L-momentler yöntemi, Uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testleri, uygunluk testi ve L-momentler diyagramı ve indeks taşkın yönteminin matematiksel yapısı, uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi ölçütleri verilmektedir.

#### 4.1. L-Momentler Yöntemi

X rastgele değişken ve  $F(\cdot)$  toplam dağılım fonksiyonu ile ağırlıklı olasılık momentler, GREENWOOD vd. (1970) tarafından tanımlanmış olup denklem (41)'de verilmektedir (RAO and HAMED, 1997).

$$M_{p,r,s} = E[x^p F^r (1-F)^s] = \int_0^1 [x(F)]^p F^r (1-F)^s dF \quad (41)$$

HOSKING ve WALLIS (1986 ve 1993), bu ağırlıklı olasılık momentlerin lineer fonksiyonu olan L-momentler yöntemini önermiştir. Ağırlıklı olasılık momentler yönteminin, dağılımın şekli hakkında açıklanan bilgiyi daima kolaylıkla gösteremediği ve belirlenen dağılımın parametre tahminlerinin diğer yöntemlere göre daha az doğruluğa sahip olmasından dolayı, L-momentler yönteminin göre daha avantajlı ve iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Geleneksel momentler yöntemine alternatif olarak önerilen L-momentler denklem (42)'deki gibi yazılabilir (HOSKING ve WALLIS, 1993, 1997).

$$\lambda_{r+1} = (-1)^r \sum_{k=0}^r p_{r,k}^* \alpha_k = \sum_{k=0}^r p_{r,k}^* \beta_k \quad (42)$$

$$p_{r,k}^* = (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} = \frac{(-1)^{r-k} (r+k)!}{(k!)^2 (r-k)!} \quad (43)$$

Bu durumda, ağırlıklı olasılık momentleri ifadelerindeki L-momentler aşağıdaki gibi tanımlanır (HOSKING ve WALLIS, 1997).

$$\lambda_1 = \alpha_0 \quad = \beta_0 \quad (44)$$

$$\lambda_2 = \alpha_0 - 2\alpha_1 \quad = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (44a)$$

$$\lambda_3 = \alpha_0 - 6\alpha_1 + 6\alpha_2 \quad = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (44b)$$

$$\lambda_4 = \alpha_0 - 12\alpha_1 + 30\alpha_2 - 20\alpha_3 \quad = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad (44c)$$

Yukarıda verilen L-momentlerin boyutsuz biçimlerini elde etmek için,  $\tau$  (L-Cv: değişkenlik ölçütü),  $\tau_3$  (L-skew: çarpılık ölçütü) ve  $\tau_4$  (L-kurtosis: kurtosis ölçütü) L-moment oranları aşağıdaki elde edilmektedir (HOSKING, 1990; HOSKING ve WALLIS, 1997). Bu ifadeler, bölgesel frekans analizi ve bölgesel homojenlik testinde kullanılacaktır.

$$\tau_r = \frac{\lambda_r}{\lambda_2} \quad r = 3, 4, \dots \quad (45)$$

$$L - Cv = \tau = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (45a)$$

$$L - skew = \tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} \quad (45b)$$

$$L - kurtosis = \tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2} \quad (45c)$$

## 4.2. L-Momentler Tabanlı Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

Verilen bir bölge için taşkın büyüklüğünün ve sıklığının tahmini için HOSKING ve WALLIS (1993 ve 1997) tarafından önerilen L-momentler yöntemi temel olarak: (i) hidrolojik homojen bölgelerin belirlenmesi, (ii) istasyonlar için uyumsuzluk testi, (iii) belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi, (iv) uygunluk testi ile uygun dağılımların belirlenmesi, (v) indeks taşkın yöntemi ile büyüklüklerin tahmini ve sonuçların değerlendirilmesi şeklindedir. Bu verilen 5 işlem adımının detayları aşağıda verilmektedir. Ancak L-momentler yöntemi ve diğer testler ile ilgili detaylı bilgiler HOSKING ve WALLIS (1993 ve 1997)'den elde edilebilir.

### 4.2.1. Uyumsuzluk Testi

Bölgesel taşkın frekans analizinin ilk ve en önemli adımı hidrolojik homojen bölgelerin belirlenmesidir. Kümeleme analizi ile elde edilen bölgelerin, frekans analizinde kullanılmadan önce homojenliğinin test edilmesi gerekmektedir. Homojenlik testi için HOSKING ve WALLIS (1997), *uyumsuzluk (discordancy)* ve *bölgesel homojenlik testi (H testi)* olmak üzere iki yöntem önermiştir. *Uyumsuzluk testi*; HOSKING ve WALLIS (1993 ve 1997)  $N$  adet istasyona sahip bir bölgede uyumsuzluk ölçütü ( $D_i$ ) için denklem (46)'da verilen ifadeyi önermiştir.

$$D_i = \frac{1}{3}(u_i - \bar{u})^T A^{-1}(u_i - \bar{u}) \quad (46)$$

Bu denklemde,  $u_i$ ;  $i$  istasyonuna ait L-moment oranlarını içeren vektör ( $u_i = [t^{(i)}, t_3^{(i)}, t_4^{(i)}]$ ),  $\bar{u}$ ;  $u_i$  vektörünün ortalaması şeklinde ifade edilebilir. Denklem (1) ile hesaplanan  $D_i$  ölçütünün değeri büyük olursa bu durumda  $i$  istasyonu ihmal edilebilir. HOSKING ve WALLIS (1997) 15'ten daha fazla istasyona sahip bölge için hesaplanan  $D_i$  değerinin 3'ten büyük olması durumunda bu istasyonun tanımlanan kümeden çıkarılması gerektiğini önermiştir. Farklı istasyon sayılarına sahip bölgeler için önerilen sınır uyumsuzluk ( $D$ ) değerleri Tablo 2'de gösterilmektedir (HOSKING ve WALLIS, 1997).

Tablo 2. Uyumsuzluk testi için sınır değerler (HOSKING ve WALLIS, 1997)

Bölgedeki İstasyon Sayısı	Sınır Değer	Bölgedeki İstasyon Sayısı	Sınır Değer
5	1.333	10	2.491
6	1.648	11	2.632
7	1.917	12	2.757
8	2.140	13	2.869
9	2.329	14	2.971
		≥ 15	3

#### 4.2.2. Bölgesel Homojenlik Testi

*Bölgesel Homojenlik Testi (H Testi)*; HOSKING ve WALLIS (1997) kümeleme analizi sonucunda belirlenen grupların homojenliğinin test edilmesi için L-moment oranlarını (L-Cv, L-Cs ve L-Ck) temel alan homojenlik testini önermiştir. Bu test ile kümeleme analizi ile belirlenen grupların homojen olup olmadığı istatistiksel olarak değerlendirilmektedir. Bunun için, belirlenen bir bölgedeki istasyonların oluşturduğu grup için L-momentlerdeki değişimler karşılaştırılır. Bu değişim, bölgesel L-moment oranları değerlerinin ağırlıklı standart sapmasının ( $V$ ) her bir istasyondaki veri uzunluğuna oranı şeklinde ifade edilebilir (HOSKING ve WALLIS, 1993).

HOSKING ve WALLIS (1997) L-Cv oranındaki değişimin büyüklük tahminlerinin varyansı üzerindeki etkisinin L-Cs ve L-Ck oranlarındaki değişimlere göre daha büyük olmasından dolayı L-Cv oranının kullanılmasını önermektedir (CANNAROZZO vd., 2009). Bu nedenle bu çalışma kapsamında yapılan bölgesel homojenlik testi için L-Cv oranı dikkate alınmıştır.

Bir bölgede,  $N$  adet gözlem istasyonu için hesaplanan L-moment oranları ( $t^{(i)}, t_3^{(i)}, t_4^{(i)}$ ) ve

bölgesel ağırlık L-moment oranları ( $t^R = \sum_{i=1}^N n_i t^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i$ ,  $t_3^R = \sum_{i=1}^N n_i t_3^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i$ ,

$t_4^R = \sum_{i=1}^N n_i t_4^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i$ ) şeklinde yazılabilir. Bir bölgede L-Cv oranları temel alınarak ağırlıklı

standart sapması ( $V_1$ ) denklem (47) yardımıyla belirlenebilir (CANNAROZZO vd., 2009; LIM ve VOELLER, 2009).

$$V_1 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N n_i (L - Cv^{(i)} - \overline{L - Cv})^2}{\sum_{i=1}^N n_i} \right] \quad (47)$$

Burada,  $N$ ; bölgedeki istasyon sayısı,  $n_i$ ;  $i$  istasyonundaki veri sayısı,  $L - Cv^{(i)}$ ;  $i$  istasyonu için L-moment oranı (değişim katsayısı),  $\overline{L - Cv}$ ; bölgesel ortalama L-moment oranını temsil etmektedir. Homojenlik ölçütünü değerlendirmek için, dört parametrelili Kappa dağılımı bölgesel ortalama L-moment oranlarına uydurulur. Bu Kappa dağılımı, bölgesel ortalama L-moment oranları yardımıyla 500 homojen veri bölgesi elde etmek için kullanılır ve simülasyon gerçekleştirilir. Üretilen her bir bölge için değişim hesaplanır ve bu değişimlerin standart sapması ( $\sigma_{V_k}$ ) ve ortalaması ( $\mu_{V_k}$ ) belirlenir.

Bu hesaplamalar sonucunda kümeleme analizinde belirlene bölgelerin homojenliğinin test edilmesi için  $H$  ölçütü denklem (48) ile elde edilir (HOSKING ve WALLIS, 1993).

$$H_k = \frac{V_k - \mu_{V_k}}{\sigma_{V_k}} \quad k = 1, 2, 3 \quad (48)$$

Burada  $V_k$ ;  $V_1$ ,  $V_2$  ve  $V_3$  bölgesel istatistikleri temel alan ve bölgesel verilerden hesaplanan değişimi temsil etmektedir. Ayrıca,  $\sigma_{V_k}$ ; simülasyon ile elde edilen değerlerin standart sapması ve  $\mu_{V_k}$ ; simülasyon sonucu elde edilen değerlerin ortalaması olarak tanımlanır. Denklem (42) ile hesaplanan  $H_k$  değerlerinin yorumlanması ve bölgelerin homojenliğinin belirlenmesi için HOSKING ve WALLIS (1993) tarafından aşağıda verilen ölçütler önerilmiştir;

- (i) Eğer  $H_1 < 1$  ise bu durumda “**homojen kabul edilir**”,
- (ii) Eğer  $1 \leq H_1 < 2$  ise bu durumda “**homojen olabilir**”,
- (iii) Eğer  $H_1 \geq 2$  ise bu durumda “**kesinlikle heterojen kabul edilir**”

Denklem (48)'de L-Cv (değişim katsayısı) için verilen ağırlıklı standart sapma ifadesi L-Cv/L-Cs (değişkenlik/çarpıklık) ve L-Cs/L-Ck (Çarpıklık/kurtosis) oranları için de sırasıyla denklem (49) ve (50) yardımıyla yazılabilir.

$$V_2 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N n_i \left[ (L - Cv^{(i)} - \overline{L - Cv})^2 \cdot (L - Cs^{(i)} - \overline{L - Cs})^2 \right]^{0.5}}{\sum_{i=1}^N n_i} \right] \quad (49)$$

$$V_3 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N n_i \left[ (L - Cs^{(i)} - \overline{L - Cs})^2 \cdot (L - Ck^{(i)} - \overline{L - Ck})^2 \right]^{0.5}}{\sum_{i=1}^N n_i} \right] \quad (50)$$

Bölgesel frekans analizlerinde daha etkili bir tahmin gerçekleştirmek ve ölçüm olmayan bölgelere bilgi transfer etmek için, frekans analizinde bazı ölçütlerin sağlanması gerekmektedir. Bu ölçütlerden birincisi, frekans analizi için bölgenin hidrolojik olarak homojenliğinin sağlanması olarak verilebilir.

Bu koşul özellikle uç taşkın büyüklüğüne ait hidrolojik bilginin/verinin benzer özelliklere sahip bölgeye transfer edilmesinde büyük önem kazanmaktadır. Sağlanması gereken diğer bir ölçüt, bölgelerin yeterli büyüklükte olması ve yeterli uzunlukta gözlem değerine sahip olmasıdır.

JACOB vd.(1999),  $T$  tekrarlanma periyodu ile daha etkili bir taşkın tahmini için bölgenin  $5T$  istasyon-yıl veriye sahip olması gerektiğini önermiştir. Bu nedenle daha etkili bir tahmin için verilen bu ölçütlerin dikkate alınması gerekmektedir. Ancak kümeleme analizi ile elde edilen bölgelerin bazen yukarıda verilen bu ölçütleri sağlamadığı görülmektedir. BURN ve GOEL (2000) kümeleme sonucunda elde edilen bölgelerin hidrolojik olarak homojenliği sağlamaması durumunda çeşitli şartlar altında yeniden düzenlenebileceğini belirtmiş ve bunun için bölgesel düzenleme işlemi önermiştir. Önerilen bu bölgesel düzenlemenin amacı, bölgesel homojenlik testi ile yeterli homojenliği sağlamayan veya  $5T$  kuralına uymayan bölgelerin yeterli homojenliğe veya yeterli istasyon-yıl veri uzunluğuna sahip olmasını sağlamaktır.



Bir bölgeye uygulanacak bölgesel düzenleme aşağıda verilen seçeneklerden birini içermektedir (BURN ve GOEL, 2000): (i) Bir istasyonun yeni bir bölgeye atanması, (ii) Bir istasyonun mevcut yer aldığı bölgeden silinmesi ve herhangi başka bir bölgeye atanmaması (istasyonun tamamen silinmesi), (iii) Belirlenen iki bölgenin birleştirilmesi, (iv) Belirlen bölgenin iki ya da daha fazla alt yeni bölgeye bölünmesi/ayrılması, (v) Bir istasyonun aynı anda birden fazla bölgede yer alması (bir bölgede yer alan istasyonun başka bir ya da daha fazla bölgeye kopyalanması). Burada, (i), (ii) ve (iv) nolu seçenekler homojenliği sağlamayan bölgelerin homojenliğinin iyileştirilmesi için kullanılırken, (iii) ve (v) nolu seçenekler ise bölgenin veri uzunluğunu arttırarak **5T** kuralına uymasını sağlamaktadır.

Yukarıda verilen bölgesel düzenlemede en önemli işlem adımları, (i) taşınacak/yeni bir bölgeye atanacak istasyonun belirlenmesi ve (ii) belirlenen istasyon için taşıma işleminin değerlendirilmesi olarak gösterilebilir. Bir bölgedeki istasyonun diğer bir bölgeye taşınması için uyumsuzluk ölçütü kullanılmaktadır. Bunun için uyumsuzluk hesaplanır ve büyük değere sahip istasyonun bölgesel homojenliğin sağlanması için başka bir bölgeye atanabileceği BURN ve GOEL (2000) tarafından önerilmektedir. Ancak burada bu istasyonun atanacağı yeni bölgenin seçimi oldukça önemlidir. Bunun için de kümeleme analizinde elde edilen bölgelerin küme merkezleri dikkate alınarak, merkezleri birbirine yakın bölgeler bu amaçla kullanılabilir. (BURN ve GOEL, 2000).

Bir istasyonun yeni bir bölgeye atanmasının kabul edilebilirliği homojenlik testi ile değerlendirilir. Eğer bir istasyonun bir bölgeden ayrılması, bölgenin homojenliğini iyileştiriyorsa, bu durumda bu atama kabul edilebilir. Eğer bir istasyonun yeni bir bölgeye atanması o yeni bölgenin homojenliğini etkilemiyorsa, bu atama kabul edilebilir. Bu bölgesel düzenlemenin detayları BURN ve GOEL (2000) tarafından yapılan çalışmadan elde edilebilir. Yukarıda verilen seçeneklerden herhangi bir kullanılarak yapılacak bir bölgesel düzenlemenin başarılı olması durumunda, etkili bir tahmin için hem bölge yeterli homojenliğe ve hem de yeterli uzunlukta istasyon-yıl veriye sahip olacaktır.

### 4.2.3. Uygunluk Testi ile En Uygun Dağılımın Belirlenmesi

Kümeleme analizi sonucunda belirlenen ve homojenliği test edilen bölgelerde, bölgesel taşkın frekans analizi için uygun dağılımların belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için, hangi dağılım fonksiyonunun daha uygun ve kabul edilebilir olduğunu test etmek amacıyla *uygunluk testi istatistiği* kullanılmaktadır (HOSKING ve WALLIS, 1997). Bu seçim, aday dağılım fonksiyonuna ait momentlerin, bölgesel veri setinde elde edilmiş ortalama moment istatistiklerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu uygunluk testi istatistiği, L-momentler oranları ve bölgesel ortalamalar yardımıyla Kappa dağılımlı bölgelerin simülasyonu ile tahmin edilir. Uygunluk testi istatistiğinde,  $m$ . inci simülasyon edilmiş bölge için bölgesel ortalama L-kurtosis  $t_4^{(m)}$  olduğuna göre, verilen bölge için veri setinden elde edilen ortalama L-kurtosis değerine  $t_4^R$  ait bias  $\beta_4$  denklem (51) kullanılarak elde edilmektedir. Ayrıca, ortalama L-kurtosis değerinin,  $t_4^R$ , standart sapması,  $\sigma_4$ , ise denklem (52) ve her bir aday dağılımı için *uygunluk testi istatistiği* denklem (53) ile hesaplanmaktadır (HOSKING ve WALLIS, 1997).

$$\beta_4 = \frac{1}{N_{sim}} \cdot \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{(m)} - t_4^R) \quad (51)$$

$$\sigma_4 = \left[ \left( \frac{1}{N_{sim} - 1} \right) \left\{ \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{(m)} - t_4^R)^2 - N_{sim} \cdot \beta_4^2 \right\} \right]^{1/2} \quad (52)$$

$$Z^{DIST} = (\tau_4^{DIST} - \bar{t}_4 + \beta_4) / \sigma_4 \quad (53)$$

Burada,  $N_{sim}$ ; Kapa dağılımı kullanılarak simülasyon yapılmış bölgesel verilerin sayısı,  $\tau_4^{DIST}$ ; bütün simülasyonlar sonucunda aday dağılımı fonksiyonu kullanılarak veriye uydurulmuş dağılımın L-kurtosis değerleri,  $\beta_4$ ; bias değeri,  $\sigma_4$ ; standart sapma şeklinde ifade edilmektedir. Bu uygunluk testi istatistiğinin değerlendirilmesi, aday dağılım için denklem (53) ile elde edilen  $Z^{DIST}$  değerinin sifıra yakın olması, bu aday dağılımın uygun dağılım olabileceği şeklinde düşünülmektedir.

Ancak uygun dağılımı belirlemek için, %90 anlamlılık seviyesinde kabul edilebilir kritik değer  $Z_{kritik}^{DIST} \leq 1.64$  şeklinde önerilmektedir (HOSKING ve WALLIS, 1997). Verilen bir bölge için yukarıda anlatılan işlemler sonucunda kabul edilebilir uygun dağılım sayısının birden fazla çıkması, ne düşük  $Z^{DIST}$  değerine sahip dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir. Ayrıca, en uygun dağılımı bulmak için L-kurtosis ve L-çarpılık oranlarının yakınlıklarını karşılaştırarak L-moment oranları diyagramı da kullanılmaktadır. Hidrolojik uç olayların analizinde en çok kullanılan dağılım fonksiyonları; Generalized Extreme Value (GEV), Pearson Type III (P3), Generalized Logistic (GLO), Generalized Log Normal (GLO), Generalized Normal (GNO), Wakeby (WAK) ve Generalized Pareto (GPA) şeklinde verilebilir. Verilen bu dağılım fonksiyonları, su kaynaklarının planlanması, su yapılarının ve taşkın koruma yapılarının planlanması ve işletilmesi çalışmalarında kullanılan taşkın serileri için en uygun dağılımın belirlenmesinde büyük öneme sahiptir.

#### 4.2.4. L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi

İndeks taşkın yöntemi, homojen hidrolojik bölgede yer alan ve ölçüm değeri olan ya da olmayan herhangi bir büyüklükteki havzalarda taşkın büyüklüğünü ve sıklığını tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. İndeks taşkın yönteminin temel varsayımı, bir bölgede farklı istasyonlardaki taşkın verilerinin, havza karakteristik özelliklerinin fonksiyonu olan bir ölçek ya da indeks faktörü dışında aynı dağılıma sahip olması şeklinde verilebilir (DALRYMPLE, 1960). Taşkın büyüklüğünü ifade etmek ve açıklamak için, genellikle havza alanı kullanılmaktadır. Ölçek faktörü, “*indeks taşkın*” olarak tasarlanır ve bunun için de genel olarak “*yıllık ortalama taşkın*” (istasyondaki yıllık maksimum akımların ortalaması) dikkate alınır (STEDINGER, 1983; POTTER ve LETTENMAIER, 1985).

Bir bölgede  $N$  adet akım gözlem istasyonu ve her bir  $i$  istasyonunun  $n_i$  gözlem uzunluğuna sahip olduğu düşünülürse, gözlem taşkın serileri  $Q_{ij}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n_i$ , ve  $i$  istasyonunda (F) aşılma olasılığına karşılık gelen taşkın büyüklüğünün tahmin edilen değeri ise  $Q_i(F)$  şeklinde yazılabilir.

Bu durumda (F) aşılmama olasılığına karşılık gelen taşkın büyüklüğünü tahmin değeri denklem (54) yardımıyla elde edilebilir (HOSKING ve WALLIS, 1997).

$$Q_i(F) = \mu_i \cdot q(F) \quad 0 < F < 1 \quad (54)$$

Burada,  $\mu_i$ ; indeks taşkın,  $q(F)$ ; F aşılmama olasılığının bölgesel büyüklüğü (bölgesel büyüme eğrisi) şeklinde ifade edilmektedir.  $i$  istasyonundaki yıllık maksimum akımların ortalaması,  $\hat{\mu}_i = \bar{Q}_i = \frac{\sum Q_i}{n}$  şeklinde yazılacak olursa,  $q(F)$  bölgesel büyüklüğün tahmini (bölgesel büyüme eğrisi) için, yeniden ölçeklendirilmiş boyutsuz  $q_{ij}$ , denklem (55) yardımıyla hesaplanabilir (HOSKING ve WALLIS, 1997).

$$q_{ij} = \frac{Q_{ij}}{\hat{\mu}_i} \quad j = 1, 2, \dots, n_i \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (55)$$

HOSKING ve WALLIS (1997), indeks taşkın yönteminde parametrelerin ( $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ ) her bir istasyon için ayrı ayrı tahmin edilmesini önermektedir. Bu durumda  $q(F)$  bölgesel büyüklüğü  $q(F; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p)$  olarak yazılırsa ve  $i$  istasyonundaki tahmin ( $\hat{\theta}_k^{(i)}$ ) şeklinde gösterilecek olursa, bütün istasyonlardaki tahminlerin bölgesel ağırlıklı ortalaması ( $\hat{\theta}_k^{(R)}$ ) denklem (56) yardımıyla elde edilebilir. Tahmin edilen bölgesel büyüme eğrisi,  $\hat{q}(F) = q(F; \hat{\theta}_1^R, \hat{\theta}_2^R, \dots, \hat{\theta}_p^R)$  şeklinde yazılabilir. Ayrıca  $q(F)$  ve  $\hat{\mu}_i$  tahminleri birleştirilerek  $i$  istasyonundaki büyüklük tahmini denklem (57) kullanılarak hesaplanabilir (HOSKING ve WALLIS, 1993, 1997).

$$\hat{\theta}_k^{(R)} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i \hat{\theta}_k^{(i)}}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (56)$$

$$\hat{Q}_i(F) = \hat{\mu}_i \cdot \hat{q}(F) \quad (57)$$

#### 4.2.5. Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi

HOSKING ve WALLIS (1997), Monte Carlo simülasyonu ile bölgesel L-momentler algoritması gibi karmaşık istatistiksel algoritmaların özelliklerini tanımlamak için etkili bir değerlendirme yöntemi önermiştir. Simülasyonda, farklı aşılma olasılıklarına karşılık gelen büyüklük tahminleri hesaplanmaktadır. Burada,  $m$ . inci simülasyon adımında,  $F$  aşılma olasılığına karşılık gelen bölgesel büyüme eğrisi,  $\hat{q}^{(m)}(F)$  ve herhangi bir  $i$  istasyonuna ait büyüklük tahmini,  $Q_i^m(F)$  elde edilir. Daha sonra  $i$  istasyonunda, istasyon büyüme eğrisinin ( $q_i(F)$ ) bir tahmin edicisi olarak tahmin edilen bölgesel büyüme eğrisinin rölatif hatası  $\{(\hat{q}^{(m)}(F) - q_i(F))/q_i(F)\}$  şeklinde hesaplanmaktadır. Ayrıca  $i$  istasyonunda,  $F$  aşılma olasılığı için büyüklük tahminin rölatif hatası  $\{(Q^{(m)}(F) - Q_i(F))/Q_i(F)\}$  şeklinde yazılabilir. HOSKING ve WALLIS (1997). Böylece,  $i$  istasyonunda büyüklük tahmini için rölatif bias ve rölatif RMSE değerleri yüzde olarak aşağıda verilen denklem (58) ve (59) yardımıyla hesaplanabilir. Ayrıca, tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif bias ( $B^R(F)$ ) ve mutlak rölatif bias ( $A^R(F)$ ) ifadeleri de sırasıyla denklem (60) ve (61) ve tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif RMSE değeri denklem (62) ile elde edilmektedir.

$$B_i(F) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{\hat{Q}_i^m - Q_i(F)}{Q_i(F)} \quad (58)$$

$$R_i(F) = \left\{ \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \left[ \frac{\hat{Q}_i^m - Q_i(F)}{Q_i(F)} \right]^2 \right\}^{0.5} \quad (59)$$

$$B^R(F) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i(F) \quad (60)$$

$$A^R(F) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |B_i(F)| \quad (61)$$

$$R^R(F) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |R_i(F)| \quad (62)$$

## 5. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ

### 5.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada kümeleme yöntemleri ile homojen hidrolojik havzaların belirlenmesi için Türkiye akarsu havzaları çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bunun için drenaj havzalarında Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen akım gözlem istasyonlarından alınan veriler kullanılmıştır. Ayrıca, yağış serilerinin sınıflandırılmasında Türkiye genelinde Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından ölçüm yapılan gözlem istasyonları dikkate alınmıştır. Türkiye 26 akarsu havzasından meydana gelmekte olup bu havzalarda su potansiyelleri ve akarsu verimleri ve Türkiye genelinde sıcaklık ve yağış dağılımları farklılıklar göstermektedir. Türkiye akarsu havzalarının toplam yağış alanı 816156.70 km<sup>2</sup>, yıllık akım miktarları toplamı 187.32 milyar m<sup>3</sup>, ortalama yıllık akımların toplamı ise 5939.73 m<sup>3</sup>/s' dir. Türkiye akarsu havzalarının genel yerleşimi Şekil 5'te ve havzaların karakteristik özellikleri ve su potansiyelleri Tablo 3'te verilmektedir. Bu çalışmada, EİE tarafından ölçüm yapılan akım gözlem istasyonlarına ait veriler kullanıldığı için, havzaların karşılaştırılması EİE verileri temel alınarak yapılmaktadır. Türkiye akarsu havzalarının toplam yağış drenaj alanlarına göre karşılaştırılması Şekil 6'da gösterilmektedir. Akarsu havzaları içerisinde Fırat havzası en büyük yağış alanına (120917 km<sup>2</sup>) sahiptir. Diğer taraftan, Küçük Menderes havzası 7165 km<sup>2</sup> ile en küçük yağış alanına sahip havzadır.



Şekil 5. Türkiye akarsu havzaları ([www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr))

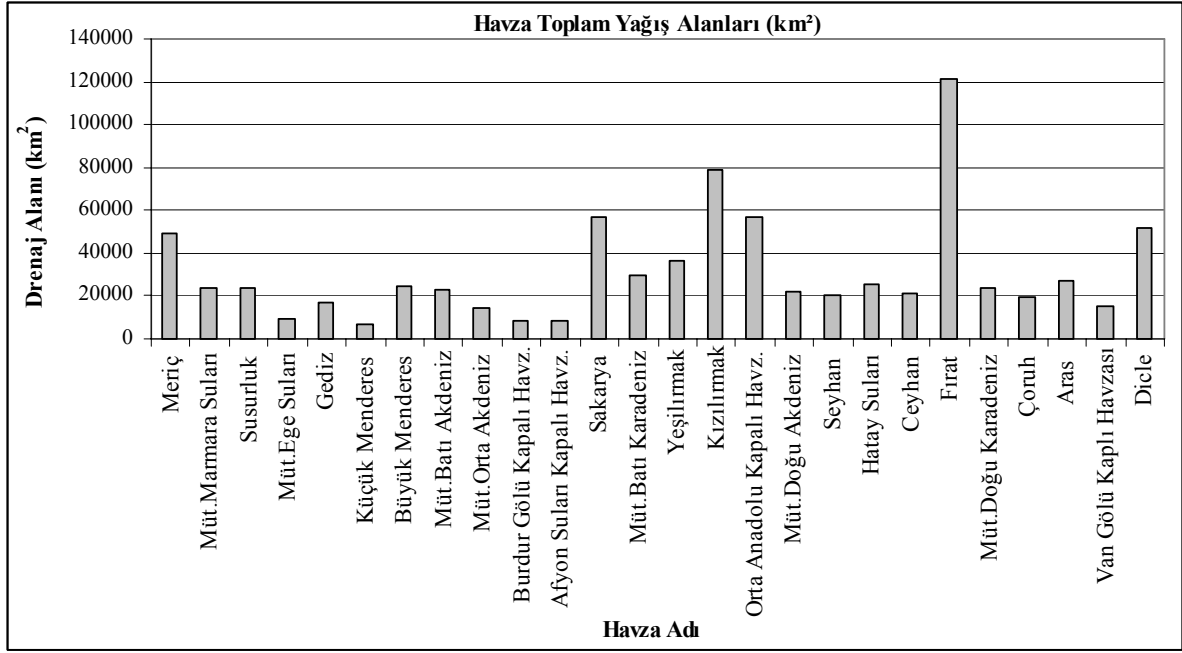
Tablo 3. Türkiye akarsu havzaları ve su potansiyelleri (EİE, 2003)

Havza No	Havza Adı	Havza Toplam Yağış Alanları (km <sup>2</sup> )	Havza Ortalama Yıllık Akım (m <sup>3</sup> /s)	Havza Ortalama Yıllık Akım Miktarı (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Havza Ortalama Yıllık Akış Yüksekliği (mm)	Havzaların Ortalama Yıllık Verimi (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Havzaların Toplam Akışa Katkısı (%)
1	Meriç	49482.30	204.81	6.46	130.53	0.00414	3.45
2	Müt. Marmara Suları	24100.00	161.06	5.08	210.76	0.00668	2.71
3	Susurluk	23765.00	135.58	4.28	179.92	0.00571	2.28
4	Müt. Ege Suları	9032.00	45.98	1.45	160.54	0.00509	0.77
5	Gediz	17118.00	36.45	1.15	67.15	0.00213	0.61
6	Küçük Menderes	7165.00	17.83	0.56	78.47	0.00249	0.30
7	Büyük Menderes	24903.00	65.44	2.06	82.87	0.00263	1.10
8	Müt. Batı Akdeniz	22615.00	237.52	7.49	331.22	0.0105	4.00
9	Müt. Orta Akdeniz	14518.00	407.02	12.84	884.12	0.02804	6.85
10	Burdur Gölü Kapalı Havzası	8764.00	7.87	0.25	28.32	0.0009	0.13
11	Afyon Suları Kapalı Havzası	8377.00	8.01	0.25	30.15	0.00096	0.13
12	Sakarya	56504.00	164.50	5.19	91.81	0.00291	2.77
13	Müt. Batı Karadeniz	29682.00	305.79	9.64	324.89	0.0103	5.15
14	Yeşilirmak	36129.00	174.32	5.50	152.16	0.00482	2.93
15	Kızılırmak	78646.00	176.62	5.57	70.82	0.00225	2.97

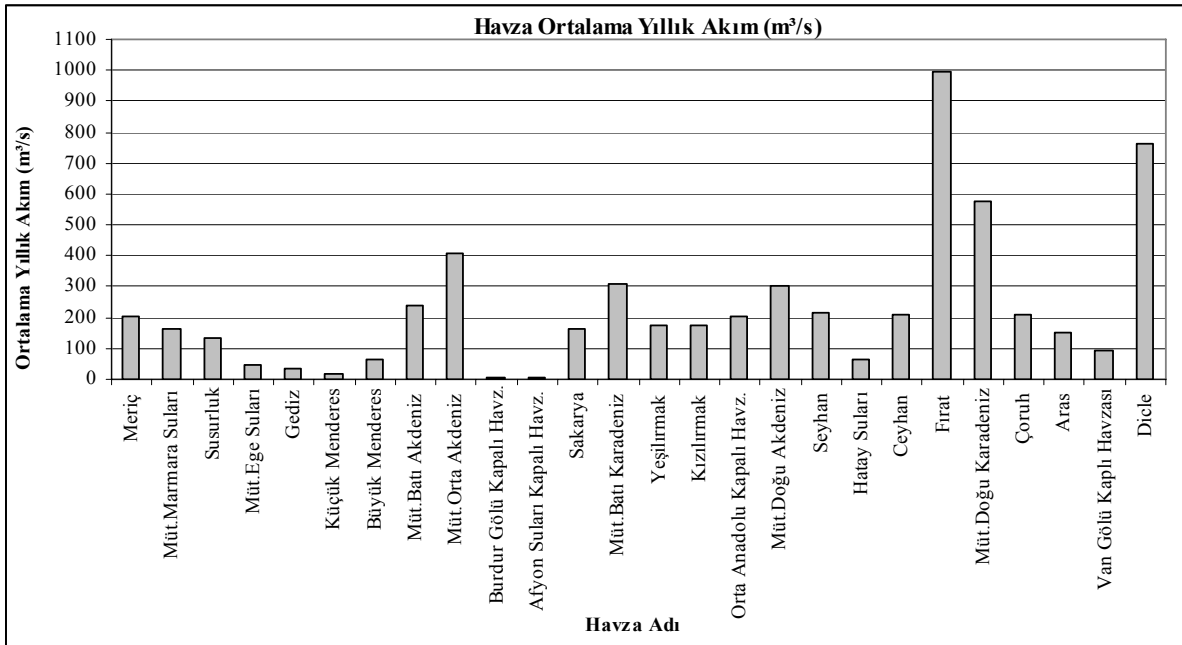
16	Orta Anadolu Kapalı Havzası	56554.00	203.88	6.43	113.69	0.00361	3.43
17	Müt. Doğu Akdeniz	22484.00	303.88	9.58	426.22	0.01352	5.12
18	Seyhan	20731.00	217.32	6.85	330.59	0.01048	3.66
19	Hatay Suları	25241.40	66.92	2.11	83.61	0.00265	1.13
20	Ceyhan	21222.00	211.19	6.66	313.84	0.00995	3.56
21	Fırat	120917.00	995.08	31.38	259.52	0.00823	16.75
22	Müt. Doğu Karadeniz	24022.00	578.63	18.25	759.63	0.02409	9.74
23	Çoruh	19894.00	208.19	6.57	330.02	0.01046	3.51
24	Aras	27548.00	150.03	4.73	171.74	0.00545	2.53
25	Van Gölü Kaplı Havzası	15254.00	96.01	3.03	198.49	0.00629	1.62
26	Dicle	51489.00	759.78	23.96	465.35	0.01476	12.79



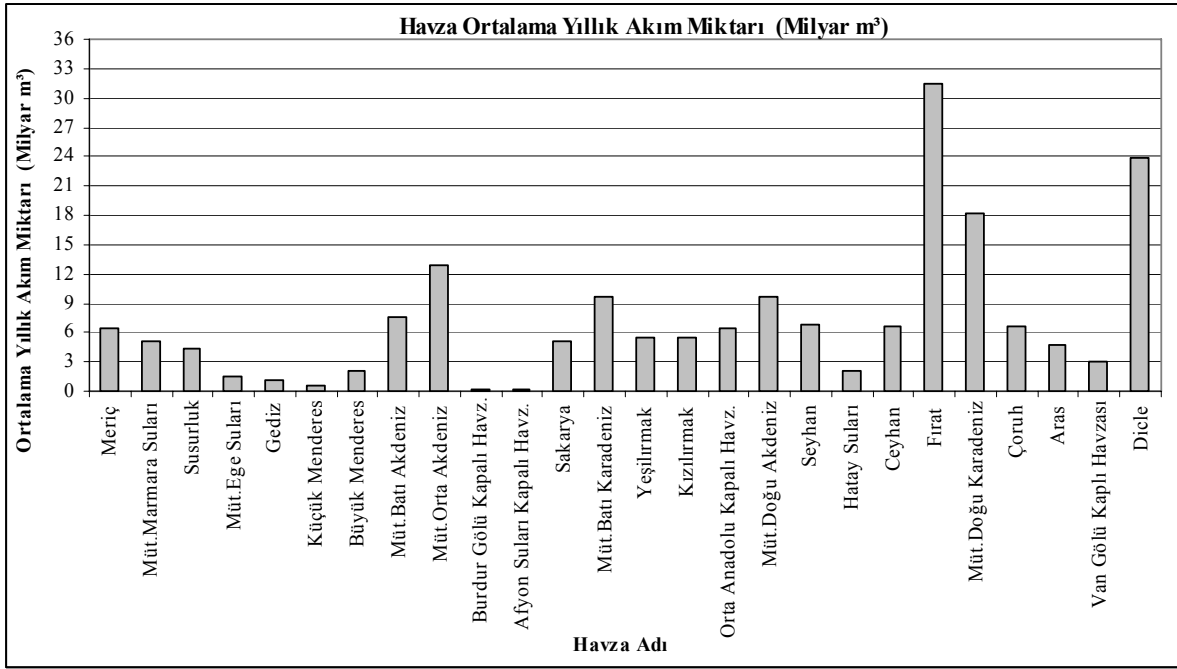
EİE verilerine göre, akarsu havzalarında ortalama yıllık akış yükseklikleri karşılaştırıldığında, 884.12 mm ile Orta Akdeniz havzası en yüksek değere sahip iken, en düşük değer ise 28.32 mm ile Burdur Gölü kapalı havzasına aittir (EİE, 2003). Şekil 7 ve 8’de sırasıyla, Türkiye akarsu havzalarına ait ortalama yıllık akımlar ( $m^3/s$ ) ve ortalama yıllık akım miktarlarının (Milyar  $m^3$ ) karşılaştırılması verilmektedir.



Şekil 6. Türkiye akarsu havzaları toplam yağış alanları



Şekil 7. Türkiye akarsu havzaları ortalama yıllık akımlar



Şekil 8. Türkiye akarsu havzaları ortalama yıllık akım miktarları

Havzalarda, ortalama yıllık akımlara bakıldığında, en büyük yağış alanına sahip olan Fırat havzası 995.08 m<sup>3</sup>/s ile en yüksek ortalama yıllık akıma sahiptir. En düşük ortalama yıllık akış yüksekliğine sahip Burdur Gölü kapalı havzası ise 7.87 m<sup>3</sup>/s ile en düşük ortalama yıllık akıma sahiptir. EİE verilerine göre, havzalarda ortalama yıllık akım miktarları incelendiğinde, benzer şekilde en büyük yağış alanına sahip Fırat havzasının en büyük ortalama yıllık akım miktarına (31.38 milyar m<sup>3</sup>) sahip olduğu görülmektedir. Tablo 1'den de görüldüğü gibi, Burdur Gölü kapalı havzası ile Afyon suları kapalı havzası 0.25 milyar m<sup>3</sup> ile en düşük ortalama yıllık akım miktarlarına sahiptir. Son olarak akarsu verimleri karşılaştırıldığında, 0.02804 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> ile Orta Akdeniz havzası en büyük değere sahiptir. Diğer taraftan Burdur Gölü kapalı havzası 0.0009 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> ile en düşük akarsu verimine sahiptir (EİE, 2003). Daha önce de bahsedildiği gibi bu çalışmada kümeleme yöntemleri ile yağış ve sıcaklık parametreleri için de sınıflandırma yapılacaktır. Bunun için yine Türkiye iklim bölgeleri ve bu bölgelerde ölçüm yapılan istasyonlar dikkate alınmaktadır. Türkiye 7 iklim bölgesinden meydana gelmekte olup bu bölgeler arasında sıcaklık ve yağış parametreleri farklılıklar göstermektedir. Bu iklim bölgelerinin kendi içerisinde de coğrafi durumlardan dolayı sıcaklık ve yağışlarda farklılıklar görülmektedir. Bu nedenle bölgesel çalışmalarda, coğrafi ya da politik olarak ayrılmış bölgeler yerine hidrolojik olarak homojen yapıya sahip bölgelerin kullanılması daha uygundur.

## 5.2. Veri

Bu proje kapsamında çeşitli parametreler dikkate alınarak kümeleme analizleri gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizlerinde temel olarak akış, yağış ve sıcaklık verileri kullanılmaktadır. Projede, bölgesel taşkın frekans analizi için yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında ve homojen hidrolojik bölgelerin belirlenmesinde temel olarak: (i) yıllık maksimum akımların, (ii) yıllık maksimum akımlar için hesaplanan istatistikler (standart sapma, çarpıklık katsayısı ve değişim katsayısı), (iii) istasyona ait enlem ve boylam, (iv) drenaj alanı gibi değişkenler kullanılmıştır. Ayrıca, yıllık yağışların sınıflandırılmasında ise: (i) yıllık toplam yağışlar, (ii) yıllık toplam yağışlar için hesaplanan istatistikler (standart sapma, çarpıklık katsayısı ve değişim katsayısı), (iii) istasyona ait enlem, boylam ve yükseklik verileri dikkate alınmıştır. Türkiye Akarsu havzalarına ait akış verileri, EİE tarafından ölçüm yapılan akım gözlem istasyonlarından temin edilmiştir. Gerekli olan akış verileri, EİE'den projede öngörüldüğü gibi en ekonomik yol olan "akım yıllıkları" kitaplarının satın alınması şeklinde temin edilmiştir. Proje kapsamında, gerekli olan meteorolojik veriler ve meteoroloji istasyonlarının koordinatları, yükselteleri DMİ' den temin edilmiştir. Kümeleme analizlerine geçmeden önce elde edilen akış, sıcaklık ve yağış verileri için ön analizler yapılmıştır. Bu ön çalışmalarda, akım gözlem istasyonları için, memba durumu, ölçüm aralığı ve uzunluğu, eksik veri durumu ve veri serilerin homojenliği gibi faktörler dikkate alınmış ve uygun olmayan istasyonlar çıkarılmıştır. Benzer şekilde meteoroloji istasyonları için de, ölçüm aralığı ve uzunluğu, eksik veri durumu ve veri serilerinin homojenliği incelenmiş ve uygun olmayan istasyonlar çıkarılmıştır. Yapılan bu çalışmaların detayları ilerleyen bölümlerde verilmektedir.

### 5.2.1. Akım Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi

Daha önce de bahsedildiği gibi, analizlerde EİE tarafından ölçüm yapılan istasyonlardan alınan akım verileri kullanılmaktadır. Analizlerde kullanılacak istasyonlar, EİE' ye ait Türkiye genelindeki 798 adet akım gözlem istasyonu arasından çeşitli durumlar göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Bunun için, istasyonun memba durumu (mempa kesiminde düzenleme yapısı ya da baraj olup olmaması), doğal akış durumunun bozulup bozulmaması ve gözlem süresi gibi şartlar dikkate alınmıştır. Burada, istasyonların memba durumları incelenerek memba kesiminde baraj bulunmayan ve doğal akış durumunun bozulmadığı düşünülen istasyonlar tespit edilmiştir.

Akım gözlem istasyonlarının ve kullanılacak verilerin belirlenmesi kümeleme analiz sonuçları üzerinde oldukça etkili olduğu için kümeleme işlemlerinin en önemli adımını oluşturmaktadır. Kümeleme analizlerinde, yapılan çalışmalar incelendiğinde kullanılacak istasyonların istatistik olarak anlamlı veri sayısına (>30 yıl) sahip olması önerilmektedir (HOSKING ve WALLIS, 1993, 1997). Bu durum dikkate alınarak analizler için 31 yıllık gözlem değerine sahip istasyonların kullanılmasına karar verilmiştir. Özellikle 2000 yılından sonra çok sayıda baraj inşa edilmesi sonucu akarsuların doğal akımları bozulduğu için 1998 su yılından sonraki dönem dikkate alınmamıştır. 1968 su yılından önce yapılmış barajların etkilediği istasyonlar dikkate alınmamıştır. Birbirine çok yakın ve aynı kol üzerinde olan istasyonlardan birisi seçilmiştir. Oldukça fazla sayıda istasyon ve veri ile çalışıldığı için projenin bu adımı çok titiz ve detaylı çalışmalar gerektirmiştir. Sonuç olarak, bahsedilen bütün bu değerlendirmeler ve koşullar doğrultusunda, 30 yıldan büyük periyodu sağlamak amacıyla 01.10.1967–30.09.1998 yılları arasında 31 yıllık gözlem değerine sahip 117 adet akım gözlem istasyonunun kullanılmasına karar verilmiştir. Bazı istasyonların belirlenen dönemde, kısa süreli aralıklarla gözlem yapmadıkları tespit edilmiştir. Beş yıla kadar eksik gözlemi olan istasyonların eksik verileri EM yöntemi ile tamamlanmıştır. Eksik veri tamamlama için öncelikle aynı kol üzerinde bulunan istasyonlar tercih edilmiş, bu mümkün değilse, sırasıyla aynı havza ve komşu havzalardaki yakın istasyonlardan yararlanılmıştır. Bundan sonraki analizlerde kullanılmasına karar verilen akım gözlem istasyonlarının genel dağılımı Şekil 9'da gösterilmektedir.

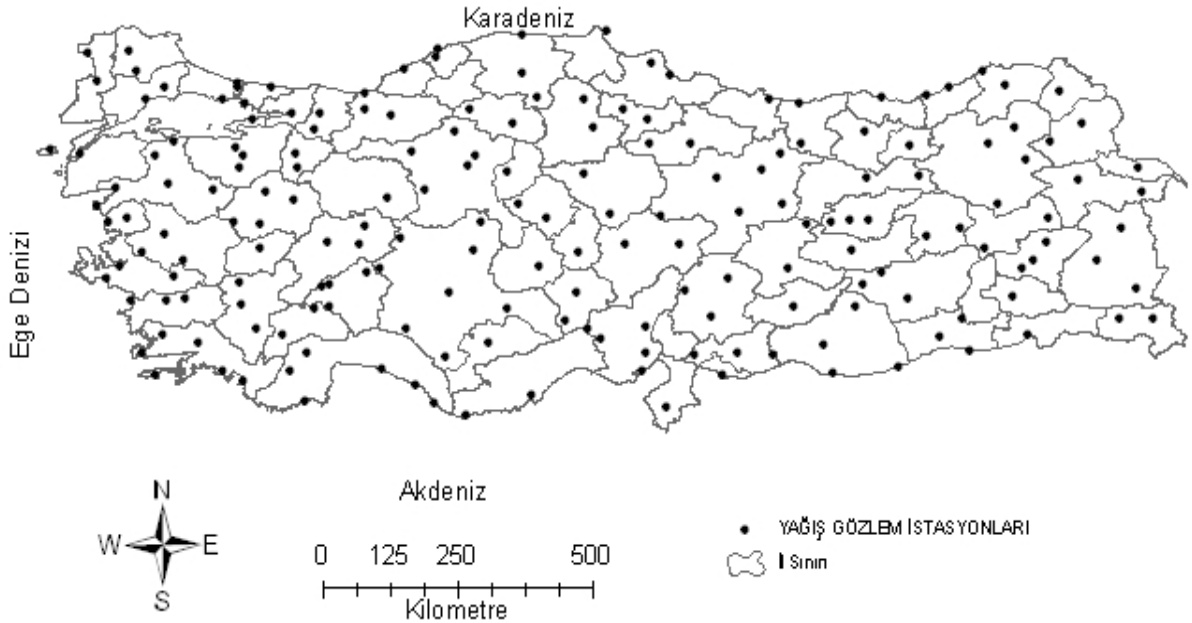


Şekil 9. Akım gözlem istasyonları

## 5.2.2. Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi

Bu proje kapsamında, ikinci olarak kullanılacak yağış gözlem istasyonları belirlenmiştir. Kümeleme sonuçlarının daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için, 1968–1998 yılları arasında gözlem değeri olan ve eksik verisi olmayan meteoroloji istasyonları kullanılmıştır. Bu nedenle, sadece “Büyük Klima” istasyonları dikkate alınarak 262 adet istasyondan bu koşulları sağlamayanlar çıkarılmıştır. Büyük klima türündeki istasyonların seçilmesinin sebebi bu istasyonların istenen ölçümleri belirlenen periyotta yapmalarıdır.

Şekil 10’da Türkiye’deki büyük klima türü meteoroloji istasyonları görülmektedir. İstasyonlar belirlenirken analizlerde kullanılması düşünülen değişkenler için de detaylı bir çalışma yapılmış ve eksik veri durumu incelenmiştir. Beş yıla kadar eksik verisi olan yağış gözlem istasyonlarında eksik verilerin tamamlanmasında EM yöntemi kullanılmıştır. Eksik veri tamamlama işlemi günlük değerler üzerinden birbirine coğrafi olarak yakın istasyonlar kullanılarak yapılmıştır. Eksik verilerin tamamlanması ile ilgili detaylar ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

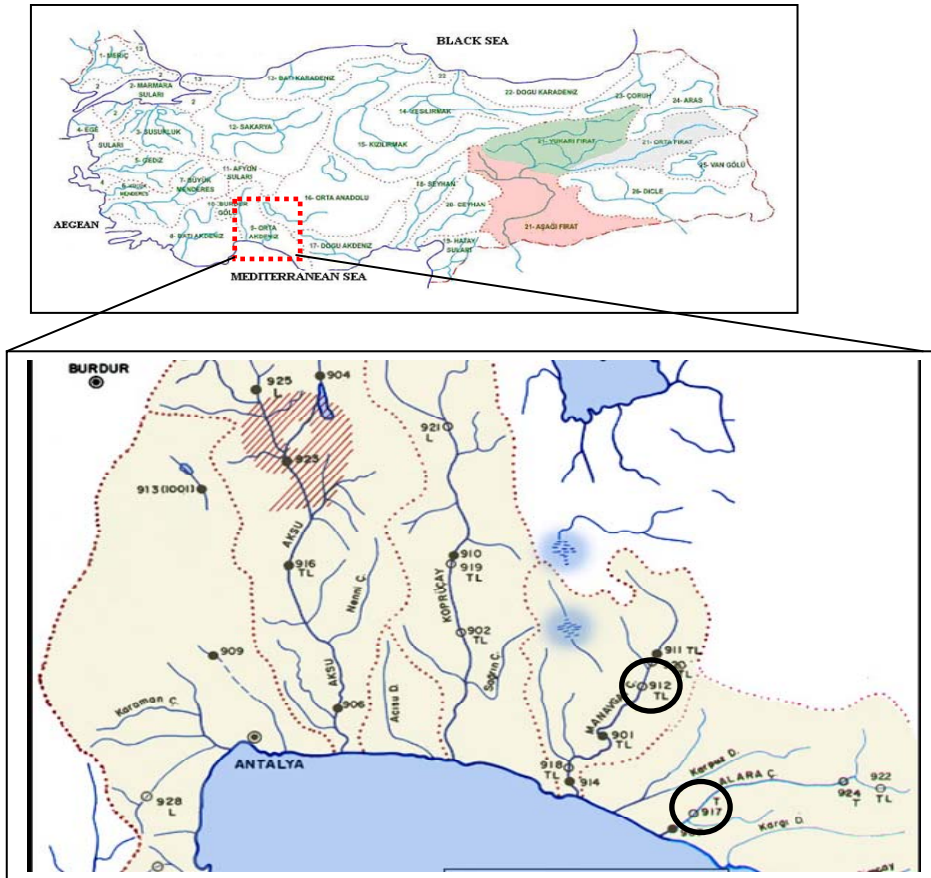


Şekil 10. Yağış gözlem istasyonları

## 6. AKIM VE METEOROLOJİ İSTASYONLARI İÇİN EKSİK VERİ ANALİZİ VE HOMOJENLİK TESTİ

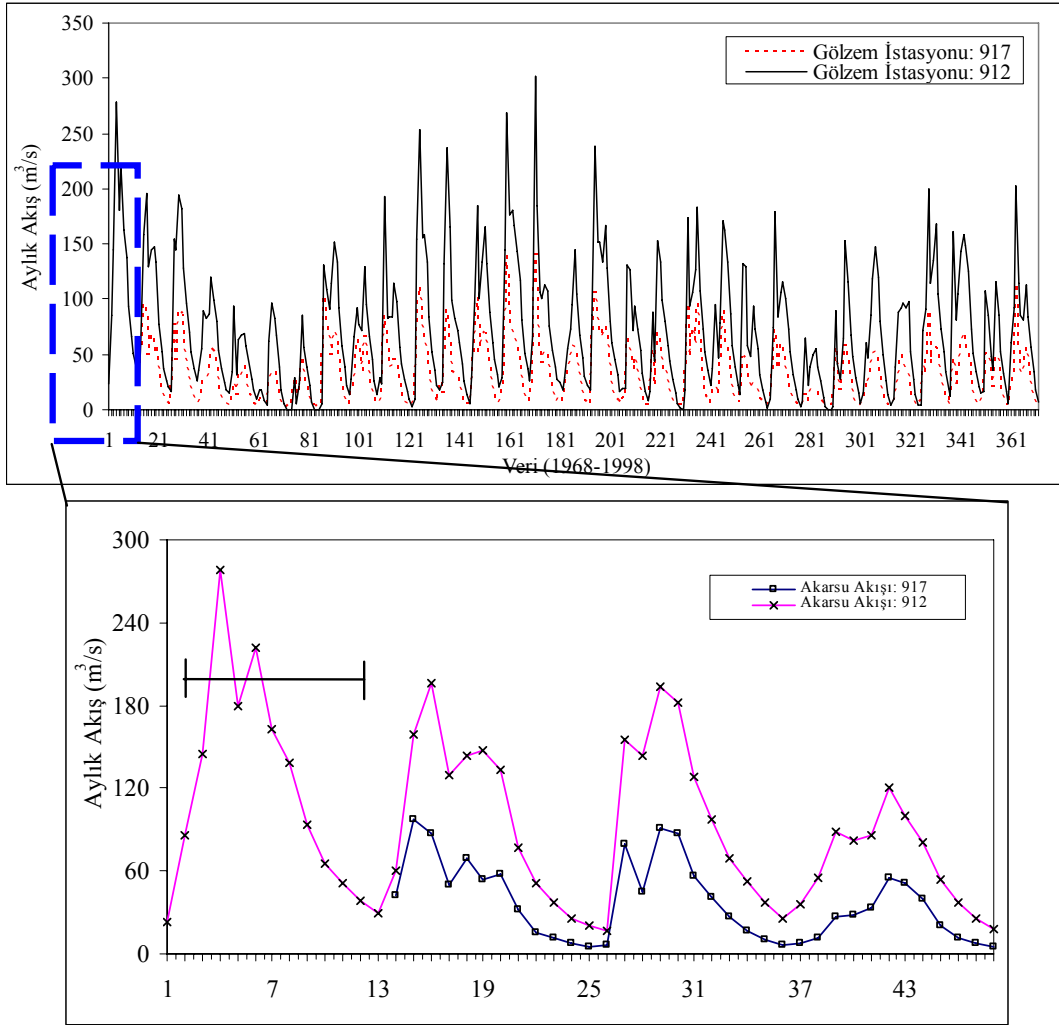
### 6.1. Akım Gözlem İstasyonları için Eksik Veri Analizi

Akım gözlem istasyonlarının ön incelemesinde havzalardaki barajlardan etkilendikleri ve 01.10.1967–30.09.1998 zaman aralığında, verilerinin çok eksik olduğu tespit edilen istasyonlar çıkarıldıktan sonra 26 havzada yer alan akım gözlem istasyonları sınıflandırma öncesi detaylı olarak incelenmiştir. EM yöntemi ile bu eksik verilerin tamamlanmasında, eksik verisi olan istasyon ile aynı akarsu ya da komşu akarsu üzerinde yer alan başka bir istasyondan alınan veriler kullanılmıştır. Eksik verisi 5 yıl ve daha fazla olan istasyonlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda 1968–1998 yılları arasında koşulları sağlayan 117 istasyon belirlenmiş ve bu istasyonlardan 23’ünde eksik veri gözlenmiştir. EM yönteminin eksik akım verilerinin tahmin edilmesinde uygulama için seçilen 917 nolu istasyonun yerleşimi Şekil 11’de gösterilmektedir.



Şekil 11. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında kullanılan 917 ve 912 nolu istasyonların yerleşimi

EM yöntemi ile eksik veri tamamlama işlemi için SPSS 16.0 programında yer alan “Missing Value Analysis” menüsü altındaki “Expectation Maximization” yöntemi kullanılmıştır. Bunun için, eksik verinin olduğu istasyon ile bu istasyona en yakın ve en yüksek korelasyona sahip referans gözlem istasyonuna ait seriler programa aktarılmaktadır. 917 nolu akım gözlem istasyonuna ait veriler incelendiğinde 1968 su yılına ait akım değerlerinin eksik olduğu görülmektedir (Şekilde 12). Eksik verilerin tamamlanması için seçilen komşu istasyonda eksik yıla ait verilerin eksiksiz olması doğru ve güvenilir bir tahmin için oldukça önemlidir.



Şekil 12. 917 ve 912 nolu istasyonlara ait serilerin karşılaştırılması

917 nolu istasyonda 1968 su yılındaki eksik verilerin tahmininde EM yönteminin sonuçlarını ve performansını değerlendirmek için 1994–1998 yılları arasındaki veriler test verisi olarak kullanılmıştır. Test verisine ait gerçek değerler ile EM yöntemi tahmin sonuçları arasındaki Korelasyon Katsayısı (CORR), Verimlilik (E) ve Normalize Edilmiş Hataların Ortalamasının

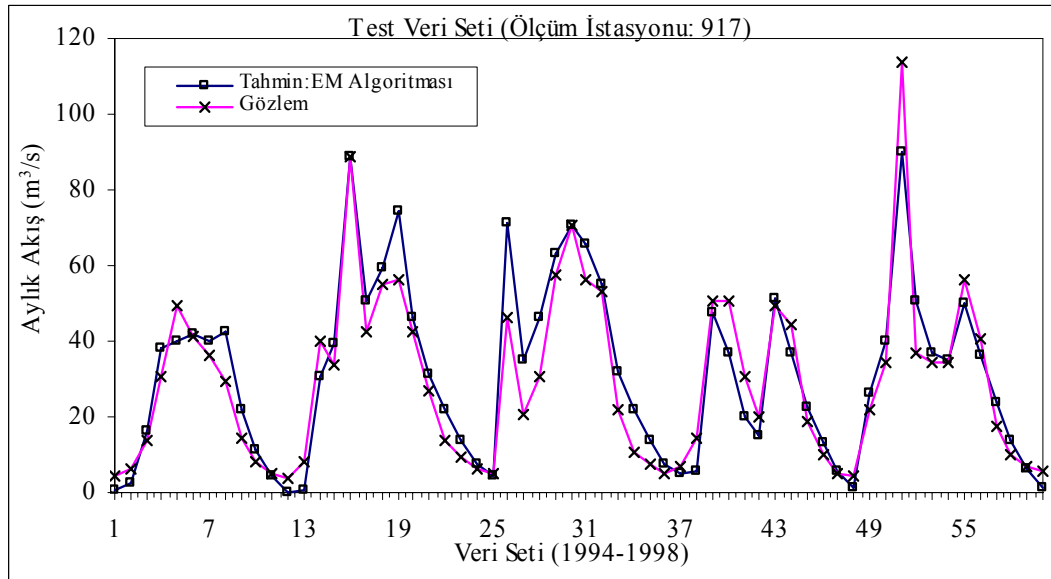
Karekökü (NRMSE) ölçütleri hesaplanmış ve Tablo 4’te verilmiştir. Ayrıca, 1968 yılı için EM yöntemi ile elde edilen sonuçlar hem 912 nolu istasyona ve hem de 917 nolu istasyona ait akım serileri karşılaştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. 1994–1998 yılları için test sonuçlarının karşılaştırması Şekil 13’te gösterilmektedir.

$$NRMSE = \frac{\left[ \sum_{i=1}^N \frac{(WD_{Y_i} - WD_{D_i})^2}{N} \right]^{0.5}}{(1/N)(\sum_{i=1}^N (WD_{D_i}))} \quad (63)$$

$$E = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \quad E_1 = \sum_{i=1}^N (WD_D - \overline{WD_D})^2, \quad E_2 = \sum_{i=1}^N (WD_Y - WD_D)^2 \quad (64)$$

Tablo 4. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında test veri seti için EM ve MLR modellerinin performansları

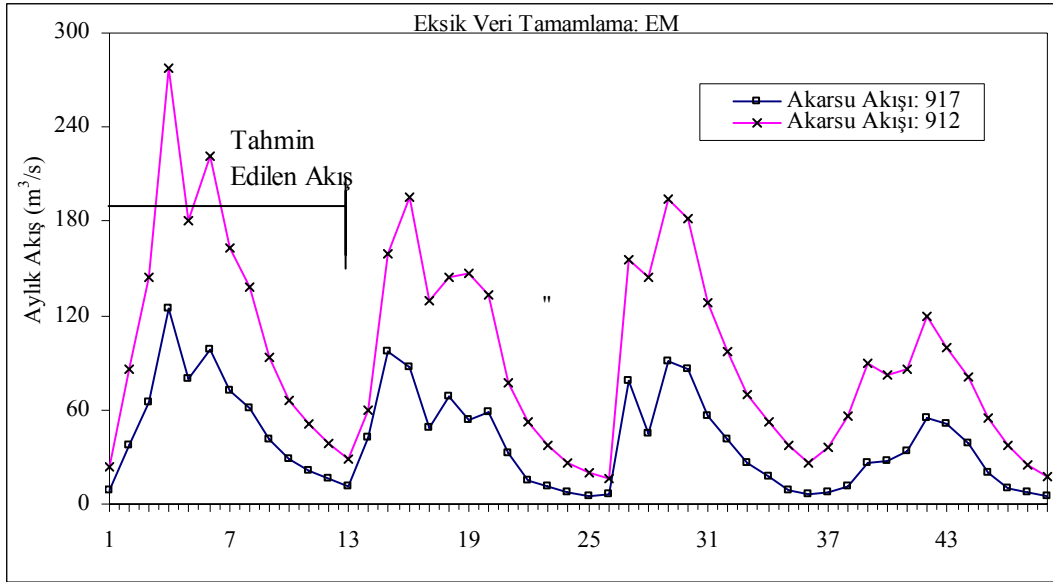
Yöntem	Test Veri Seti		
	NRMSE	E	CORR
EM	0.281	0.894	0.937
MLR	0.428	0.698	0.856



Şekil 13. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında test veri seti için EM model sonuçları

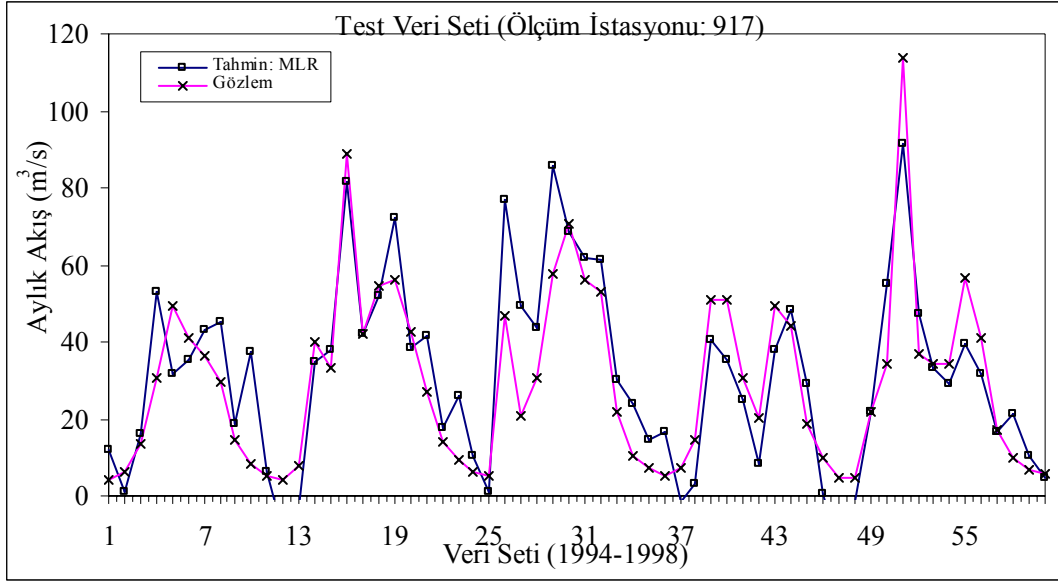


Şekil 13 ve Tablo 4’te verilen sonuçlar incelendiğinde test veri seti için EM yönteminin iyi bir performansa sahip olduğu görülmektedir. Tabloda verilen performans değerlendirme ölçütlerine bakıldığında genel olarak kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir. Ayrıca, Şekil 13’deki karşılaştırılmalı grafikten de görüldüğü gibi EM yöntemi ile elde edilen veriler 917 nolu akım gözlem istasyonuna ait gözlem verileri ile oldukça iyi bir uyum göstermiştir. Burada test veri seti ile model performansı test edildikten ve elde edilen sonuçların kabul edilebilir seviyede olduğu kararlaştırıldıktan sonra 1968 yılına ait eksik verilen tahmin işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 14’te 917 nolu akım gözlem istasyonu 1968 yılı için EM yöntemi tahmin sonucu ile 912 nolu akım gözlem istasyonu 1968 yılı verilerinin karşılaştırılması gösterilmektedir.

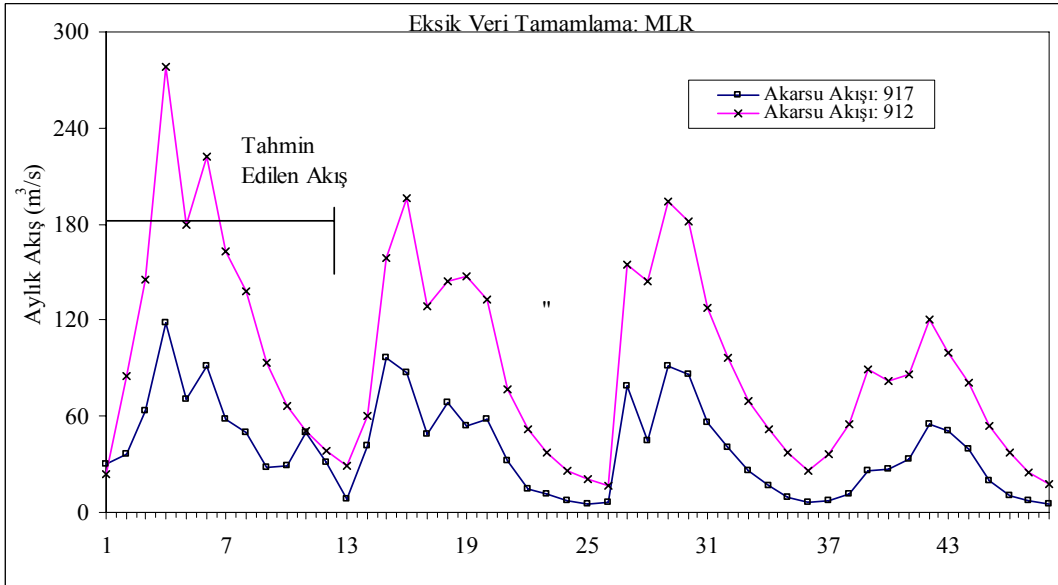


Şekil 14. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında EM yöntemi tahmin sonuçları

Şekil 14’ten de görüldüğü gibi EM yöntemi tahmin sonuçlarının 912 nolu akım gözlem istasyonu 1968 yılı verileri ile uyum içerisinde. Bu çalışmada EM yönteminin sonuçlarını değerlendirmek ve daha iyi bir karşılaştırma yapmak için regresyon analizi yapılmıştır. Bunun için EM yönteminde kullanılan 917 ve 912 nolu akım gözlem istasyonlarına ait seriler kullanılmış, 1968 yılı için tahmin ve 1994–1998 yılları arasındaki veriler ile de test işlemi gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de test veri seti için regresyon analizinden elde edilen sonuçlar verilmektedir. Ayrıca, test veri seti ve 1968 yılı regresyon analizi tahmin sonuçlarının gözlem verileri ile karşılaştırılması Şekil 15 ve 16’da gösterilmektedir.

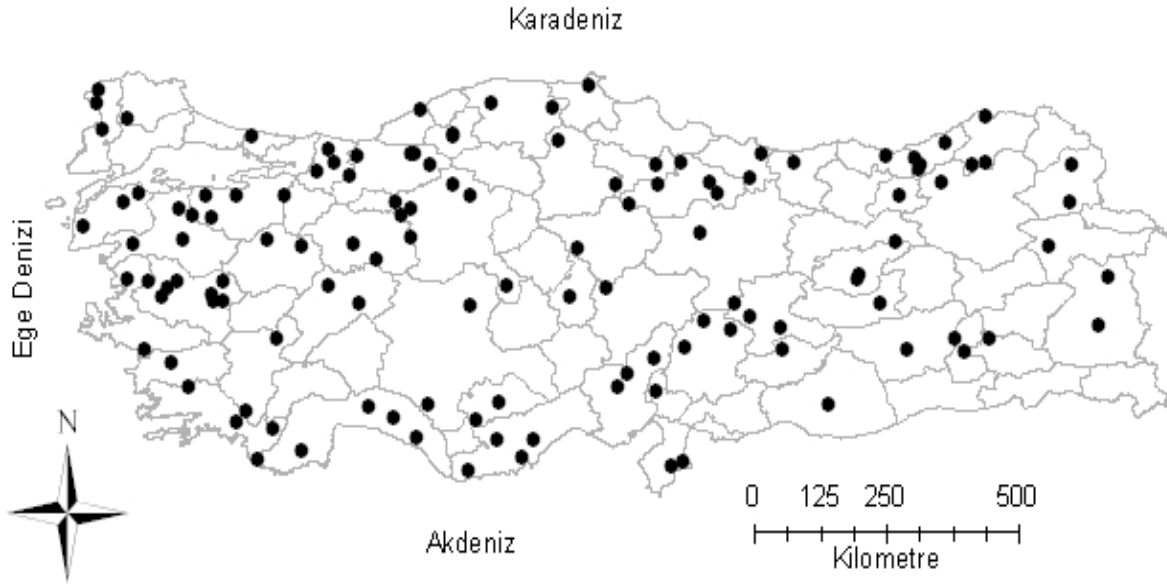


Şekil 15. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında test veri seti için MLR sonuçları



Şekil 16. Eksik akım verilerinin tamamlanmasında MLR tahmin sonuçları

Elde edilen sonuçlara göre EM yönteminin eksik akım verilerinin tahmin edilmesinde başarılı bir şekilde uygulanabileceği görülmüştür. Sadece bir istasyon için anlatılan bu veri tamamlama işlemi toplam 23 istasyon için gerçekleştirilmiştir. Hangi istasyonda hangi yıllara ait verilerin eksik olduğu ve eksik veri tamamlamada kullanılan komşu istasyonların listesi EK-1'de verilmiştir. Yapılan bu değerlendirmeler ve çalışmalar sonucunda kümeleme analizlerinde kullanılmak üzere 117 adet akım gözlem istasyonu belirlenmiş ve bu istasyonların dağılımı Şekil 17'de gösterilmiştir.



Şekil 17. Kümeleme analizleri için seçilen akım gözlem istasyonlarının yerleşimi

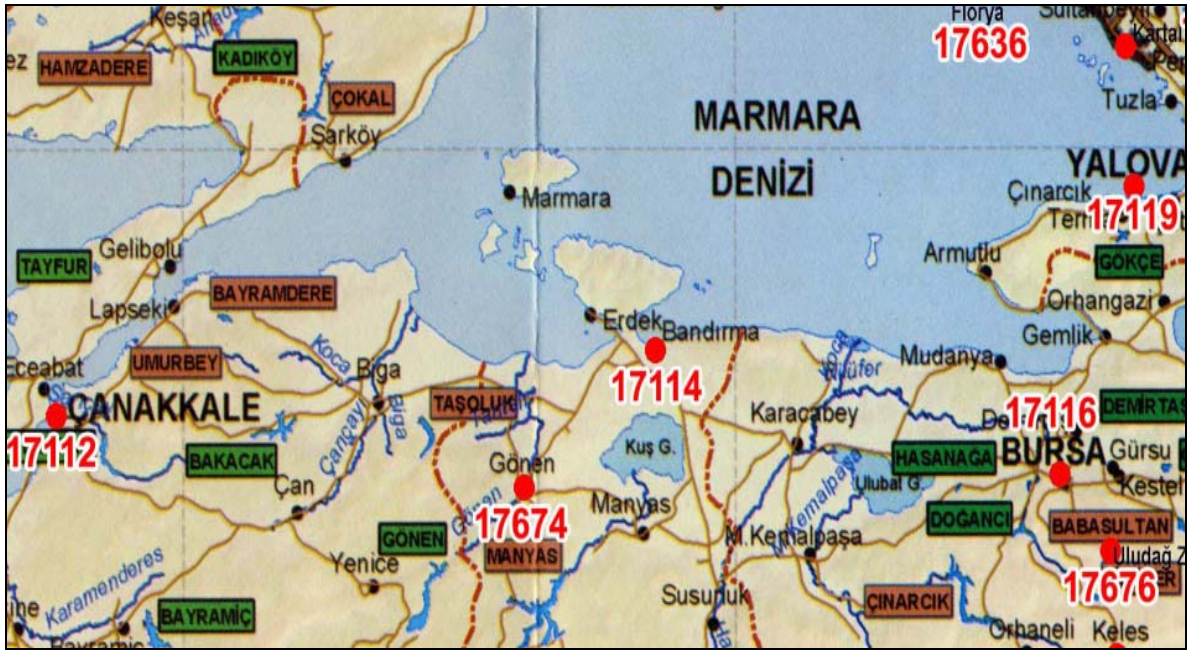
## 6.2. Meteoroloji İstasyonları için Eksik Veri Analizi

Yağış ve sıcaklık verileri, Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü'nden dijital ortamda temin edilmiştir. DMİ'ye ait istasyonlar detaylı olarak incelenmiş ve eksik verisi olan istasyonlar tespit edilmiştir. Bunun için Microsoft QuickBasic 7.1 ortamında yazılan program ile günlük toplam yağış veya günlük ortalama sıcaklık dosyasını her bir istasyon için gün gün değerlendirilmiş ve veri eksikliğinin başladığı günler belirlenmiştir. Bu eksikliklerin 01.10.1967 – 30.09.1998 su yıllarına rastlayan kısımlarının tamamlanmış veya bu aralıkta toplam eksik veri süresi 5 yıldan fazla olan istasyonların değerlendirmeden çıkarılmıştır. Eksik verisi olan istasyonları ve eksik verilerin başlangıç tarihleriyle birlikte gösteren liste EK-2'de verilmiştir.

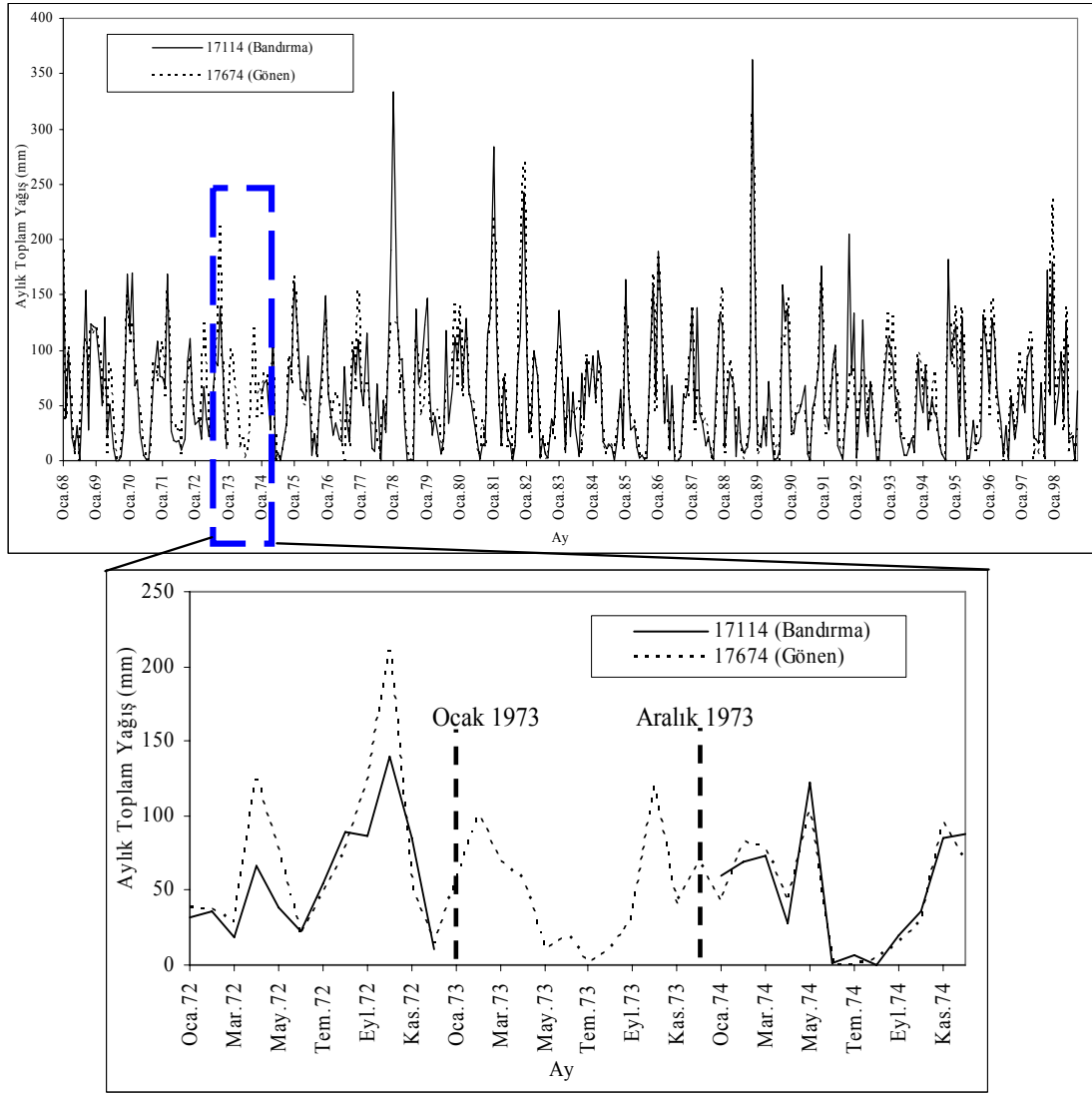
Eksik verilerin tümünün tespit edilmesinin ardından her istasyonun su yıllarına göre aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerlerini tablo şeklinde oluşturulmuştur. Eksik verilerin tamamlanması için istasyona en yakın istasyonlardan birinin seçilmesi ve seçilen istasyonun verilerinin tam olması gerekmemesine rağmen eksik olan döneme ait verilerin diğer istasyonda eksik olmamasına dikkat edilmiştir. Tamamlayıcı istasyon seçiminde mevcut istasyona yakın olma ve aynı havzada bulunma özelliklerine özellikle önem verilmiştir.

EM yöntemi ile eksik akım verilerin tamamlanması için yapılan uygulamalar yağış ve sıcaklık serileri için de yapılmıştır. Burada EM yöntemi ile eksik yağış veri tamamlamada, Türkiye'nin batı kesiminde yer alan Bandırma istasyonu (istasyon no: 17114) seçilmiş ve eksik verinin gözlendiği 1973 için uygulama yapılmıştır (Şekil 18). Bu istasyonda eksik verilerin tamamlanması için, istasyona en yakın istasyonlardan eksik verisi bulunmayan komşu istasyon seçilmiştir.

Komşu istasyonlar seçilirken, havzanın coğrafi yapısı, eksik verisi olmaması ve aynı havzada bulunması gibi ölçütler göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre, 17114 nolu istasyonda eksik verileri tamamlamak için, Gönen istasyonu (istasyon no: 17674) yukarıda bahsedilen ölçütlere göre seçilmiştir. Şekil 19'da 17114 ve 17674 istasyonlarına ait aylık toplam yağışların karşılaştırması verilmektedir. 17114 nolu istasyonda, eksik veri tamamlama işlemi için SPSS 16.0 programında yer alan "Missing Value Analysis" menüsü altındaki "Expectation Maximization (EM)" yöntemi kullanılmıştır.

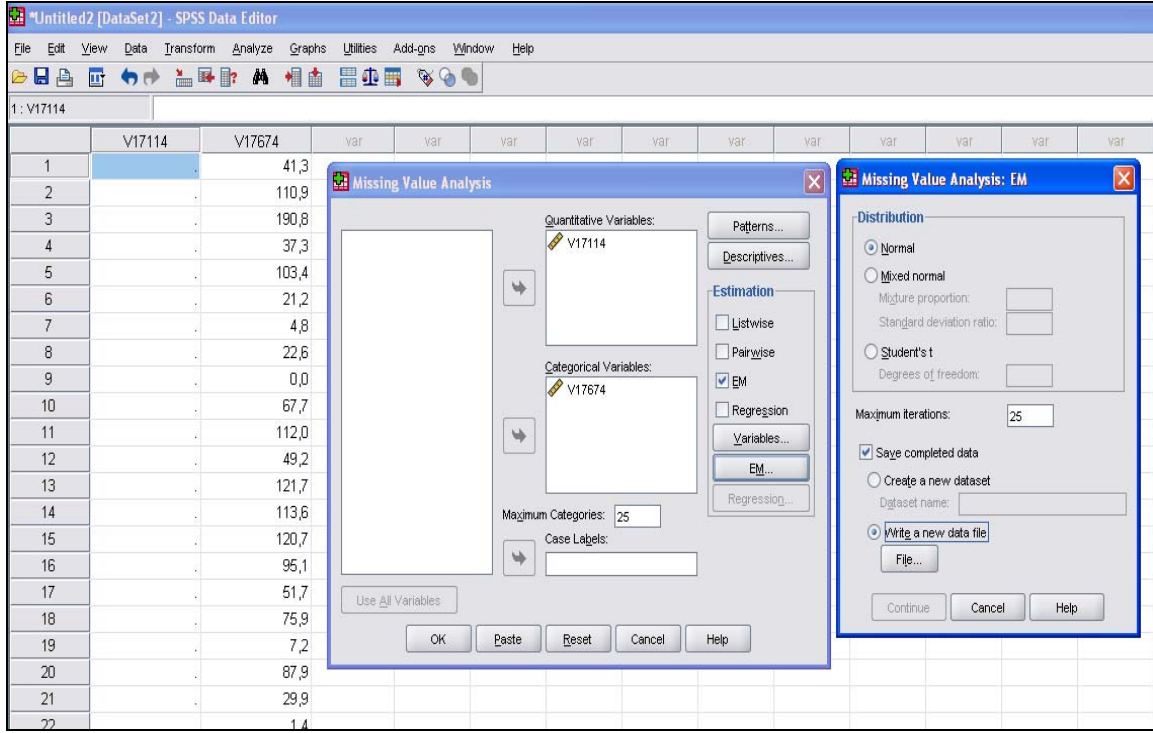


Şekil 18. 17114 ve 17674 istasyonlarının genel yerleşimi



Şekil 19. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında kullanılan 17114 ve 17674 istasyonlarına ait serilerin karşılaştırılması

SPPS programında EM yöntemi ile eksik veri analizi gerçekleştirilirken, eksik verinin olduğu istasyon ile bu istasyona en yakın ve en yüksek korelasyona sahip referans gözlem istasyonuna ait seriler programa aktarılmaktadır. Şekil 20’de, 17114 nolu istasyonda eksik veri analizi için 17114 ve 17674 nolu istasyonlara ait serilerin programa aktarılması ve iterasyon sayısını seçimi, dağılımın seçimi ve çıktıların oluşturulması gibi işlem adımlarını içeren EM yöntemi uygulama penceresi gösterilmektedir. 1973 yılına ait eksik verileri tahmin etmek için her iki istasyona ait seri “Quantitative Variables” olarak tanımlanır ve EM analizi seçeneği ile tahmin yapılır. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında EM yöntemi uygulanırken, hata ölçütü eşik değeri 0.001 (standart değer) ve iterasyon sayısı 25 olarak seçilmiştir.

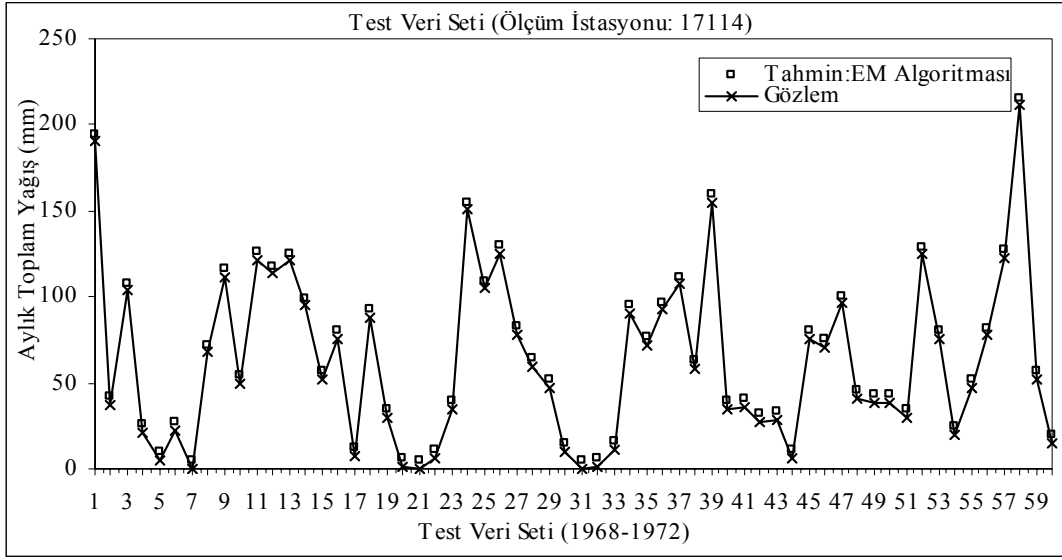


Şekil 20. SPSS Programında EM yöntemi kullanılarak eksik verilerin tamamlanması

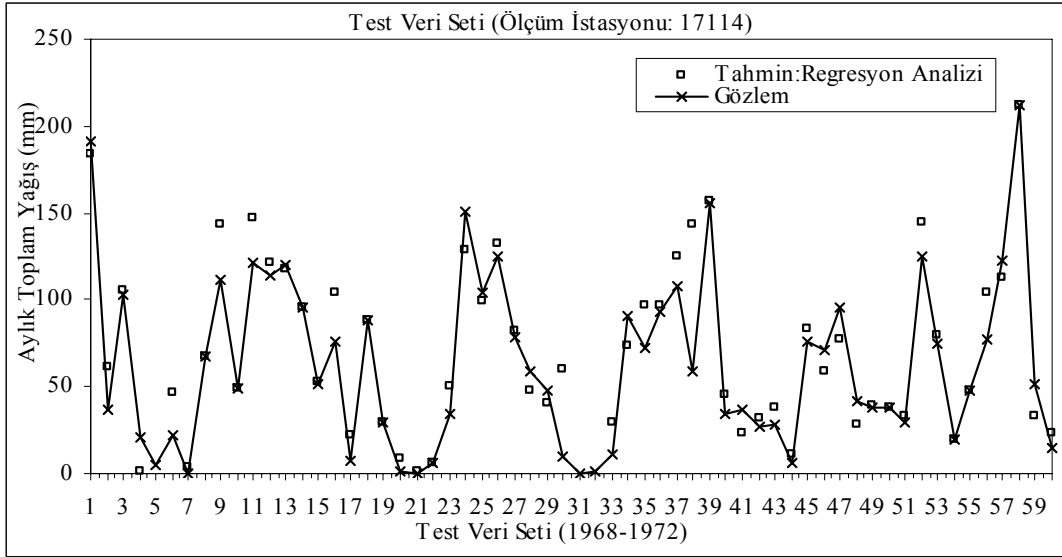
17114 nolu istasyonda 1973 yılındaki eksik verilerin tahmininde EM yönteminin sonuçlarını ve performansını değerlendirmek için 1968–1972 yılları arasındaki veriler test verisi olarak kullanılmıştır. Bu nedenle ilk önce bu test veri seti için tahmin gerçekleştirilmiş ve test veri setine ait gözlem değerleri ile karşılaştırılmıştır. Burada ayrıca, EM yöntemi sonuçlarını karşılaştırmak ve daha iyi bir değerlendirme yapmak için regresyon analizi de yapılmıştır. Bunun için yine SPSS programında yer alan “Missing Value Analysis” menüsündeki regresyon seçeneği kullanılmıştır. EM yöntemi ve Regresyon analizinin test veri seti performansını değerlendirmek için ölçütler hesaplanmış ve Tablo 5’te verilmiştir. Ayrıca, test veri seti için EM yöntemi ve Regresyon analizi ile elde edilen sonuçları gözlem değerleri ile karşılaştırılması Şekil 21’de gösterilmektedir.

Tablo 5. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında test veri seti için EM ve MLR modellerinin performansları

Yöntem	RMSE	E	CORR
EM	4.736	0.941	0.972
MLR	18.218	0.859	0.898



a)

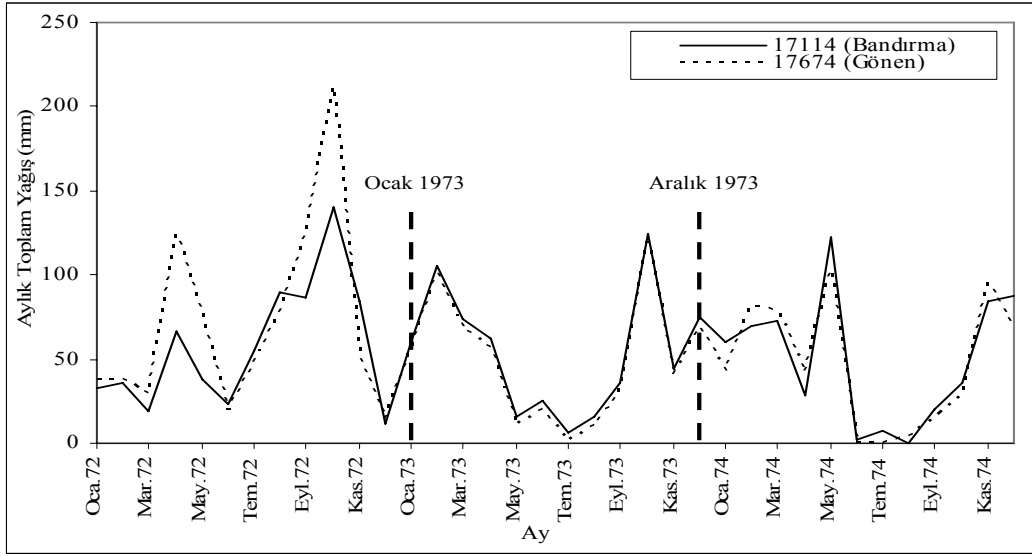


b)

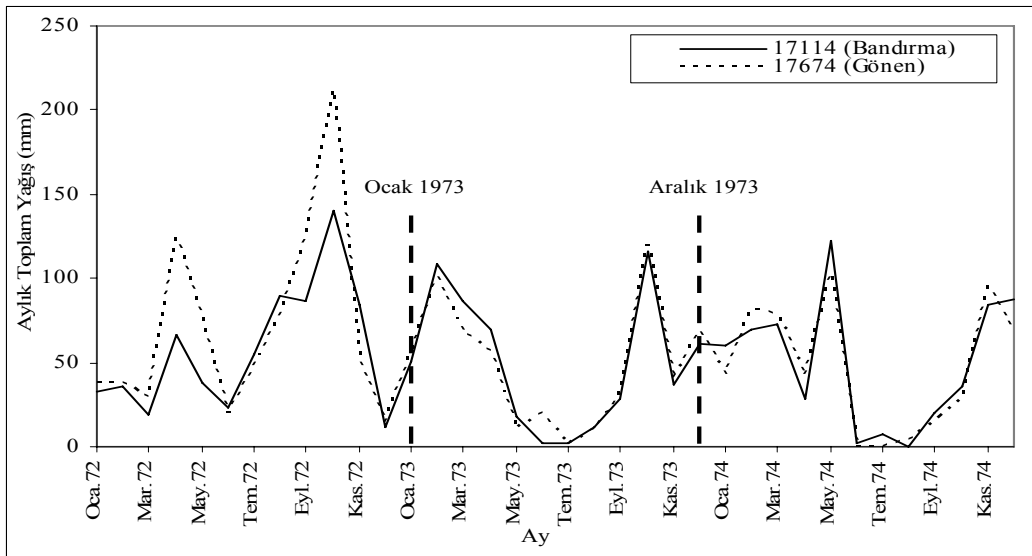
Şekil 21. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında test veri seti için sonuçların karşılaştırılması a) EM yöntemi b) MLR

Şekil 21 ve Tablo 5’te verilen sonuçlar incelendiğinde test veri seti için EM yönteminin iyi bir performansa sahip olduğu görülmektedir. Çizelgede verilen performans değerlendirme ölçütlerine bakıldığında genel olarak kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir. Ayrıca, Şekil 7’deki karşılaştırılmalı grafikten de görüldüğü gibi EM yöntemi ile elde edilen sonuçlar 17714 nolu istasyona ait gözlem değerlerine oldukça yakın çıkmıştır. Ayrıca, regresyon analizi ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, hesaplanan ölçütlerin kabul edilebilir seviyede olduğu görülmektedir.

17114 nolu istasyonda test veri seti için EM yöntemi ve regresyon analizi sonuçları karşılaştırıldığında, EM yöntemi performansının daha iyi seviyede olduğu çizelge ve şekilden görülmektedir. Test veri seti için EM yöntemi ve regresyon analizi sonuçlarının kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Bundan sonraki aşamada, EM yöntemi ve regresyon analizi ile 1973 yılına ait eksik verilen tahmin işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 22’de, 17114 nolu gözlem istasyonunda, 1973 yılı için EM yöntemi ve regresyon analizi tahmin sonuçlarının 17674 nolu istasyona ait veriler ile karşılaştırılması gösterilmektedir.



a)



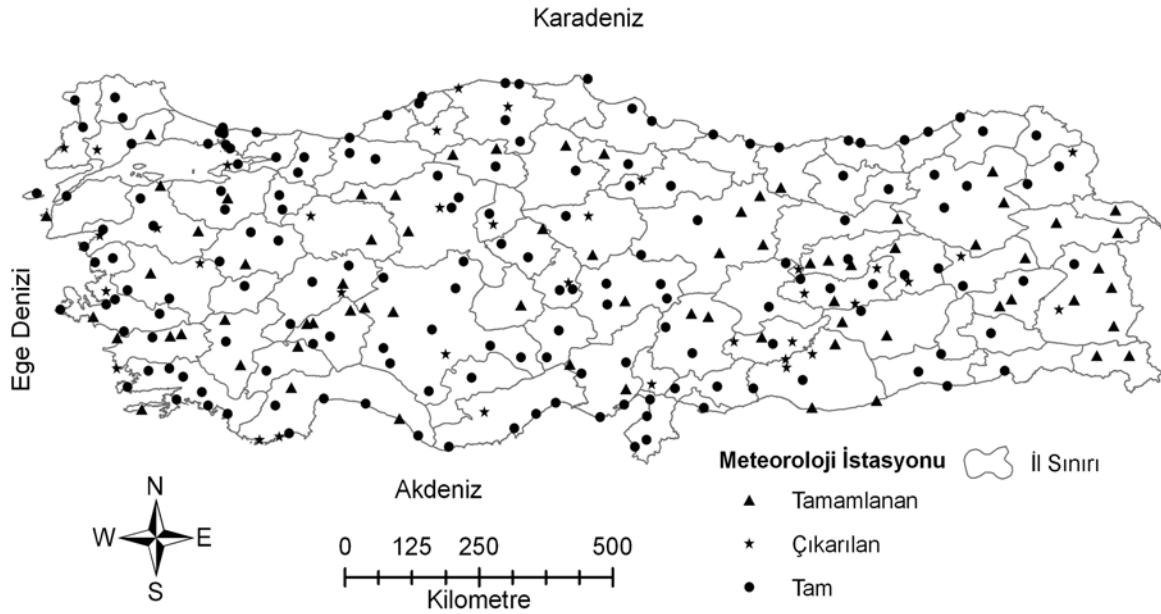
b)

Şekil 22. Eksik yağış verilerinin tamamlanmasında 1973 yılı tahmin sonuçları a) EM yöntemi  
b) MLR



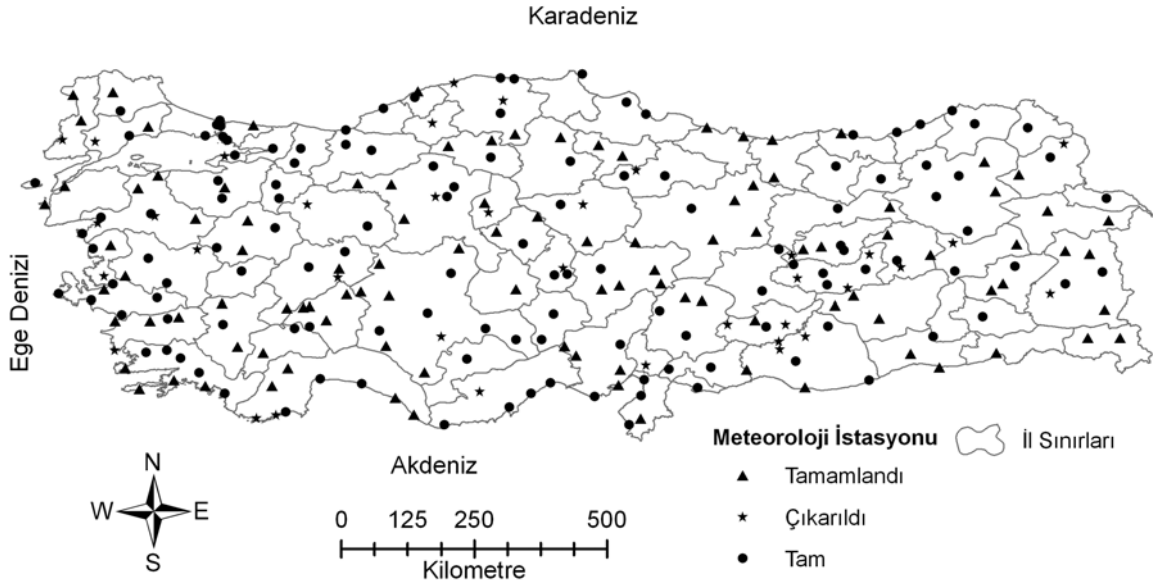
Eksik veri durumunun belirlenmesinde DMI' ye ait 267 adet Büyük Klima İstasyonu yağış ve sıcaklık için ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemede, 38 adet istasyon 5 yıl ve daha fazla gözlem kaydı olmadığı için çıkarılmıştır. Yağış verilerinin incelenmesinde, 161 adet gözlem istasyonunda eksik veriye rastlanmaz iken, 68 adet istasyonda eksik yağış verileri için tamamlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Burada, 17114 nolu istasyon yapılan işlemler eksik veri tespit edilen 68 adet istasyonda da yapılmış ve eksik veriler tamamlanmıştır.

DMI' ye ait 267 adet istasyona ait seriler detaylı bir şekilde incelenmiş ve eksik veriye sahip seriler EM algoritması ile tamamlanmıştır. Şekil 23'te eksik veri analizi sonucu verisi tamamlanan yağış gözlem istasyonlarının yerleşimi gösterilmiştir.



Şekil 23. Eksik veri analizi sonucunda verisi tamamlanan yağış gözlem istasyonları

Diğer taraftan, sıcaklık verileri için, 125 adet istasyonda eksik veri bulunmaz iken, 101 istasyonda eksik sıcaklık verileri tamamlanmıştır. Ayrıca, sıcaklık serileri için eksik veri analizi sonucunda verisi tamamlanan istasyonların yerleşimi Şekil 24'te verilmiştir. EK-2'de incelenen meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler, eksik veri durumu ve eksik verilerin tamamlanmasında kullanılan istasyonlar Tablo halinde verilmiştir.



Şekil 24. Eksik veri analizi sonucunda verisi tamamlanan sıcaklık gözlem istasyonları

### 6.3. Yağış Serileri için Homojenlik Testi

Yağış ve sıcaklık gibi meteorolojik veriler, ölçüm sırasında kullanılan alet ve yöntemden kaynaklanan hatalar, çevresel etkenler vb birçok faktörden dolayı bazen homojen olmayan yapıya sahip olmaktadır. Bu nedenle analizlerden önce istasyonlara ait seriler homojenlik analizi yöntemleri ile test edilmelidir. Bu proje kapsamında da, kümeleme analizinde kullanılacak veriler homojenlik analizi yöntemleri ile test edilmiştir.

Meteoroloji istasyonlarının test edilmesinde referans serilerini temel alan SNHT yöntemi, akış serileri için ise RUN testi uygulanmıştır. SNHT yöntemi, referans serilerini temel aldığı için oldukça geniş alanları kapsayan bölgelerde uygun referans istasyonu bulmak oldukça güç olmaktadır. Referans istasyonu belirlenirken, test edilen istasyona komşu istasyonlar ayrı ayrı test edilerek en uygun referans istasyonuna karar verilmiştir. SNHT yöntemi uygulanırken Türkiye genelinde 229 adet yağış gözlem istasyonları tek tek incelenmiş ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Burada yer sıkıntısından dolayı sadece bir istasyon için yöntemin uygulanışı, referans istasyonun seçimi ve test istasyonuna ait sonuçların değerlendirilmesi işlemleri detaylı bir şekilde verilmiştir. Homojenlik testinin uygulanması sırasında en uygun referans serisine karar vermek için test istasyonu ile referans istasyonu arasındaki korelasyonlar ve düzeltme faktörleri dikkate alınmıştır.

Literatürde, bir istasyonun referans istasyonu olarak alınması için test istasyonu ile arasındaki korelasyonların 0.80'den büyük olması gerektiği vurgulanmıştır. Ancak, çok geniş ve olumsuz çevresel faktörlerin bulunduğu bölgelerde bu değerin 0.70'ten büyük olmasının yeterli olabileceği belirtilmiştir. Homojenlik testinin uygulanması sırasında özellikle dağlık bölgelerde yer alan istasyonlar için uygun referans istasyonlarının seçimi ve karar verilmesi oldukça güç olmuş ve bu bölgelerde korelasyonlar oldukça düşük seviyede kalmıştır.

Bu çalışmada korelasyonlar için kritik değer 0.80 alınmış olup özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde, coğrafi koşullardan, iklimdeki farklılıklardan ve sınırlı sayıda istasyon bulunmasından dolayı kritik korelasyon 0.70 olarak belirlenmiştir. SNHT yöntemi uygulanırken test istasyonunda aylık toplam yağışlar ve yıllık toplam yağışlar ayrı incelenmiştir. Yani test ve referans istasyonunda her bir ayın uzun yıllar serileri analiz edilerek o aya ait serinin homojenlik durumu incelenmiş ve homojen olmayan yıl/yıllar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu test uygulanırken yağış serileri için test ve referans serileri arasındaki oran kullanılırken, sıcaklık verileri için test ve referans serileri arasındaki fark dikkate alınmaktadır. SNHT yöntemi ile yapılan analizler için literatürde yaygın şekilde kullanılan Anclim programı kullanılmıştır (<http://www.climahom.eu/AnClim.html>). SNHT yöntemi uygulanırken, ilk önce bütün seriler test istasyonu olarak dikkate alınmış ve en uygun referans serilerini bulmak için bütün seriler muhtemel referans istasyonu olarak düşünülerek SNHT yönteminin 1. adımı başlatılmıştır (Tablo 6, İşlem Adımı 1).

SNHT yöntemi 1. işlem adımında, 17120 nolu Bilecik istasyonuna ait yağış serileri için homojenlik testi uygulanmış ve istasyonların genel yerleşimi Şekil 25'te verilmiştir. 17120 nolu istasyon için, 17762 (Geyve), 17116 (Bursa), 17676 (Uludağ Zirve), 17695 (Keleş), 17704 (Tavşanlı), 17702 (Bozüyük), 17155 (Kütahya), 17119 (Yalova) ve 17679 (Nallıhan) muhtemel referans istasyonları olarak dikkate alınmıştır.

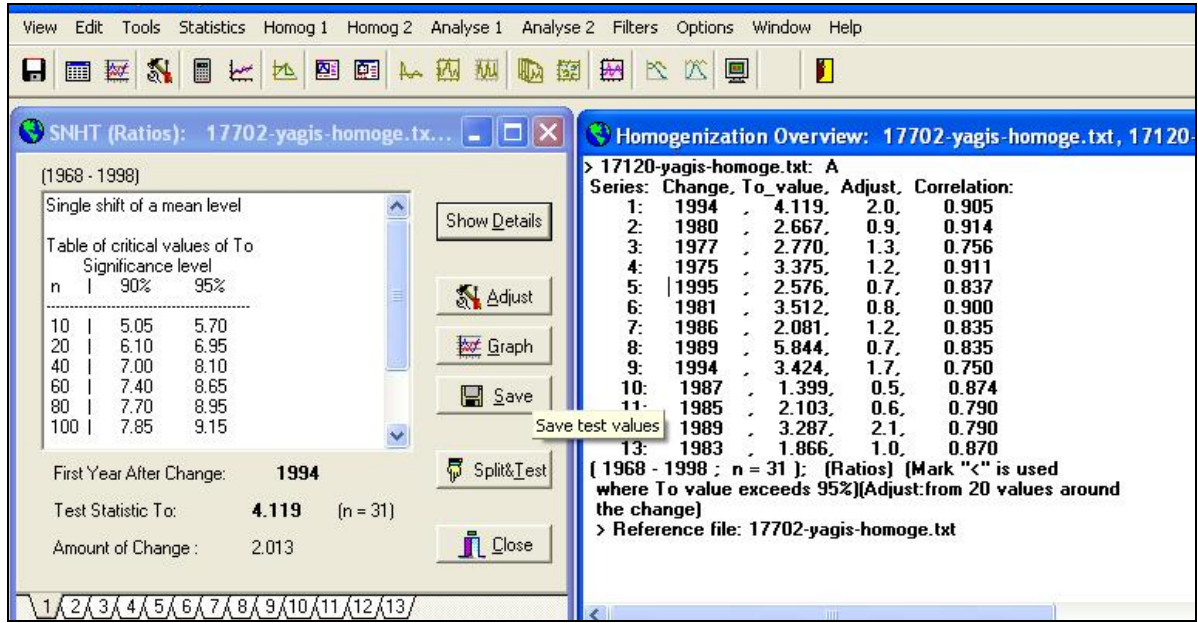
Tablo 6. Yağış serileri için SNHT yöntemi ile homojenlik analizi işlem adımları

İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
1	229	229	H1	-	I1	-
2	Tüm Seriler	H1	H2	-	I2	-
		I1				
3	I2	H2	-	HC3	-	IC3
		I2				
4	H2	H2	H4	HC4	I4	IC4
	I2	HC3				
5	I4	H4	-	HC5	-	IC5
		HC4				



Şekil 25. Yağış serilerinin homojenliğinin testinde kullanılan 17120 nolu istasyonun yerleşimi

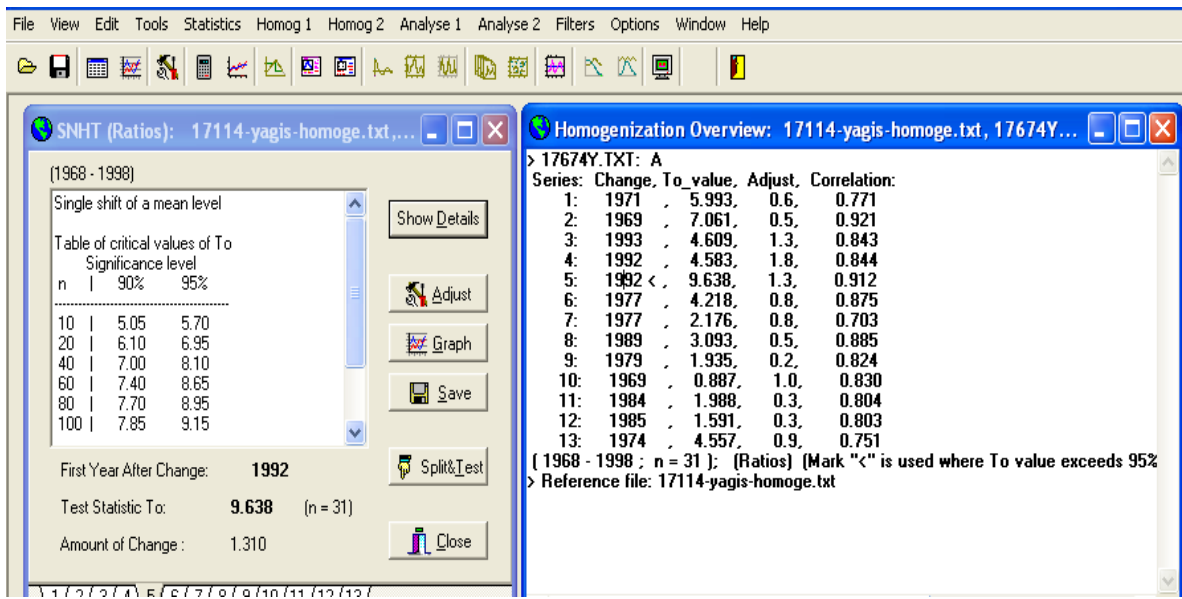
SNHT yöntemi ile homojenlik testi uygulanırken yağış serileri için test ve referans serileri arasında Anclim programında homojenlik analizi gerçekleştirilerek %95 anlamlılık seviyesi için değerlendirilmiştir. Şekil 26'da 17120 ve 17702 arasındaki homojenlik analiz sonuçları verilmektedir. 17120 nolu istasyon için en uygun referans istasyonu, 17702 nolu istasyon seçilmiştir. Yapılan analizlerde özellikle Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına ait yağış serileri için test ve referans istasyonları arasındaki korelasyonların diğer aylara göre daha düşük seviyede kaldığı görülmüştür.



Şekil 26. 17120 nolu istasyondaki aylık ve yıllık yağış serileri için homojenlik testi sonuçları

Şekil 26’da sağ sütunda yer alan tabloda 17120 ve 17702 arasındaki analiz sonuçları verilirken sol sütunda SNHT yöntemi için %90 ve %95 anlamlılık seviyelerindeki kritik değerler görülmektedir. Bu çalışmada 31 yıllık veri serileri için %95 anlamlılık seviyesinde test istatistik seviyesi yaklaşık olarak 7.4 civarındadır. Test ve referans istasyonları arasındaki analiz sonucunda elde edilen test istatistiği değerlerinin bu değer üzerinde çıkması durumunda, incelenen seri kritik değerden büyük olan yılda homojen olmayan yapıya sahiptir denilmektedir. 17120 için yapılan test sonucunda, bütün aylara ait yağış serileri için homojen olmayan bir yapı tespit edilmemiştir. Ayrıca benzer şekilde yıllık toplam yağışlar için de SNHT yöntemi uygulanmış ve bu serilerin de homojen yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Böylece SNHT yöntemi ile 17120 nolu istasyon için 1. işlem adımı tamamlanmış ve Tablo 6’da H1 olarak tanımlanan (homojen istasyon) gruba yerleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda 229 istasyondan, 110 istasyonda homojen yapı (EK-3), 83 istasyonda 1 aya ait seri için homojen olmayan yapı ve 36 istasyonda ise 2 ve daha fazla aya ait serilerde homojen olmayan yapı belirlenmiştir (EK 4). Homojenlik testinde, 1 aya ait serilerde homojen olmayan yapı çıkması durumunda test ve referans istasyonları arasındaki korelasyonlar ve düzeltme faktörleri temel alınarak “*homojen kabul edilir*” ya da “*düzeltilme yapılı*” şeklinde karar verilmektedir.

İncelenen yağış serileri için 1 aya ait seri için homojen olmayan 83 istasyondan 54 adeti düzeltme katsayılarına (düzeltme faktörü 0.5~1.5 arasında olanlar) ve istasyonun coğrafi konumu ve çevresindeki mevcut istasyonların yerleşimi de dikkate alınarak *homojen kabul* edilmiştir. Ayrıca, 1 aya ait homojen olmayan yapıya sahip istasyonlardan 29'u ise “*düzeltilmeli*” şeklinde tespit edilmiştir. Örneğin, 17674 (Gönen) istasyonunda homojenlik analizi için en uygun referans istasyonu olarak 17114 (Bandırma) nolu istasyon seçilmiş ve analiz sonucunda Şubat ayına ait seride test istatistiği değeri 1992 yılında 9.638 olarak hesaplanmış ve homojen olmayan yapı belirlenmiştir (Şekil 27, Seri 5).



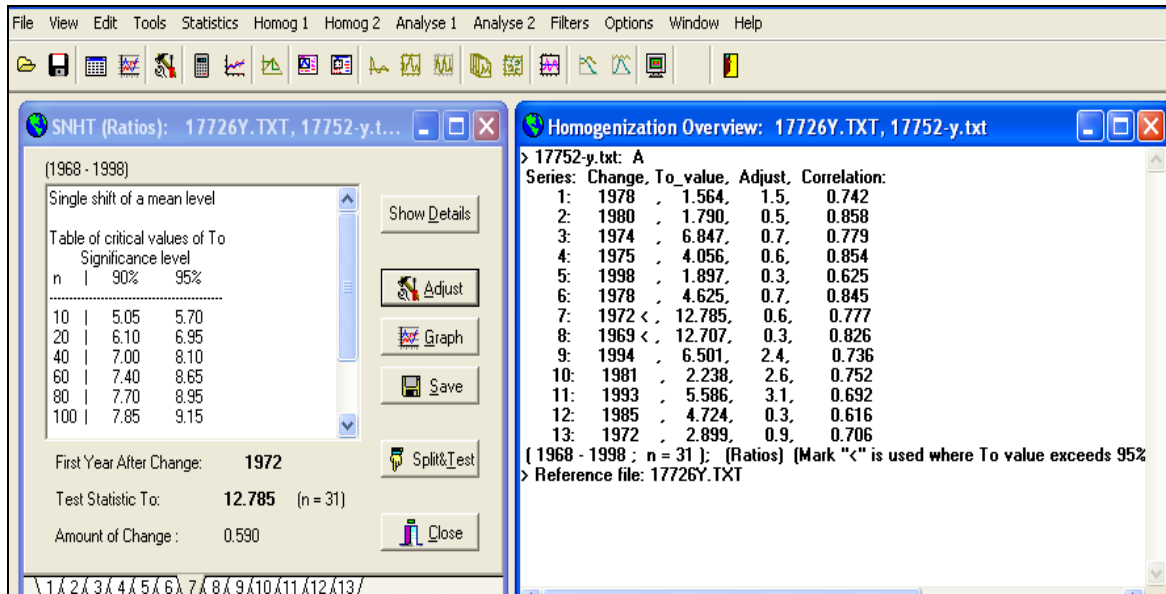
Şekil 27. 17674 ve 17114 istasyonları arasındaki homojenlik testi sonuçları

Şekil 27’de görüldüğü gibi sadece 1 aya ait seride homojen olmayan yapı tespit edildiği için bu seri ile referans serisi arasındaki korelasyonlar ve homojen olmayan yıla karşılık gelen düzeltme faktörüne başlangıçta belirlenen sınırlar arasında kaldığı için 17674 nolu istasyon homojen kabul edilmiştir. Diğer taraftan 2 ve daha fazla aya ait serilerde homojen olmayan yapı tespit edilen istasyonlar incelendiğinde, homojen olmayan serilerde homojen yapıyı bozan yıllar arasında 5 yıldan daha fazla yıl farkı olan istasyonlar için düzeltme yapılmamıştır. Ancak homojen olmayan serilerde homojen yapının bozulduğu yıllar arasındaki yıl farkı 5 yıldan az olanlar “*düzeltilmeli*” şeklinde belirlenmiştir. Buna bir örnek verecek olursak, 17752 (Emirdağ) istasyonu için, 17726 (Sivrihisar) istasyonu referans istasyonu olarak seçilmiştir (Şekil 28).

Bu iki istasyon arasındaki analiz sonucunda 17752 istasyonunda Nisan (Şekil 29, Seri 7) ayı serisi için 1972 yılında ve Mayıs (Şekil 29, Seri 8) ayı serisinde ise 1969 yılında homojen olmayan yapı tespit edilmiştir (Şekil 29). Şekilden de görüldüğü gibi, 7. ve 8. serilerde homojen olmayan yapının tespit edildiği yıllar arasında yıl farkı 3 ve düzeltme faktörleri de kabul edilebilir seviyede olduğu için “düzeltilebilir” şeklinde karar verilmiştir.



Şekil 28. 17752 istasyonu ve komşu istasyonların yerleşimi

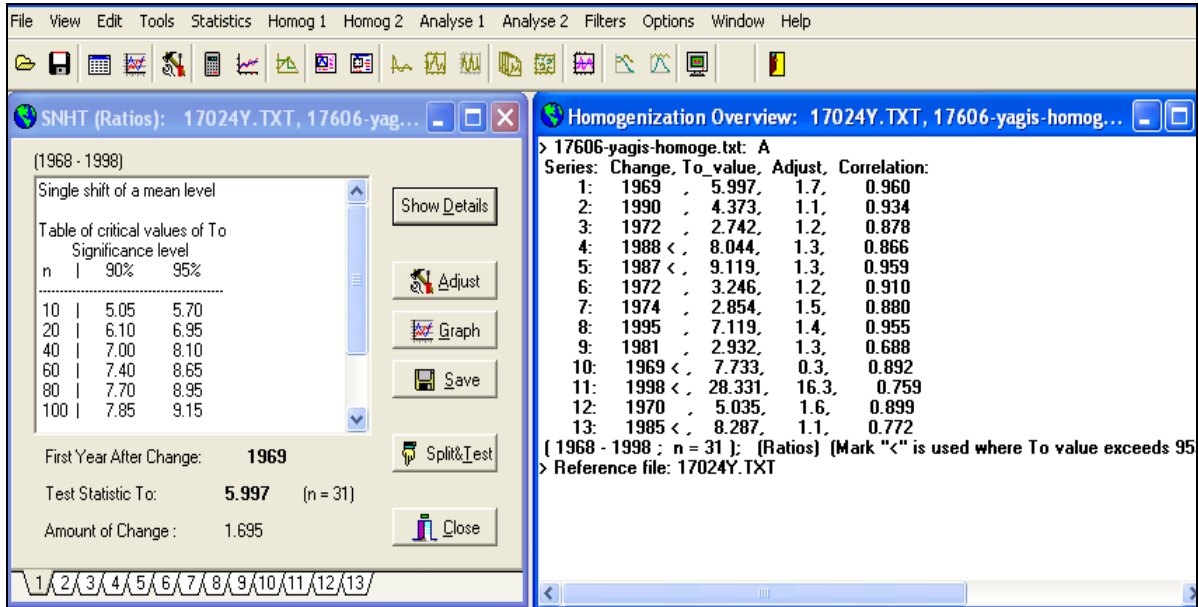


Şekil 29. 17752 ve 17726 istasyonları arasındaki homojenlik testi sonuçları

Homojenlik analizi sırasında bazı istasyonlarda oldukça fazla sayıda homojen olmayan yapıya sahip istasyon tespit edilmiştir. Bu istasyonlar, analizlerden elde edilen düzeltme faktörleri ve homojen olmayan yapının tespit edildiği yıllar incelenerek başlangıçta belirlenen ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Örneğin, 17606 (Bozkurt) istasyonunda homojenlik testi için bu istasyona komşu 17024, 17074, 17026, 17602 ve 17020 istasyonları kullanılarak tek tek analiz gerçekleştirilmiş ve 17024 istasyonu referans istasyonu olarak seçilmiştir (Şekil 30). 17606 ve 17024 istasyonu arasındaki homojenlik testi sonuçları Şekil 31’de verilmektedir.



Şekil 30. 17606 istasyonu ve komşu istasyonların genel yerleşimi



Şekil 31. 17606 istasyonunda yağış serileri için homojenlik testi sonuçları

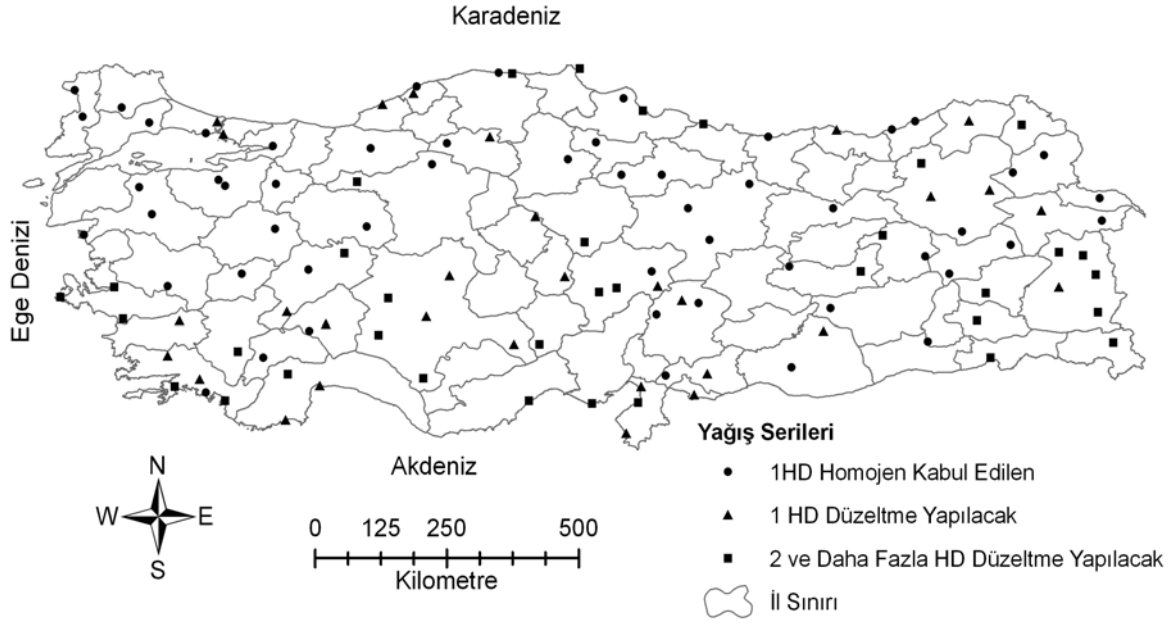


17606 nolu istasyon için homojen olmayan yapıya sahip ayların yılları arasındaki yıl farkı 5'ten fazladır. Homojen olmayan yapı, Ocak ayı için (4. seri) 1988 yılında tespit edilmişken, Ağustos ayı için (11. seri) 1998 yılında belirlenmiştir. Başlangıçta belirlenen ölçütler ve ayrıca istasyonun konumu incelendiğinde, 17606 nolu istasyona yakın ve homojen yapıya sahip 17024 nolu istasyon bulunduğundan (Şekil 30) 17606 nolu istasyon listeden çıkarılmıştır. Bu tespitler sonucunda homojenlik testinin 1. aşamasında H1 grubunda yer alan istasyon sayısı 164, I1 grubundaki istasyon sayısı ise 65 olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonucunda: (i) 1 aya ait serilerde homojen yapının bozulduğu tespit edilip homojen kabul edilen (1HD Homojen kabul edilen), (ii) 1 aya ait serilerde homojen yapının bozulduğu tespit edilip düzeltme yapılacak (1HD Düzeltme yapılacak), (iii) 2 ve daha fazla ait serilerde homojen yapının bozulduğu tespit edilen ve düzeltme yapılacak (2 ve daha fazla HD Düzeltme yapılacak) istasyonların yerleşimi Şekil 32'de verilmiştir.

Tablo 7. Yağış serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları

İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
1	229	229	164	-	65	-
2	Tüm Seriler	H1	H2	-	I2	-
		I1				
3	I2	H2	-	HC3	-	IC3
		I2				
4	I2	H2	H4	HC4	I4	IC4
		HC3				
5	I4	H4	-	HC5	-	IC5
		HC4				



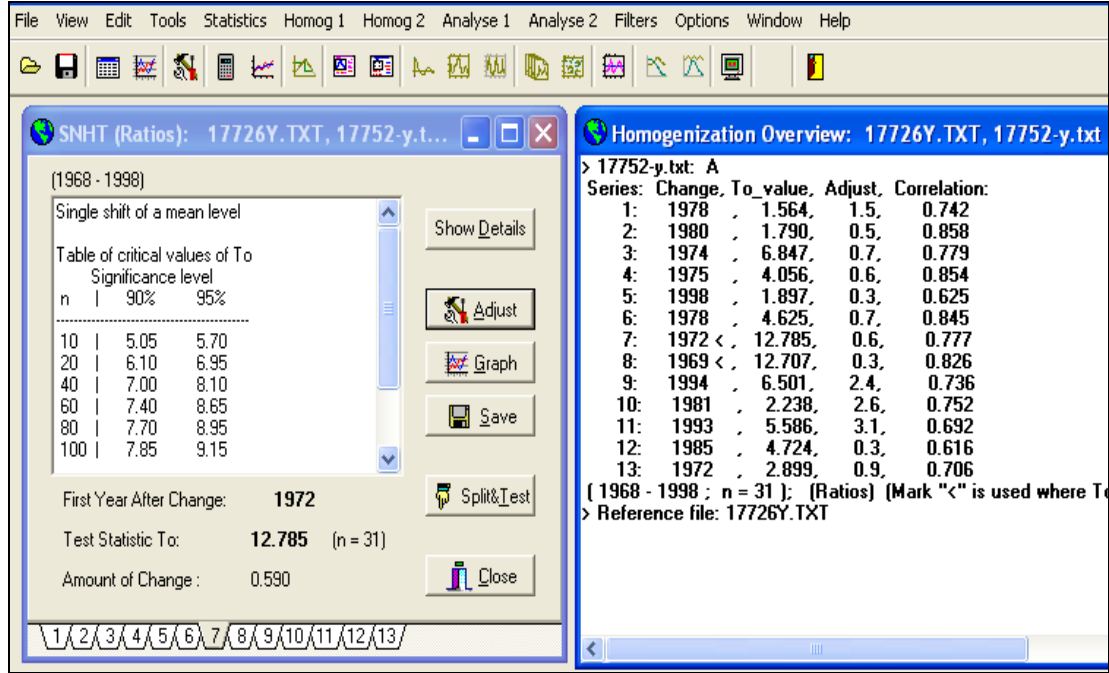
Şekil 32. Yağış serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları

SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonucunda homojen olarak karar verilen istasyonlardan, 111 istasyon değerlendirme ölçütlerine göre doğrudan homojen olarak elde edilmiştir. Diğer taraftan, 83 adet istasyonda 1 aya ait serilerde homojen yapının bozulduğu durum tespit edilmiş olup bunlardan 53 adet istasyon düzeltme faktörleri ve korelasyonlarına bakılarak homojen olarak kabul edilmiştir.

SNHT yöntemi 1. işlem adımında “*düzeltilmeli*” şeklinde kararlaştırılan istasyonlar düzeltme faktörleri ve referans istasyonları temel alınarak Anclim programında düzeltilmiştir. Bu düzeltme işlemi sırasında test istasyonuna ait yağış verilerinin doğal yapısının bozulmamasına dikkat edilmiştir. Buna bir örnek verecek olursak, 17752 (Emirdağ) istasyonu için, 17726 (Sivrihisar) istasyonu referans istasyonu olarak seçilerek analiz gerçekleştirilmiştir (Şekil 33). 17752 nolu istasyonda Nisan ayı için (7.seri) 1972 yılında ve Mayıs ayı (8. seri) ise 1969 yılında homojen olmayan yapı tespit edilmiştir (Şekil 34). 17752 istasyonu için, düzeltme faktörü ve homojen olmayan yapının tespit edildiği yıllar dikkate alınarak 2. işlem adımında tekrar analiz edilmeden önce “*düzeltilme*” yapılmalıdır.



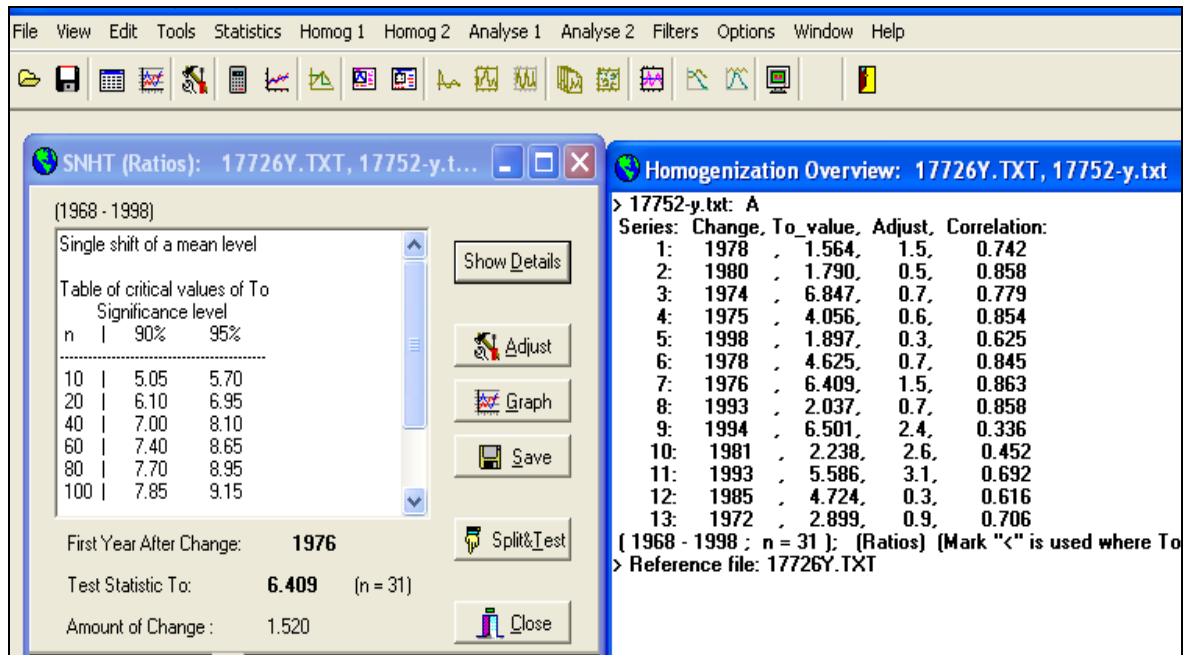
Şekil 33. 17752 nolu istasyonun genel yerleşimi



Şekil 34. 17752 ve 17726 istasyonları arasındaki homojenlik testi sonuçları

Nisan ayına ait seride homojen olmayan yapı 1972 yılında tespit edildiği için bu seride düzeltme işlemi değişimin olduğu 1972 yılından önceki veriler için yapılmıştır. Bu seriye ait 1972 yılından sonraki 26 yıllık veriyi değiştirmek yerine değişimin olduğu yıldan önceki 5 yıla ait veriler *düzeltilme oranı/katsayısı* temel alınarak düzeltilmiştir (Şekil 34). Mayıs ayına ait seride homojen olmayan yapı 1969 yılında tespit edildiği için bu seride düzeltme işlemi değişimin olduğu 1969 yılından önceki veriler için yapılmıştır.

Her iki aya ait seriler için düzeltme oranlarının seçimi (0.35) ve düzeltme yapılacak yılların seçiminden sonra *düzeltilme* gerçekleştirilmiştir. 17752 nolu istasyonda düzeltme işleminden sonra elde edilen yeni seriler kullanılarak SNHT yöntemi ile homojenlik analizinin 2. işlem adımı gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 35'te verilmiştir. Şekil 35'ten de görüldüğü gibi SNHT yöntemi 1. işlem adımında homojen olmayan yapı tespit edilen Nisan ve Mayıs aylarına ait (7. ve 8. seriler) serilerde düzeltme yapıldıktan sonra 2. işlem adımında homojen yapı tespit edilmiştir. Bu düzeltme işlemi, homojen olmayan yapıya sahip ve “*düzeltilmelidir*” olarak kararlaştırılan diğer istasyonlar için de yapılmıştır. Literatürde, düzeltme yapıldıktan sonra homojen olarak belirlene istasyon sayısı toplam istasyon sayısının en fazla %10'u kadar olması önerilmiş ve bu projede de bu oran dikkate alınmıştır. SNHT yöntemi 2. işlem adımında “*homojen*” ve “*düzeltilmeli*” şeklinde belirlenen istasyon sayısı Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 35. 17752 nolu istasyon için düzeltme işleminden sonra homojenlik testi sonuçları

SNHT yöntemi 1. işlem adımında homojen istasyon sayısı 164 (H1) iken düzeltme yapıldıktan sonra 2. işlem adımında homojen istasyon sayısı 176 (H2) olmuştur. Buna göre homojen olmayan istasyon sayısı 1. işlem adımında 65 iken (I1), 2. işlem adımı sonucunda 53 (I2) olarak tespit edilmiştir. SNHT yöntemi 3. işlem adımında ise I2 olarak tanımlanan ve 2. işlem adımında homojen olmayan 53 istasyon için test uygulanmıştır.

Bu test istasyonlarının analizinde referans istasyonu olarak 2. işlem adımında H2 olarak tanımlanan 176 adet homojen istasyon ve I2 olarak tanımlanan 53 adet homojen olmayan istasyon kullanılmıştır. I2 olarak tanımlanan 53 istasyon için homojenlik testinden önce, düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. SNHT yöntemi 2. işlem adımında, homojen olmayan ve düzeltildikten sonra test edilen 53 istasyondan 5 adet istasyonda (HC3) homojen yapı, 48 istasyonda (IC3) ise homojen olmayan yapı belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Yağış serileri için SNHT yöntemi 2. ve 3. işlem adımı sonuçları

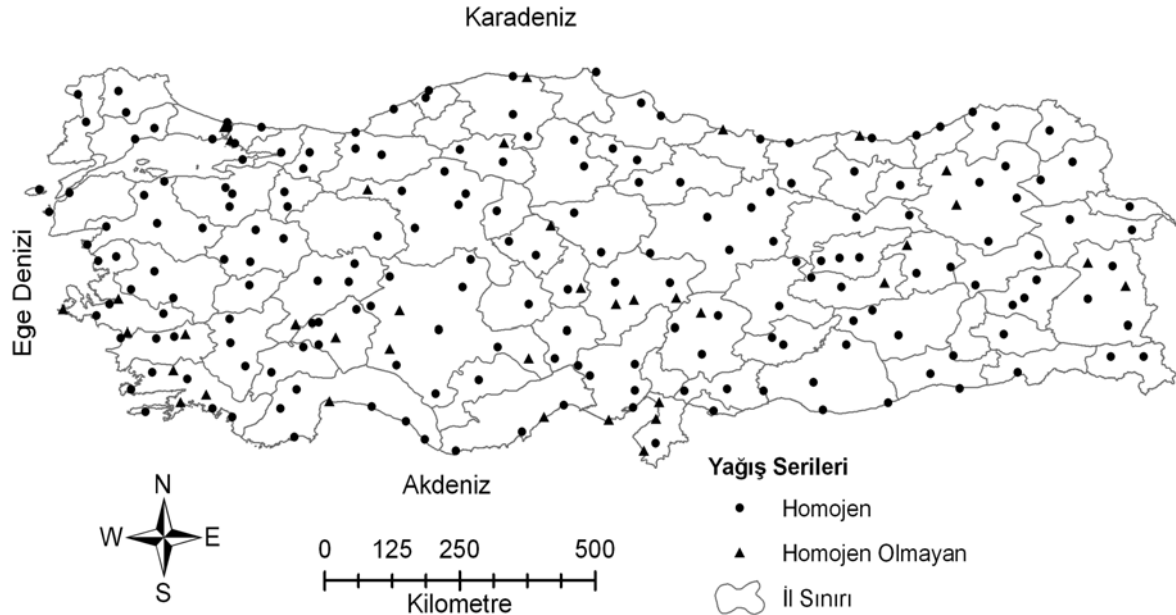
İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
1	229	229	164	-	65	-
2	229	164	176	-	53	-
		65				
3	53	176	-	5	-	48
		65				
4	H2	H2	H4	HC4	I4	IC4
	I2	HC3				
5	I4	H4	-	HC5	-	IC5
		HC4				

Homojenlik testinin dördüncü aşamasında, H2 olarak tanımlanan 176 istasyon ve I2 olarak tanımlanan 53 istasyon, H2 (176 istasyon) ve HC3 (5 istasyon) referans serileri kullanılarak yeniden test edilmiştir. Bu test işleminde, H2 (176 istasyon) olarak tanımlanan uygulanması sonucunda, H4 (176 istasyon) homojen istasyonlar ve en az bir tane homojen olmayan seri içeren I4 olmak üzere 2 alt seri elde edilmiştir. Düzeltilmiş 53 istasyonun (I2) uygulanması sonucunda ise, homojen serileri içeren HC4 (15 istasyon) ve en az iki tane homojen olmayan seri içeren IC4 (38 istasyon) olmak üzere 2 alt seri grubu elde edilmiştir (Tablo 8). SNHT yönteminin beşinci ve son işlem adımında, I4 olarak tanımlanan istasyonların test edilmesinde referans serisi olarak homojen yapıya sahip (H4) ve düzeltmeden sonra homojen HC4 serileri kullanılmıştır.

Ancak burada, 4. işlem adımı sonucunda I4 elde edilmediği için 5. işlem adımından elde edilen sonuçlar Tablo 9'daki gibi olmuştur. SNHT yöntemi işlem adımlarının sonucuna göre, *homojen seriler*: H4 (176 istasyon), HC4 (16 istasyon) ve HC5 (0) olmak üzere 192 istasyondan, *homojen olmayan seriler*: IC4 (37 istasyon) ve IC5 (0) gruplarının toplamı olan 37 istasyondan oluşmaktadır (Şekil 36).

Tablo 9. Yağış serileri için SNHT yöntemi 4. ve 5. işlem adımı sonuçları

İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
1	229	229	164	-	65	-
2	229	164	176	-	53	-
		65				
3	53	176	-	5	-	48
		65				
4	176	176	176	16	-	37
	53	5				
5	-	174	-	-	-	-
		19				



Şekil 36. Yağış serileri için SNHT yöntemi ile yapılan homojenlik testi sonucunda istasyonların yerleşimi

SNHT yöntemi ile yağış serileri için homojenlik testi yapılırken homojen olmayan yapıya özellikle Mayıs – Haziran – Temmuz – Ağustos aylarına ait serilerde rastlanmıştır. Bu durum özellikle coğrafi olarak olumsuzluk içeren bölgelerdeki istasyonlarda daha fazla tespit edilmiştir. Diğer taraftan İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yer alan istasyonlar için yapılan homojenlik testinde uygun referans istasyonlarının bulunması oldukça güç olmuştur. Bunun nedeni, özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde oldukça geniş bir alanda az sayıda istasyon bulunması, bu istasyonların birbirlerine olan uzaklıklarının fazla olması ve bölgenin dağlık bir yapıya sahip olması şeklinde açıklanabilir.

#### **6.4. Sıcaklık Serileri için Homojenlik Testi**

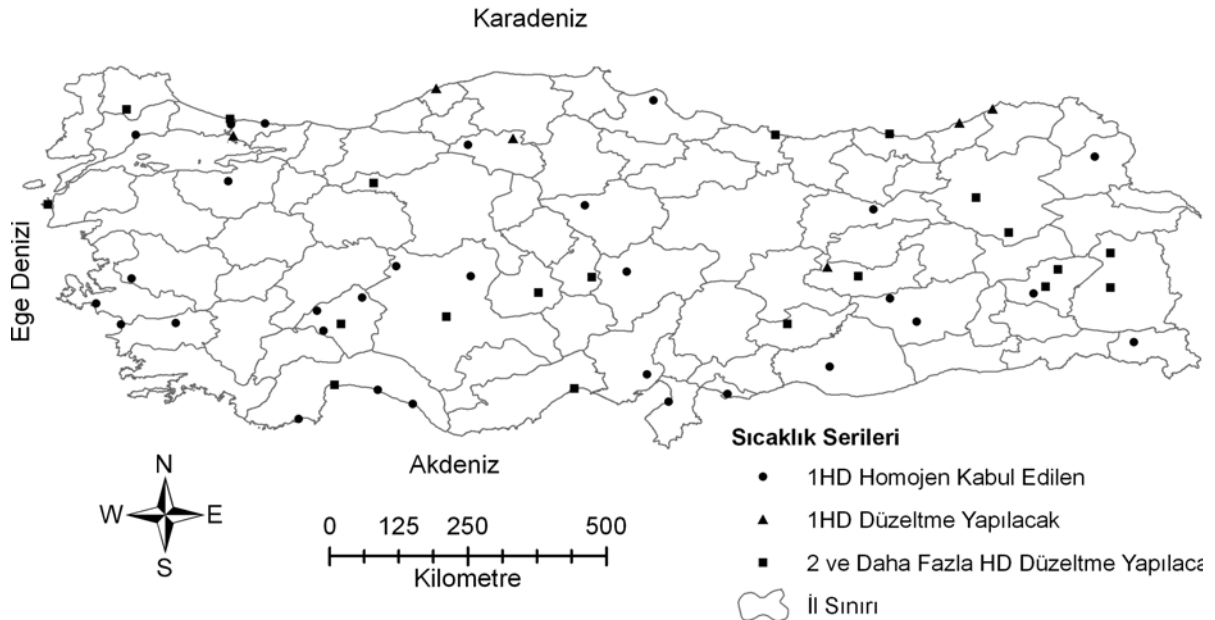
Yağış serilerinde olduğu gibi sıcaklık serileri için de homojenlik testi uygulanmış ve en uygun referans serisine karar vermek için test istasyonu ile referans istasyonu arasındaki korelasyonlara ve düzeltme faktörlerine bakılmıştır. Bu test uygulanırken sıcaklık serileri için test ve referans serileri arasındaki fark dikkate alınmıştır. SNHT yöntemi sıcaklık serilerine uygulanırken ilk önce bütün seriler test istasyonu olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca, en uygun referans serilerini bulmak için bütün seriler muhtemel referans istasyonu olarak düşünülerek 1. adımı başlatılmış ve 229 istasyon hem test ve hem de referans istasyonu olarak dikkate alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda, 229 istasyondan, 173 istasyonda homojen yapı (EK-5), 36 istasyonda 1 aya ait seri için homojen olmayan yapı ve 20 istasyonda ise 2 ve daha çok aya ait serilerde homojen olmayan yapı belirlenmiştir. Sıcaklık serileri için 1 aya ait seri için homojen olmayan 36 istasyondan, 30 istasyon düzeltme katsayılarına ve istasyonun coğrafi konumu ve çevresindeki mevcut istasyonların yerleşimi de dikkate alınarak homojen kabul edilmiştir.

Ayrıca, 1 aya ait homojen olmayan yapıya sahip istasyonlardan 6 adedi ise “*düzeltilmeli*” şeklinde tespit edilmiştir. Diğer taraftan 2 ve daha fazla aya ait serilerde homojen olmayan yapı tespit edilen istasyonlar incelendiğinde, homojen olmayan serilerde homojen yapıyı bozan yıllar arasında 5 yıldan daha fazla yıl farkı var ise bu istasyonlar listeden çıkarılmıştır. Ancak homojen olmayan serilerde homojen yapının bozulduğu yıllar arasındaki yıl farkı 5 yıldan az olanlar “*düzeltilmeli*” şeklinde belirlenmiştir. Sıcaklık serileri için 1. işlem aşamasında, H1 grubunda 203 istasyon, H2 grubunda ise 26 istasyon yer almıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları

İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
<b>1</b>	<b>229</b>	<b>229</b>	<b>203</b>	-	<b>26</b>	-
2	Tüm Seriler	H1	H2	-	I2	-
		I1				
3	I2	H2	-	HC3	-	IC3
		I2				
4	I2	H2	H4	HC4	I4	IC4
		HC3				
5	I4	H4	-	HC5	-	IC5
		HC4				

SNH yöntemi 1. işlem adımı sonucunda: (i) 1 aya ait serilerde homojen yapının bozulduğu tespit edilip homojen kabul edilen (*1HD Homojen kabul edilen*), (ii) 1 aya ait serilerde homojen yapının bozulduğu tespit edilip düzeltme yapılacak (*1HD Düzeltme yapılacak*), (iii) 2 ve daha fazla ait serilerde homojen yapının bozulduğu tespit edilen ve düzeltme yapılacak (*2 ve daha fazla HD Düzeltme yapılacak*) istasyonların yerleşimi Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi 1. işlem adımı sonuçları



SNHT yöntemi 1. işlem adımında “*düzeltilmeli*” şeklinde kararlaştırılan istasyonlar düzeltme faktörleri ve referans istasyonları temel alınarak düzeltilmiştir. Sıcaklık serilerinde de düzeltme yapıldıktan sonra homojen olarak elde edilen istasyonların sayısının toplam istasyon sayısının en fazla % 10’unu geçmemesine dikkat edilmiştir.

SNHT yöntemi 2. işlem adımında, homojen olarak belirlenen istasyon sayısı 203 (H1), düzeltme yapıldıktan sonra homojen olarak belirlen istasyon sayısı 204 (H2) olmuştur (Tablo 11). Sıcaklık serileri için 3. işlem adımında, I2 olarak tanımlanan ve 2. işlem adımında homojen olmayan yapıya sahip istasyonlar için test uygulanmış ve sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi 2. ve 3. işlem adımı sonuçları

İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
<b>1</b>	<b>229</b>	<b>229</b>	<b>203</b>	-	<b>26</b>	-
<b>2</b>	<b>229</b>	<b>203</b>	<b>204</b>	-	<b>25</b>	-
		<b>26</b>				
<b>3</b>	<b>25</b>	<b>204</b>	-	<b>13</b>	-	<b>12</b>
		<b>25</b>				
4	204	204	H4	HC4	I4	IC4
	25	13				
5	I4	H4	-	HC5	-	IC5
		HC4				

Tablo 11’de verilen sonuçlara göre, 2. işlem adımında homojen olmayan ve düzeltildikten sonra test edilen 25 istasyondan, 13 istasyonda (HC3) homojen yapı tespit edilirken, 12 istasyonda (IC3) ise homojen olmayan yapı belirlenmiştir. Homojenlik testinin bu aşamasında H2 olarak tanımlanan 204 istasyon ve I2 olarak tanımlanan 25 istasyon tekrar test edilmiştir. Bunun için referans serisi olarak homojen seriler H2 (204 istasyon) ve HC3 (13 istasyon) serileri kullanılmıştır.

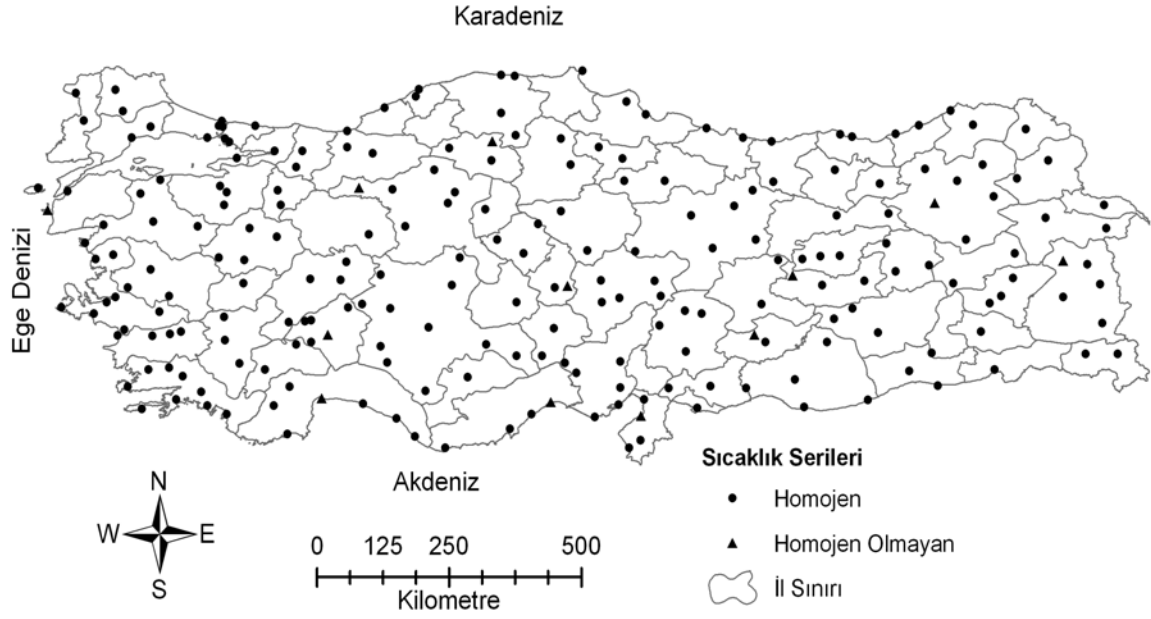
Bu test işleminde, H2 olarak tanımlanan istasyonların uygulanması sonucunda 2 alt seri elde edilmiştir. Bunlar, H4 (204 istasyon) ve en az bir tane homojen olmayan seri içeren I4 (0) şeklindedir. Düzeltilmiş 25 istasyonun (I2) uygulanması sonucunda ise yine 2 alt seri grubu elde edilmiştir. Bunlar, homojen serileri içeren HC4 (13 istasyon) ve en az iki tane homojen olmayan seri içeren IC4 (12 istasyon) olarak verilebilir (Tablo 11).

SNHT yönteminin beşinci ve son işlem adımında, I4 olarak tanımlanan istasyonların test edilmesinde referans serisi olarak homojen yapıya sahip (H4) ve düzeltmeden sonra homojen HC4 serileri kullanılmıştır. Ancak burada, 4. işlem adımı sonucunda I4 elde edilmediği için 5. işlem adımından elde edilen sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir. SNHT yöntemi işlem adımlarının sonucunda, *homojen seriler*: H4 (204 istasyon), HC4 (13 istasyon) ve HC5 (0 istasyon) gruplarının toplamı olan 217 istasyondan, *homojen olmayan seriler*: IC4 (12 istasyon) ve IC5 (0) gruplarının toplamı olan 12 adet istasyondan oluşmaktadır.

SNHT yöntemi ile “*homojen*” ve “*homojen olmayan*” olarak belirlenen istasyonların yerleşimi Şekil 38’de gösterilmiştir. Ayrıca bu istasyonların detayları EK 6’da tablo halinde verilmiştir.

Tablo 12. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi ile homojenlik analizi sonuçları

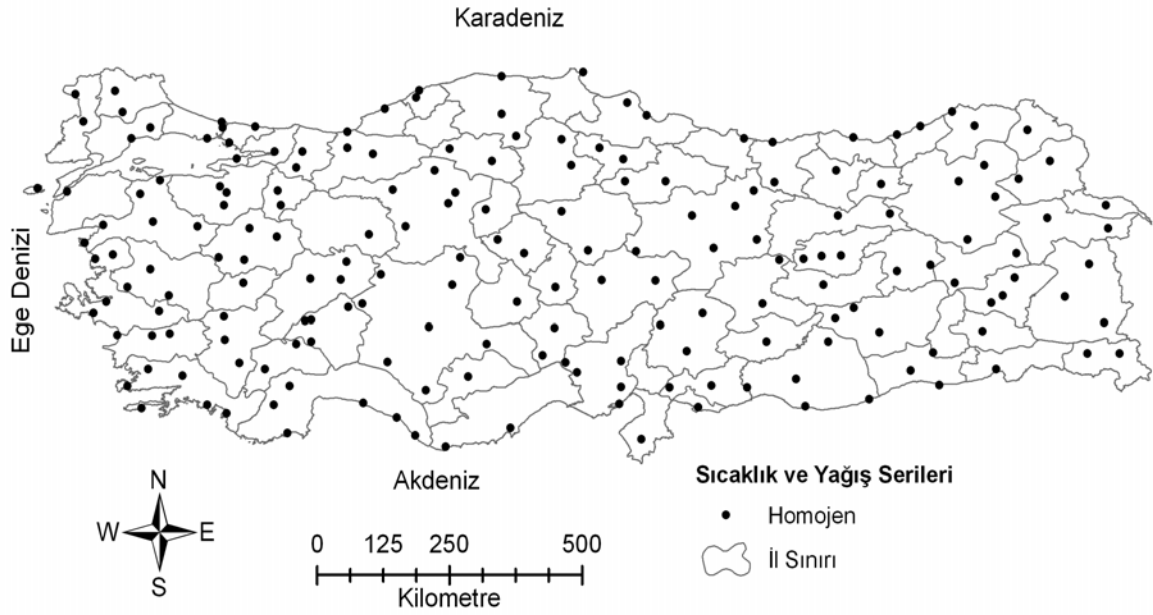
İşlem Adımı	Giriş Serileri		Çıkış Serileri			
	Test	Referans	H	HC	I	IC
1	229	229	203	-	26	-
2	229	203	204	-	25	-
		26				
3	25	204	-	13	-	12
		25				
4	204	204	204	13	-	12
	29	13				
5	-	204	-	-	-	-
		13				



Şekil 38. Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi sonucunda istasyonların dağılımı

Bu proje kapsamında Türkiye genelinde yağış ve sıcaklık serileri kullanılarak yapılacak olan kümeleme analizinde yukarıda detaylı bir şekilde verilen homojenlik testi ile homojen olarak kararlaştırılan istasyonlar kullanılacaktır. Bu test sonuçlarına bakıldığında, yağış serileri için 192 istasyonda homojen ve 37 istasyonda ise homojen olmayan yapı tespit edilmiştir. Diğer taraftan sıcaklık serileri için 217 istasyonda homojen yapı ve 12 istasyonda ise homojen olmayan yapı belirlenmiştir. Bu homojenlik testi sonucunda elde edilen çıktıların bundan sonraki çalışmalar için bir alt yapı oluşturacağı düşünülmektedir.

Bu proje kapsamında bu işlemlerden sonra yapılacak kümeleme analizlerinde daha doğru ve hassas bir sınıflandırma ve değerlendirme için ortak sıcaklık ve yağış istasyonlarının kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle, projenin bundan sonraki aşamalarında ortak bir değerlendirme ve analizler için yağış ve sıcaklık istasyonları incelenerek ortak istasyonlar belirlenmiş, ortak olmayan istasyonlar çıkarılmıştır. Bu incelemeler sonucunda Türkiye genelinde yağış ve sıcaklık seriler tam olan ve homojenlik testinden geçen 188 adet istasyon proje kapsamında bundan sonraki analizler kullanılmak üzere belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda homojen olarak kararlaştırılan istasyonların genel yerleşimi Şekil 39'da gösterilmiştir. Ayrıca, bu proje kapsamında bundan sonraki analizlerde kullanılacak istasyonların detayları tablo halinde EK 7'de verilmektedir.



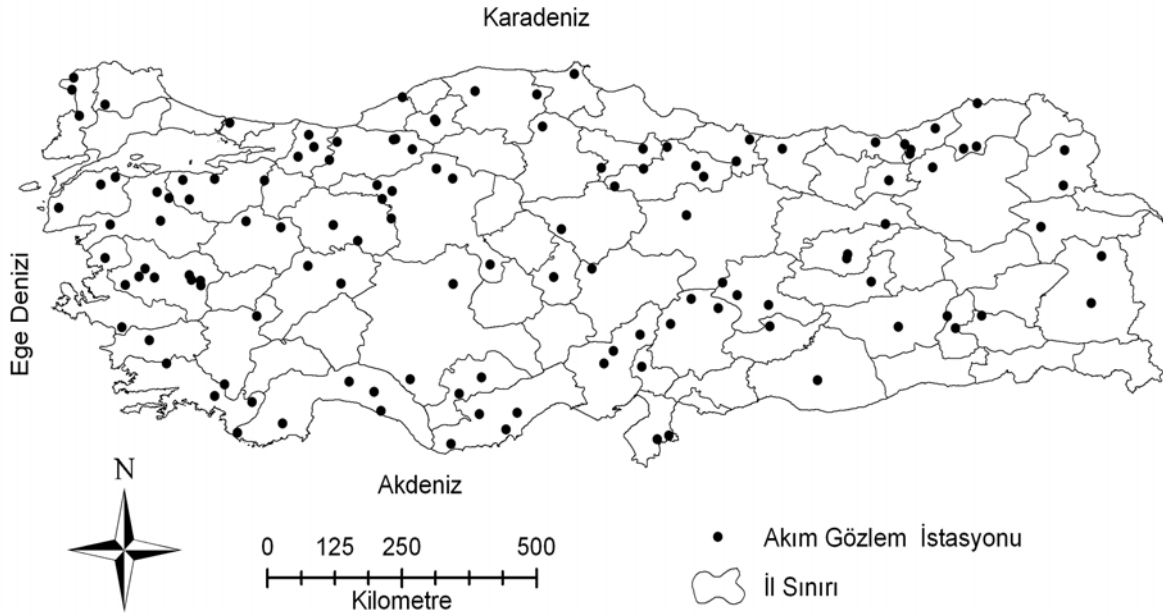
Şekil 39. Sınıflandırmada kullanılmasına karar verilen meteoroloji istasyonları

Şekil 35 incelendiğinde, eksik veri analizi ve homojenlik testi sonucunda Türkiye geneli için homojen bir şekilde dağılmış bir yapı elde edilmiştir. Türkiye genelindeki Büyük Klima istasyonlarındaki yağış serilerine bakıldığında 38 istasyon oldukça fazla eksik veriye sahip ve 71 istasyon 5 yıldan daha az eksik veriye sahip iken, 158 istasyonda eksik veriye rastlanmamıştır. Bu eksik veri analizi sonucunda elde edilen eksik veriye sahip istasyonların, genel olarak çok geniş alanlara sahip Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde yer aldığı görülmektedir.

### 6.5. Akım Serileri için Homojenlik Testi

Proje kapsamında meteoroloji istasyonları için homojenlik analizi yapıldıktan sonra, akım gözlem istasyonları için de homojenlik analizi gerçekleştirilmiştir. Literatürde akım verileri için yapılan homojenlik testi yöntemlerine bakıldığında RUN testinin en çok uygulanan yöntem olduğu görülmektedir. RUN testi uygulanırken yıllık maksimum akımlar, yıllık minimum akımlar, yıllık ortalama akımlar ve 12 aya ait aylık ortalama akımlar için ayrı ayrı analiz gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, RUN testi sonuçlarını değerlendirirken %95 anlamlılık seviyesine karşılık gelen test istatistiği kritik değerleri kullanılmıştır (%95 anlamlılık seviyesi için test istatistiği sınırları  $\pm 1.95$ ).

Akım serileri için yapılan testte bazı istasyonlarda test istatistik değerinin kritik sınır değerlerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Bu tür duruma sahip istasyonlar bulunduğu akarsuyun yıllık ve aylık debileri ve drenaj alanları da göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Yani bu grupta yer alan istasyonun yer aldığı havzada ve akarsu üzerinde o bölgeyi temsil eden diğer istasyonların bulunması durumuna göre istasyon listeden çıkarılmış ya da rastgele kabul edilmiştir. Akım gözlem istasyonları belirlenirken projenin ilk çalışma döneminde memba durumu ve doğal yapının bozulup bozulmaması durumları detaylı olarak incelendiğinden dolayı bu ölçütleri sağlayan istasyonlar sınırlı sayıdadır. Bu nedenle RUN testi sonuçları değerlendirilirken test istatistiği değerlerinin yanı sıra yukarıda bahsedilen ölçütler de dikkate alınmıştır. Bu detaylı değerlendirmeler sonucunda kararlaştırılan 117 istasyonun dağılımı Şekil 40'da ve bu istasyonların detayları EK-8'de verilmiştir.



Şekil 40. Kümeleme analizinde kullanılmasına karar verilen akım gözlem istasyonları

## 7. YAĞIŞ SERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

### 7.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Yağış Serilerinin Sınıflandırılması

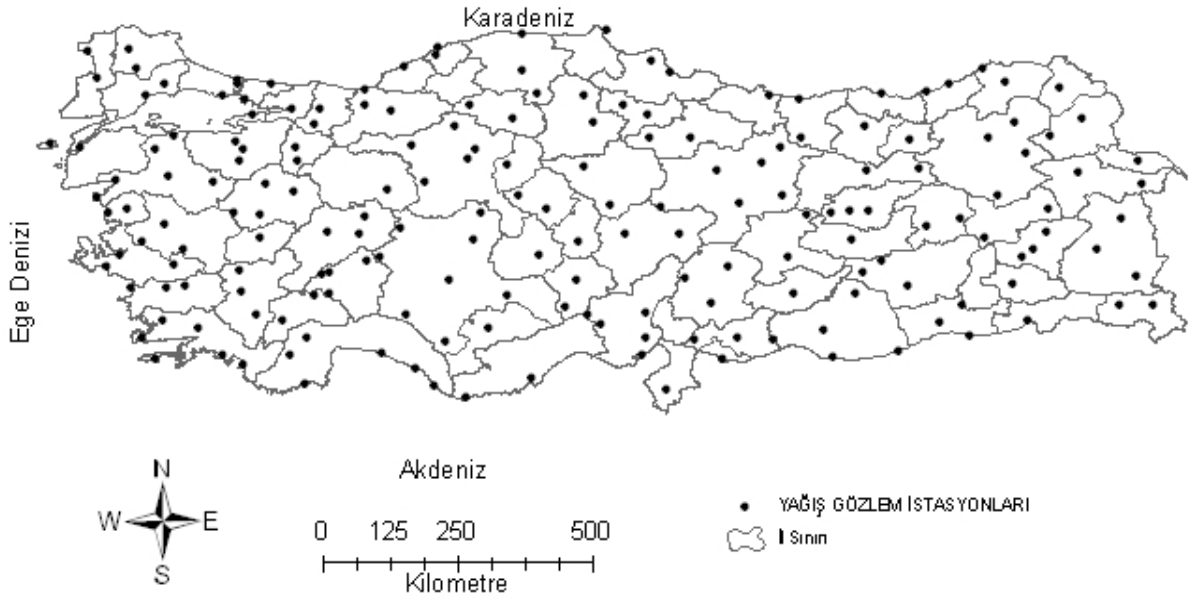
Projenin bu aşamasında bulanık kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bunun için farklı değişken sayılarına sahip 8 farklı veri seti oluşturulmuş ve her biri için kümeleme ve bölgesel homojenlik testi yapılmıştır. Yağış serilerinin sınıflandırılması ve homojen bölgelerin belirlenmesi temel olarak;

- Değişkenlerin ve özellik vektörünün seçimi
- Her bir veri seti kullanılarak kümeleme analizi
- Her bir veri seti kullanılarak belirlenen bölgelerdeki istasyonlar için uyumsuzluk
- Her bir veri seti kullanılarak belirlenen kümeler için bölgesel homojenlik testi

şeklinde verilebilir. Burada verilen bu işlem adımları yapılarak her bir veri seti için sonuçlar karşılaştırılmış ve bölgesel homojenlik testi ile yağış serileri için en uygun sınıflandırma belirlenmiştir.

#### 7.1.1. Kullanılan Veri

Kümeleme yöntemleri ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında ön analizler sonucunda belirlenen 188 adet yağış gözlem istasyonundan alınan yağış verileri ve bu istasyonlara ait koordinat ve yükselti verileri kullanılmıştır. Bunun için yıllık toplam yağışlar, yıllık toplam yağışların standart sapması ve değişim katsayısı, yağış gözlem istasyonlarına ait yükselti, enlem ve boylam değişkenlerinde oluşan 8 farklı veri seti oluşturulmuştur. Yağış serilerinin sınıflandırılması için oluşturulan veri setleri ve değişkenler Tablo 13'te verilmiştir. Şekil 41'de bu istasyonların genel yerleşimi görülmektedir. Şekilde verilen istasyonlara ait veriler kullanılarak sınıflandırmaya gerçekleştirilmiş ve belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır.



Şekil 41. Bulanık kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları

Tablo 13. Bulanık kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5
Veri Seti 3	188	P Pstd E B H	5
Veri Seti 4	188	P Pdk Pstd E B H	6
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17
Veri Seti 7	188	P Pstd P12AY E B H	17
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18

Burada, *P*; yıllık toplam yağış, *E* ve *B*; sırasıyla istasyona ait enlem ve boylam, *H*; istasyona ait yükseklik, *Pstd*; yıllık toplam yağışların standart sapması, *Pdk*; yıllık toplam yağışların değişim katsayısı, *P12AY*; aylık toplam yağış (12 ay için ayrı ayrı) şeklinde tanımlanabilir.

Tabloda verilen veri setleri; (i) sadece yıllık toplam yağışlar ve yıllık toplam yağışlar için hesaplanan istatistikler (Veri Seti 1, 2, 3 ve 4), (ii) yıllık toplam yağışlar, yıllık toplam yağışlar için hesaplanan istatistikler ve aylık toplam yağışlar (Veri Seti 5, 6, 7 ve 8) olmak üzere iki bölüme ayrılabilir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, farklı ölçeklere sahip değişkenlerin kümeleme sonuçlarını etkilediği belirtilmiş ve verilerin uygun dönüşüm fonksiyonları ile normalize edilmesi gerektiği önerilmiştir (LIN ve CHEN, 2006). Bu çalışmada da, veriler kümeleme analizinde kullanılmadan önce aşağıda verilen dönüşüm fonksiyonları kullanılarak normalize edilmiştir.

*Yıllık ya da Aylık toplam yağışlar, standart sapması ve değişim katsayısı*

$$P_{yi} = (P_i - P_{\min}) / (P_{\max} - P_{\min}) \quad (65)$$

*Enlem ve boylam*

$$Y_{yi} = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (66)$$

*Yükselti*

$$H_{yi} = H_i / H_{\max} \quad (67)$$

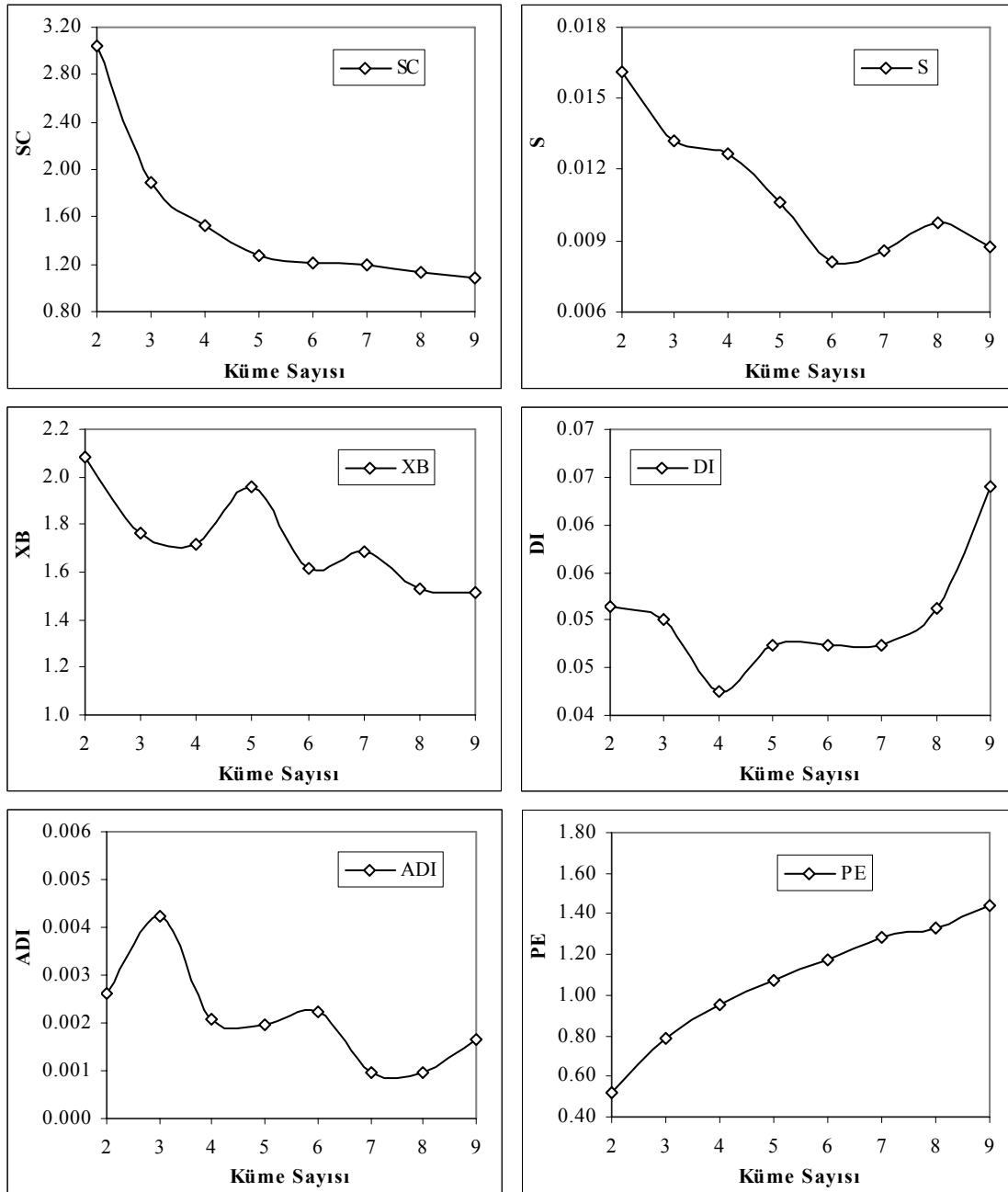
Burada,  $P_i$ ;  $i$  istasyonundaki toplam yağışlar (aylık ya da yıllık toplam yağış),  $P_{yi}$ ;  $i$  istasyonunda normalize edilmiş yağışlar (aylık ya da yıllık toplam yağış),  $P_{\max}$ ; maksimum yağış,  $P_{\min}$ ; minimum yağış,  $X_i$ ;  $i$  istasyonuna ait enlem ya da boylam,  $Y_{yi}$ ;  $i$  istasyonuna ait normalize edilmiş enlem ya da boylam,  $X_{\max}$ ; maksimum enlem ya da boylam,  $X_{\min}$ ; minimum enlem ya da boylam,  $H_i$ ;  $i$  istasyonuna ait yükselti,  $H_{yi}$ ;  $i$  istasyonuna ait normalize edilmiş yükselti,  $H_{\max}$ ; maksimum yükselti değerini temsil etmektedir.

Türkiye yağış serileri 8 farklı veri seti kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Bu 8 farklı veri setinin sınıflandırılmasında çeşitli indeksler hesaplanmış ve her bir durum için en uygun küme sayısı belirlenmiştir.



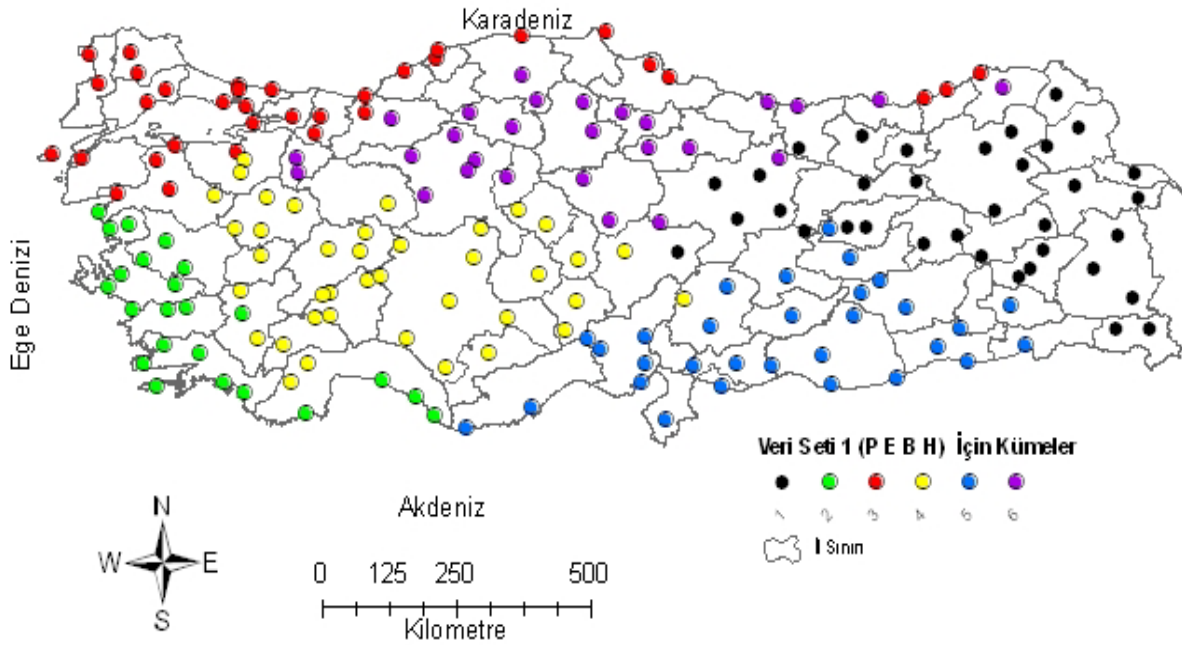
### Veri Seti 1 (P E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

Burada ilk önce sadece yıllık toplam yağışlardan ve istasyon koordinat ve yükselti bilgilerinden oluşan veri seti için sınıflandırma yapılmıştır. Bu değişkenlerin normalize edilmiş değerleri kullanılarak yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi Şekil 42’de görülmektedir.



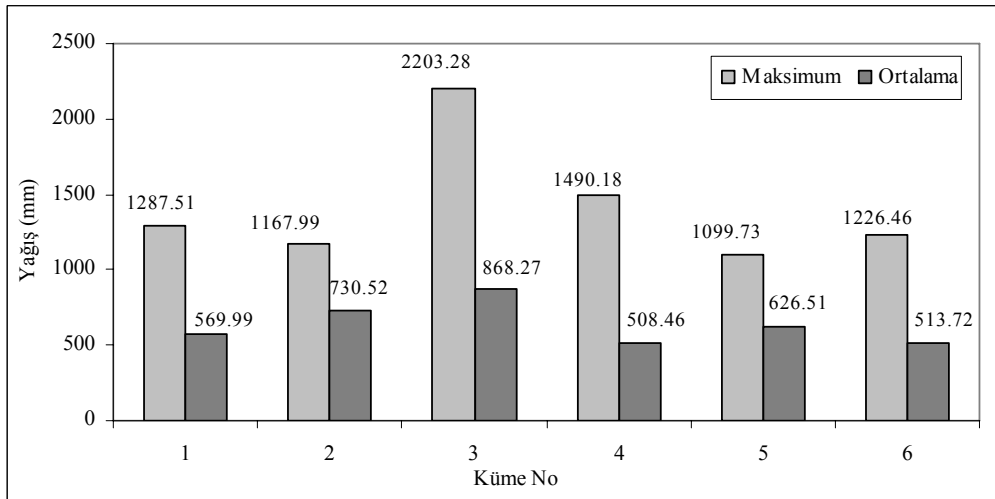
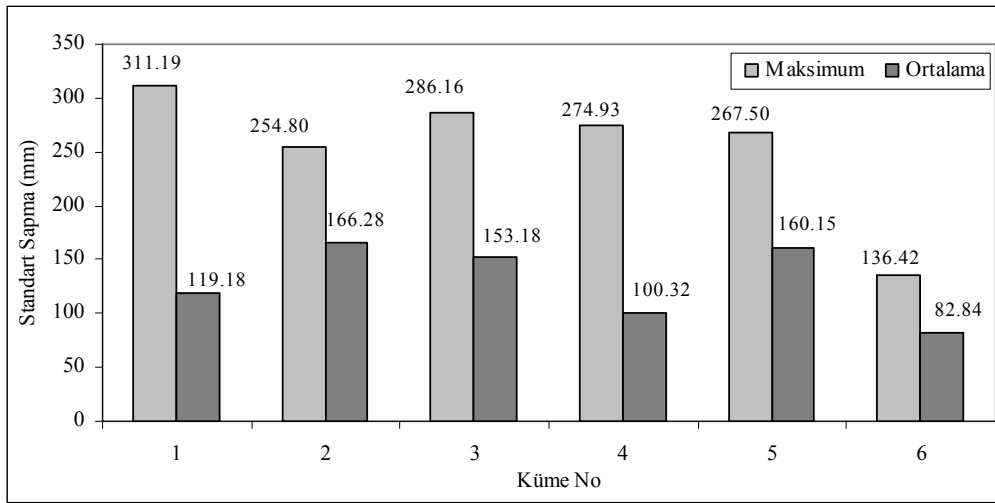
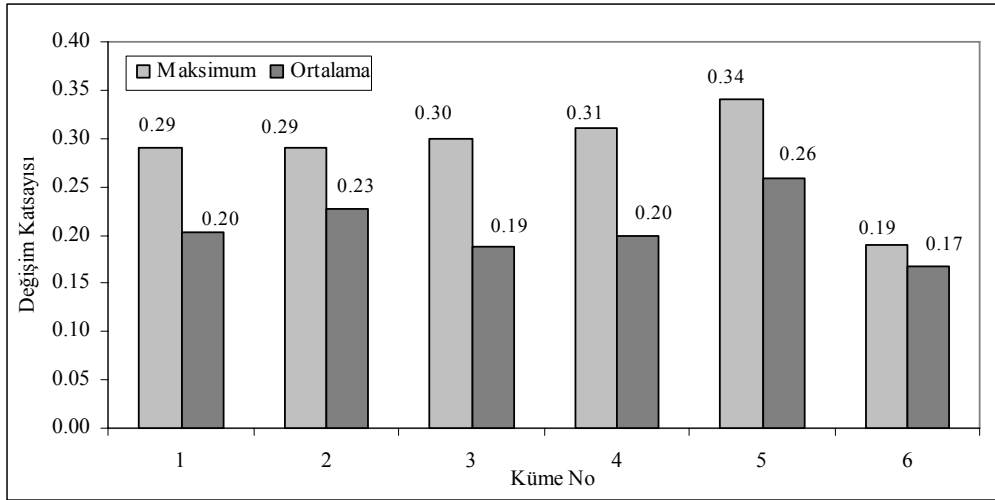
Şekil 42. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC ölçütü küme 6'dan sonra küçük değişimler göstermektedir. XB ve S ölçütleri karşılaştırıldığında en düşük değerlerin küme sayısı 6 için hesaplandığı görülmektedir. Diğer taraftan ADI ölçütünün en küçük değeri küme sayısı 7 için elde edilirken, DI ölçütünün küme sayısı 6 ve 7 genel olarak birbirine çok yakın hesaplanmıştır. Şekil 8'de verilen sonuçlara göre bulanık kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılması için en uygun küme sayısı 6 olarak kararlaştırılmıştır. Yağış serilerinin sınıflandırılması için, Veri Seti 1 (P E B H) kullanılarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen 6 kümeye ait istasyonların genel yerleşimi Şekil 43'te gösterilmektedir.



Şekil 43. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

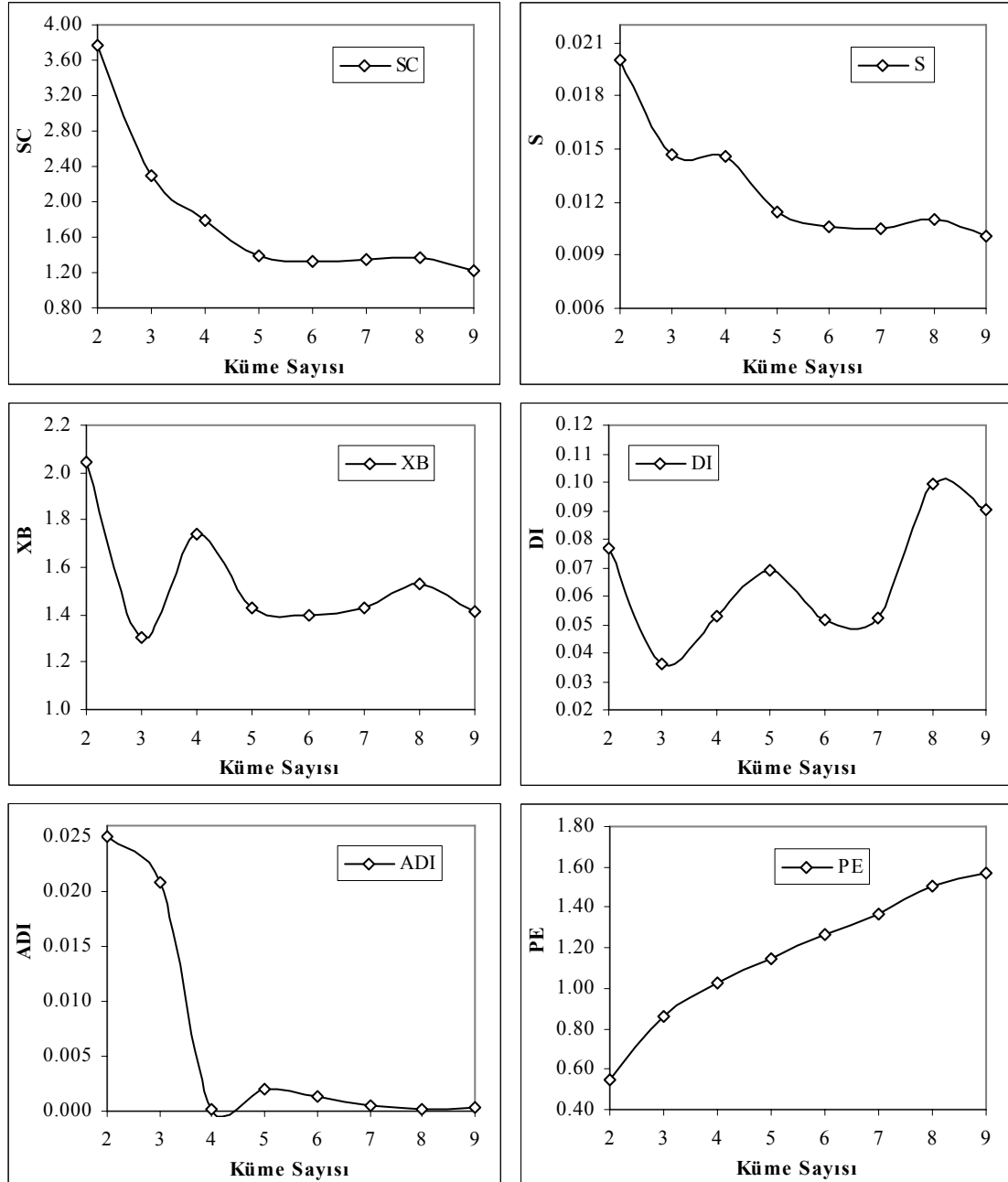
Belirlenen bölgelerdeki veri yapısını ortaya koymak için bölgelere ait ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 44'te gösterilmektedir.



Şekil 44. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

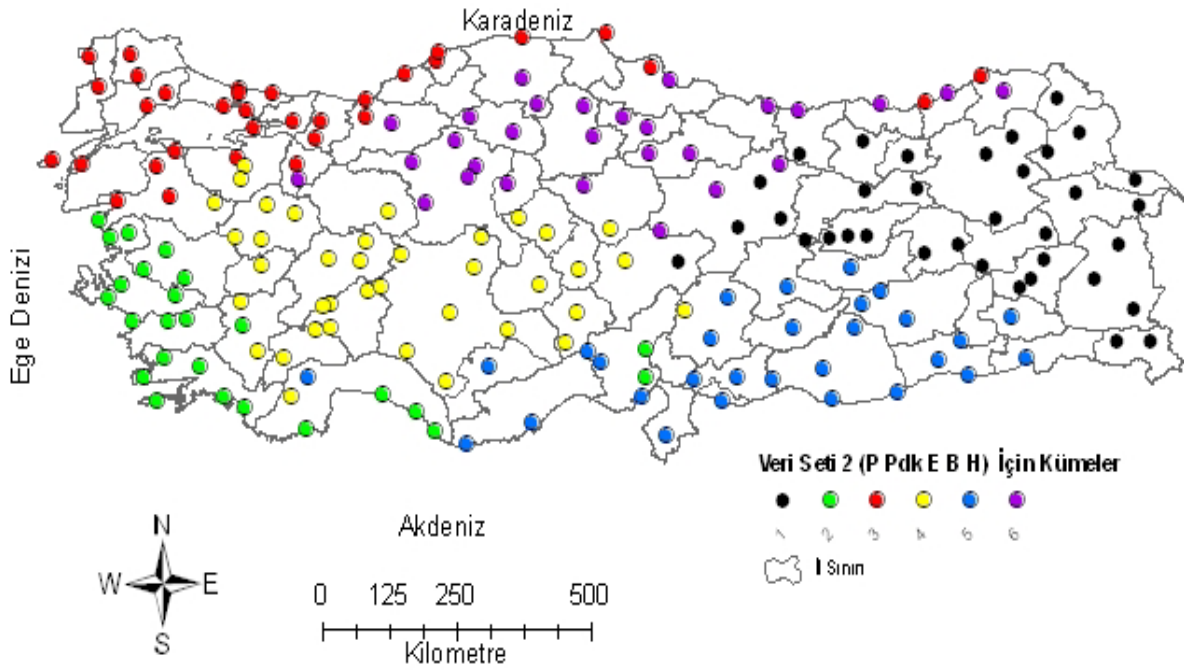
*Veri Seti 2 (P Pdk E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma*

Şekil 45'te Veri Seti 2 (P Pdk E B H) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.

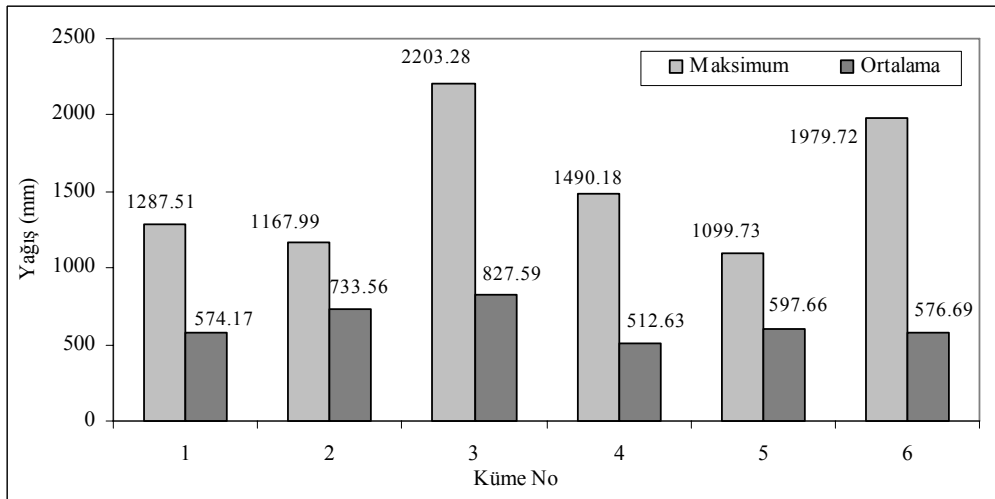
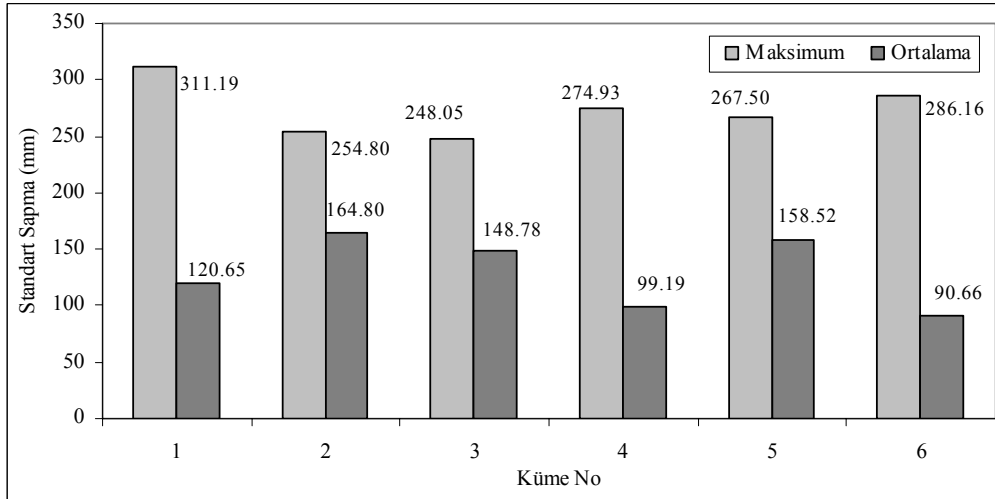
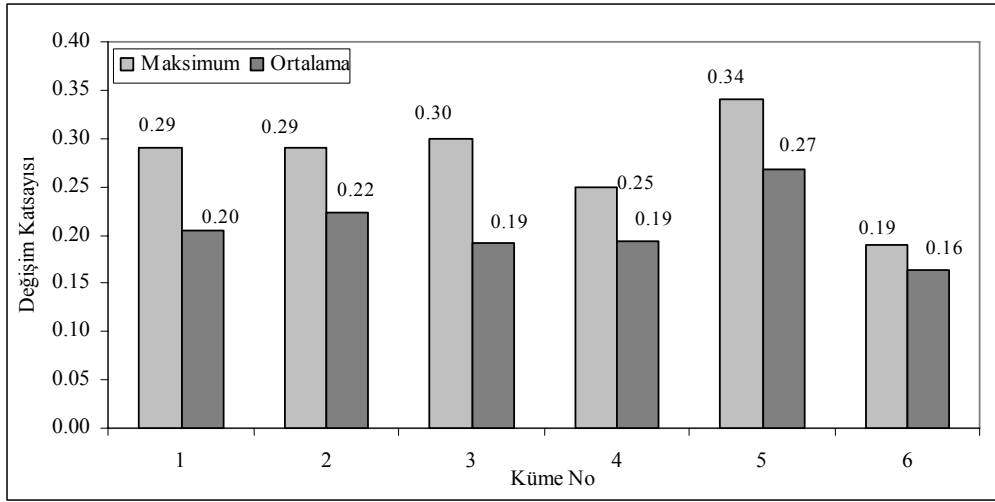


Şekil 45. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil 45'te SC, S ve ADI ölçütleri incelendiğinde, küme sayısı 6'dan sonra bu ölçütlerdeki değişim çok düşük seviyededir. Diğer taraftan XB ölçütü için en uygun değerin 6. kümede elde edildiği ve bu kümeden sonra artış olduğu görülmektedir. Şekil 45'te verilen sonuçlara göre Veri Seti 2 (P Pdk E B H ) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda küme 6 ve 7 için hesaplanan değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Yapılan bu değerlendirmelere göre en uygun küme sayısı 6 olarak seçilmiştir. Veri Seti 2 (P Pdk E B H) kullanılarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen 6 kümeye ait istasyonların genel yerleşimi Şekil 46'da gösterilmektedir. Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda bulanık kümeleme ile belirlenen 6 bölgedeki istasyonların/verilerin yapısını ortaya koymak için her bir bölgedeki ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 47'de verilmektedir.



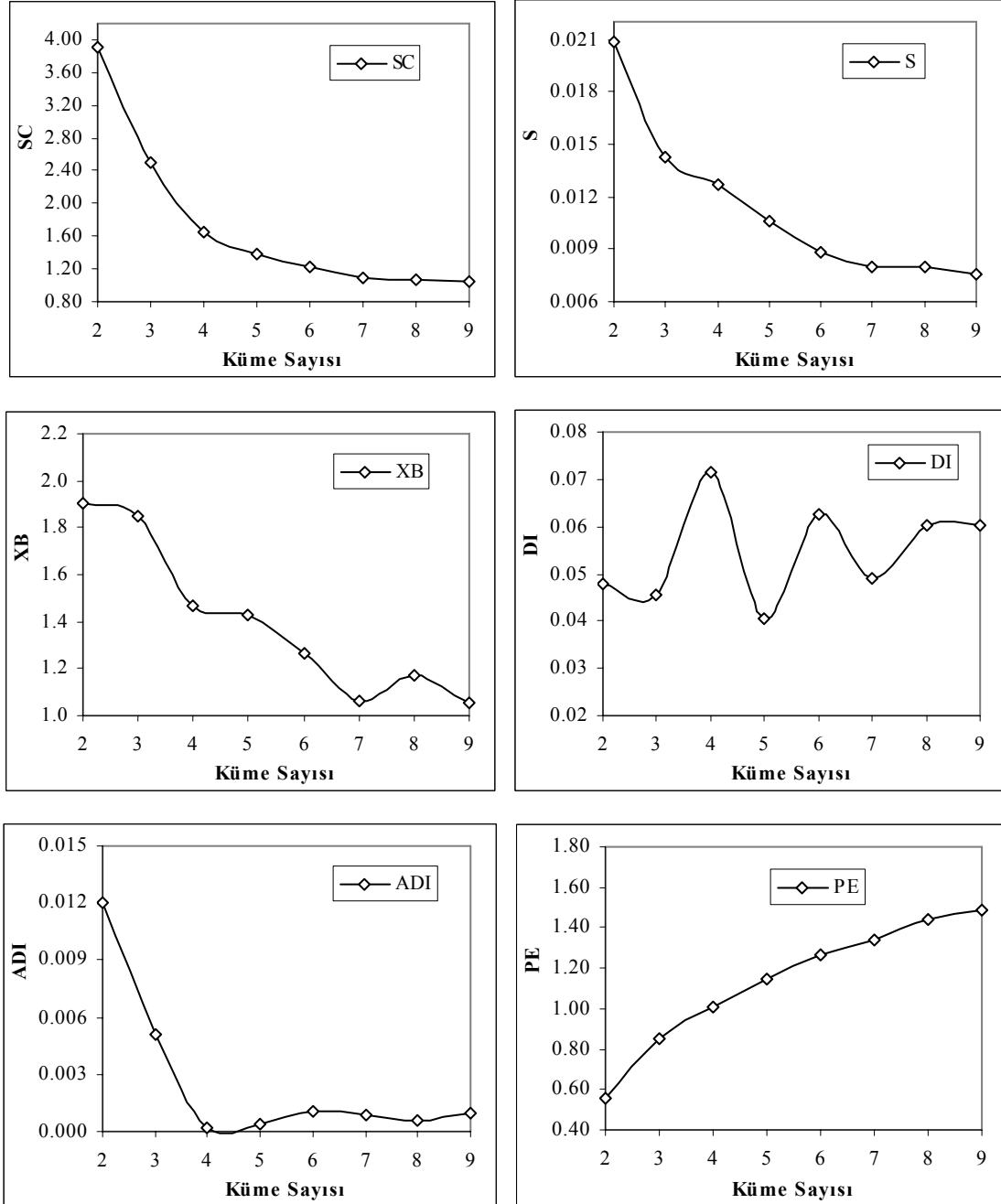
Şekil 46. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı



Şekil 47. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

Veri Seti 3 (P Pstd E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

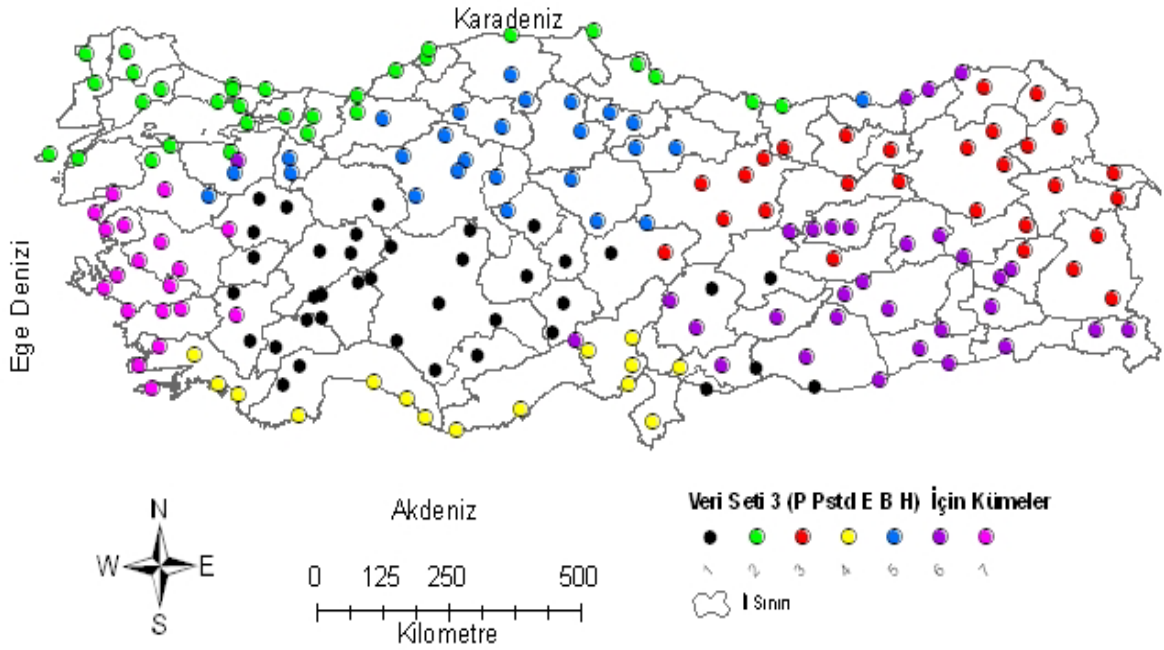
Şekil 48’de Veri Seti 3 (P Pstd E B H) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.



Şekil 48. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

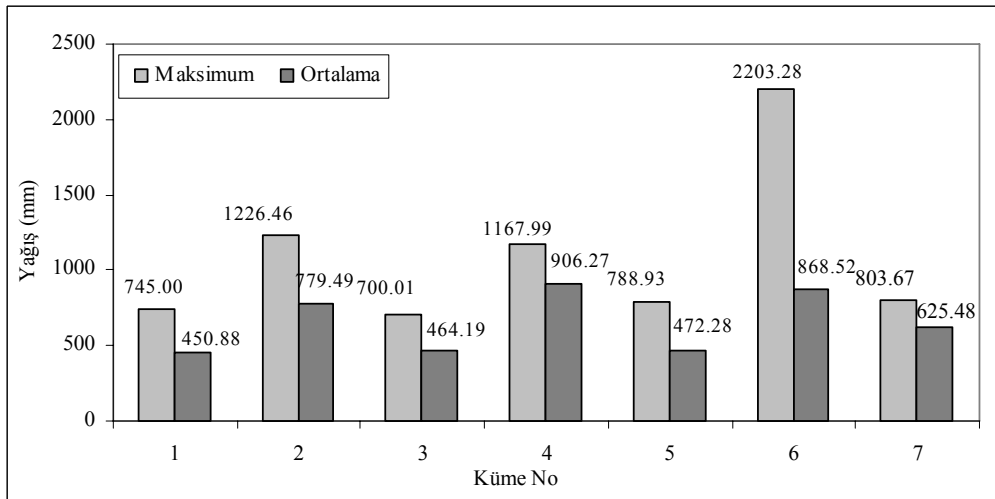
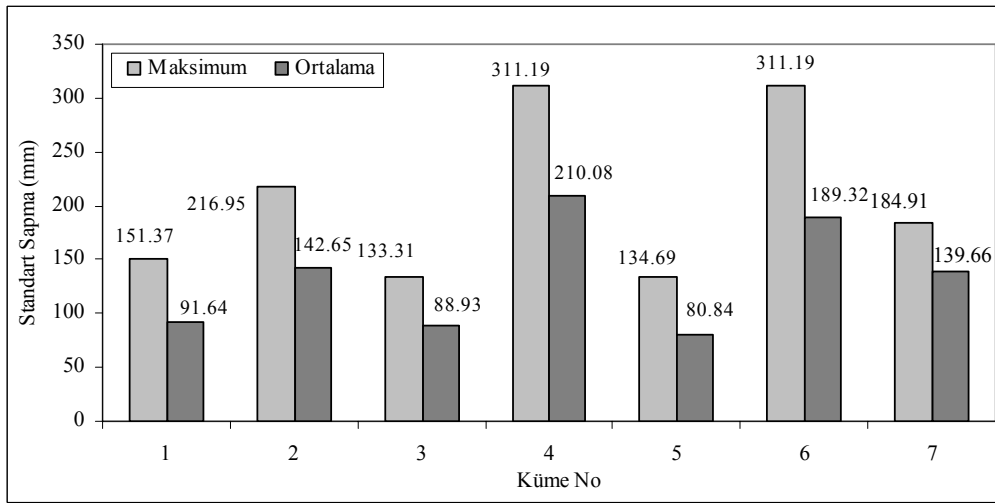
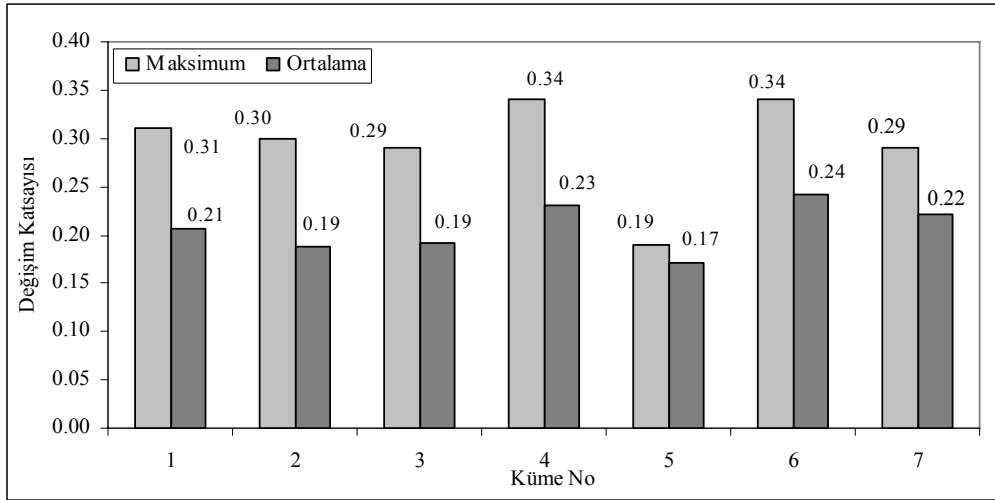
Şekil incelendiğinde SC, S ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 7'den sonra çok az değişmektedir. Ayrıca DI ölçütüne bakıldığında en uygun değer 7. kümede elde edildiği ve bu ölçütün değerinin küme sayısı 8 ve 9 için arttığı görülmektedir. ADI ölçütü incelendiğinde, küme sayısı 6'dan sonra değişimlerin çok küçük seviyede olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlara göre Veri Seti 3 (P Pstd E B H) kullanılarak yapılan kümeleme sonucunda en uygun küme sayısı 7 olarak kararlaştırılmış ve 7 kümeye ait istasyonların genel yerleşimi Şekil 49'da gösterilmiştir. Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda bulanık kümeleme ile belirlenen 7 bölge için hesaplanan ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 50'de verilmektedir.



Şekil 49. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

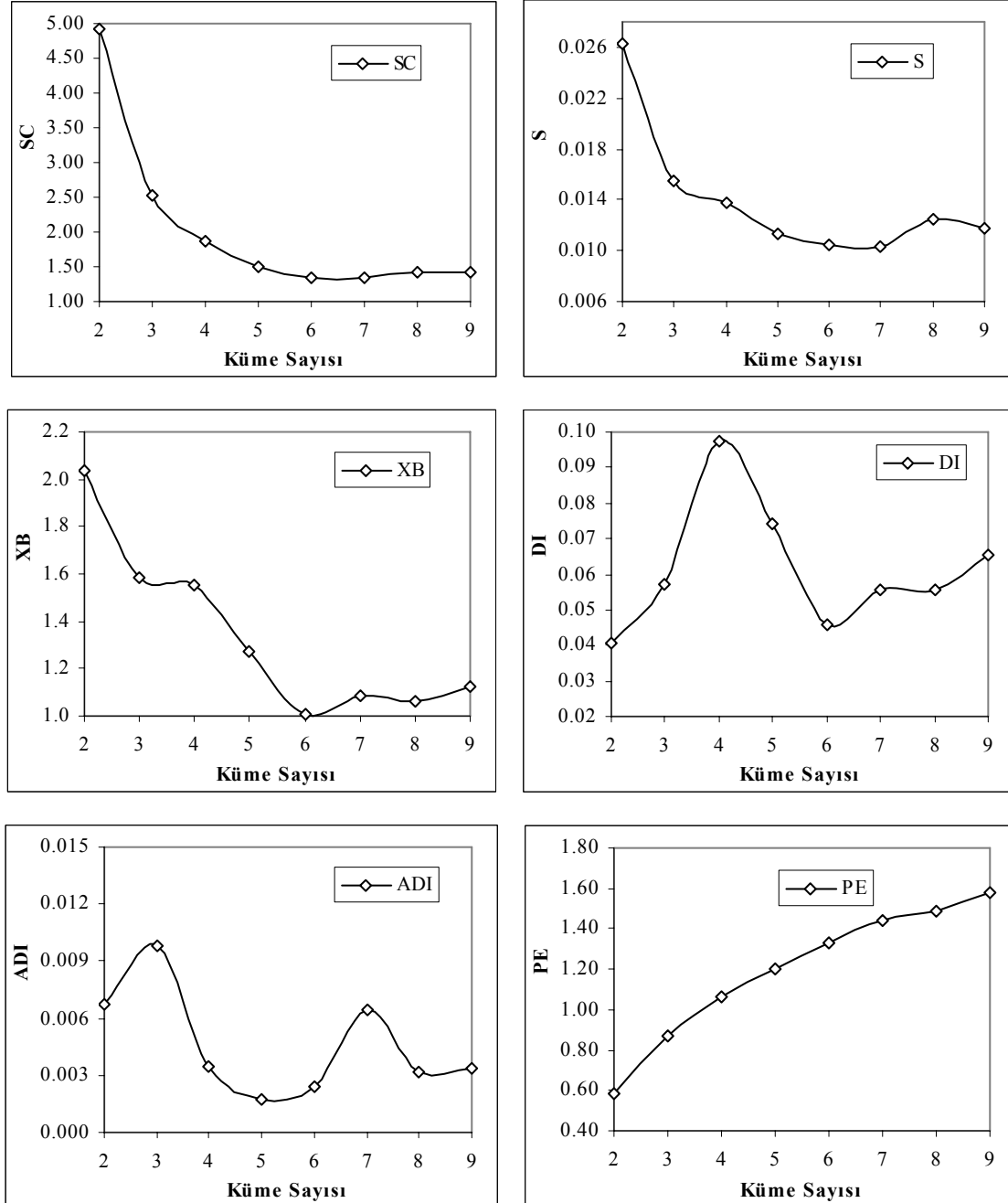




Şekil 50. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

Veri Seti 4 (P Pdk Pstd E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

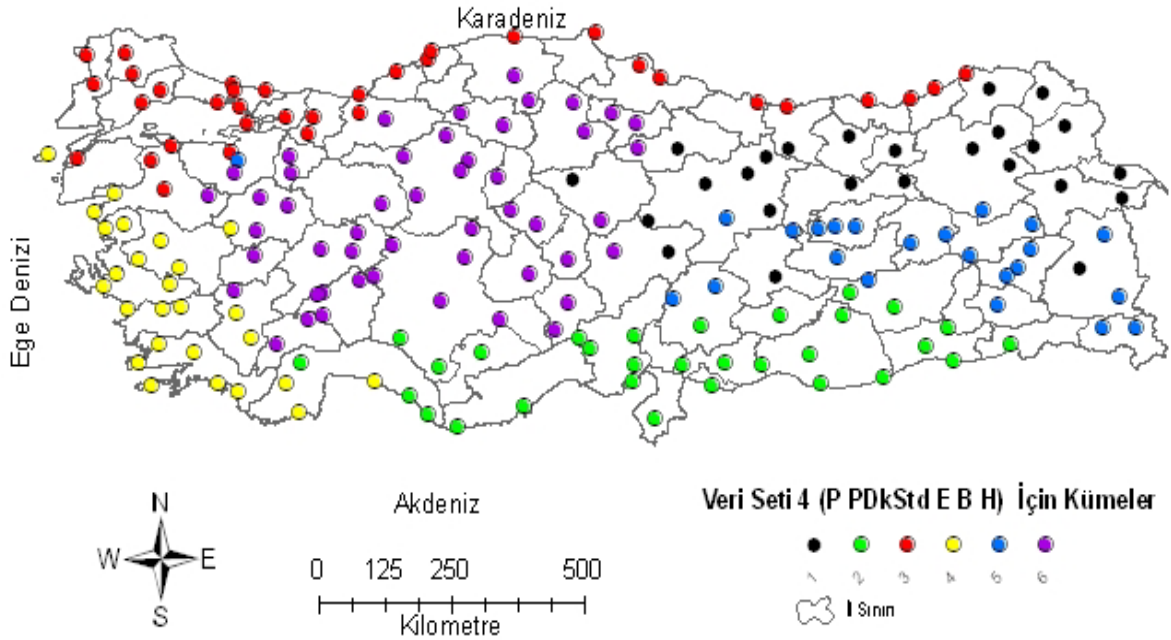
Şekil 51’de Veri Seti 4 (P Pdk Pstd E B H) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.



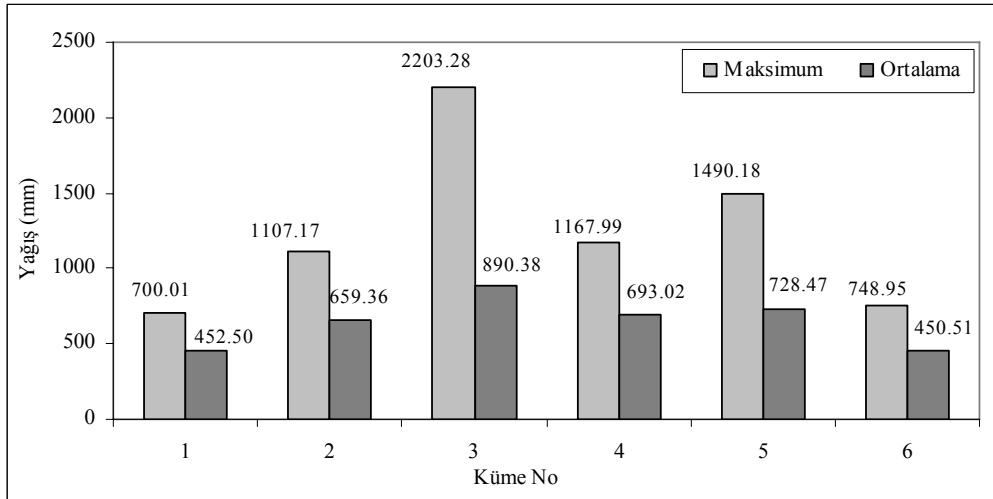
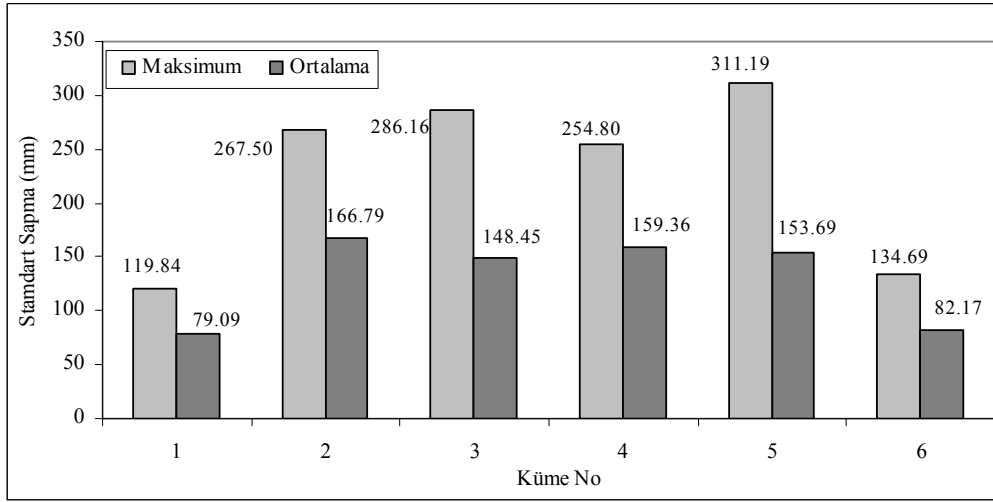
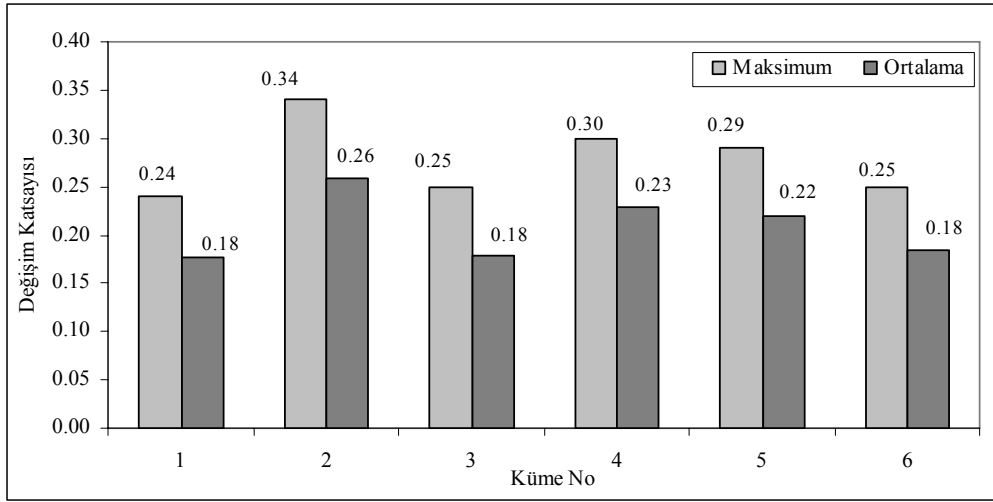
Şekil 51. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC, S ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve bu ölçütlere ait en düşük değerlerin küme sayısı 6 için elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, DI ve ADI ölçütlerinin en uygun değeri küme sayısı 6 için hesaplanmış ve 6.kümeden sonra bu ölçütte artış olmuştur. Bu değerlendirmelere göre Veri Seti 4 (P Pdk Pstd E B H) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 6 olarak kararlaştırılmıştır.

Bu 6 kümeye ait istasyonların dağılımı Şekil 52’de gösterilmektedir. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen 6 bölge için hesaplanan ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 53’te verilmektedir.



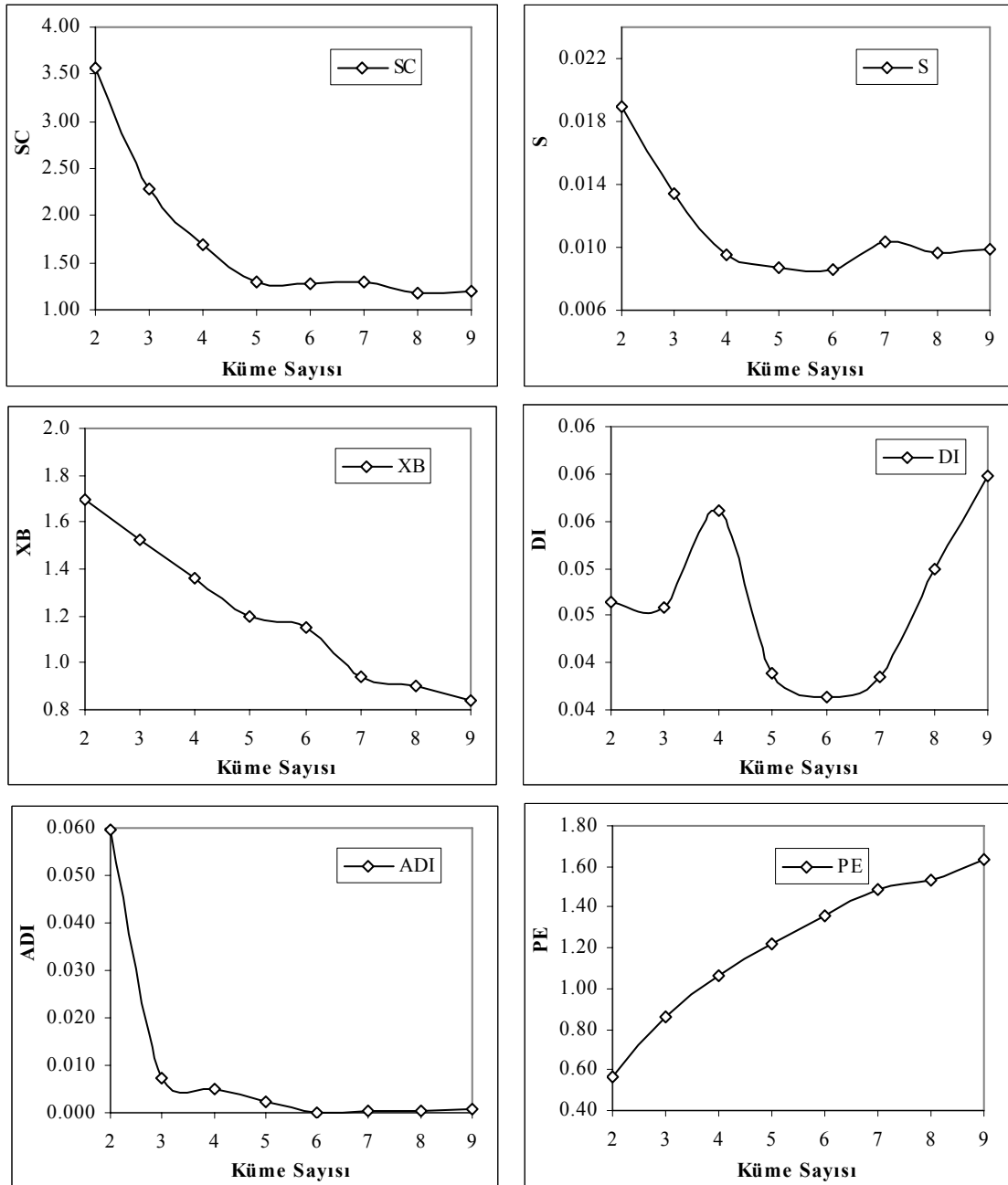
Şekil 52. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı



Şekil 53. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

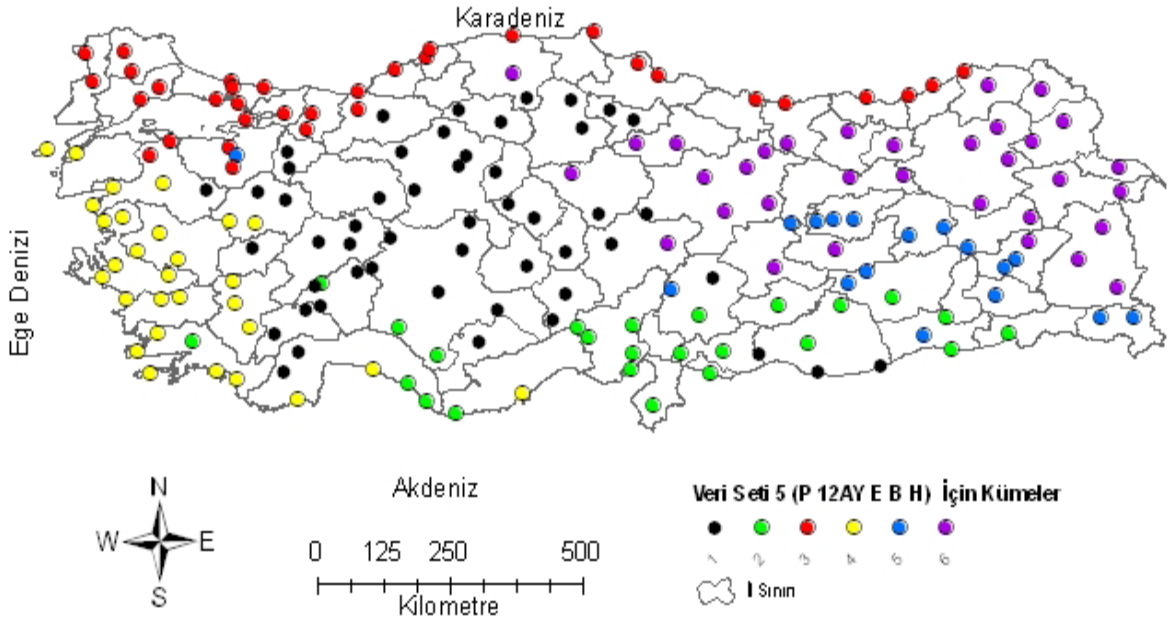
### Veri Seti 5 (P 12AY E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

Burada daha önceki 4 uygulamadan farklı olarak, veri setine 12 aya ait toplam yağış serileri de dahil edilmiş ve kümeleme analizi yapılmıştır. Bunun için, yıllık toplam yağışlar, 12 aya ait toplam yağışlar (her bir ay için), istasyon koordinat ve yükseklik bilgilerinden oluşan Veri Seti 5 (P 12AY E B H) için sınıflandırma yapılmış ve yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütleri değişimi Şekil 54’te verilmiştir.



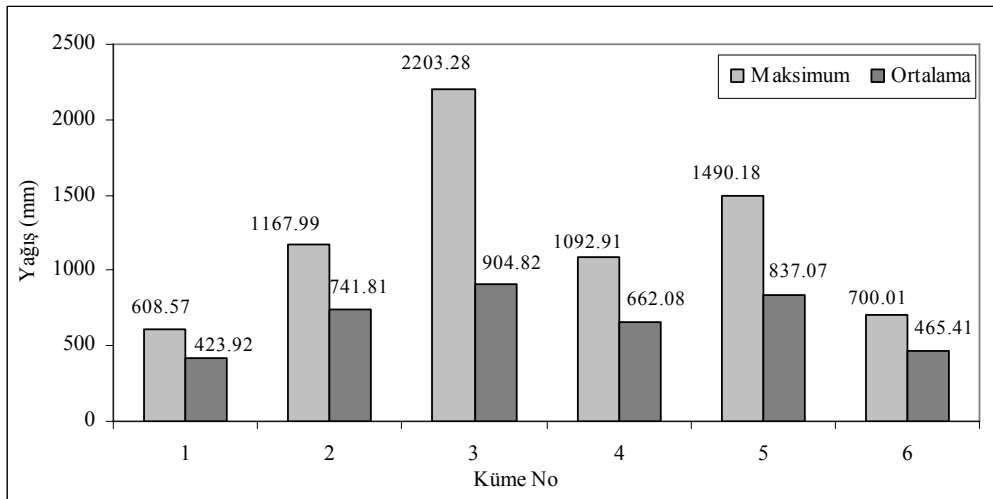
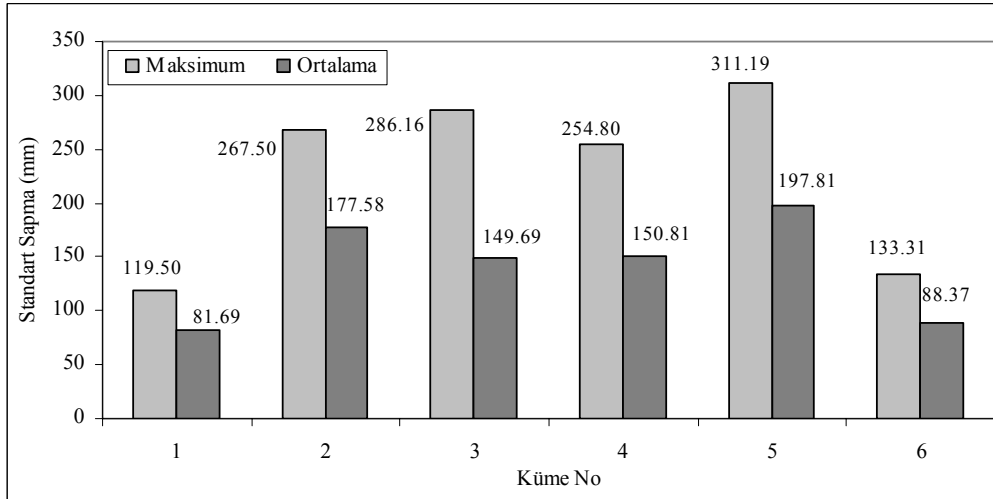
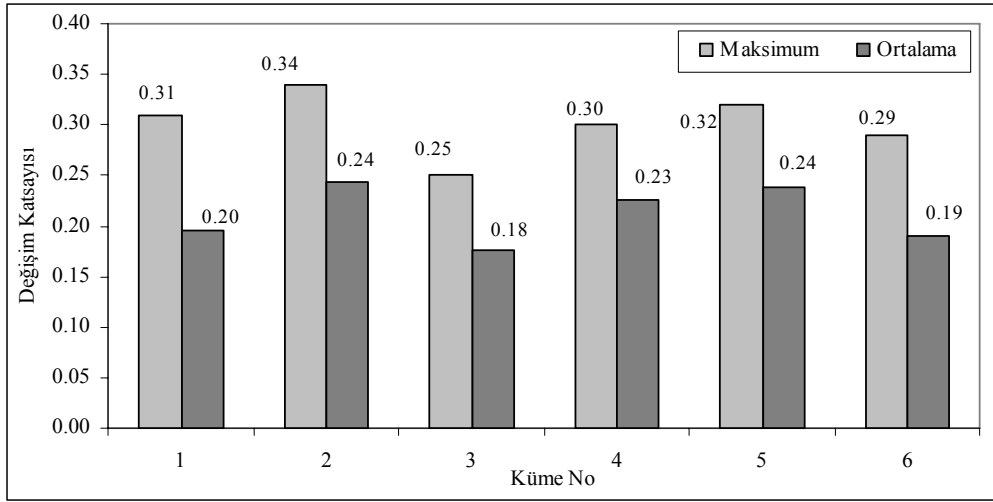
Şekil 54. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC, S ve ADI ölçütlerinin genel olarak küme sayısı arttıkça azaldığı ve küme sayısı 6 için en uygun değere sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca DI ölçütünün en düşük değeri küme sayısı 6 için elde edilmiş ve 6. kümeden sonra bu ölçütün değeri artmıştır. Diğer taraftan ADI ölçütüne bakıldığında en düşük değerin 6. kümede elde edildiği ve 6. kümeden sonra değişim çok düşük seviyede kaldığı görülmektedir. Verilen bu sonuçlara göre Veri Seti 5 (P 12AY E B H ) için en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiş ve istasyonların kümelerine göre dağılımı Şekil 55’te gösterilmiştir.



Şekil 55. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

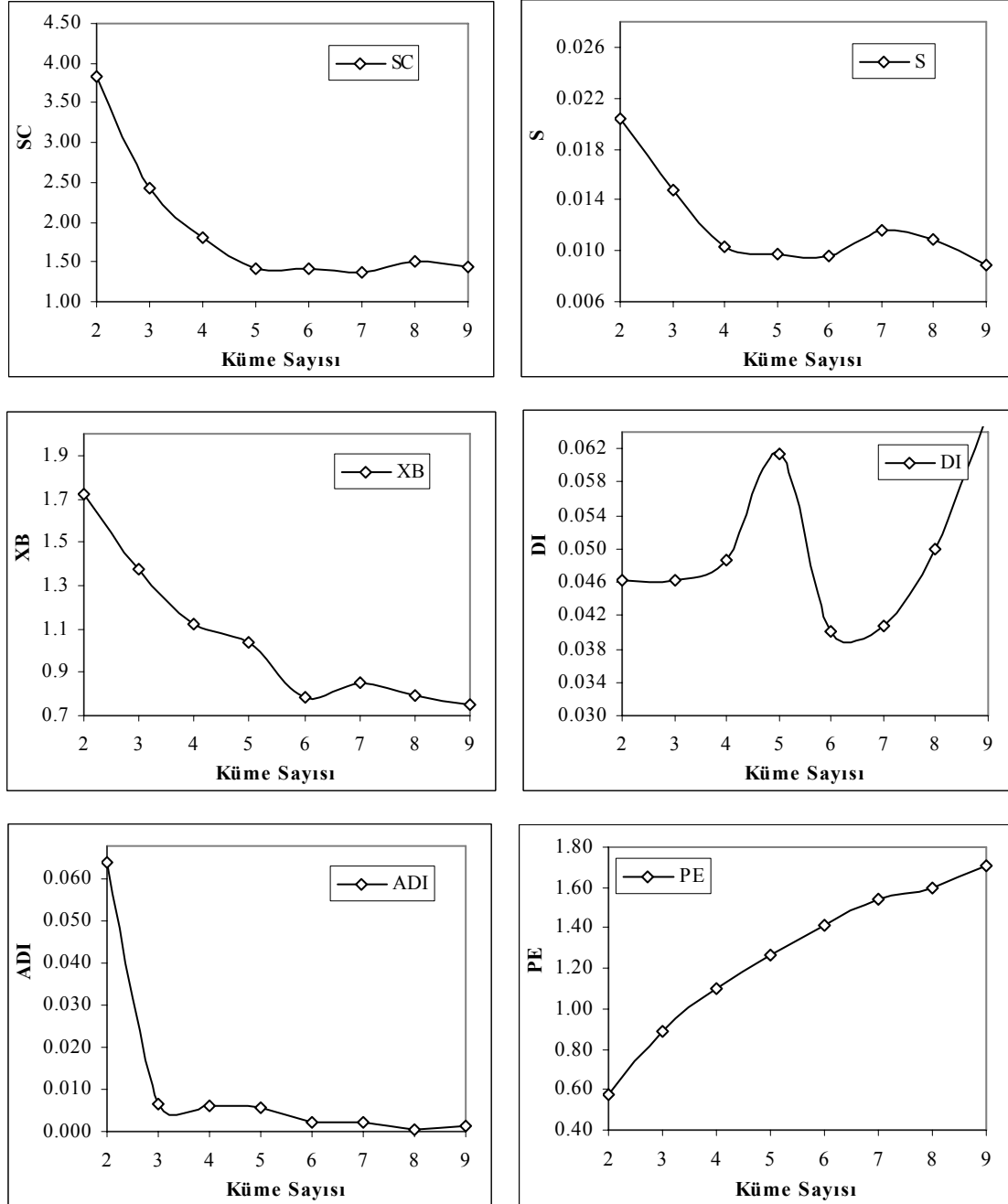
Veri Seti 5 (P 12AY E B H) için yapılan bu değerlendirmeler sonucunda belirlenen 6 bölgeye ait ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 56’da gösterilmektedir.



Şekil 56. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

Veri Seti 6 (P Pdk 12AY E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

Veri Seti 6 (P Pdk 12AY E B H) için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayılarına göre değişimi Şekil 57’de gösterilmektedir.

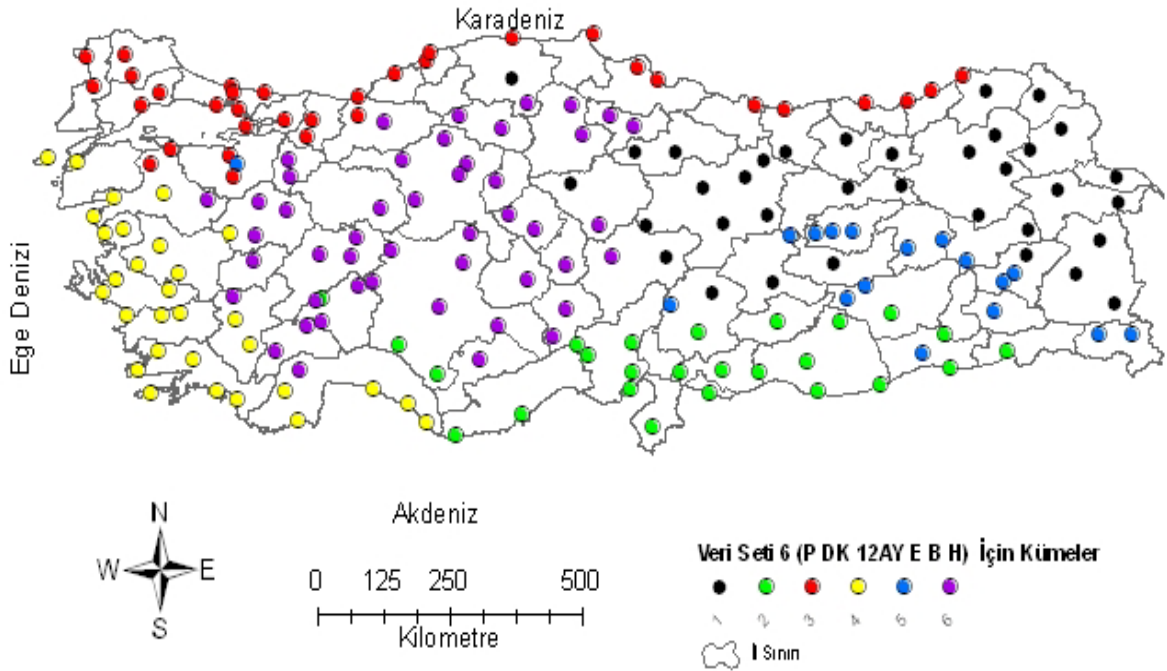


Şekil 57. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

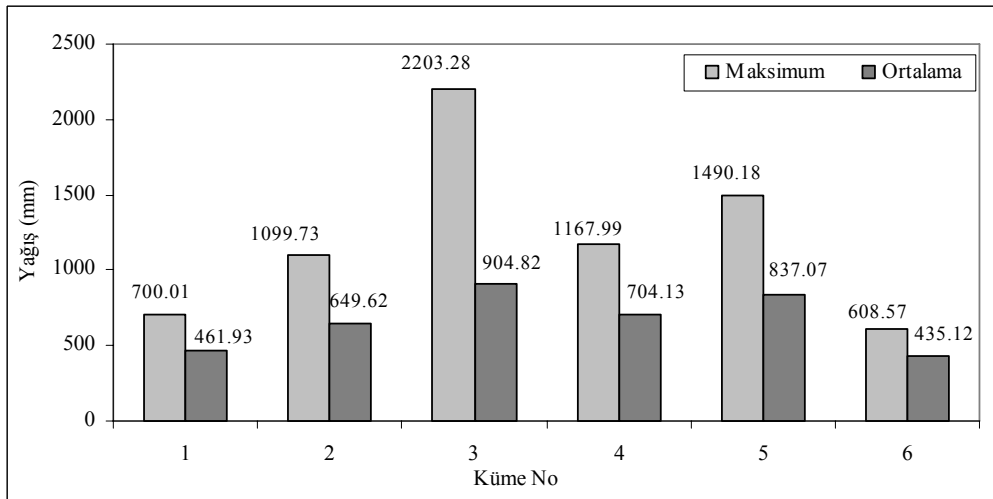
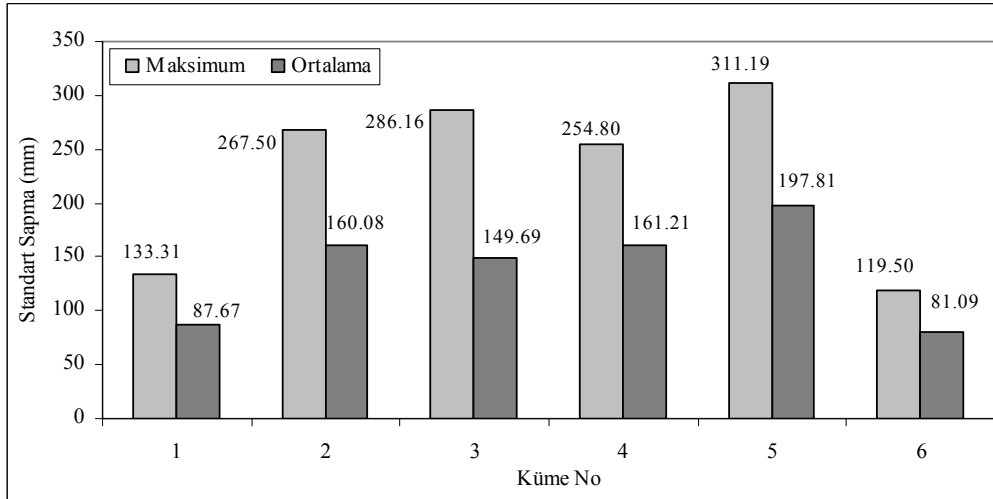
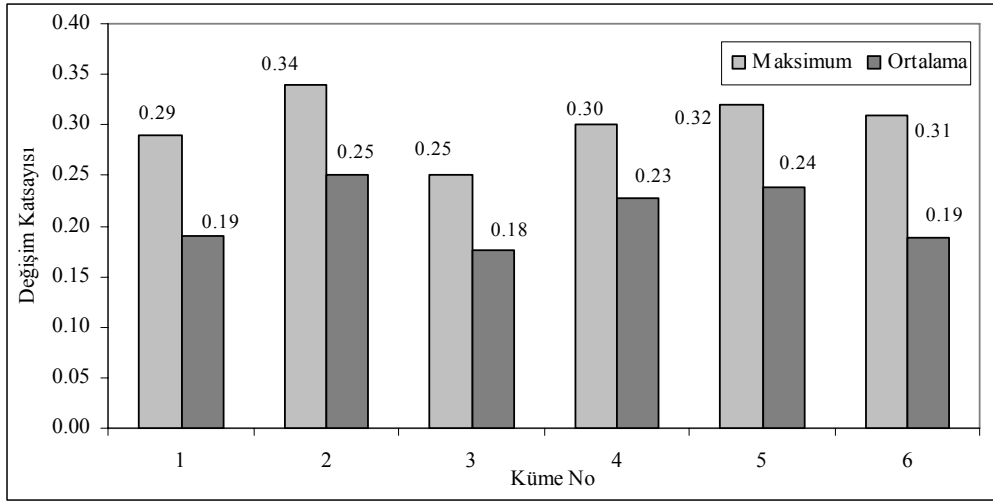


Şekil incelendiğinde SC, S, ADI ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 6'dan sonra çok az değişmektedir. Bu ölçütler için en uygun değerlerin küme sayısı 6 için elde edildiği görülmektedir. Diğer taraftan DI ölçütünün değeri küme sayısı 6 ve 7 için birbirine çok yakın çıkmış ve en düşük değerler bu iki küme için hesaplanmıştır. Şekildeki ölçütlere göre Veri Seti 6 (P Pdk 12 AY E B H) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiş ve istasyonların dağılımı Şekil 58'de gösterilmiştir.

Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda bulanık kümeleme ile belirlenen 6 bölge için ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar hesaplanmış ve Şekil 59'da verilmiştir.



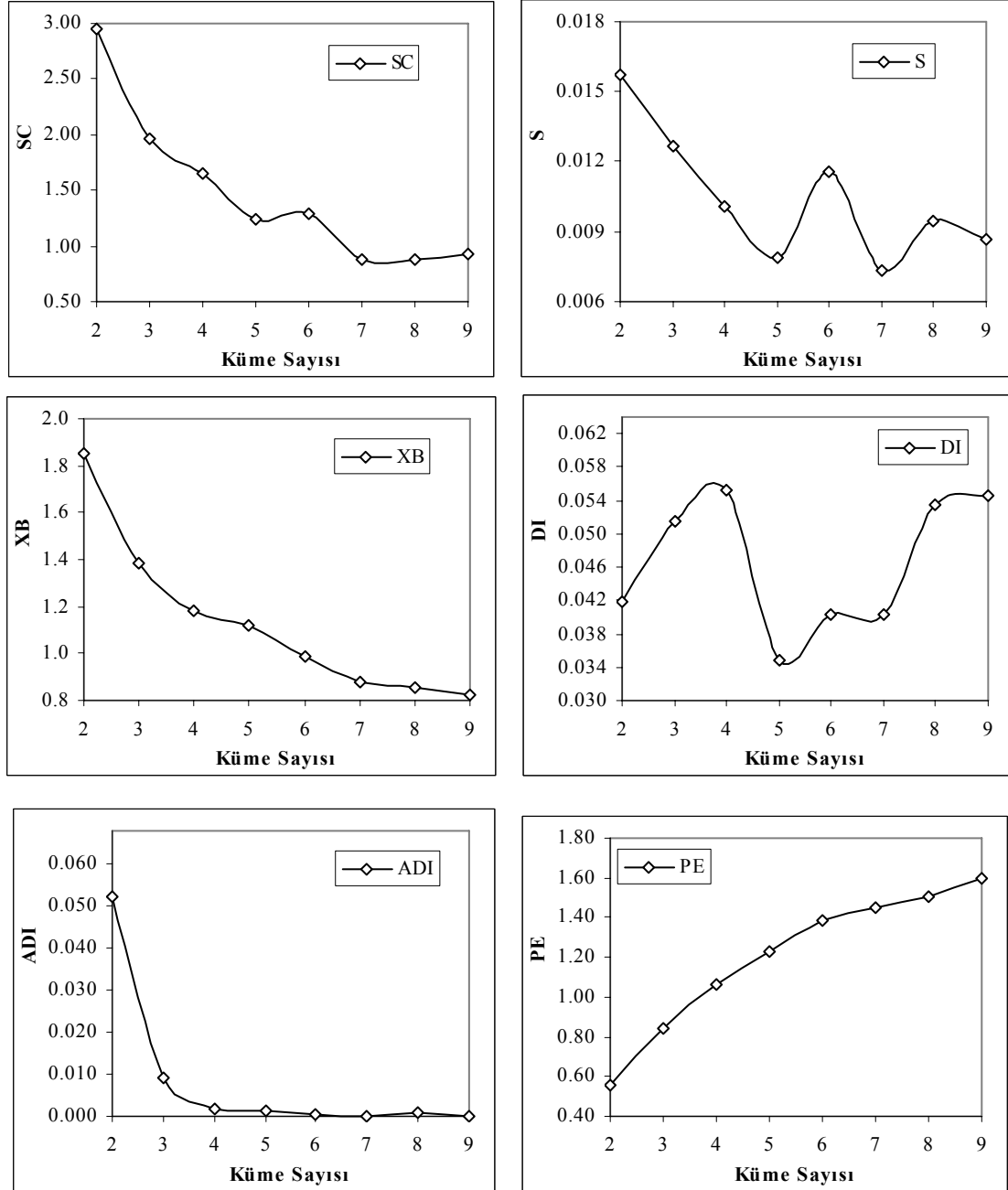
Şekil 58. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı



Şekil 59. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

Veri Seti 7 (P Pstd 12AY E B H) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

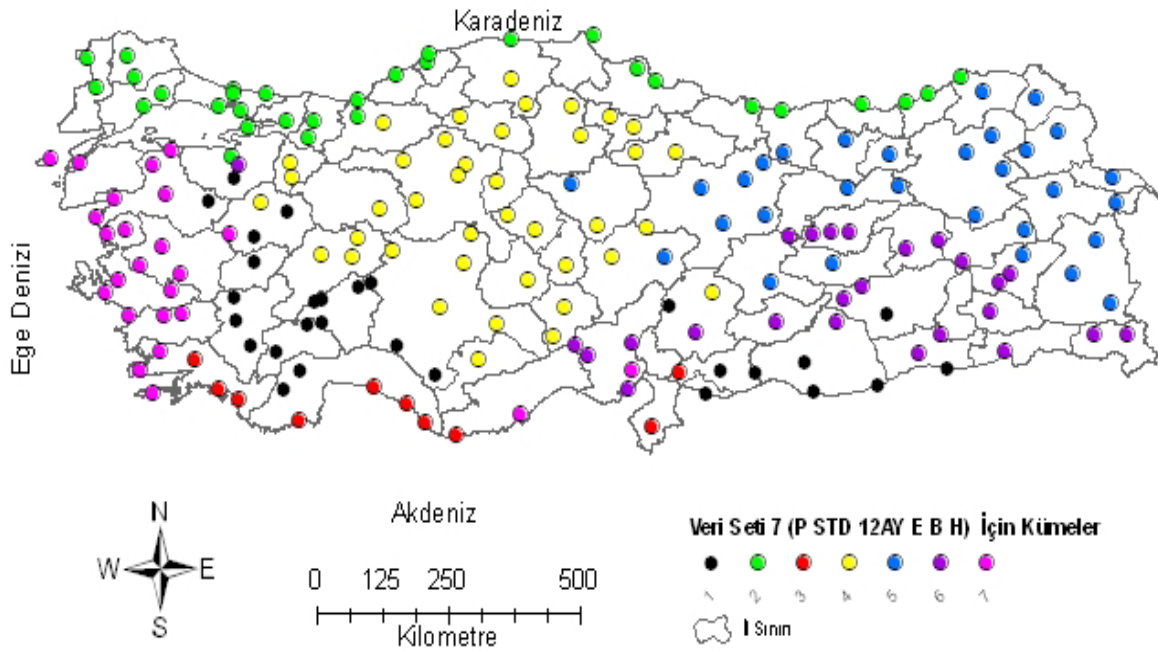
Veri Seti 7 (P Pstd 12AY E B H) için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayılarına göre değişimi Şekil 60'da gösterilmektedir.



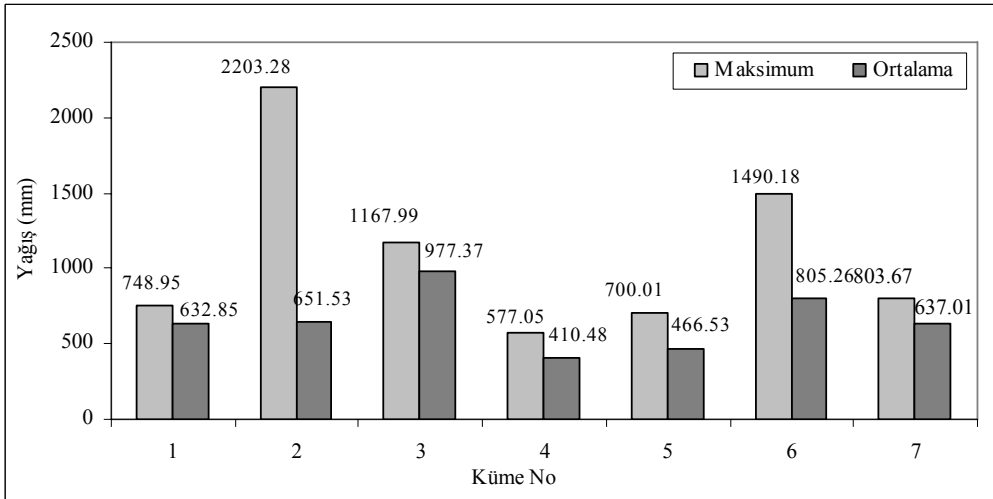
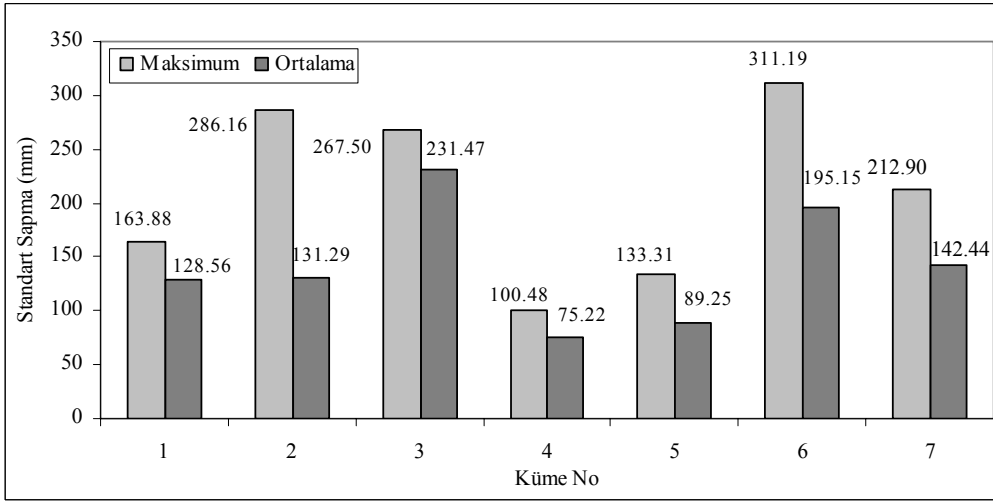
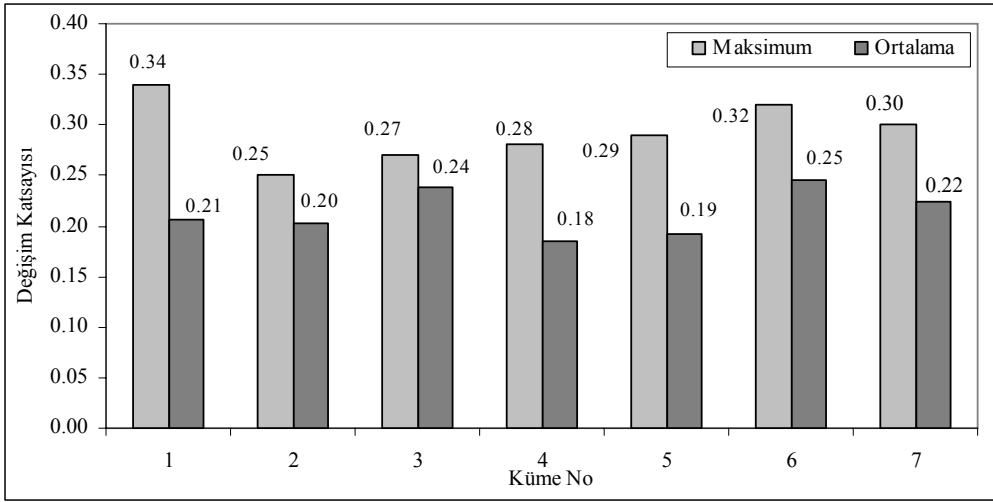
Şekil 60. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC, S ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 7'den sonra çok az değişmektedir. Şekilde verilen grafiklerden de görüldüğü gibi ölçütler için en uygun değerler 7. küme için elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Veri Seti 7 (P Pstd 12 AY E B H) için en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiş ve istasyonların yerleşimi Şekil 61'de gösterilmiştir.

Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda bulanık kümeleme ile belirlenen 7 için ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 62'de verilmiştir.



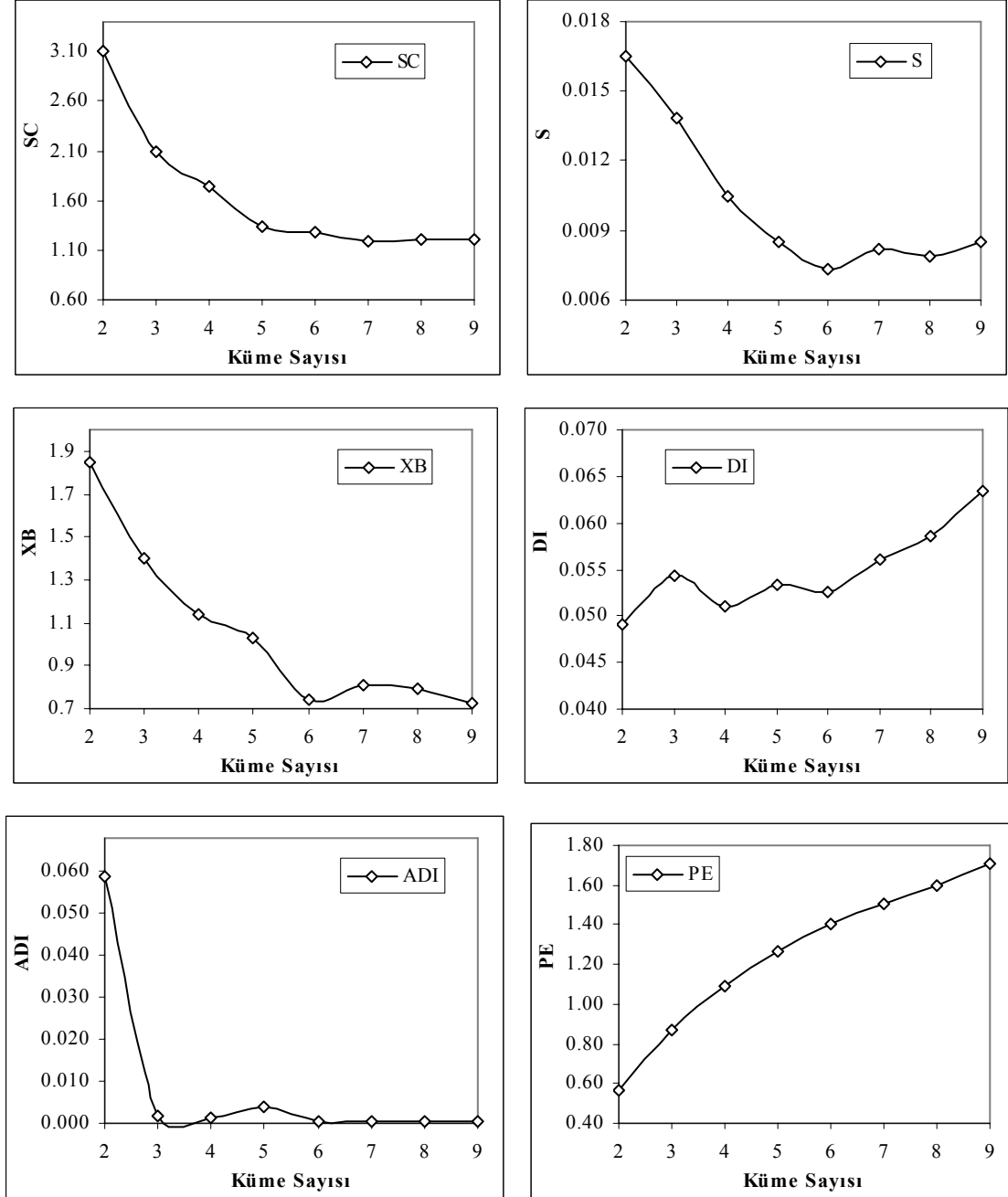
Şekil 61. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı



Şekil 62. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar

Veri Seti 8 (P Pdk Pstd 12AY E B H) İçin Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Sınıflandırma

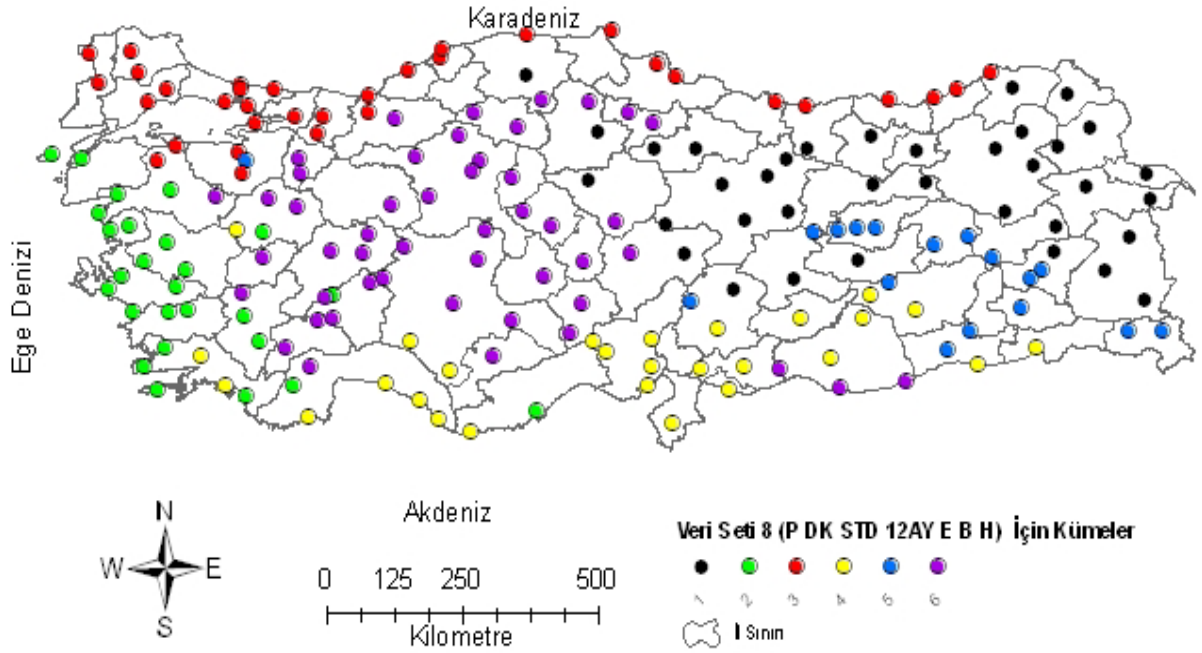
Veri Seti 8 (P Pdk Pstd 12AY E B H) için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin değişimi Şekil 63'te gösterilmektedir.



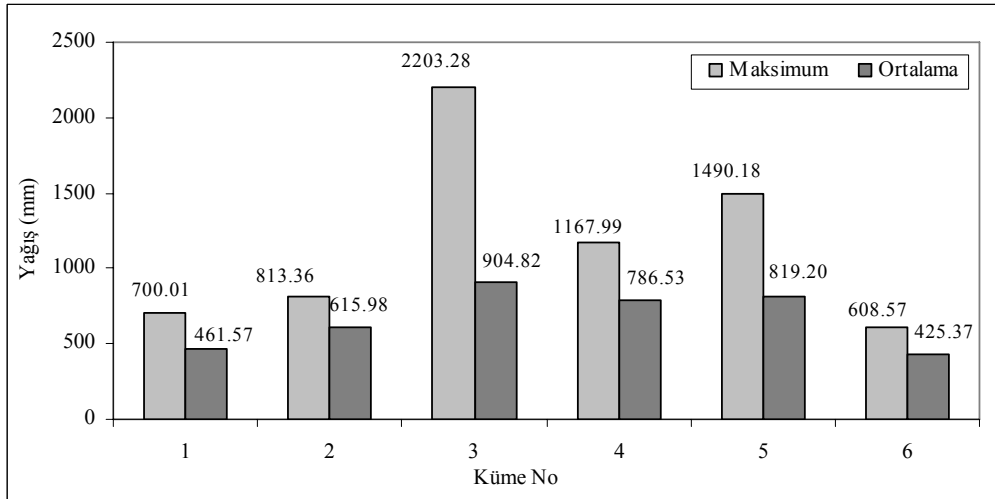
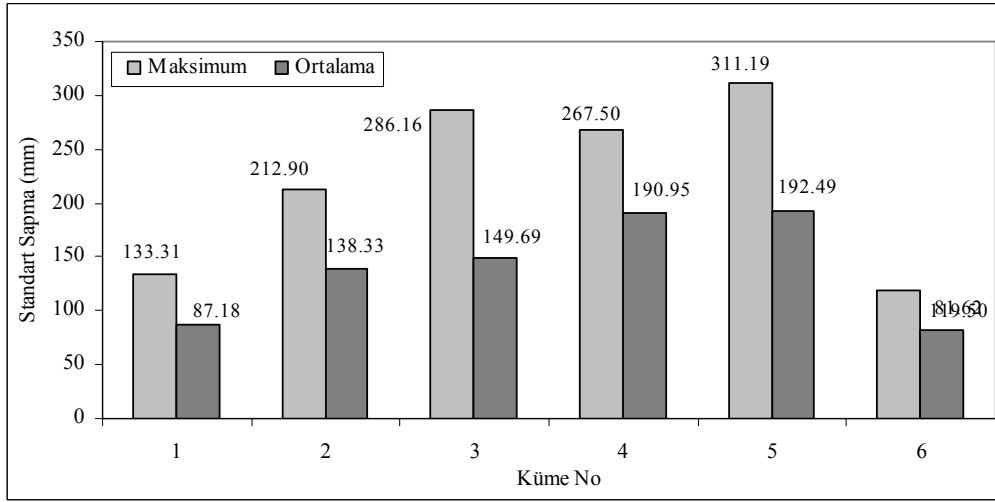
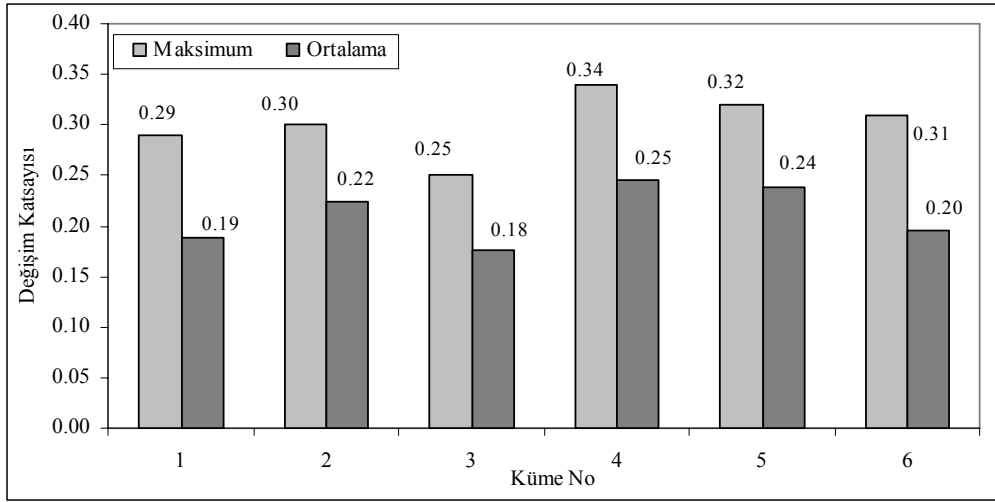
Şekil 63. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde S ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azaldığı ve küme sayısı 6 için en düşük değere sahip oldukları görülmektedir. SC ölçütünün değerindeki değişim küme sayısı 6'dan sonra çok düşük seviyededir. Ayrıca, DI ve ADI ölçütlerine ait en uygun değerler küme sayısı 6 için hesaplanmıştır.

Bu sonuçlara göre Veri Seti 8 (P Pdk Pstd 12AY E B H) için en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Bu 6 kümeye ait istasyonların yerleşimi Şekil 64'te verilmektedir. Veri Seti 8 (P Pdk Pstd 12AY E B H) için yapılan bu değerlendirmeler sonucunda belirlenen 6 bölge için hesaplanan ortalama ve maksimum yağışlar, değişim katsayıları ve standart sapmalar Şekil 65'te verilmektedir.



Şekil 64. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı



Şekil 65. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait yıllık ortalama ve maksimum yağışlar



### 7.1.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Bulanık Kümeleme Yöntemi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Burada bulanık kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılması için yapılan analizlerden elde edilen sonuçların ve her bir durum için yapılan bölgesel homojenlik testi sonuçlarının karşılaştırılması verilmektedir. Yapılan bu karşılaştırma ve değerlendirmeler sonucunda yağış serilerinin sınıflandırılmasında en uygun veri seti ve en uygun küme sayısı belirlenmiş ve sonuçların karşılaştırılması Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen küme sayıları

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4	6
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5	6
Veri Seti 3	188	P Pstd E B H	5	7
Veri Seti 4	188	P Pdk Pstd E B H	6	6
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16	6
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17	6
Veri Seti 7	188	P Pstd P12AY E B H	17	7
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18	6

Tablo 14’ten de görüldüğü gibi yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme ile belirlenen küme sayıları 6 ve 7 çıkmıştır. Verilen bu kümeleme analizi sonuçlarını daha iyi değerlendirmek ve en uygun küme sayısı ve veri seti yapısına karar vermek için bundan sonraki aşamada belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanacaktır. Bu test ile bulanık kümeleme ile belirlenen bölgelerin hidrolojik olarak homojenliği test edilecek ve koşulları sağlamayan veri seti ve kümeler belirlenecektir.

### 7.1.3. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Kümeleme analizi sonucu belirlenen bölgelerde yer alan istasyonlarda veri yapısını test etmek için HOSKING ve WALLIS (1993 ve 1997) tarafından önerilen uyumsuzluk (discordancy) testi uygulanmış ve her bir kümeye ait istasyonlar için  $D$  değerleri hesaplanmıştır. HOSKING WALLIS (1997) 15'ten daha fazla istasyona sahip bölge için hesaplanan  $D_i$  değerinin 3'ten büyük olması durumunda bu istasyonun çıkarılacağını ve tanımlanan bölgeden/kümeden çıkarılması gerektiğini önermiştir.

Burada ikinci olarak bulanık kümeleme ile belirlenen bölgeler için, HOSKING WALLIS (1993,1997) tarafından önerilen ve detayları önceki bölümlerde verilen L-momentler tabanlı bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu amaçla her bir bölge için  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  değerleri hesaplanmıştır. Literatürde bölgelerin homojenliğinin test edilmesinde değişim katsayısını ( $L-Cv$ ) temel alan H1 sonuçlarının kullanılmasının yeterli olacağını önerildiği görülmektedir. Bu çalışmada da, bölgelerin homojenliği H1 değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Yağış serilerinin sınıflandırılmasında 8 farklı veri seti kullanılarak bulanık kümeleme ile belirlenen kümeler ve bu bölgelerdeki istasyonlar için bölgesel homojenlik testi ve uyumsuzluk testi yapılmıştır. Yıllık toplam yağışlardan oluşan veri setleri kullanılarak bulanık kümeleme ile belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi sonuçları Tablo 15'te, yıllık ve aylık toplam yağışlardan oluşan veri setleri kullanılarak bulanık kümeleme ile belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi sonuçları Tablo 16'da verilmektedir.

Tablo 15. Yıllık toplam yağışlardan oluşan veri setleri kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
				$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Veri Seti 1	1	35	1085	1.395	0.807	0.281	17088 (3.57)
	2	23	713	1.497	-3.087	-2.498	17232(3.55)
	3	34	1054	1.791	-0.486	-0.297	-
	4	39	1209	-0.707	-1.850	-1.790	17824(3.51) 17926(5.54)
	5	30	930	-0.722	-1.794	-1.630	-
	6	27	837	-1.644	-2.976	-3.023	17034(3.23)
Veri Seti 2	1	35	1085	-1.208	0.295	-0.176	17088(3.44)
	2	25	775	-1.384	-2.973	-2.490	17232(3.41)
	3	33	1023	1.422	-0.348	-0.233	-
	4	39	1209	0.707	1.850	-1.790	17926(5.37) 17824(3.51)
	5	28	868	-1.599	-1.888	-1.433	-
	6	28	868	-1.771	-2.945	-2.804	17034(3.11)
Veri Seti 3	1	38	1178	0.622	-0.972	-1.050	17926(4.20)
	2	31	961	1.507	-0.158	0.377	17110(3.16)
	3	28	868	1.380	-0.670	-0.231	-
	4	15	465	1.482	1.072	0.745	-
	5	26	806	-3.226	-3.264	-3.903	17037(3.11)
	6	31	961	2.612	-1.356	-2.032	17040(3.55)
	7	19	589	-1.518	-3.855	-3.671	17232(4.74) 17237(3.20) 17922(3.26)
Veri Seti 4	1	25	775	1.069	0.902	0.592	17088(3.49)
	2	30	930	-0.660	-0.711	-0.564	-
	3	35	1085	1.550	-0.571	-0.353	-
	4	26	806	-1.351	-3.493	-2.721	17294(3.21)
	5	23	713	-2.739	-1.772	-2.252	
	6	49	1519	-3.105	-3.195	-3.385	17244(5.37) 17824(4.30)

Tablo 15’te ilk önce uyumsuzluk sonuçları incelendiğinde genel olarak benzer istasyonlara ait  $D$  değerlerinin sınır değerden ( $D>3$ ) büyük çıktığı görülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi 17034, 17088 ve 17824 nolu istasyonlar için hesaplanan  $D$  değerleri Veri Seti 1, 2 ve 4 için sınır değeri aşmıştır. Ayrıca, 17232 ve 17926 nolu istasyonlara ait  $D$  değerlerinin Veri Seti 1, 2 ve 3 için sınır değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. Veri Seti 1 için hesaplanan  $H$  değerleri incelendiğinde, küme 3 en büyük  $H_1(1.791)$  değerine sahip olmakta ve bu değer kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır. Diğer kümelere ait değerlerin genel olarak kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir.

Veri Seti 2 incelendiğinde, hesaplanan  $H$  değerlerinin Veri Seti 1 için hesaplanan değerlere yakın çıktığı görülmektedir. Ancak, Veri Seti 2 için hesaplanan en büyük  $H_1$  değeri 1.771 (bölge 2) iken, Veri Seti 1’e ait en büyük  $H_1$  1.791 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi yıllık toplam yağışlara ait değişim katsayılarının eklenmesi ile bölgelere ait  $H_1$  değerlerinde iyileşme olmuştur. Tablodan da görüldüğü gibi hem Veri Seti 1 ve hem de Veri Seti 2’ye ait bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri 2’den küçük çıkmış ve elde edilen bölgeler bölgesel homojenlik testinden geçmiştir.

Diğer taraftan, Veri Seti 3’e ait  $H$  değerleri incelendiğinde bölge 5 ve 6 için hesaplanan değerlerin sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmekte ve “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” olarak değerlendirilmektedir. Görüldüğü gibi yıllık toplam yağışlara ait standart sapmaların kullanılması ile bölgelerin homojenliği olumsuz yönde değişmiştir. Son olarak Veri Seti 4 için hesaplanan  $H$  değerleri incelendiğinde, bölge 5 ve 6 için hesaplanan değerlerin 2’den büyük çıktığı görülmektedir. Bu iki bölge “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Görüldüğü gibi Veri Seti 2’ye standart sapmaların eklenmesi ile bölgelerin homojenliği olumsuz yönde etkilenmiştir. Tablo 15’te verilen sonuçlara göre, genel olarak Veri Seti 1 ve 2’ye ait  $H$  değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır.

Tablo 16. Yıllık ve aylık toplam yağışlardan oluşan veri setleri kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
				$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Veri Seti 5	1	51	1581	1.524	-1.582	-1.897	17926(4.91) 17980(3.44)
	2	24	744	0.132	0.851	-0.819	-
	3	34	1054	1.550	-0.571	-0.353	-
	4	29	899	-1.203	-3.601	-2.785	17824(3.75)
	5	17	527	-0.874	-1.482	-1.978	-
	6	33	1023	1.083	1.022	0.783	17088(3.29)
Veri Seti 6	1	35	1085	1.069	0.902	0.592	17088(3.49)
	2	26	806	-0.126	-0.950	-1.020	-
	3	34	1054	1.550	-0.571	-0.353	-
	4	29	899	-1.647	-3.634	-2.666	-
	5	17	527	-0.874	-1.482	-1.978	-
	6	47	1457	-1.139	-2.205	-2.270	17246(4.14) 17926(5.52)
Veri Seti 7	1	28	868	2.537	-0.743	-0.974	17926(3.54)
	2	31	961	1.924	-0.080	-0.167	-
	3	10	310	-1.644	-0.583	-0.506	-
	4	40	1240	-1.080	-2.734	-2.906	17244(3.85) 17246(4.07)
	5	30	930	1.349	0.985	0.638	17088(3.10)
	6	25	775	-0.931	-1.017	-1.310	17205(3.16)
	7	24	744	-1.398	-3.761	-3.063	17232(3.24)
Veri Seti 8	1	36	1116	1.106	0.879	0.515	17088(3.51)
	2	26	806	-1.603	-4.116	-3.125	17232(4.05)
	3	34	1054	1.550	-0.571	-0.353	-
	4	27	837	-0.423	-1.010	-1.097	-
	5	17	527	-1.155	-1.238	-1.616	-
	6	48	1488	1.438	-1.335	-1.692	17824(4.16) 17926(4.69) 17968(3.29) 17980(3.63)

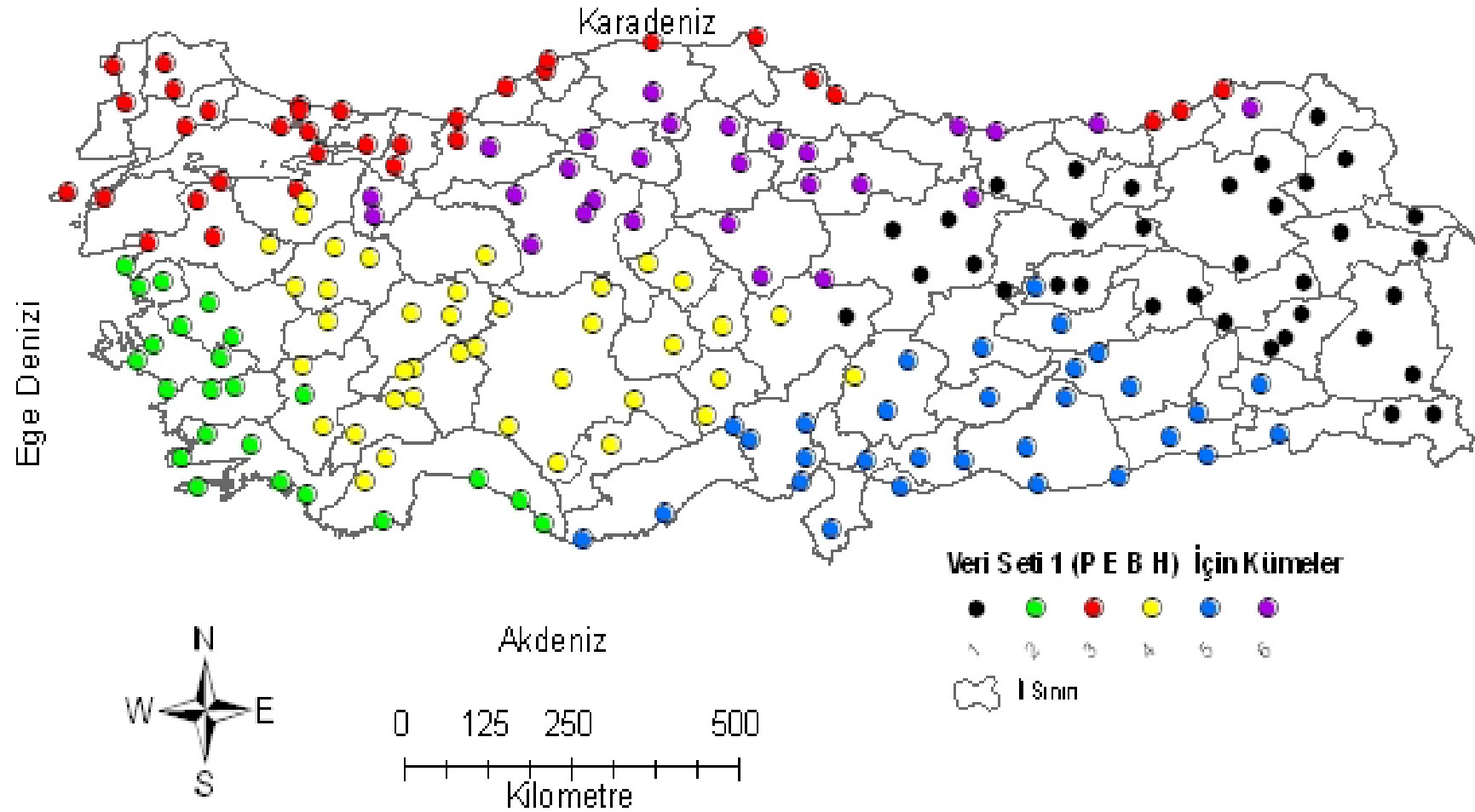
Tablo 16’da, uyumsuzluk ölçütü incelendiğinde, genel olarak benzer istasyonlara ait  $D$  değerlerinin büyük çıktığı görülmektedir. 17088 ve 17926 olu istasyonlara ait  $D$  değerleri bütün veri setleri için yapılan testlerde 3’ten büyük çıkmıştır. Ayrıca, 17824 ve 17980 nolu istasyonlara ait  $D$  değerlerin bölge 5 ve 8 için yapılan testlerde sınır değerleri aştığı görülmektedir. Tablo 14 ve Tablo 15 karşılaştırıldığında genel olarak her iki veri yapısı için benzer istasyonlara ait  $D$  değerlerinin sınır değerlerden büyük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 16’da veri setleri ve bölgeler için  $H$  değerleri karşılaştırıldığında, genel olarak Veri Seti 5, 6 ve 8 için hesaplanan değerlerin birbirine çok yakın çıktığı görülmektedir. Diğer taraftan Veri Seti 7’ye ait bölgeler için hesaplanan  $H$  değerlerine bakıldığında, bölge 1 ve 2’de  $H_1$  değerleri 2’den büyük çıkmış ve bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir.

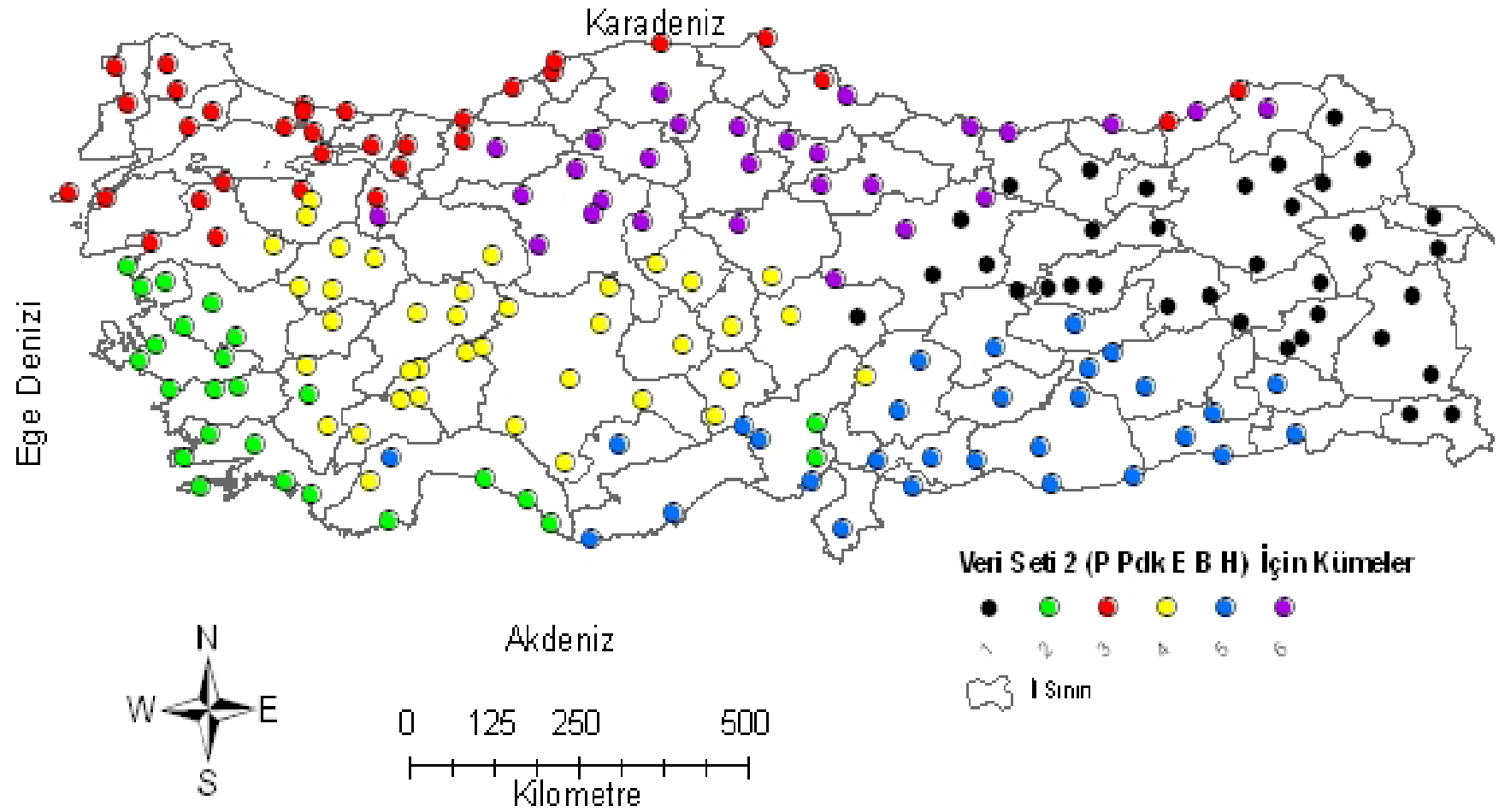
Veri Seti 5 incelendiğinde en büyük  $H_1$  değeri 1.550 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Veri Seti 1 için hesaplanan en büyük  $H_1$  değerine (1.857) göre daha düşük seviyededir. Benzer şekilde Veri Seti 5 için hesaplanan en büyük  $H_1$  değerinin diğer bütün veri setlerine ait en büyük  $H_1$  değerine göre daha düşük olduğu Tablo 15 ve 16’da görülmektedir.

Yapılan bu değerlendirmeler ve sonuçlara göre yıllık toplam yağış serileri ile aylık toplam yağış serilerinin birlikte kullanılması ile elde edilen bölgelerin homojenliğinin daha iyi seviyede olduğu söylenebilir. Ayrıca, yıllık toplam yağışlara ait istatistikler karşılaştırıldığında, değişim katsayısının bölgelerin homojenliğini olumlu yönde değiştirdiği, standart sapmanın kullanılması ile bölgelerin homojenliğinin olumsuz etkilendiği gözlenmiştir.

Şekil 66’da, Veri Seti 1 ve 2 için belirlenen (1. grup veriler için homojen kabul edilen bölgeler) ve Veri Seti 5, 6 ve 8 için belirlenen (2. grup veriler için homojen kabul edilen bölgeler) bölgelere ait istasyonların genel yerleşimi gösterilmektedir.

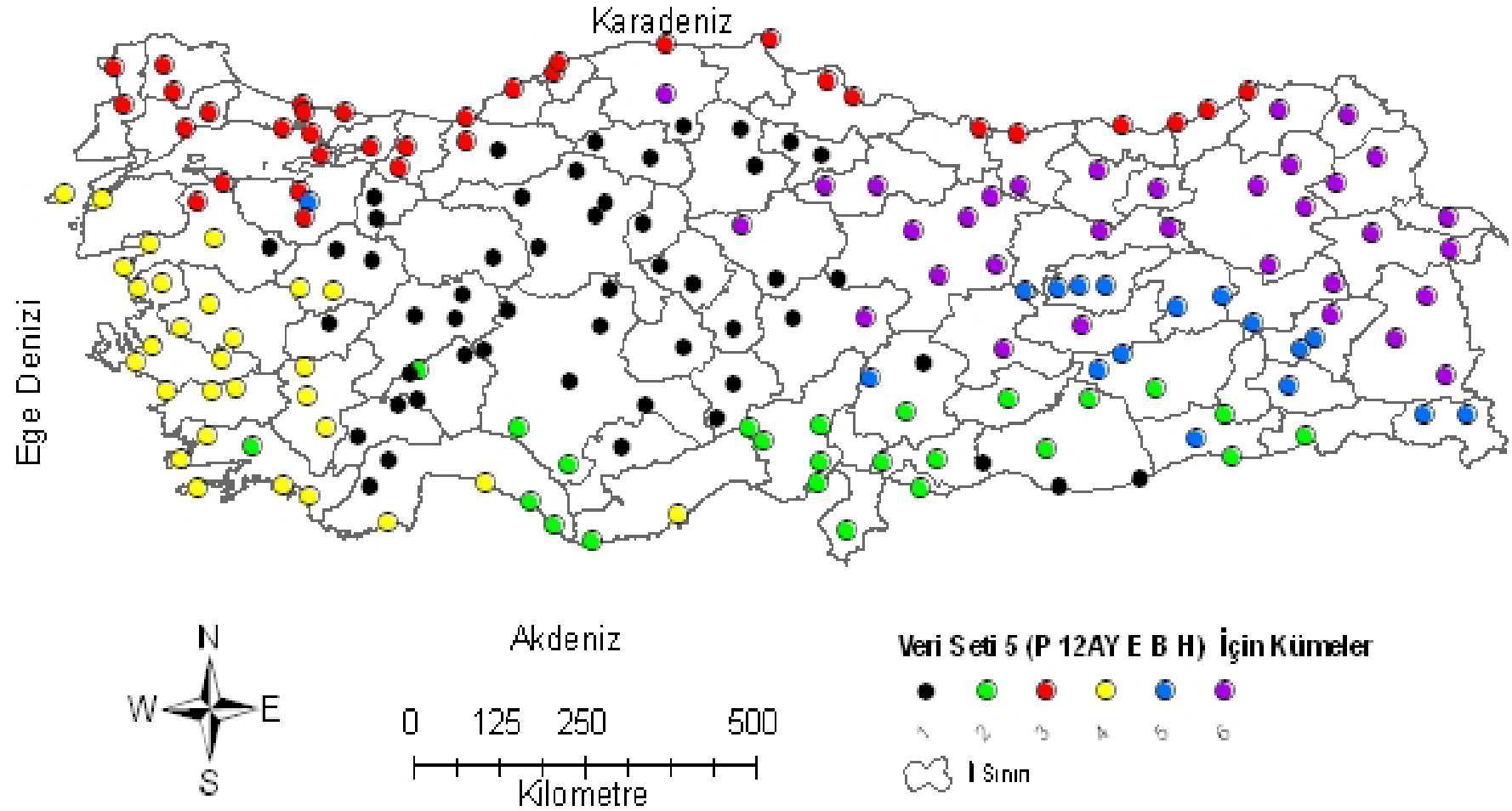


a) Veri Seti 1 (P E B H)

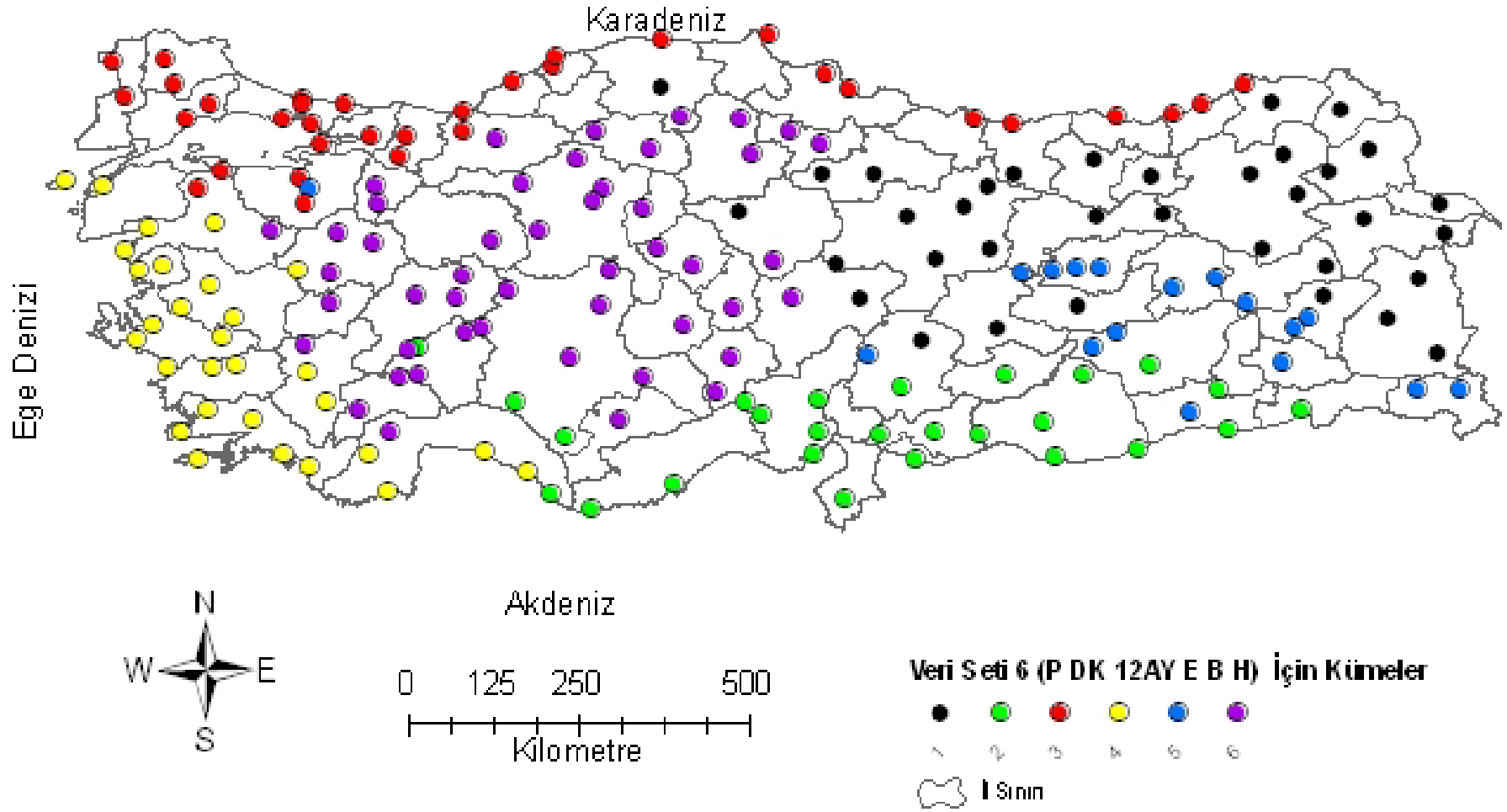


b) Veri Seti 2 (P Pdk E B H)

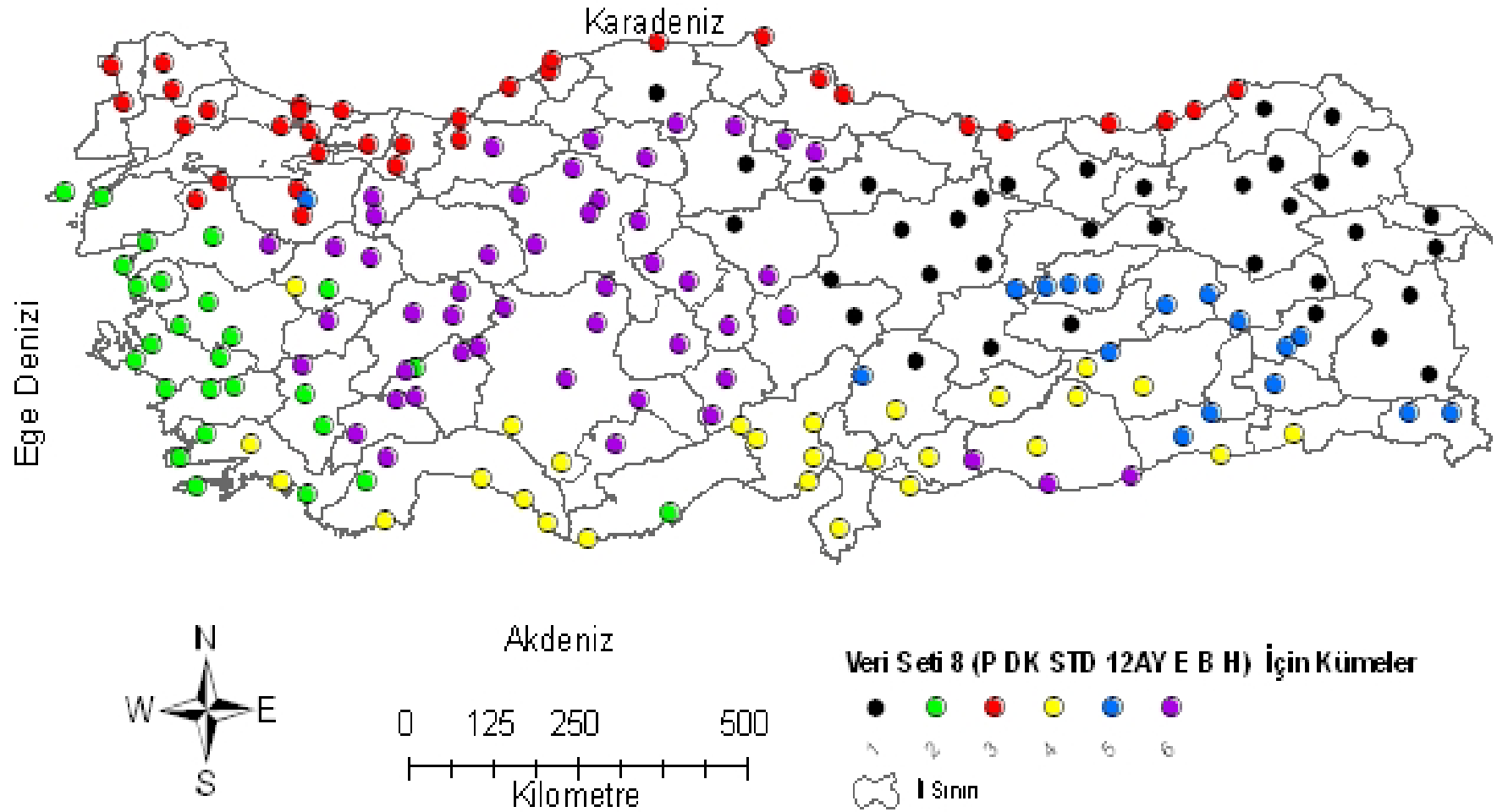




c) Veri Seti 5 (P 12AY E B H)



d) Veri Seti 6 (P DK 12AY E B H)



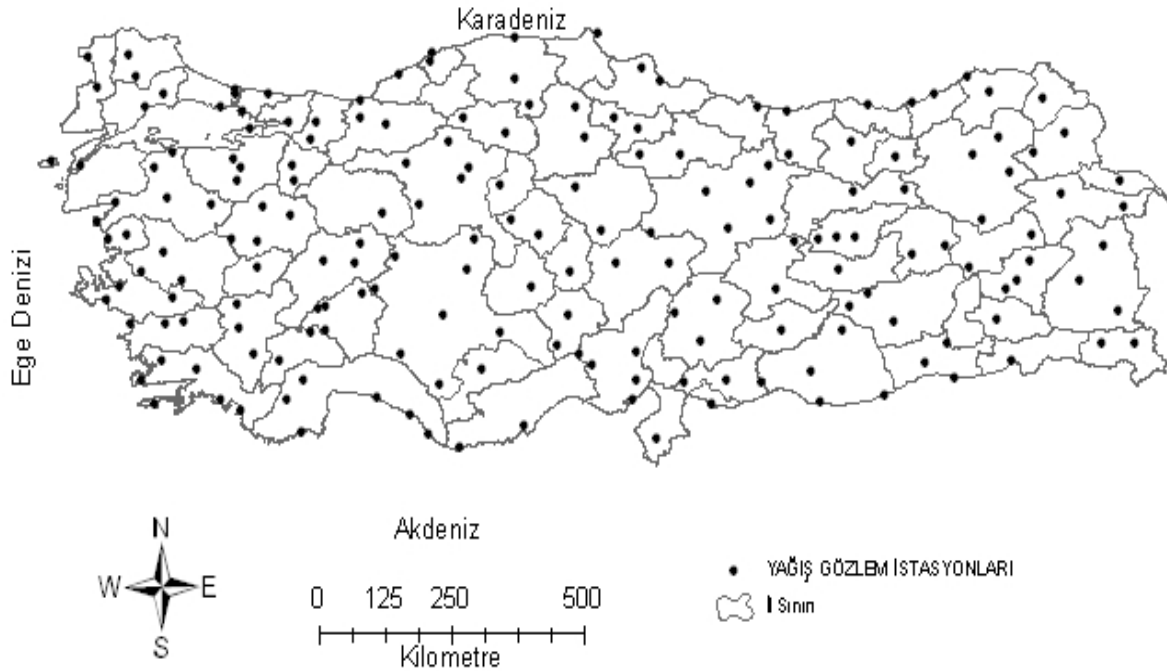
e) Veri Seti 8 (P DK STD 12AY E B H)

Şekil 66. Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

## 7.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemi (K-Ortalamlar Yöntemi) İle Yağış Serilerinin Sınıflandırılması

### 7.2.1. Kullanılan Veri

Proje kapsamında yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamlar kümeleme yöntemi kullanılmıştır. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile yağış serileri sınıflandırılmış ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar bulanık kümeleme yöntemi sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında ön analizler sonucunda belirlenen 188 adet yağış gözlem istasyonundan alınan yağış verileri ve bu istasyonlara ait koordinat ve yükseklik verileri kullanılmıştır. Daha iyi bir değerlendirme ve karşılaştırma yapmak için bulanık kümeleme yönteminde kullanılan ve en uygun sonuç elde edilen 5 veri seti (Veri Seti 1, Veri Seti 2, Veri Seti 5, Veri Seti 6 ve Veri Seti 8) kullanılmıştır. Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılması için kullanılan veri setleri/değişkenler Tablo 17’de verilmektedir. Şekil 67’de bu istasyonların genel yerleşimi görülmektedir. Tablo 17’deki veri setleri kullanılarak kümeleme analizi yapılmış ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır.



Şekil 67. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları

Tablo 17. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18

Yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılacak veriler kümeleme analizinde kullanılmadan önce daha önceden verilen dönüşüm fonksiyonları kullanılarak normalize edilmiştir. Tabloda verilen 5 farklı veri seti için normalize işlemleri tamamlandıktan sonra kümeleme analizi yapılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir. Tablo 18’de her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen en uygun küme sayıları, her bir kümedeki istasyon sayısı verilmektedir.

Tablo 18. Yağış Serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen küme sayıları

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4	7
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5	7
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16	5
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17	6
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18	6

### 7.3.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Tablo 17’de verilen veri setleri kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile sınıflandırma yapılmış ve belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu veri setleri arasından Veri seti 1, 2 ve 6 için en uygun sonuçlar elde edilmiş olup hesaplanan değerler Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

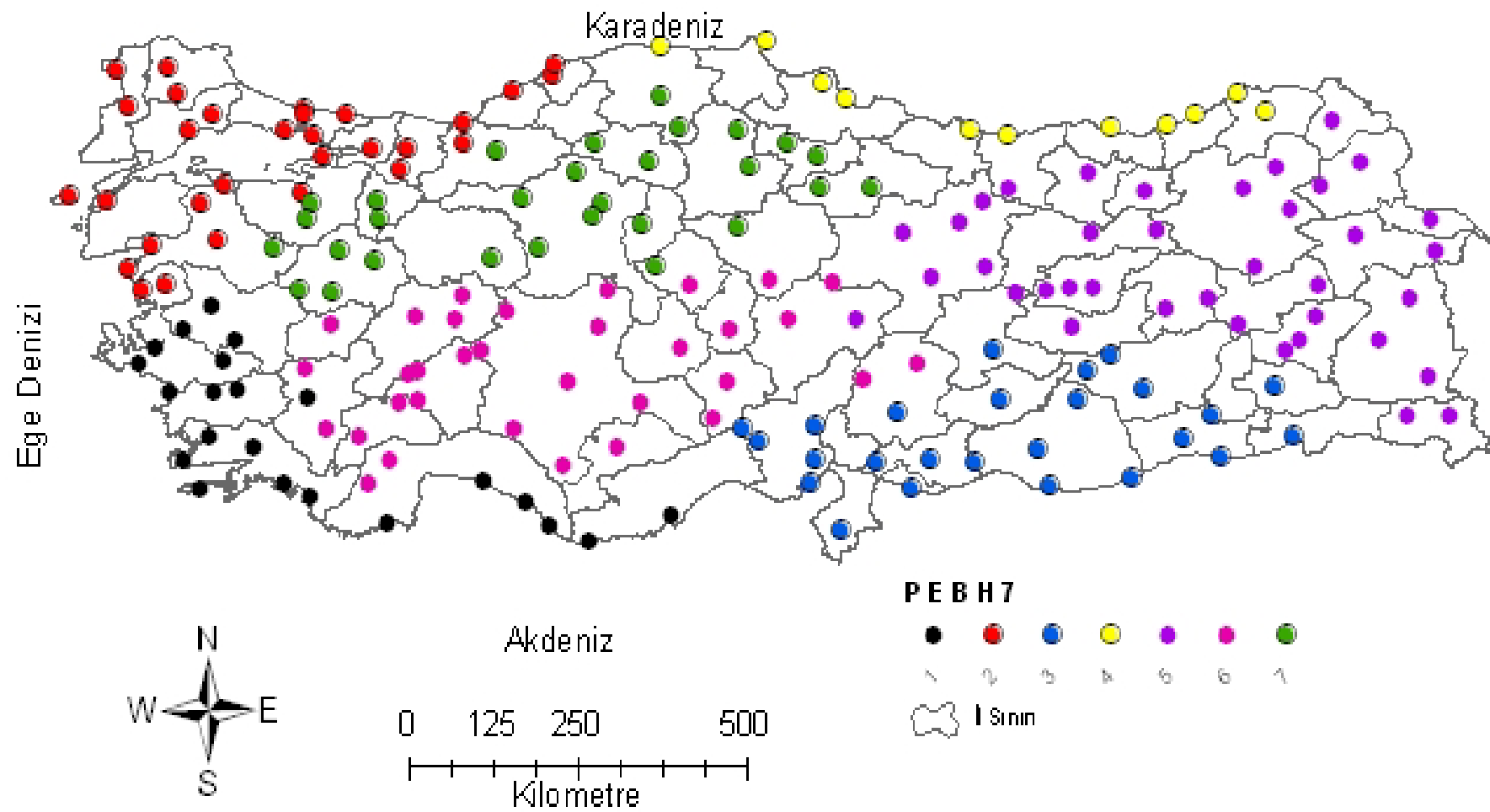
Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
				$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Veri Seti 1	1	22	682	-1.532	-2.330	-1.872	17232 (3.40)
	2	30	930	-0.462	-1.056	-0.884	17110 (3.08)
	3	25	775	-0.600	-1.672	-1.588	-
	4	11	341	1.854	-0.781	-0.726	-
	5	38	1178	1.173	0.667	0.155	17088 (3.65) 17668 (3.43)
	6	33	1023	-0.092	-0.799	-0.912	17926 (4.69)
	7	29	899	-3.300	-3.556	-4.024	17748 (4.05)
Veri Seti 2	1	23	713	-1.924	-1.423	-1.207	-
	2	27	837	-0.629	-1.102	-1.163	17926 (4.01)
	3	14	434	1.855	-1.114	-1.181	-
	4	21	651	-1.346	-2.370	-2.282	-
	5	36	1116	-4.266	-3.836	-4.161	17162 (4.03) 17190 (3.02)
	6	30	930	-0.732	-1.523	-1.340	-
	7	37	1147	1.194	0.841	0.269	17088 (3.62) 17668 (3.35)
Veri Seti 6	1	14	434	-2.059	-0.795	-1.308	-
	2	37	1147	1.489	-0.914	-0.487	-
	3	26	806	-2.628	-2.979	-2.389	-
	4	59	1829	-1.254	-2.417	-2.449	17244 (3.58) 17246 (3.81)
	5	25	775	0.142	-1.372	-1.477	-
	6	27	837	1.503	1.295	0.849	17088 (3.16)

Tablo 19’da uyumsuzluk sonuçları incelendiğinde genel olarak benzer istasyonlara ait  $D$  değerlerinin sınır değerden ( $D > 3$ ) büyük çıktığı görülmektedir. Veri Seti 1 için hesaplanan  $H$  değerleri incelendiğinde, bölge 7 en büyük  $H_1$  (-3.300) değerine sahip olup bu değer kabul edilebilir sınırdan daha büyük olduğu görülmektedir. Diğer bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri ise 2’den küçük çıkmış ve “kesinlikle heterojen kabul edilir” şeklinde değerlendirilmiştir. Veri Seti 2 incelendiğinde, en büyük  $H_1$  değeri -4.226 ile bölge 2 için hesaplanmış ve bu bölge “kesinlikle heterojen kabul edilir” şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, bölge 1 için hesaplanan  $H_1$  değerinin de 2’ye çok yakın çıktığı görülmektedir. Bu veri setindeki diğer bölgelere ait  $H_1$  değerleri 2’den küçük olup kabul edilebilir seviyededir.

Veri Seti 6 için  $H$  değerleri incelendiğinde, bölge 1 ve 3 için hesaplanan değerlerin sınır değerlerin üzerinde çıkmış ve bu bölgeler “kesinlikle heterojen kabul edilir” olarak değerlendirilmiştir. Diğer bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri kabul edilebilir seviyede çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, Veri seti 1 kullanılarak elde edilen sonuçların diğer veri setleri ile elde edilen sonuçlara göre daha iyi olduğu söylenebilir. Veri setleri kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait istasyonların dağılımı Şekil 68’de gösterilmektedir. Ayrıca, belirlenen bölgeler için hesaplanan maksimum ve ortalama akım, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 20’de verilmiştir.

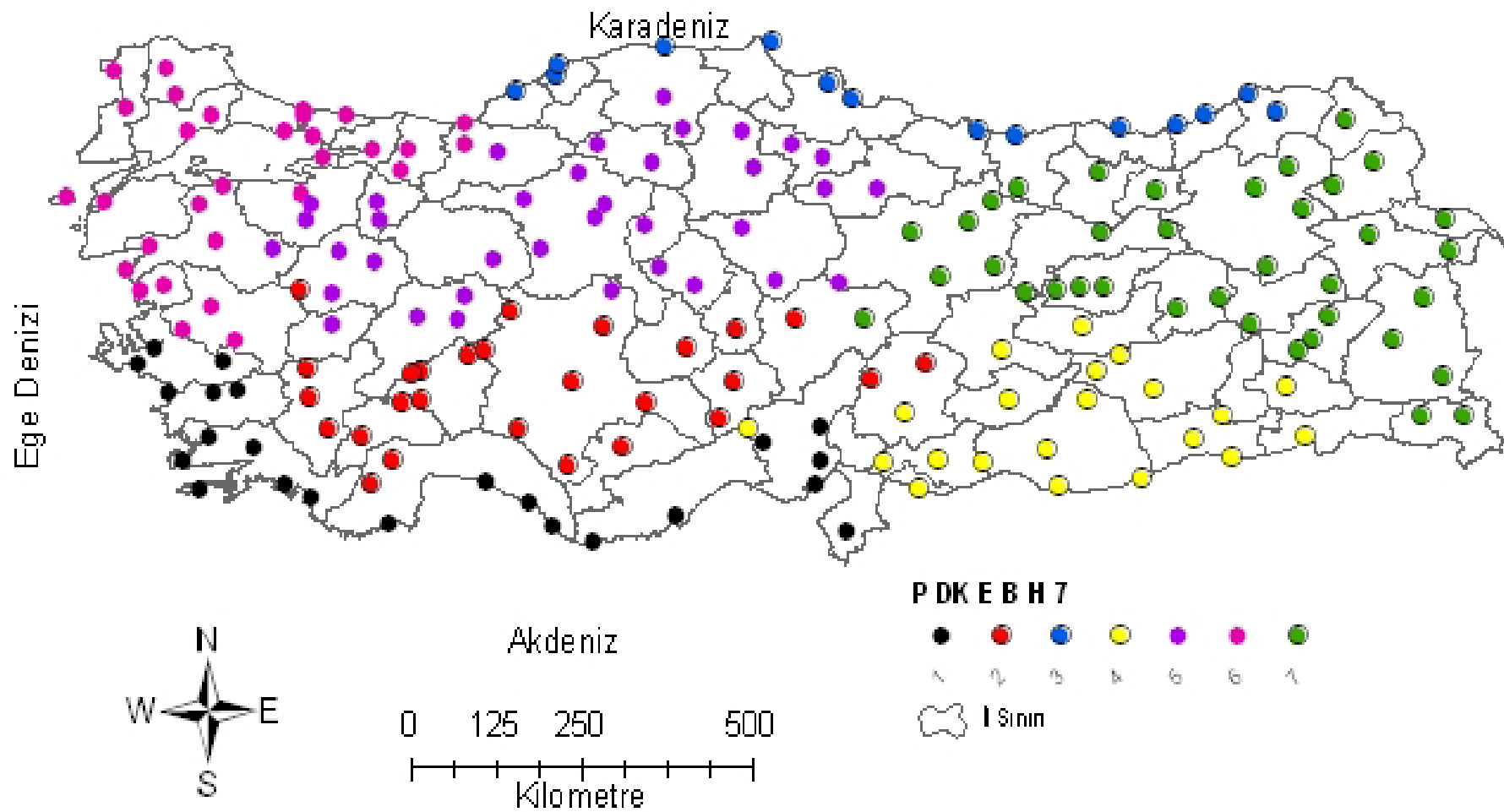
Tablo 20. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Yağış (mm)	Değiş. Kats.	Stand.Sapma (mm)	Yağış (mm)	Değiş. Kats.	Stand. Sapma (mm)
Veri Seti 1	1	22	1167.99	0.29	254.80	745.25	0.23	169.53
	2	30	1211.48	0.30	216.95	729.37	0.20	145.78
	3	25	1099.73	0.34	267.50	645.04	0.26	166.76
	4	11	2203.28	0.21	286.16	1204.04	0.14	158.83
	5	38	1287.51	0.29	311.19	562.19	0.20	117.71
	6	33	745.00	0.31	151.37	452.94	0.20	90.29
	7	29	1490.18	0.23	274.93	517.92	0.18	93.05

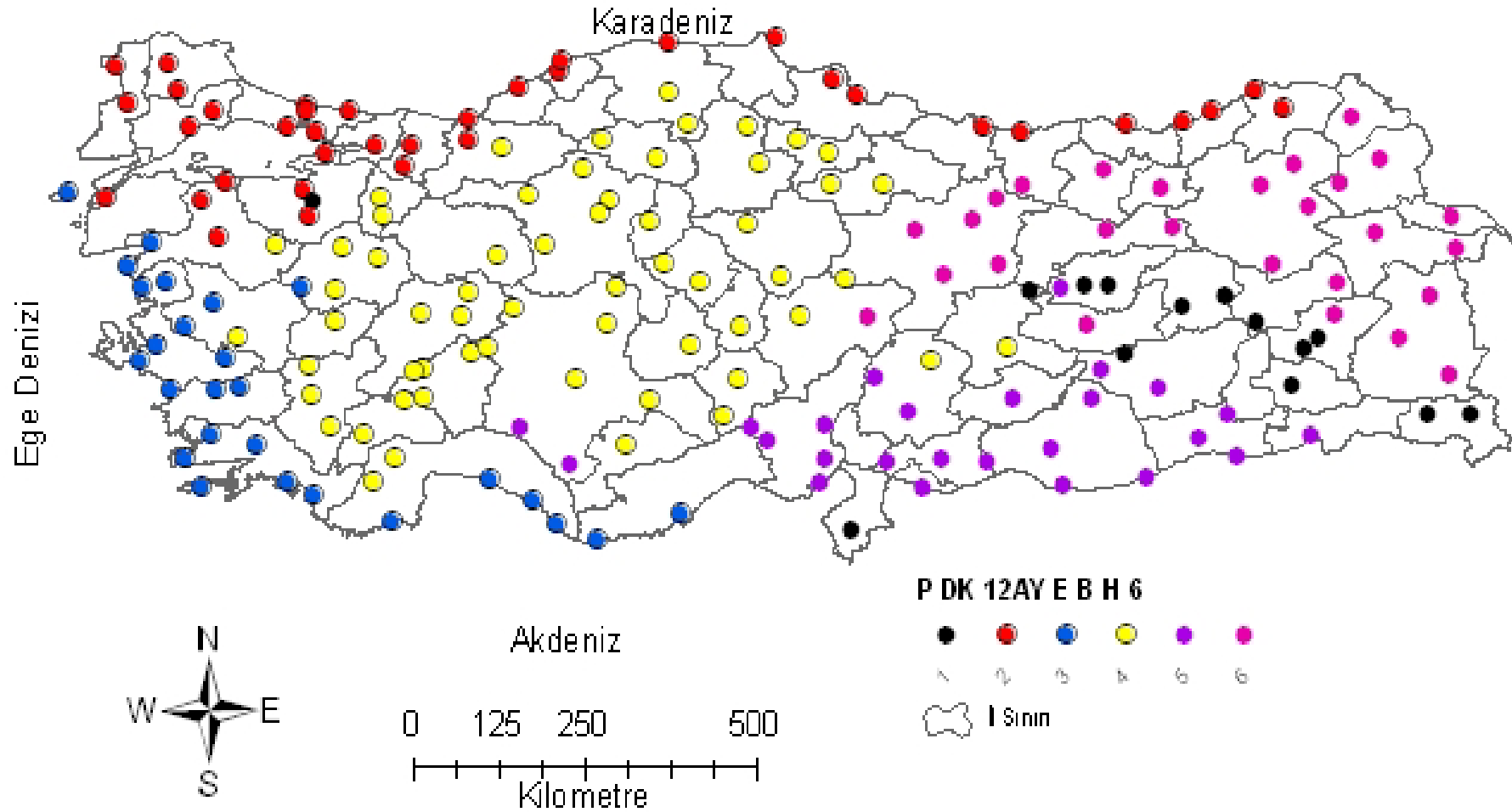


a) Veri Seti 1 (P E B H)





b) Veri Seti 2 (P DK E B H)



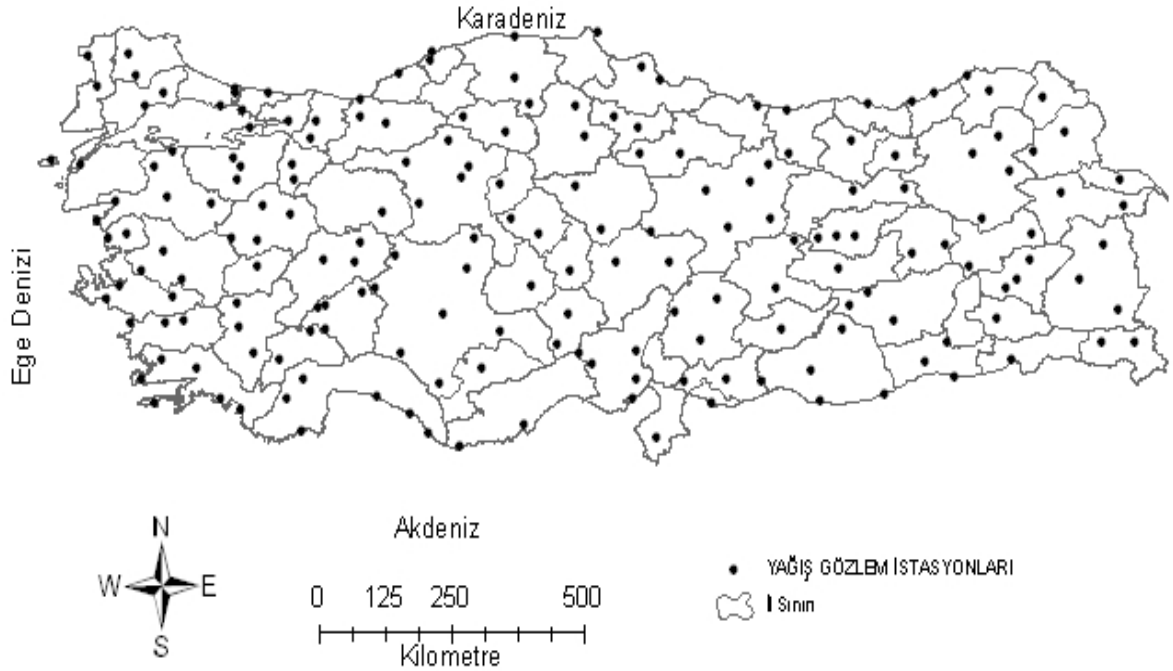
c) Veri Seti 6 (P DK 12AY E B H)

Şekil 68. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

### 7.3. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi (Ward Yöntemi) İle Yağış Serilerinin Sınıflandırılması

#### 7.3.1. Kullanılan Veri

Proje kapsamında yıllık toplam yağışların sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Ward kümeleme yöntemi ile yıllık toplam yağışlar sınıflandırılmış ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar bulanık kümeleme yöntemi sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında 188 adet yağış gözlem istasyonundan alınan yağış verileri ve bu istasyonlara ait koordinat ve yükseklik verileri kullanılmıştır. Daha iyi bir değerlendirme ve karşılaştırma yapmak için bulanık kümeleme yönteminde kullanılan ve en uygun sonuç elde edilen 5 veri seti (Veri Seti 1, Veri Seti 2, Veri Seti 5, Veri Seti 6 ve Veri Seti 8) kullanılmıştır. Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılması için kullanılan veri setleri ve değişkenler Tablo 21’de ve kullanılan istasyonların yerleşimi ise Şekil 69’da verilmektedir. Şekilde verilen istasyonlar için kümeleme analizi yapılarak bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır.



Şekil 69. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları

Tablo 21. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektör Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18

Yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan veriler kümeleme analizinde kullanılmadan önce daha önceden verilen dönüşüm fonksiyonları kullanılarak normalize edilmiştir. Tabloda verilen 5 farklı veri seti için normalize işlemleri tamamlandıktan sonra kümeleme analizi yapılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir.

Tablo 22’de her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen en uygun küme sayıları ve her bir kümedeki istasyon sayısı verilmektedir. Ayrıca, belirlenen bölgeler için hesaplanan maksimum ve ortalama yağış, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 22’de verilmektedir.

Tablo 22. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4	7
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5	7
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16	6
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17	5
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18	6

### 7.3.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Tablo 21’de verilen veri setleri kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma ile belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Veri seti 1, 5 ve 6 için en uygun sonuçlar elde edilmiş olup bu veri setlerine ait değerler Tablo 23’te verilmiştir.

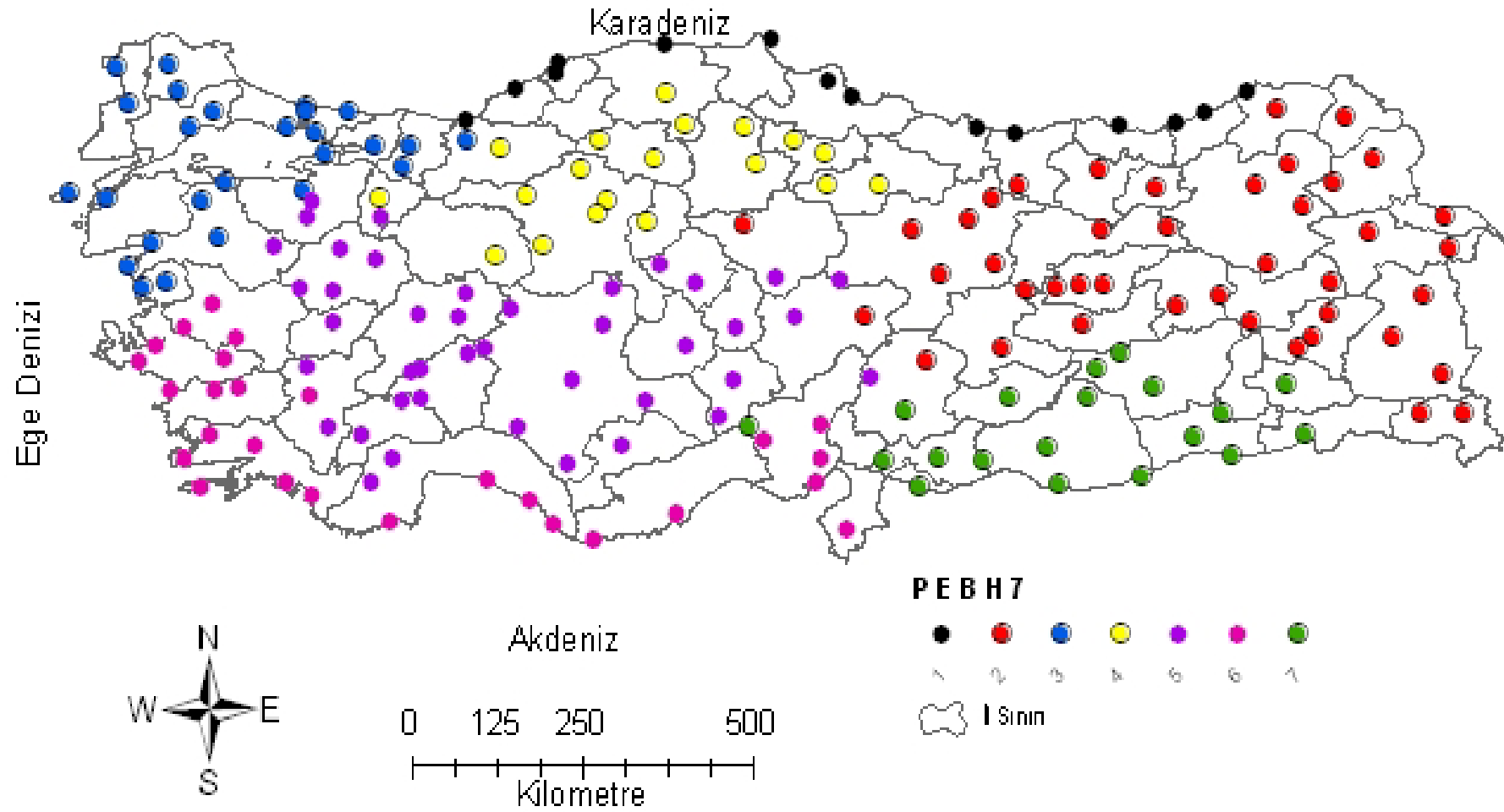
Tablo 23. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D)
				$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Veri Seti 1	1	15	465	2.370	-0.825	-0.962	-
	2	42	1302	1.042	0.393	-0.029	17088 (3.58),17172 (3.09),17668 (3.53)
	3	26	806	-0.303	-0.925	-0.703	-
	4	19	589	-3.044	-3.015	-3.312	-
	5	41	1271	-0.636	-1.704	-1.775	17926 (5.48)
	6	27	837	-1.517	-2.168	-1.795	-
	7	19	589	-1.503	-2.173	-2.115	-
Veri Seti 5	1	37	1147	1.603	-0.912	-0.461	-
	2	39	1209	-1.088	-3.109	-3.191	17244 (3.75) 17246 (4.23)
	3	32	992	1.091	0.883	0.346	17088 (3.55)
	4	49	1519	1.097	-2.404	-2.428	17330 (3.28),17824 (4.36),17926 (3.31) 17948 (3.14)
	5	24	744	-0.564	-0.562	-1.235	17205 (3.15) 17979 (3.14)
	6	8	248	1.274	0.047	0.176	-
Veri Seti 6	1	36	1116	1.544	-0.942	-0.381	-
	2	59	1829	-1.233	-2.904	-3.111	17244 (3.36),17246 (3.64),17824 (3.81) 17926 (6.53),17952 (3.10)
	3	32	992	1.091	0.883	0.346	17088 (3.55)
	4	25	775	-2.302	-2.842	-2.313	-
	5	36	1116	-0.670	-1.344	-1.685	17205 (3.88),

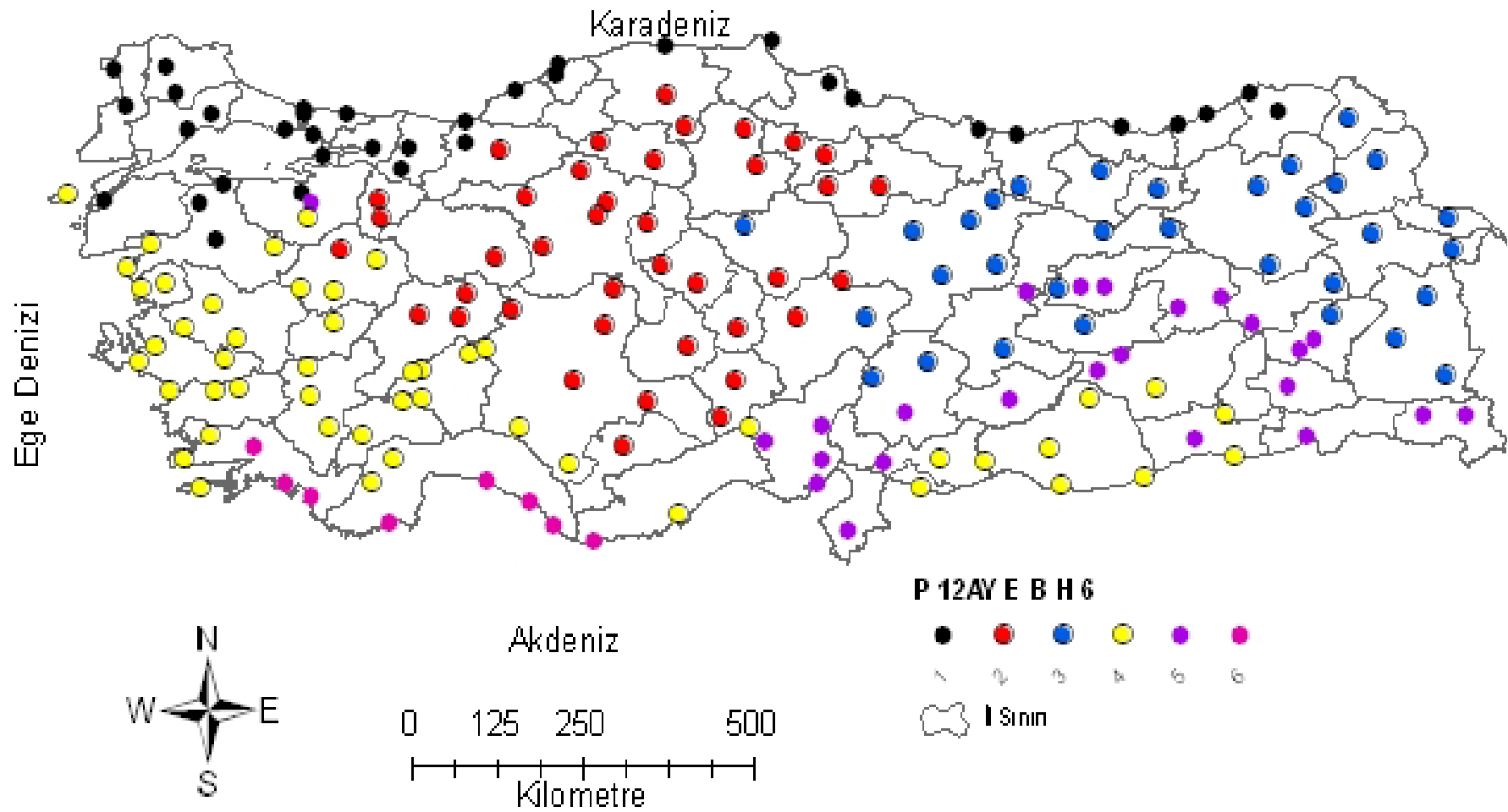
Tabloda uyumsuzluk sonuçları incelendiğinde genel olarak benzer istasyonlara ait  $D$  değerlerinin sınır değerden büyük çıktığı görülmektedir. Veri Seti 1’de, bölge 1 ve 4 için hesaplanan  $H_1$  değeri 2’den büyük çıkmış ve “kesinlikle heterojen kabul edilir” şeklinde değerlendirilmiştir. Diğer bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri ise kabul edilebilir seviyede çıktığı için “homojen kabul edilebilir” şeklinde değerlendirilebilir. Veri Seti 5 için, bütün bölgelere ait  $H_1$  değerleri 2’den küçük çıktığı için bu bölgeler “homojen kabul edilir” şeklinde değerlendirilmiştir. Veri Seti 6’da, sadece bölge 4’e ait  $H_1$  değerinin 2’den büyük olduğu, diğer bölgelere ait değerlerin ise 2’den küçük çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre bölge 4 “kesinlikle heterojen kabul edilir” ve diğer bölgeler “homojen olabilir” şeklinde değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre, Veri seti 5 kullanılarak elde edilen sonuçların diğerlerine göre daha iyi olduğu söylenebilir. Veri setleri kullanılarak Ward yöntemi ile belirlenen bölgelere ait istasyonlar Şekil 70’te ve belirlenen bölgeler için hesaplanan maksimum ve ortalama akım, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24. Ward kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 1	1	15	2203.28	0.21	286.16	1203.05	0.15	173.44
	2	42	1287.51	0.29	311.19	558.76	0.20	115.96
	3	26	863.12	0.30	216.95	676.26	0.20	137.41
	4	19	577.05	0.19	100.48	436.00	0.17	75.75
	5	41	1490.18	0.31	274.93	504.44	0.20	98.79
	6	27	1167.99	0.29	267.50	768.64	0.22	174.20
	7	19	822.95	0.34	235.24	598.11	0.28	163.46
Veri Seti 5	1	37	2203.28	0.25	286.16	885.09	0.18	147.66
	2	39	577.05	0.28	100.48	410.59	0.18	74.83
	3	32	627.91	0.29	134.84	466.17	0.19	90.87
	4	49	803.67	0.34	212.90	570.78	0.23	128.96
	5	24	1490.18	0.32	311.19	848.51	0.24	203.05
	6	8	1167.99	0.27	254.80	961.88	0.23	223.52
Veri Seti 6	1	36	2203.28	0.25	286.16	883.31	0.18	147.15
	2	59	803.67	0.31	184.91	464.31	0.19	87.57
	3	32	627.91	0.29	134.84	466.17	0.19	90.87
	4	25	1167.99	0.30	254.80	744.52	0.23	173.44
	5	36	1490.18	0.34	311.19	729.25	0.25	179.51

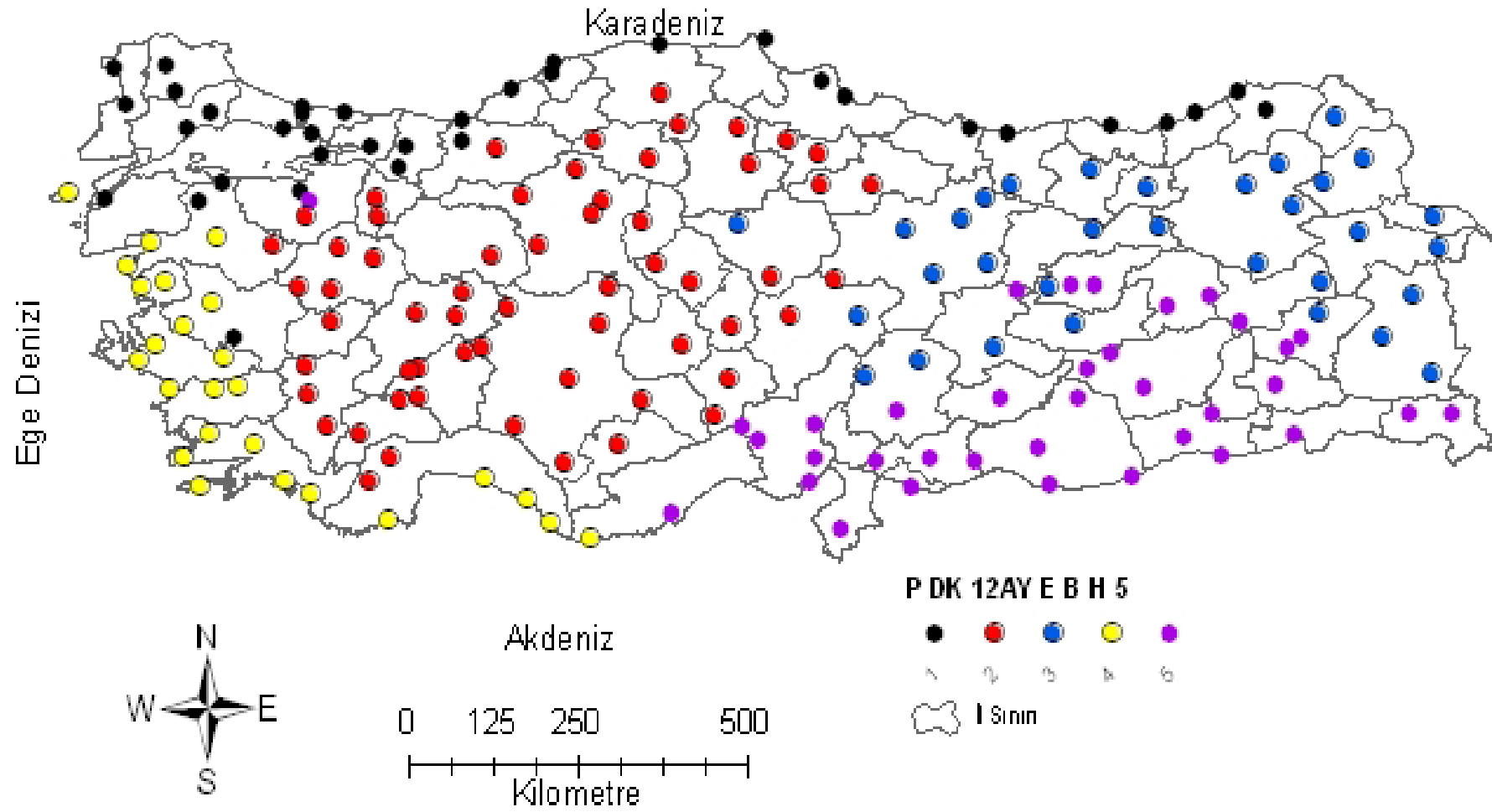


a) Veri Seti 1 (P E B H)



b) Veri Seti 5 (P 12AY E B H)





c) Veri Seti 6 (P DK 12AY E B H)

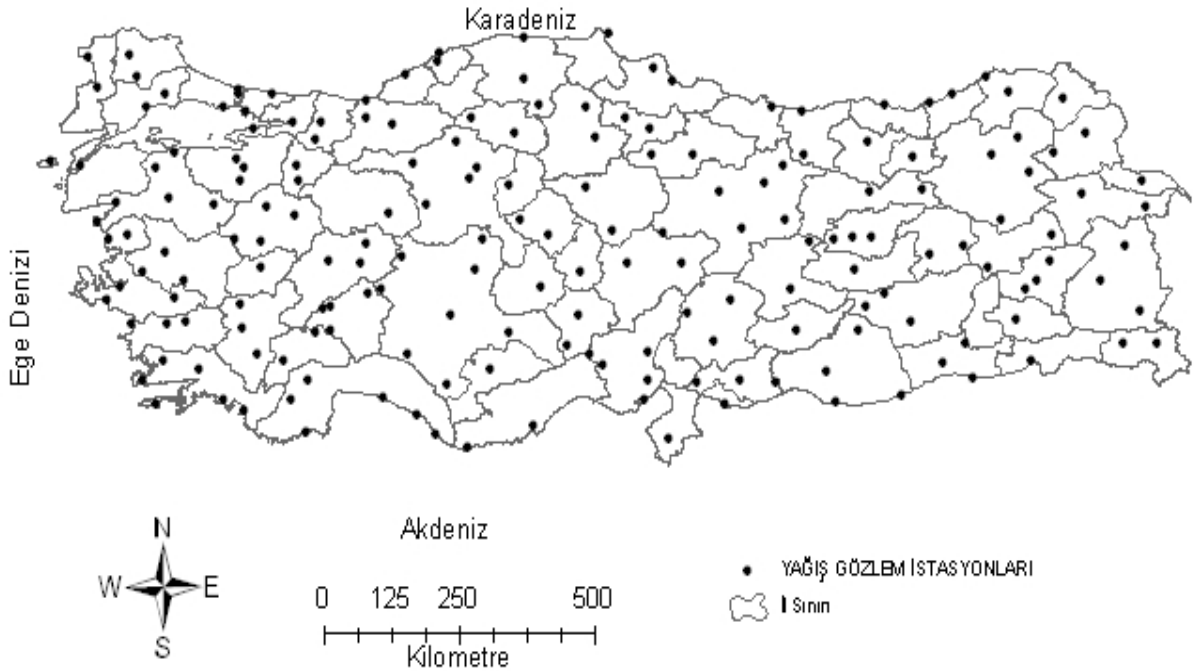
Şekil 70. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

## 7.4. SOM Kümeleme Yöntemi İle Yağış Serilerinin Sınıflandırılması

### 7.4.1. Kullanılan Veri

Proje kapsamında yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi kullanılmıştır. SOM kümeleme yöntemi ile yağışlar sınıflandırılmış ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar bulanık kümeleme yöntemi sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında diğer yöntemler de olduğu gibi ön analizler sonucunda belirlenen 188 adet yağış gözlem istasyonundan alınan yağış verileri ve bu istasyonlara ait koordinat ve yükseklik verileri kullanılmıştır.

Daha iyi bir değerlendirme ve karşılaştırma yapmak için bulanık kümeleme yönteminde kullanılan ve en uygun sonuç elde edilen 5 veri seti (Veri Seti 1, Veri Seti 2, Veri Seti 5, Veri Seti 6 ve Veri Seti 8) kullanılmıştır. Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılması için kullanılan veri setleri/değişkenler Tablo 25’te verilmektedir. Şekil 71’de bu istasyonların genel yerleşimi görülmektedir. Şekilde verilen istasyonlar için Tablo 25’teki değişkenler yardımıyla kümeleme analizi yapılarak bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır.



Şekil 71. SOM kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yağış gözlem istasyonları

Tablo 25. SOM kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17
Veri Seti 8	188	P Pdk Pstd P12AY E B H	18

Yağış serilerinin sınıflandırılmasında kullanılan veriler kümeleme analizinde kullanılmadan önce daha önceden verilen dönüşüm fonksiyonları kullanılarak normalize edilmiştir. Tabloda verilen 5 farklı veri seti için normalize işlemleri tamamlandıktan sonra kümeleme analizi yapılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir. Tablo 26’da her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen en uygun küme sayıları, her bir kümedeki istasyon sayısı verilmektedir. Ayrıca, belirlenen bölgeler için hesaplanan maksimum ve ortalama yağış, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 26’da verilmektedir.

Tablo 26. SOM kümeleme yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 1	188	P E B H	4	7
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	5	7
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	16	6
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	17	7

#### 7.4.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Tablo 25’te verilen veri setleri kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile sınıflandırma yapılmış ve belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu veri setleri arasından en uygun sonucun elde edildiği veri seti 1, 2 ve 5 için hesaplanan değerler Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

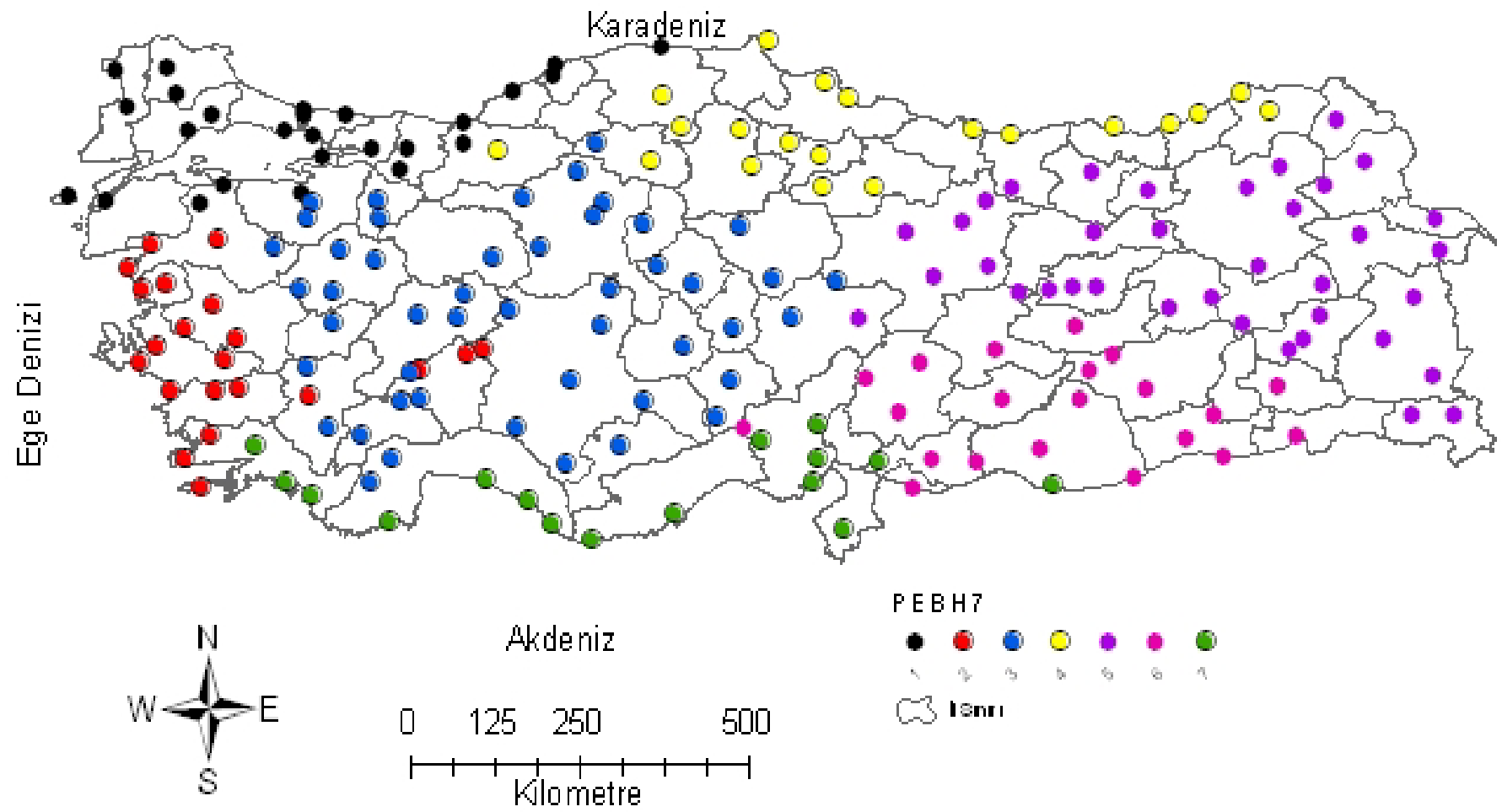
Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D)
				$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Veri Seti 1	1	26	806	1.045	-0.171	0.405	17110 (3.35)
	2	21	651	-1.801	-3.334	-3.175	17232 (3.39)
							17922 (3.23)
	3	47	1457	-1.703	-2.275	-2.306	17926 (5.90)
							17798 (3.41)
	4	20	620	0.721	-2.511	-1.975	
	5	37	1147	1.319	0.975	0.424	17088 (3.62)
17668 (3.35)							
6	22	682	-0.982	-2.610	-2.590	-	
7	15	465	-1.484	-0.672	-0.235	-	
Veri Seti 2	1	35	1085	1.649	-0.715	-0.315	-
	2	41	1271	1.850	-3.680	-4.070	17748 (3.22)
	3	25	775	-0.821	-3.232	-2.951	17824 (3.47)
							17232(3.49)
	4	15	465	1.495	-0.801	-0.106	-
	5	21	651	-1.240	-1.821	-1.574	-
	6	31	961	-1.822	-1.280	-1.602	17172 (4.85)
17880 (3.08)							
7	20	620	-1.235	-0.284	-0.010	-	
Veri Seti 5	1	33	1023	1.070	0.624	0.166	-
	2	38	1178	-1.620	-3.319	-3.299	17244 (4.73)
	3	31	961	1.350	-0.714	-0.875	-
	4	45	1395	1.163	-1.502	1.591	-
	5	22	682	-1.631	-1.245	-0.544	
	6	19	589	1.792	-0.463	-1.212	

Tablo 27’de uyumsuzluk sonuçları incelendiğinde genel olarak benzer istasyonlara ait  $D$  değerlerinin sınır değerden ( $D > 3$ ) büyük çıktığı görülmektedir. Veri seti 1’e ait bütün bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri 2’den küçük çıkmıştır. Veri Seti 1 için hesaplanan  $H$  değerleri incelendiğinde, bölge 1 en büyük  $H_1$  (-1.801) değerine sahip olup bu bölge “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Tabloda verilen sonuçlara göre, bölge 4 ve 6 homojen kabul edilir şeklinde değerlendirilirken bölge 1, 2, 3, 5, ve 7 “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Veri Seti 2 incelendiğinde, en büyük  $H_1$  değeri 1.850 ile bölge 2 için hesaplanmış ve bu bölge “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Bu veri setinden diğer bölgelere ait  $H_1$  değerleri 2’den küçük olup kabul edilebilir seviyededir.

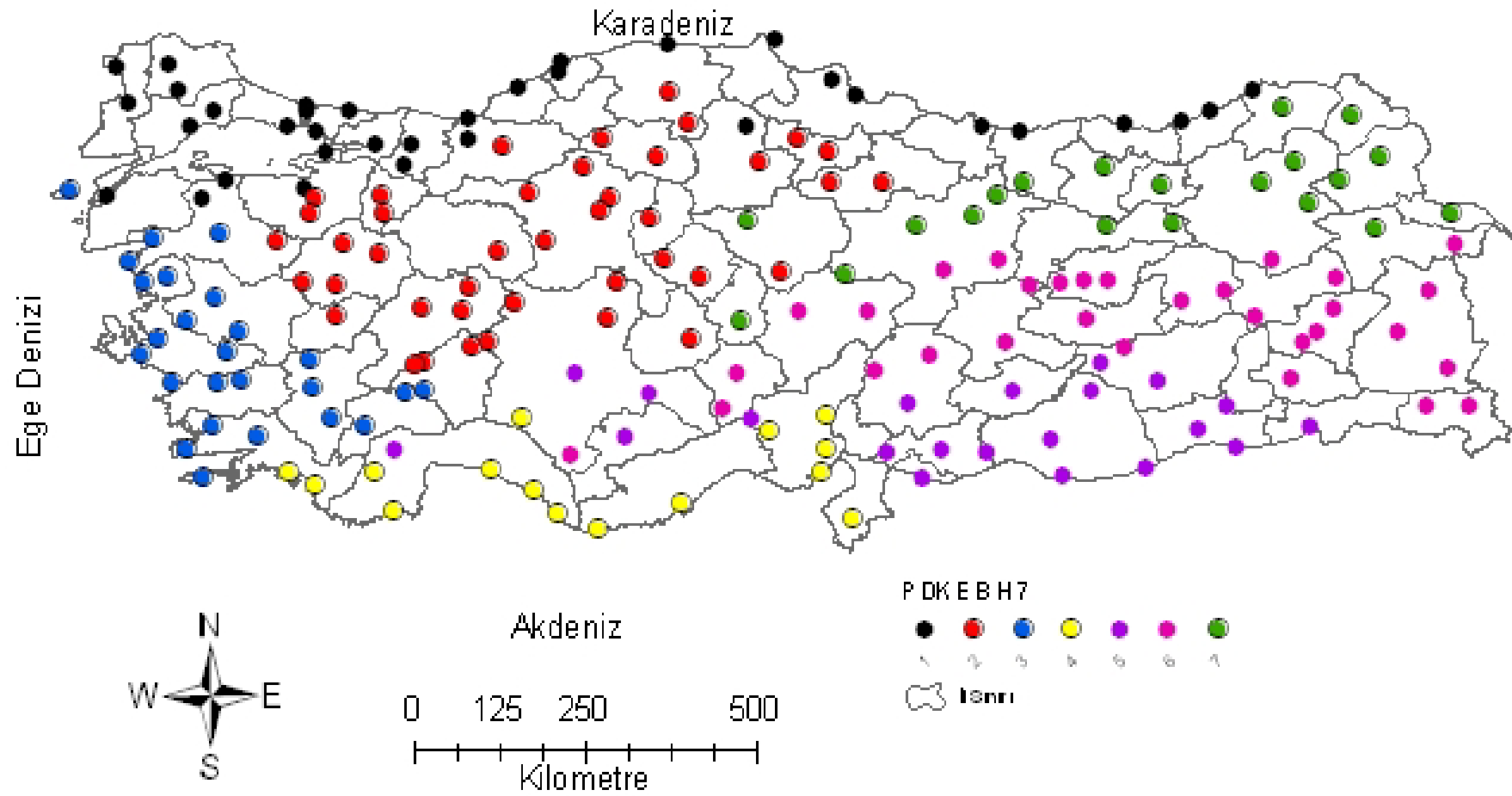
Diğer taraftan, Veri Seti 5’e ait  $H$  değerleri incelendiğinde genel olarak hesaplanan  $H_1$  değerleri 1 ile 2 arasında çıkmış olup bu bölgeler “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre yağış serilerinin sınıflandırılmasında Veri seti 1 kullanılarak elde edilen sonuçların daha iyi seviyede olduğu söylenebilir. Veri seti kullanılarak belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler Tablo 28’de verilmektedir. Ayrıca, Veri seti 1, 2 ve 5 kullanılarak belirlenen bölgelere ait istasyonların dağılımı Şekil 72’de gösterilmektedir.

Tablo 28. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

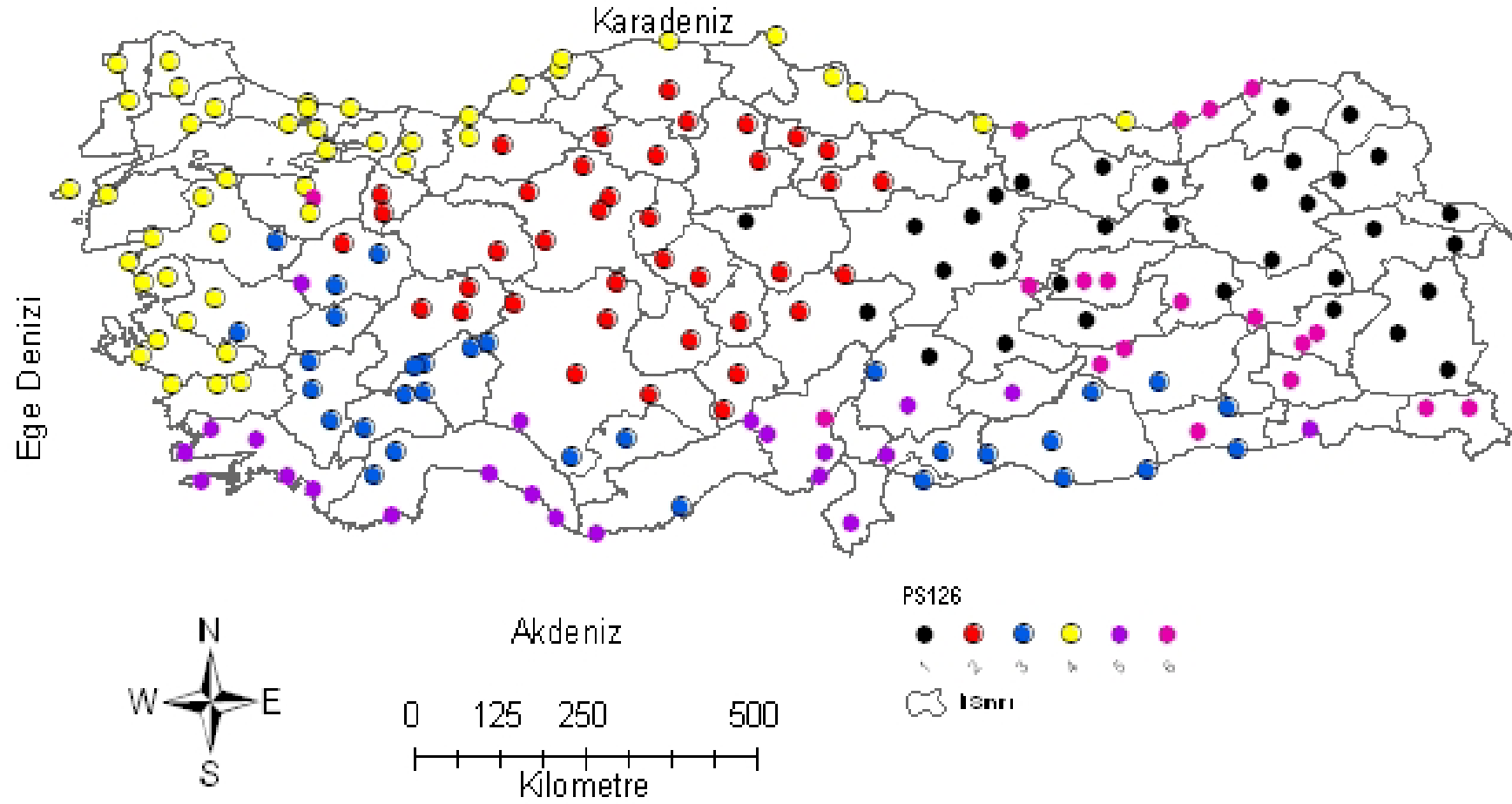
Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 1	1	26	1211.48	0.30	216.95	761.15	0.19	145.74
	2	21	711.58	0.29	173.77	610.78	0.22	133.05
	3	47	1490.18	0.31	274.93	483.10	0.19	93.01
	4	20	2203.28	0.21	286.16	835.91	0.16	119.10
	5	37	1287.51	0.29	311.19	562.35	0.21	118.69
	6	22	1167.99	0.34	267.50	718.90	0.25	178.98
	7	15	1211.48	0.30	216.95	761.15	0.19	145.74



a) Veri Seti 1 (P E B H)



b) Veri Seti 2 (P DK E B H)



c) Veri Seti 5 (P 12AY E B H)

Şekil 72. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı



## 7.5. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında Kümeleme Yöntemleri ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Yağış serilerinin sınıflandırılması amacıyla yukarıda detaylı bir şekilde verildiği gibi dört farklı yöntem, Bulanık kümeleme, SOM, K-Ortalamlar ve Ward, kullanılarak 8 farklı veri seti için çözüm yapılmıştır. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında, en uygun küme sayısına ve en iyi sonuç veren yönteme karar vermek için bu dört farklı yöntemin sonuçları karşılaştırılmaktadır. Bu amaçla, 8 farklı veri seti için sınıflandırma yapılarak elde edilen kümeler için bölgesel homojenlik testi yapılmıştır. Bu veri setleri incelendiğinde I. Grup yağış veri setleri, sadece yıllık toplam yağışlar, bu yağışlar için hesaplanan istatistikleri ve istasyon bilgilerini içerirken, II. Grup yağış veri setleri, yıllık ve aylık toplam yağışlar, yıllık toplam yağışlara ait istatistikler ve istasyon bilgilerinden oluşmaktadır. Bu nedenle burada, dört farklı yöntem sonuçları bu iki veri grubu için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır.

### 7.5.1. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında I. Grup Yağış Veri Setleri için Kümeleme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yağış serilerinin sınıflandırılması amacıyla oluşturulan I. Grup Yağış Veri Setleri, bulanık kümeleme, SOM, K-Ortalamlar ve Ward yöntemleri ile çözülmüş ve belirlenen bölgeler bölgesel homojenlik testinden geçirilmiştir. Tablo 29’da, en uygun sonucu veren veri seti ve bu veri setine göre belirlenen en uygun küme sayıları verilmektedir. Tablo 29’daki sonuçlardan da görüldüğü gibi, bulanık kümeleme ile veri seti 2 kullanılarak en uygun çözüm elde edilmiş ve en uygun küme sayısı da 6 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, K-Ortalamlar ve Ward yöntemleri ile yapılan sınıflandırmada en uygun sonuçlar Veri seti 1 için küme sayısı 7 olarak tespit edilmiştir. Bu dört farklı yöntem ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları Tablo 30’da verilmiştir

Tablo 29. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında I. Grup yağış veri setleri kullanılarak kümeleme yöntemleri ile belirlenen küme sayıları

Veri Seti	İstasyon Sayısı	Değişkenler	Kullanılan Yöntem			
			Bulanık Kümeleme	SOM	K-Ortalama	Ward
Veri Seti 1	188	P E B H	-	7	7	7
Veri Seti 2	188	P Pdk E B H	6	-	-	-

Tablo 30. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında I. Grup yağış veri setleri kullanılarak belirlenen bölgeler için uyumsuzluk bölgesel homojenlik testi sonuçları

Yöntem	Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D)
					$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Bulanık Kümeleme	Veri Seti 2	1	35	1085	-1.208	0.295	-0.176	17088(3.44)
		2	25	775	-1.384	-2.973	-2.490	17232(3.41)
		3	33	1023	1.422	-0.348	-0.233	-
		4	39	1209	0.707	1.850	-1.790	17926(5.37) 17824(3.51)
		5	28	868	-1.599	-1.888	-1.433	-
		6	28	868	-1.771	-2.945	-2.804	17034(3.11)
K-Ortalamalar	Veri Seti 1	1	22	682	-1.532	-2.330	-1.872	17232 (3.40)
		2	30	930	-0.462	-1.056	-0.884	17110 (3.08)
		3	25	775	-0.600	-1.672	-1.588	-
		4	11	341	1.854	-0.781	-0.726	-
		5	38	1178	1.173	0.667	0.155	17088 (3.65) 17668 (3.43)
		6	33	1023	-0.092	-0.799	-0.912	17926 (4.69)
		7	29	899	-3.300	-3.556	-4.024	17748 (4.05)
Ward	Veri Seti 1	1	14	434	2.370	-0.825	-0.962	-
		2	42	1302	1.042	0.393	-0.029	17088 (3.58) 17172 (3.09) 17668 (3.53)
		3	26	806	-0.303	-0.925	-0.703	-
		4	19	589	-3.044	-3.015	-3.312	-
		5	41	1271	-0.636	-1.704	-1.775	17824 (3.13) 17926 (5.48)
		6	27	837	-1.517	-2.168	-1.795	-
		7	19	589	-1.503	-2.173	-2.115	-
SOM	Veri Seti 1	1	26	806	1.045	-0.171	0.405	17110 (3.35)
		2	21	651	-1.801	-3.334	-3.175	17232 (3.39) 17922 (3.23)
		3	47	1457	-1.703	-2.275	-2.306	17926 (5.90) 17798 (3.41)
		4	20	620	0.721	-2.511	-1.975	
		5	37	1147	1.319	0.975	0.424	17088 (3.62) 17668 (3.35)
		6	22	682	-0.982	-2.610	-2.590	-
		7	15	465	-1.484	-0.672	-0.235	-

Tablodan bulanık kümeleme ile elde edilen kümeler için bölgesel homojenlik testi sonuçları karşılaştırıldığında, bütün bölgelere ait  $H_1$  değerinin 2'den küçük çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre sadece yıllık toplam yağışlar kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırmada en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Tablo 30'da K-Ortalamalar yöntemi sonuçları incelendiğinde, Veri Seti 1'de bölge 7 için hesaplanan  $H_1$  değeri 2'den büyük çıktığı için *homojen olmadığı* ve diğer kümelere ait  $H_1$  değerinin *homojen kabul edilebilir* seviyede olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, yıllık toplam yağışlar kullanılarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırmada en uygun sonuçlar Veri Seti 1 için elde edilmiş ve bu veri seti için en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiştir.

Ayrıca Tablo 3'te verilen Ward yöntemi sonuçları incelendiğinde, bölge 1 ve 4 için hesaplanan  $H_1$  değerinin sınır değerden büyük çıktığı için *homojen olmadığı* ve diğer bölgelere ait  $H_1$  değerinin ise *homojen kabul edilebilir* seviyede olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara göre, yıllık toplam yağışlar kullanılarak Ward yöntemi ile yapılan sınıflandırmada veri seti 1 için en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiştir. Tablodan SOM yöntemi ile veri seti 1 kullanılarak belirlenen bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri incelendiğinde, genel olarak hesaplanan değerlerin 2'den küçük çıktığı görülmüştür. Veri seti 1 kullanılarak yapılan sınıflandırmada belirlenen bölge 1, 2, 3, 5 ve 7 "*homojen olabilir*" ve bölge 4 ve 6 "*homojen kabul edilir*" şeklinde değerlendirilmiştir.

Son olarak her dört yöntemle ait sonuçlar karşılaştırıldığında, genel olarak bulanık kümeleme ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlere ait sonuçlara göre daha iyi seviyede olduğu görülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi bulanık kümeleme ve SOM yöntemi performansları birbirine çok yakın çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, yıllık yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yönteminin başarılı sonuçlar verdiği ve belirlenen bölgelerin bölgesel homojenlik testinden geçtiği görülmüştür.

### 7.5.2. Yağış Serilerinin Sınıflandırılmasında II. Grup Yağış Veri Setleri için Kümeleme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yağış serilerinin sınıflandırılması için ikinci olarak II. Grup Yağış Veri Setleri kullanılmış ve elde edilen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu veri setleri için elde edilen sonuçlar önceki bölümlerde detaylı olarak verildiği burada sadece en uygun sonucun elde edildiği veri seti için sonuçlar verilmektedir. Tablo 31’de, II. Grup veri setleri için, en uygun sonucu veren veri seti ve bu veri setine için en uygun küme sayıları verilmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi, bulanık kümeleme, SOM, K-Ortalamalar ve Ward yöntemleri ile sınıflandırmada en uygun sonuç veri seti 6 kullanılarak elde edilmiştir.

En uygun küme sayılarına bakıldığında, bulanık kümeleme ve K-ortalamlar yöntemi ile küme sayısı 6 iken Ward yöntemi ile küme sayısı 5, olarak tespit edilmiştir. Bu dört farklı yöntem ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 31. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında II. Grup yağış veri setleri kullanılarak kümeleme yöntemleri ile belirlenen küme sayıları

Veri Seti	İstasyon Sayısı	Değişkenler	Kullanılan Yöntem			
			Bulanık Kümeleme	SOM	K-Ortalama	Ward
Veri Seti 5	188	P P12AY E B H	-	6	-	-
Veri Seti 6	188	P Pdk P12AY E B H	6	-	6	5

Tablo 32. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında II. Grup yağış veri setleri kullanılarak belirlenen bölgeler için uyumsuzluk bölgesel homojenlik testi sonuçları

	Veri	Küme	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	<i>H</i> Testi			İstasyon No ( <i>D</i> )
					$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Yöntem Bulanık Kümeleme	Seti Veri Seti 6	1	35	1085	1.069	0.902	0.592	17088(3.49)
		2	26	806	-0.126	-0.950	-1.020	-
		3	34	1054	1.550	-0.571	-0.353	-
		4	29	899	-1.647	-3.634	-2.666	-
		5	17	527	-0.874	-1.482	-1.978	-
		6	47	1457	-1.139	-2.205	-2.270	17246(4.14) 17926(5.52)
K-Ortalamalar	Veri Seti 6	1	14	434	-2.059	-0.795	-1.308	-
		2	37	1147	1.489	-0.914	-0.487	-
		3	26	806	-2.628	-2.979	-2.389	-
		4	59	1829	-1.254	-2.417	-2.449	17244 (3.58) 17246 (3.81)
		5	25	775	0.142	-1.372	-1.477	-
		6	27	837	1.503	1.295	0.849	17088 (3.16)
Ward	Veri Seti 6	1	36	1116	1.544	-0.942	-0.381	-
		2	59	1829	-1.233	-2.904	-3.111	17244 (3.36) 17246 (3.64) 17824 (3.81) 17926 (6.53) 17952 (3.10)
		3	32	992	1.091	0.883	0.346	17088 (3.55)
		4	25	775	-2.302	-2.842	-2.313	-
		5	36	1116	-0.670	-1.344	-1.685	17205 (3.88) 17330 (3.09)
		6	36	1116	-0.670	-1.344	-1.685	17205 (3.88) 17330 (3.09)
SOM	Veri Seti 5	1	33	1023	1.070	0.624	0.166	-
		2	38	1178	-1.620	-3.319	-3.299	17244 (4.73)
		3	31	961	1.350	-0.714	-0.875	-
		4	45	1395	1.163	-1.502	1.591	-
		5	22	682	-1.631	-1.245	-0.544	-
		6	19	589	1.792	-0.463	-1.212	-

Tablo 32’de, bulanık kümeleme ile yapılan sınıflandırma ile belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi sonuçları incelendiğinde, en büyük  $H_1$  değeri 1.647 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Veri Seti 2’de bölgeler için hesaplanan en büyük  $H_1$  değerine (1.771) göre düşük seviyededir. Tablodaki bu sonuçlara veri seti 6 kullanılarak yapılan sınıflandırma ile belirlenen bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değeri 2’den küçük çıkmış olup bu bölgeler *homojen* olarak değerlendirilmiştir.

Diğer taraftan, veri seti 6 kullanılarak K-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda belirlenen bölgeler için hesaplanan H değerleri incelendiğinde, bölge 1 ve 3 için hesaplanan değerlerin sınır değerlerin üzerinde çıkmış ve bu kümeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” olarak değerlendirilmiştir. Diğer bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri *kabul edilebilir* seviyede çıkmıştır.

Ayrıca, Ward yöntemi ile yapılan sınıflandırma ile belirlenen kümelere sadece bölge 4’e ait  $H_1$  değerinin 2’den büyük olduğu, diğer bölgelere ait değerlerin ise 2’den küçük çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre bölge 4 “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” ve diğer bölgeler “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Tablo 32’de verilen sonuçlara göre, bulanık kümeleme ile elde edilen bölgelerin homojen yapıya sahip olduğu görülürken, K-Ortalamlar yöntemi ile belirlenen bölgelerden iki adet bölgenin ve Ward yöntemi ile belirlenen bölgelerden birinin *homojen olmadığı* tespit edilmiştir.

Son olarak her üç yöntemle ait sonuçlar karşılaştırıldığında, genel olarak bulanık kümeleme ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlere ait sonuçlara göre daha iyi seviyede olduğu ve başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Yapılan bu değerlendirmeler ve sonuçlara göre II. Grup yağış serileri kullanılarak yapılan sınıflandırma ile elde edilen bölgelerin homojenliğinin daha iyi seviyede olduğu söylenebilir. Ayrıca, yıllık toplam yağışlara ait istatistikler karşılaştırıldığında, değişim katsayısı kümelerin homojenliğini olumlu yönde değiştirdiği gözlenmiştir.

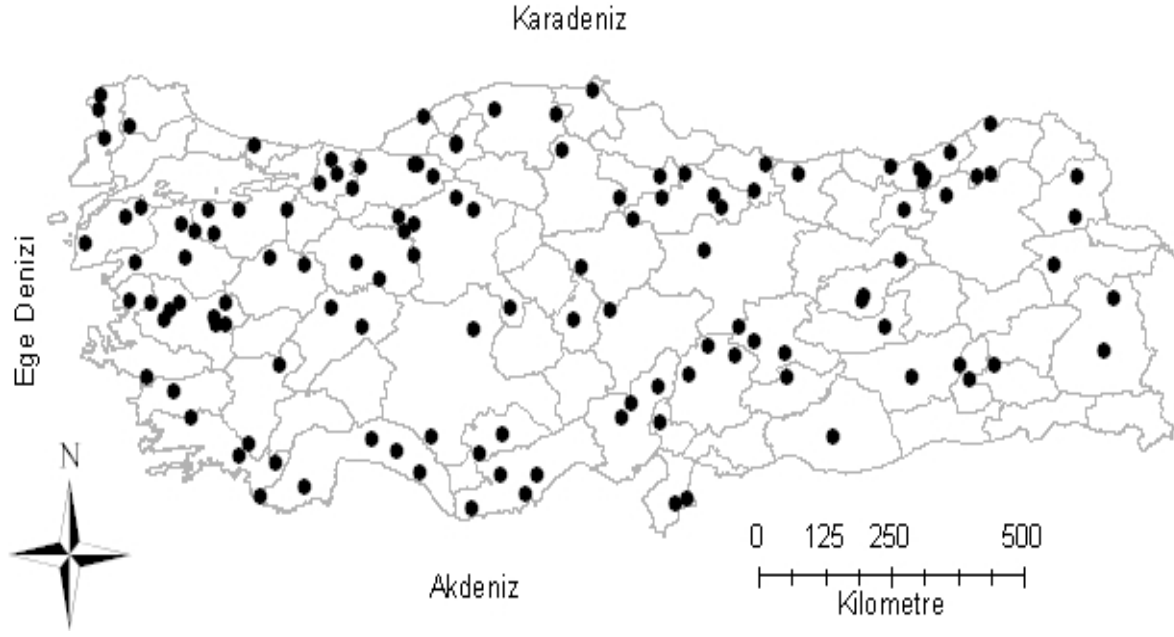
## **8. YILLIK MAKSİMUM AKIMLARIN SINIFLANDIRILMASI VE BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ**

### **8.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizi**

#### **8.1.1. Kullanılan Veri**

Çalışmanın bu aşamasında, kümeleme yöntemleri ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılması ve hidrolojik homojen bölgelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Homojen bölgelerin belirlenmesi bölgesel frekans analizinin en önemli adımlarından birini oluşturmaktadır. Bölgesel taşkın frekans analizinin temel adımları (i) değişkenlerin ve özellik vektörünün seçimi, (ii) her bir veri seti için kümeleme analizi, (iii) her bir veri seti ile belirlenen kümeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi ve (iv) belirlenen bölgeler için uygun dağılımların belirlenmesi ve taşkın büyüklüğünün tahmin edilmesi şeklinde verilebilir.

Homojen bölgelerin belirlenmesinde, kalite kontrol analizlerinde geçen ve eşit zaman aralıklarında ve eşit uzunluğa sahip (1968–1998 yılları arası) veriler kullanılmıştır. Bu koşulları sağlayan istasyonlara ait yıllık maksimum akımlar, enlem ve boylam verileri ve yıllık maksimum akımlar için hesaplanan istatistikler dikkate alınmıştır. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan veri setleri ve değişkenler Tablo 33'te ve kümeleme analizinde kullanılan akım gözlem istasyonlarının genel yerleşimi Şekil 73'te gösterilmiştir. Bu veri setleri kullanılarak bölgesel taşkın frekans analizi için kümeleme analizi, bölgesel homojenlik testi, uygun dağılımın belirlenmesi için uygunluk testi ve tahmin çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 73. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan akım gözlem istasyonlarının genel dağılımı

Tablo 33. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik vektörü sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 1	117	Q E B	3
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5
Veri Seti 4	117	Q Qdk Qstd E B	4
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6
Veri Seti 6	117	Q A E B	4
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5
Veri Seti 8	117	Q Qdk Qskew A E B	6
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6
Veri Seti 10	117	Q Qdk Qstd Qskew A E B	7



Burada,  $Q_i$ ; yıllık maksimum akım,  $E$  ve  $B$ ; sırasıyla istasyona ait enlem ve boylam,  $Q_{std}$ ; yıllık maksimum akımların standart sapması ve  $Q_{dk}$ ; yıllık maksimum akımların değişim katsayısı şeklinde tanımlanabilir. Tabloda verilen veri setleri; (i) yıllık maksimum akımlar ve yıllık maksimum akımlar için hesaplanan istatistikleri içeren veri setleri (Veri Seti 1, 2, 3, 4 ve 5), (ii) yıllık maksimum akımlar, yıllık maksimum akımlar için hesaplanan istatistikler ve drenaj alanlarını içeren veri setleri (Veri Seti 6, 7, 8, 9 ve 10) olmak üzere iki bölüme ayrılabilir.

Yağış verilerinde olduğu gibi yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında da veriler kümeleme analizinde kullanılmadan önce aşağıda verilen dönüşüm fonksiyonları kullanılarak normalize edilmiştir.

$$Q_{yi} = (Q_i - Q_{\min}) / (Q_{\max} - Q_{\min}) \quad (68)$$

$$Y_{yi} = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (69)$$

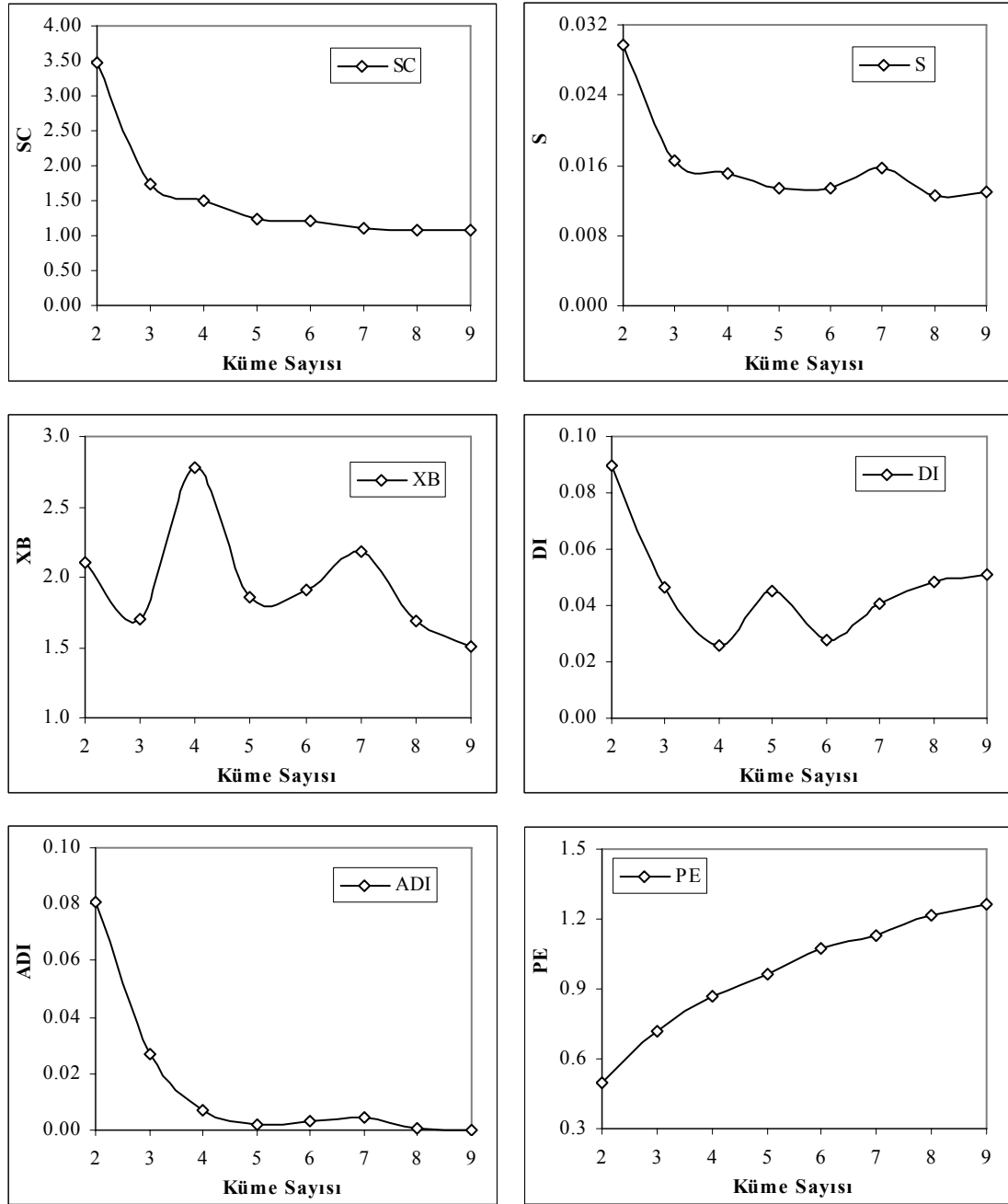
Burada,  $Q_i$ ;  $i$  istasyonundaki yıllık maksimum akım,  $Q_{yi}$ ;  $i$  istasyonunda normalize edilmiş yıllık maksimum akım  $Q_{\max}$ ; maksimum akım,  $Q_{\min}$ ; minimum akım,  $X_i$ ;  $i$  istasyonuna ait enlem ya da boylam,  $Y_{yi}$ ;  $i$  istasyonuna ait normalize edilmiş enlem ya da boylam,  $X_{\max}$ ; maksimum enlem ya da boylam,  $X_{\min}$ ; minimum enlem ya da boylam değerini temsil etmektedir.

### 8.1.2. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi

Tablo 33'te verilen 10 farklı veri seti için normalize işlemleri tamamlandıktan sonra bulanık kümeleme yöntemi ile sınıflandırılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir. Bu farklı veri setleri için elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde incelenerek homojenlik testinden geçirilmiştir.

*Veri Seti 1 (Q E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma:*

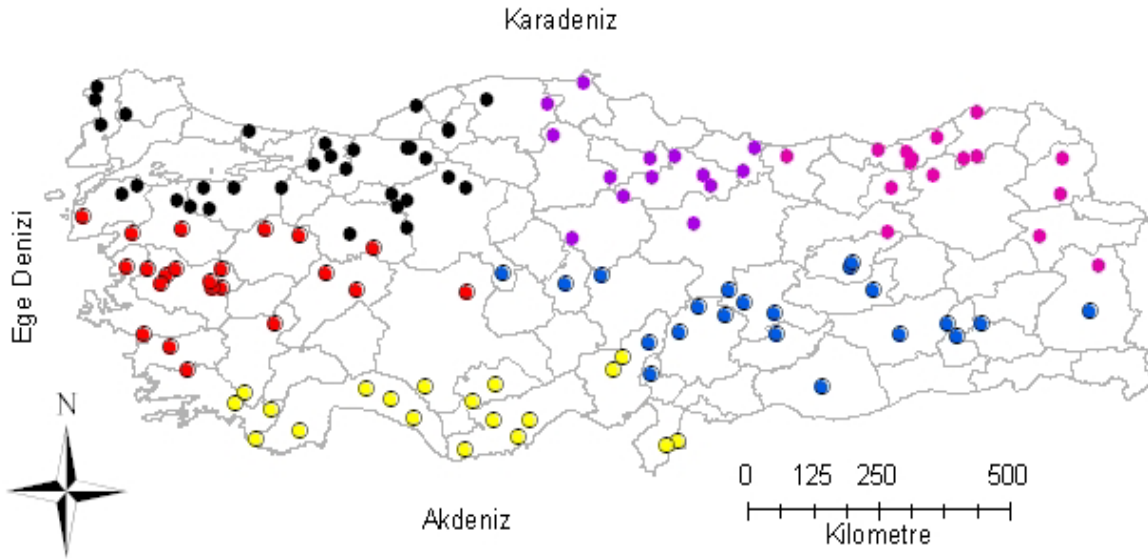
Burada ilk önce sadece yıllık maksimum akımlar ve istasyon koordinat bilgilerinden oluşan veri seti için sınıflandırma yapılmıştır. Bu değişkenlerin normalize edilmiş değerleri kullanılarak yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi Şekil 74'te görülmektedir.



Şekil 74. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil 74 incelendiğinde SC ölçütü küme 6'dan sonra küçük değişimler göstermektedir. S ölçütünün küme sayısı 6'ya kadar azaldığı ancak küme 7 için artışa sahip olduğu görülmektedir. Diğer taraftan XB ölçütü küme sayısına göre değişken bir yapıya sahip olup en düşük değer küme sayısı 9 için elde edilmiştir. Ayrıca, DI ve ADI ölçütleri incelendiğinde genel olarak en uygun değer küme 6 için elde edildiği görülmektedir.

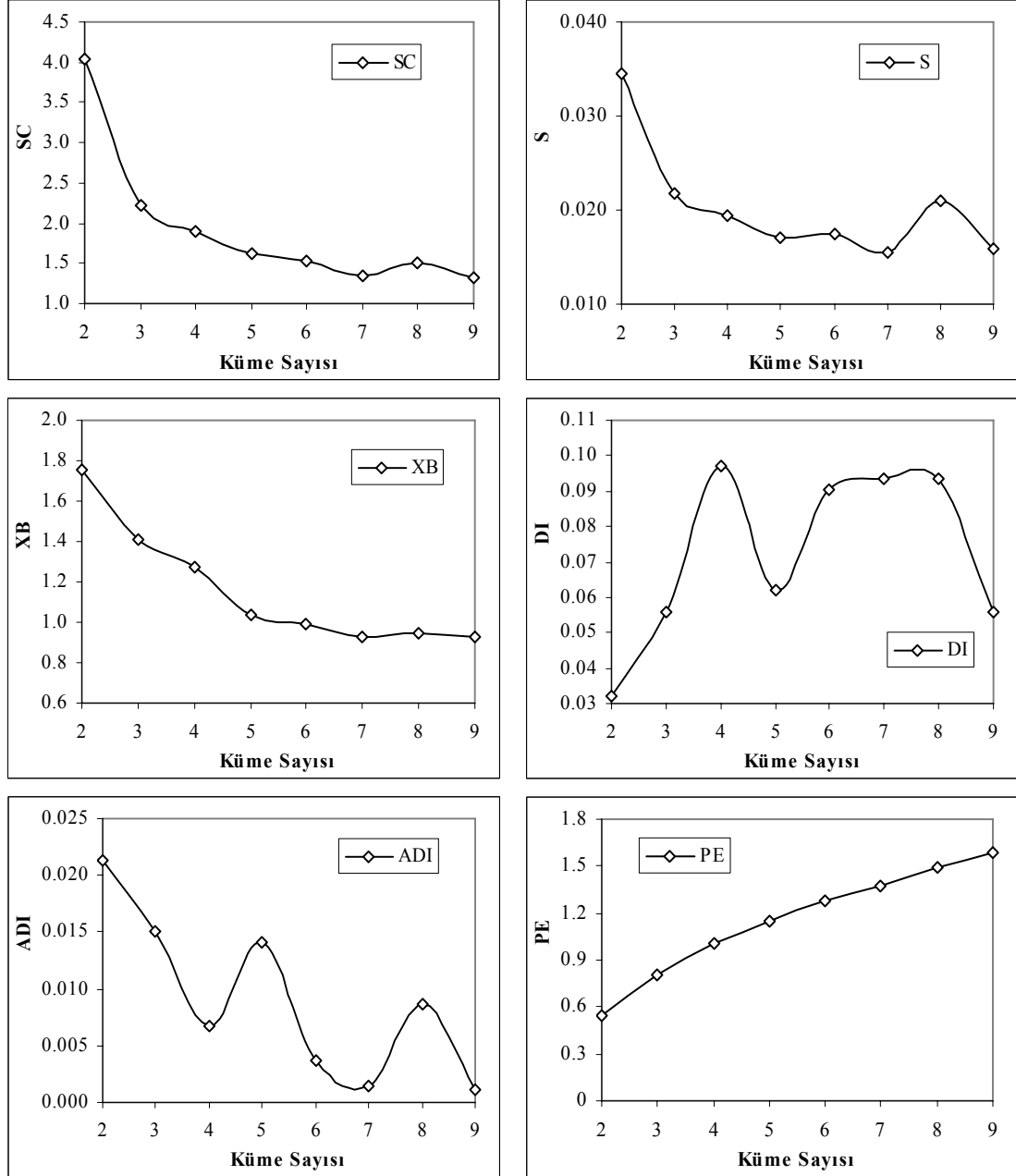
Şekil 74'te verilen sonuçlara göre bulanık kümeleme yöntemi ile Veri Seti 1 kullanılarak yıllık maksimum akımların sınıflandırılması için en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılması için, Veri Seti 1 kullanılarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen 6 bölgeye ait istasyonların genel yerleşimi Şekil 75'te gösterilmektedir.



Şekil 75. Veri Seti 1 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Veri Seti 2 (Q Qdk E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

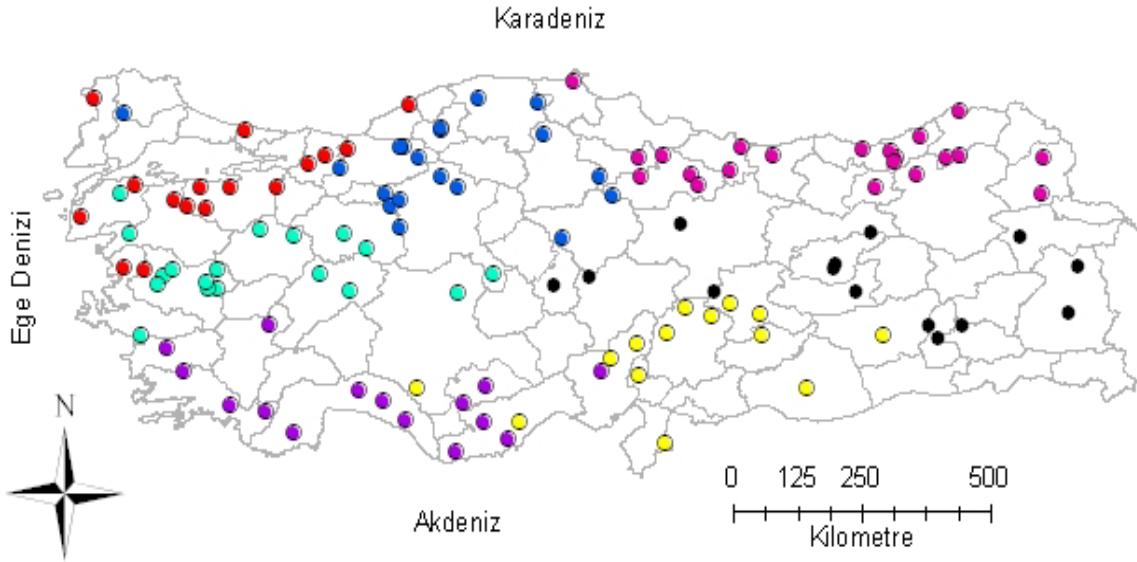
Şekil 76’da Veri Seti 2 (Q Qdk E B) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.



Şekil 76. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil 76'da S ve SC ölçütleri değerlendirildiğinde, genel olarak küme sayısı arttıkça bu ölçütlerin değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi bu ölçütler küme sayısı 7 için en düşük değere sahip iken, küme sayısı 8 için artış söz konusudur. XB ölçütü sonuçları karşılaştırıldığında, bu ölçütün değeri küme sayısı 7'ye kadar azalmakta ve bu kümeden sonra değişim çok az seviyede kalmaktadır.

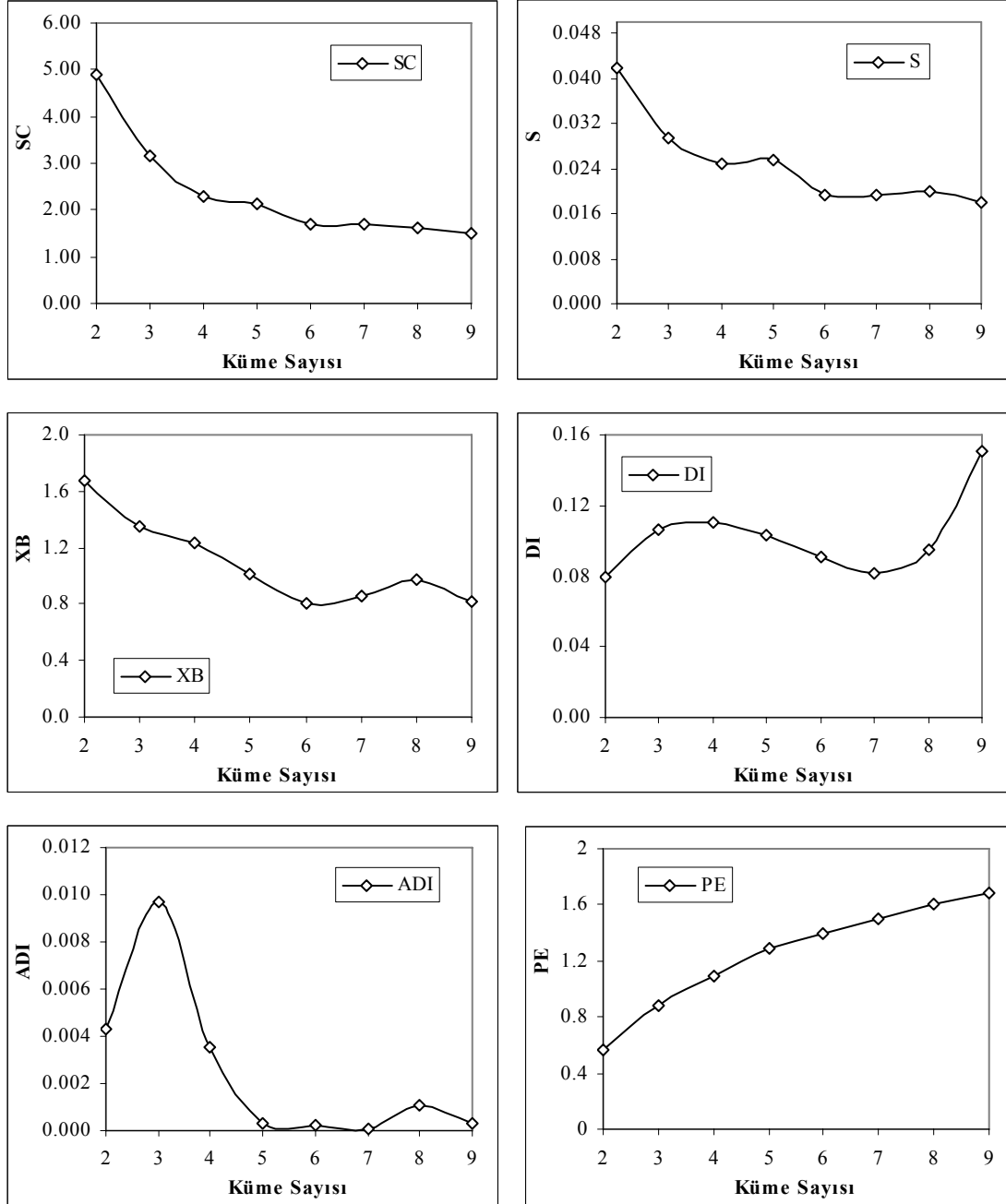
Diğer taraftan, DI ölçütü en düşük değere küme sayısı 5 için sahip iken, ADI ölçütünün en düşük değeri küme sayısı 7 için elde edilmiştir. Yapılan bu değerlendirmelere göre, en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiş ve belirlenen bölgelerdeki istasyonların dağılımı Şekil 77'de görülmektedir.



Şekil 77. Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Veri Seti 3 (Q Qskew E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

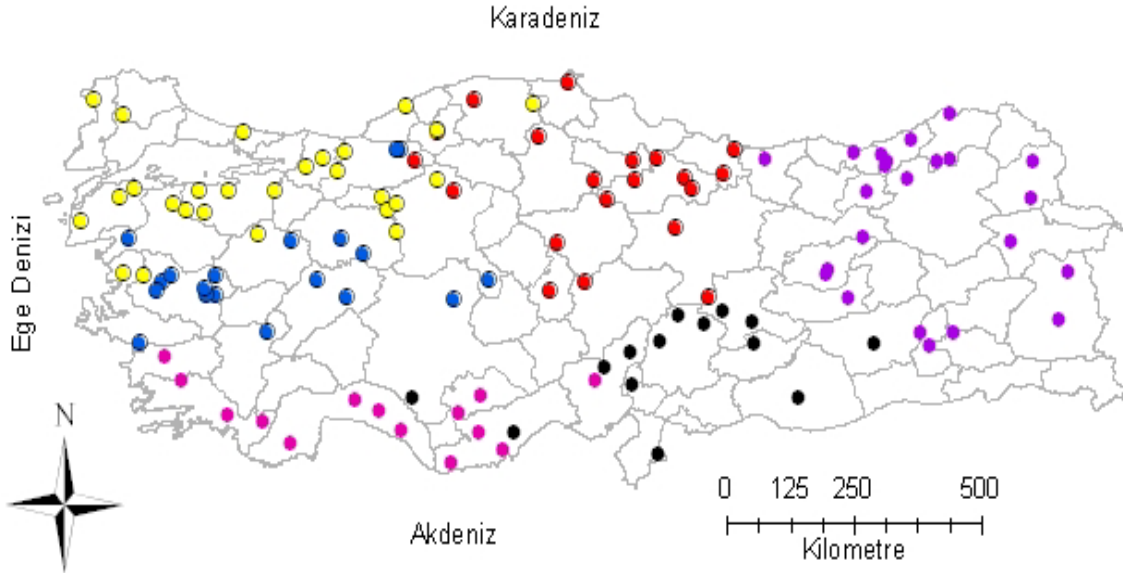
Şeki 78’de Veri Seti 3 (Q Qskew E B) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.



Şekil 78. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC, S ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 6'dan sonra çok az değişmektedir. Ayrıca XB ölçütüne bakıldığında en uygun değerin 6. kümede elde edildiği ve bu ölçütün değerinin küme sayısı 7 için arttığı görülmektedir. Diğer taraftan DI ölçütünün en düşük değeri küme sayısı 7 için elde edilmiştir.

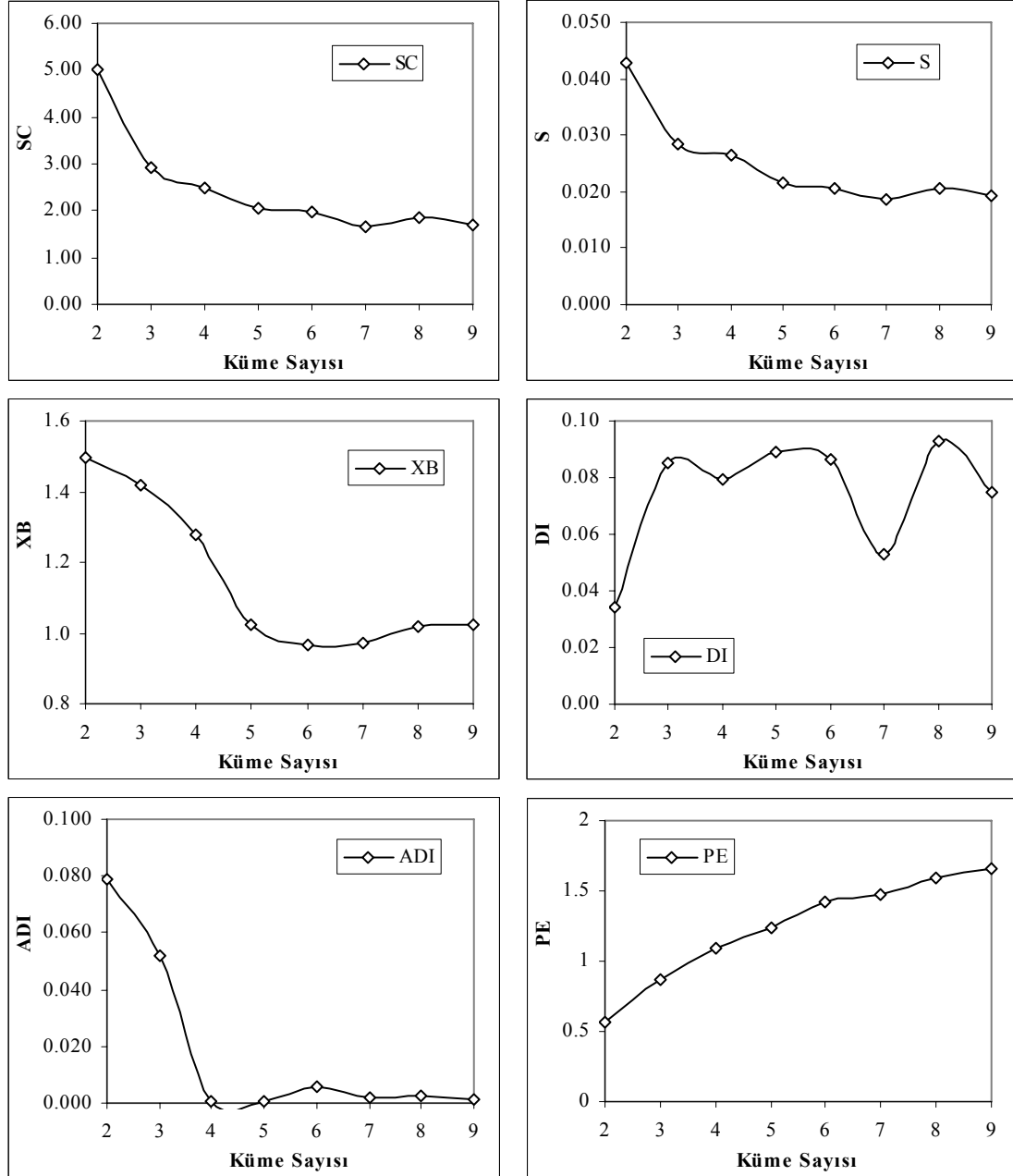
Şekilde son olarak ADI ölçütü incelendiğinde, küme sayısı 5'ten sonra değişimlerin çok küçük seviyede olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Veri Seti 3 kullanılarak yapılan kümeleme sonucunda en uygun küme sayısı 6 olarak kararlaştırılmış ve bu kümelerde istasyonların genel yerleşimi Şekil 79'da gösterilmiştir. .



Şekil 79. Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Veri Seti 4 (Q Qdk Qstd E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma:

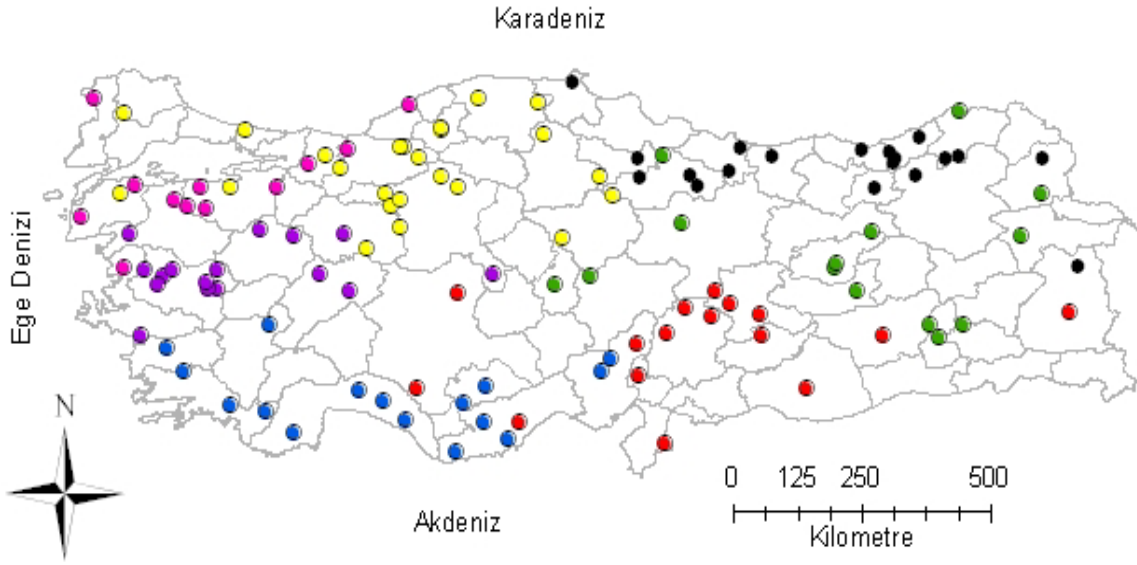
Şekil 80’de Veri Seti 4 (Q Qdk Qstd E B) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.



Şekil 80. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi



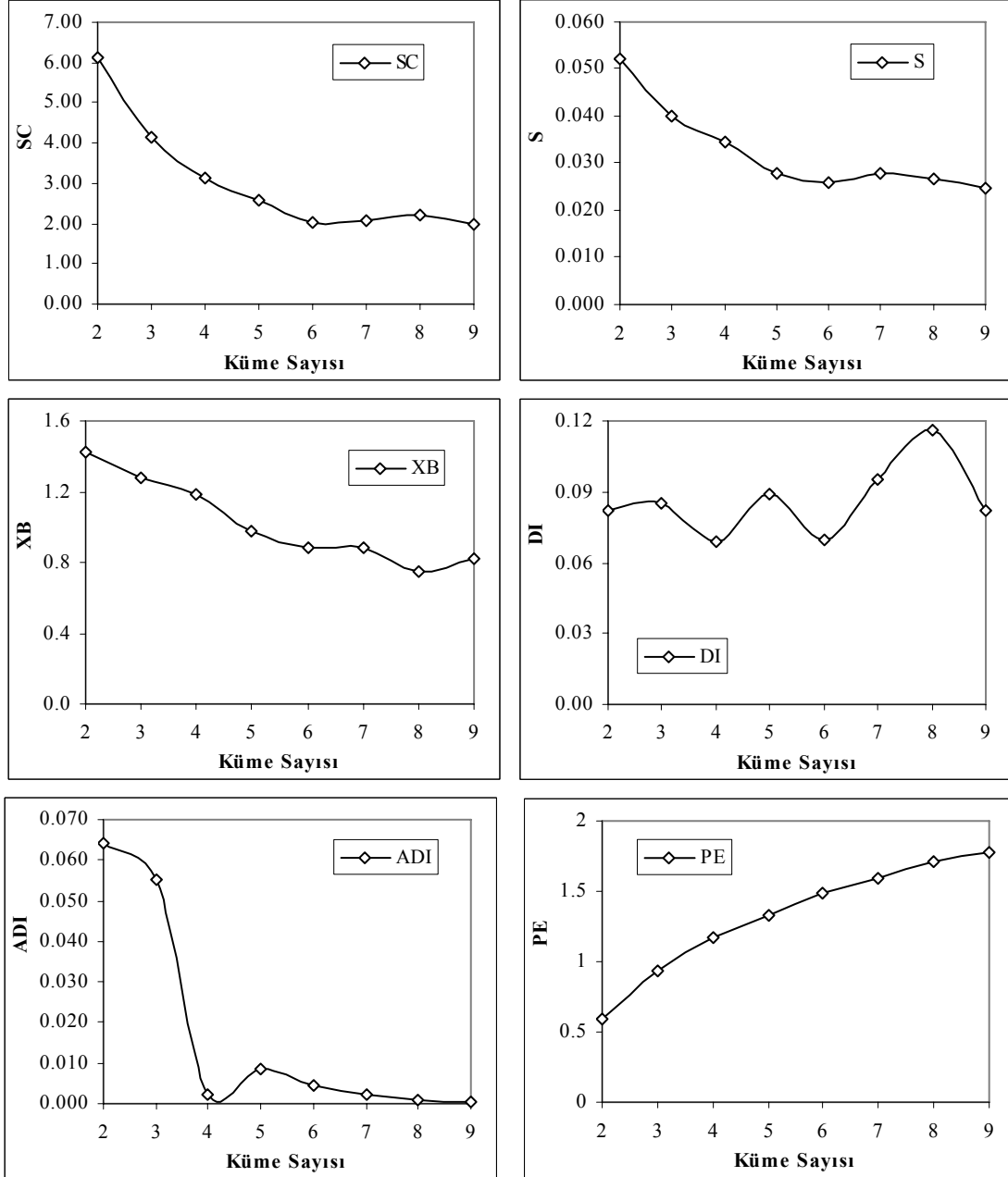
Şekil incelendiğinde SC, S ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve bu ölçütlere ait en düşük değerlerin küme sayısı 7 için elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, DI ve ADI ölçütlerinin en uygun değeri küme sayısı 7 için hesaplanmış ve 7.kümeden sonra bu ölçütte artış olmuştur. Bu değerlendirmelere göre Veri Seti 4 kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 6 olarak kararlaştırılmış ve bu kümelerde istasyonların dağılımı Şekil 81’de gösterilmiştir.



Şekil 81. Veri Seti 4 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Veri Seti 5 (Q Qdk Qstd Qskew E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

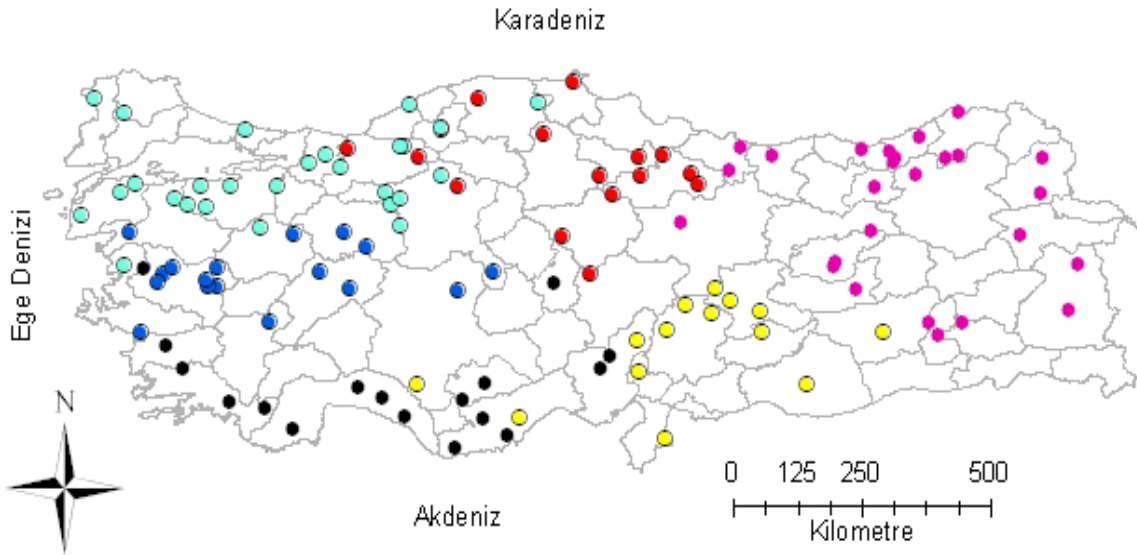
Şekil 82’de Veri Seti 5 (Q Qdk Qstd Qskew E B) kullanılarak yapılan analizler sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi görülmektedir.



Şekil 82. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC ve S ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve bu ölçütlere ait en düşük değerlerin küme sayısı 6 için elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, XB ölçütünün küme 6'ya kadar azaldığı ve bu kümeden sonra değişim çok az olmakla beraber en düşük değer küme sayısı 8 için elde edildiği görülmüştür.

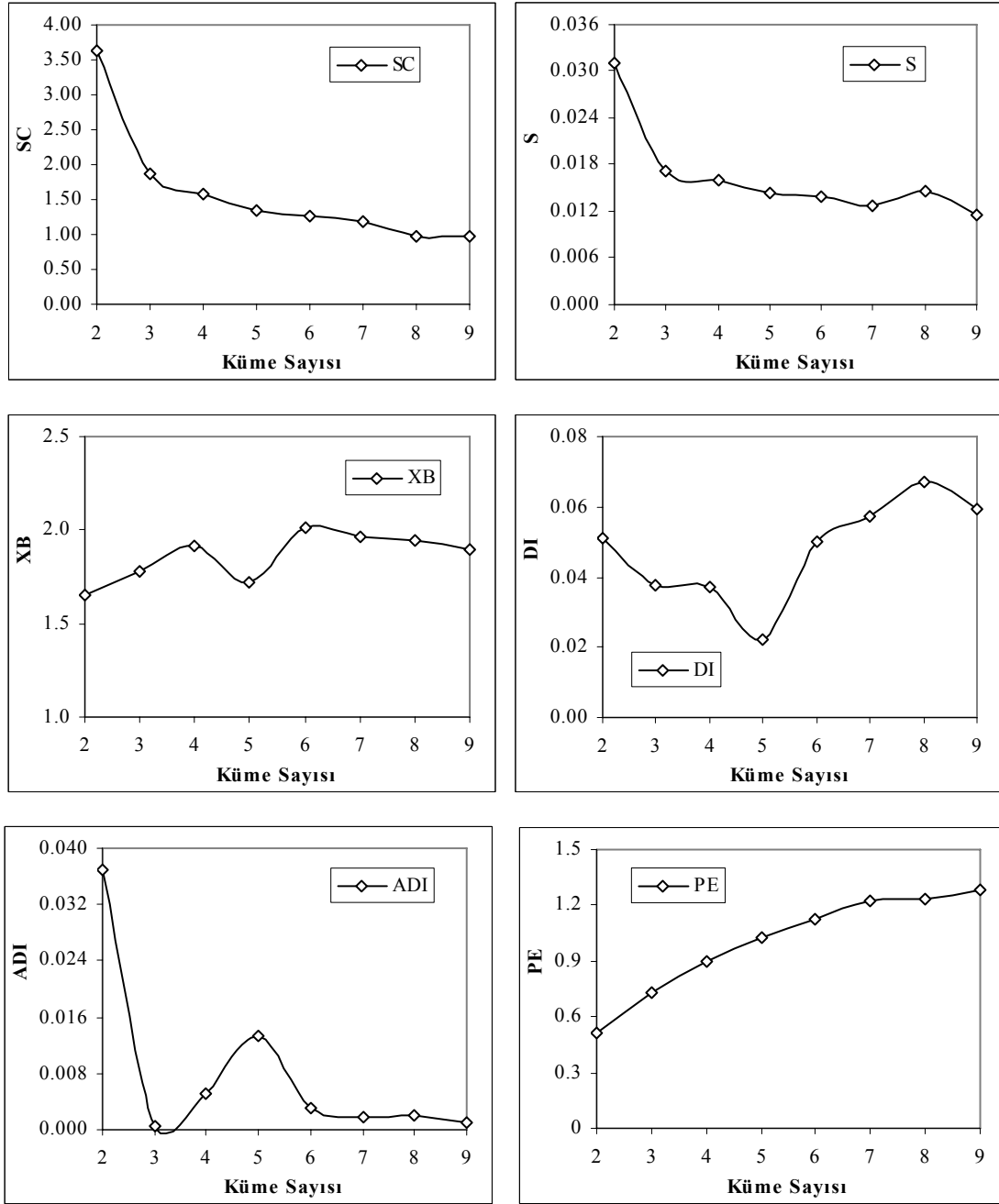
Diğer taraftan DI ölçütü incelendiğinde, bu ölçütün küme sayıları değişken bir yapıya sahip olup en düşük değer küme sayısı 6 için elde edilmiştir. Son olarak, ADI ölçütünün değeri küme sayısı 4'e kadar azaldığı, küme sayısı 5 için arttığı, bu kümeden sonraki kümeler için azaldığı ve en düşük değere küme sayısı 9 için sahip olduğu görülmektedir. Bu değerlendirmelere göre Veri Seti 5 (Q Qdk Qstd Qskew E B) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 6 olarak kararlaştırılmış ve bu 6 kümeye ait istasyonların dağılımı Şekil 83'te gösterilmiştir.



Şekil 83. Veri Seti 5 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

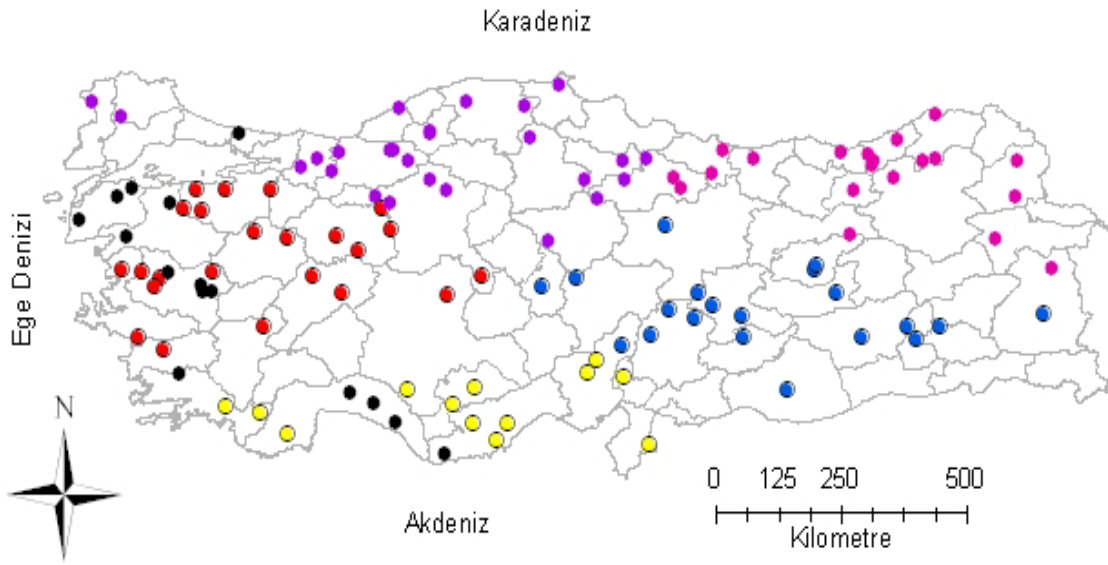
### Veri Seti 6 (Q A E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma

Burada daha önceki 4 uygulamadan farklı olarak, veri setine istasyona ait drenaj alanı da dahil edilmiş ve kümeleme analizi yapılmıştır. Bunun için, Veri Seti 6 (Q A E B) kullanılarak sınıflandırma yapılmıştır. Bu değişkenler kullanılarak yapılan sınıflandırmada hesaplanan ölçütleri değişimi Şekil 84’te verilmiştir.



Şekil 84. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

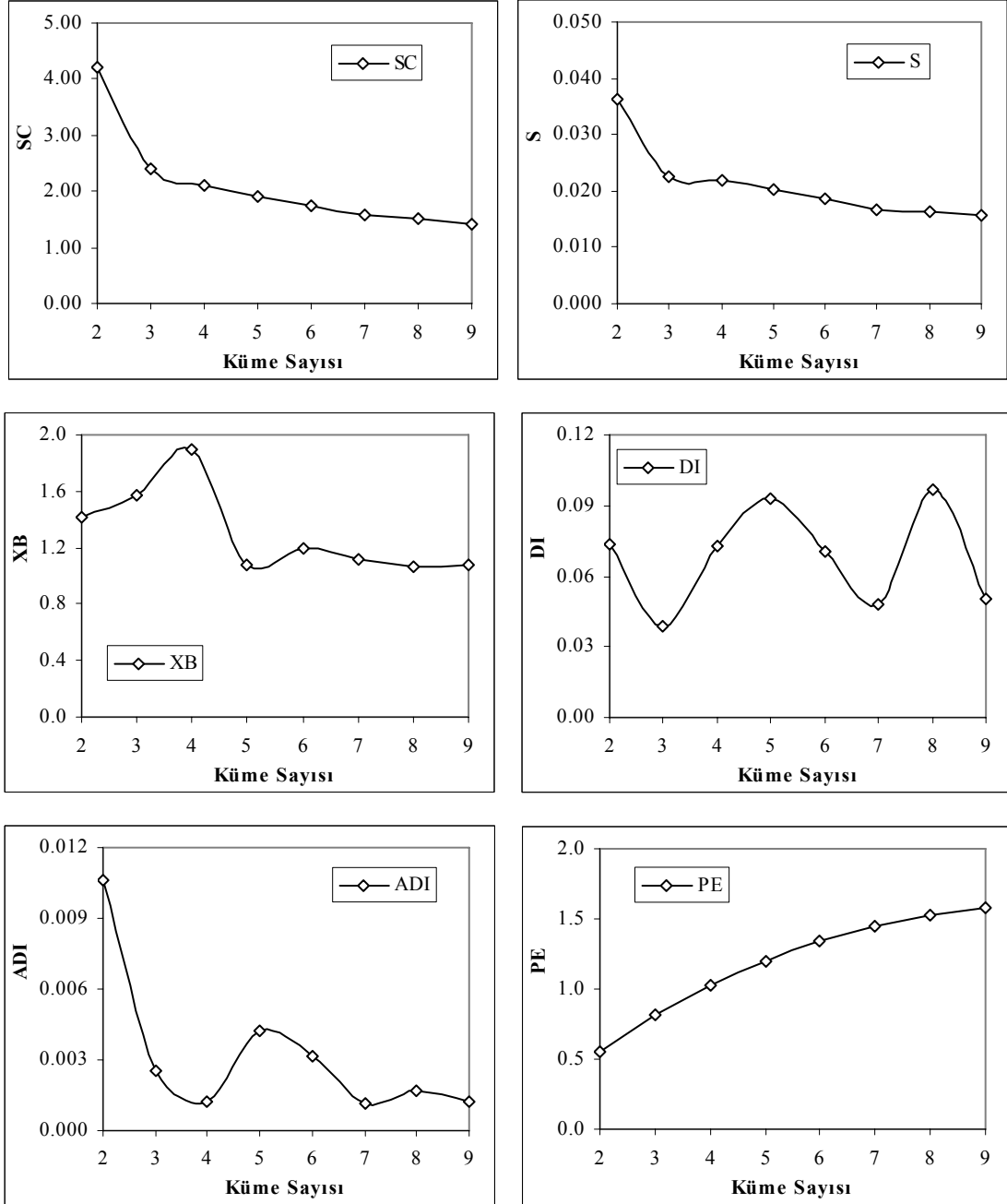
Şekil incelendiğinde SC ve S ölçütlerinin genel olarak küme sayısı arttıkça azaldığı ve küme sayısı 6'dan sonra değişimin çok az olduğu görülmektedir. Diğer taraftan XB ölçütüne bakıldığında, en düşük değer küme sayısı 5 için elde edilmiş ve küme sayısı 6'dan sonra değişim düşük seviyede kalmıştır. Ayrıca DI ölçütünün en düşük değeri küme sayısı 5 için elde edilmiş ve 6. kümeden sonra bu ölçütün değeri artmıştır. Son olarak ADI ölçütüne bakıldığında 6. kümeden sonra değişimin çok düşük seviyede kaldığı görülmektedir. Verilen bu sonuçlara göre Veri Seti 6 (Q A E B) için en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiş ve istasyonların kümelere göre dağılımı Şekil 85'te gösterilmiştir.



Şekil 85. Veri Seti 6 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

*Veri Seti 7 (Q Qdk A E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma:*

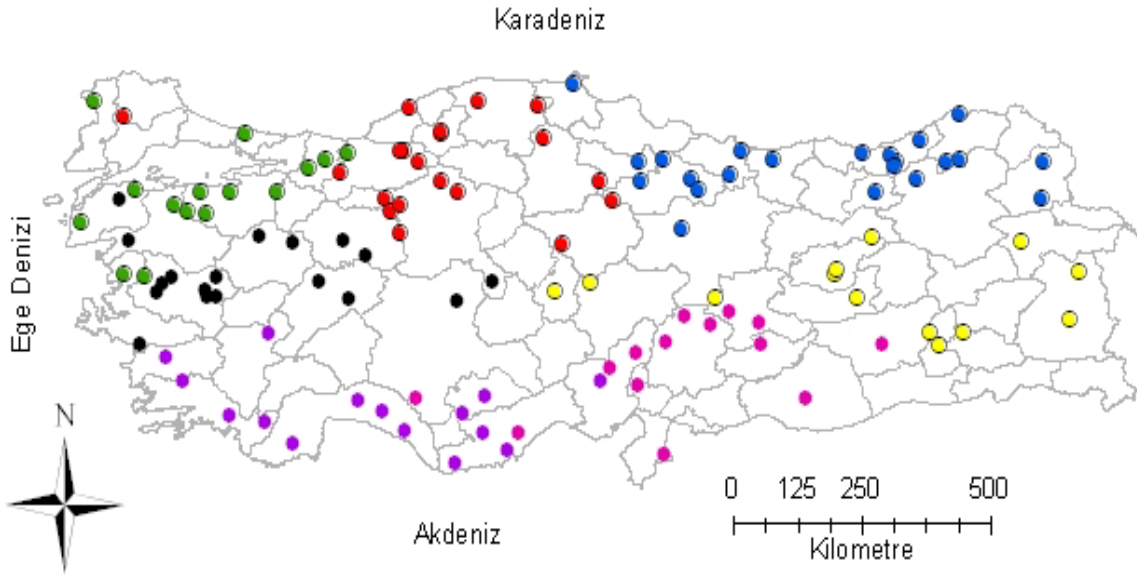
Veri Seti 7 (Q Qdk A E B) için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayılarına göre değişimi Şekil 86’da gösterilmektedir.



Şekil 86. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC ve S ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 7'den sonra çok az değişmektedir. Bu ölçütler için en uygun değerlerin küme sayısı 7 için elde edildiği görülmektedir. Diğer taraftan XB ölçütünün değerinin en uygun değeri küme sayısı 7 için elde edilmiştir. Ayrıca, ADI ve DI ölçütleri değerlendirildiğinde genel olarak farklı küme sayıları değişkenlik göstermekte olup küme sayısı 7 için en düşük değerin hesaplandığı görülmektedir.

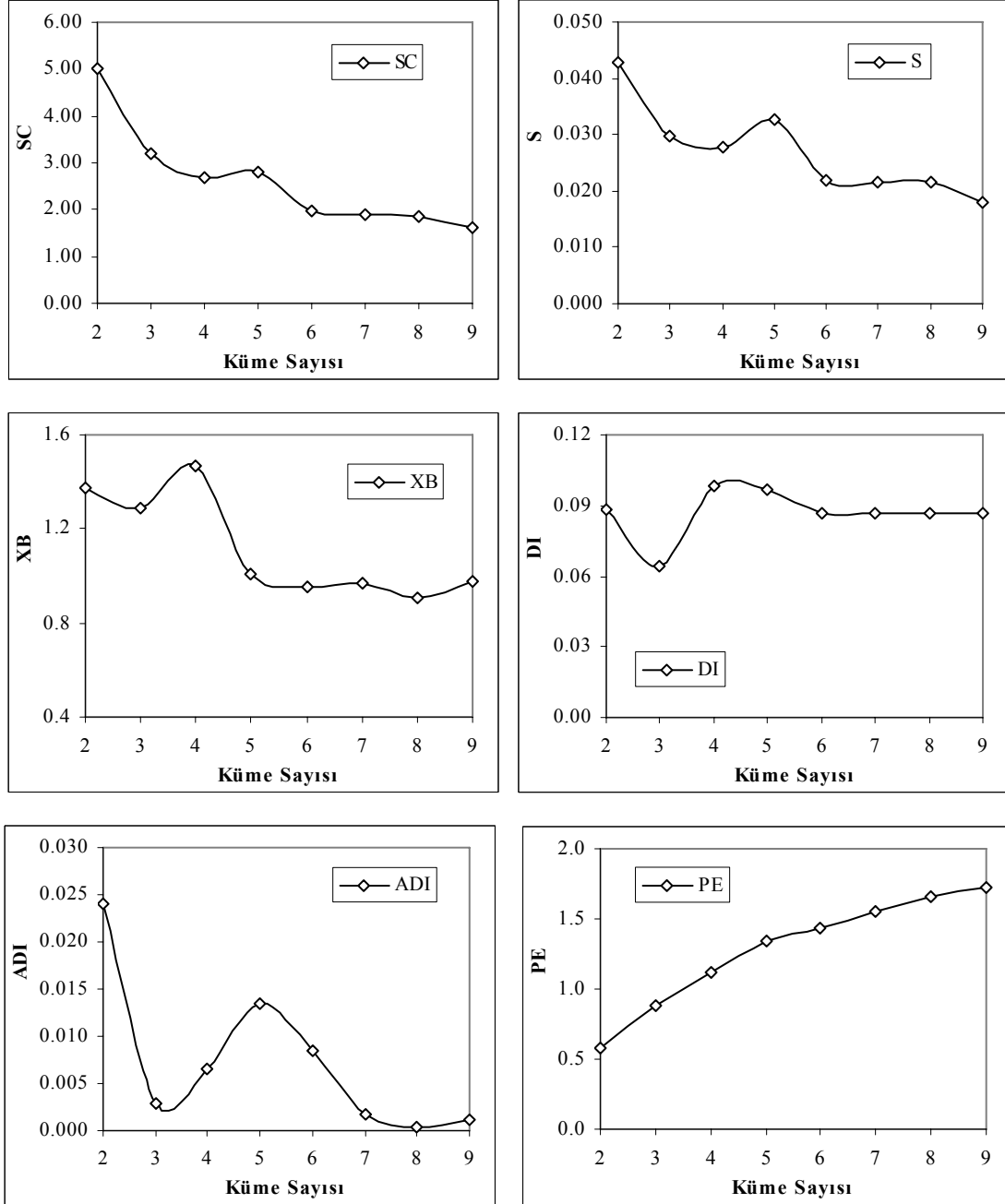
Şekildeki ölçütlere göre Veri Seti 7 (Q Qdk A E B) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiş ve istasyonların dağılımı Şekil 87'de gösterilmiştir.



Şekil 87. Veri Seti 7 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

*Veri Seti 8 (Q Qdk Qskew A E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma:*

Veri Seti 8 (Q Qdk Qskew A E B) için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayılarına göre değişimi Şekil 88’de gösterilmektedir.

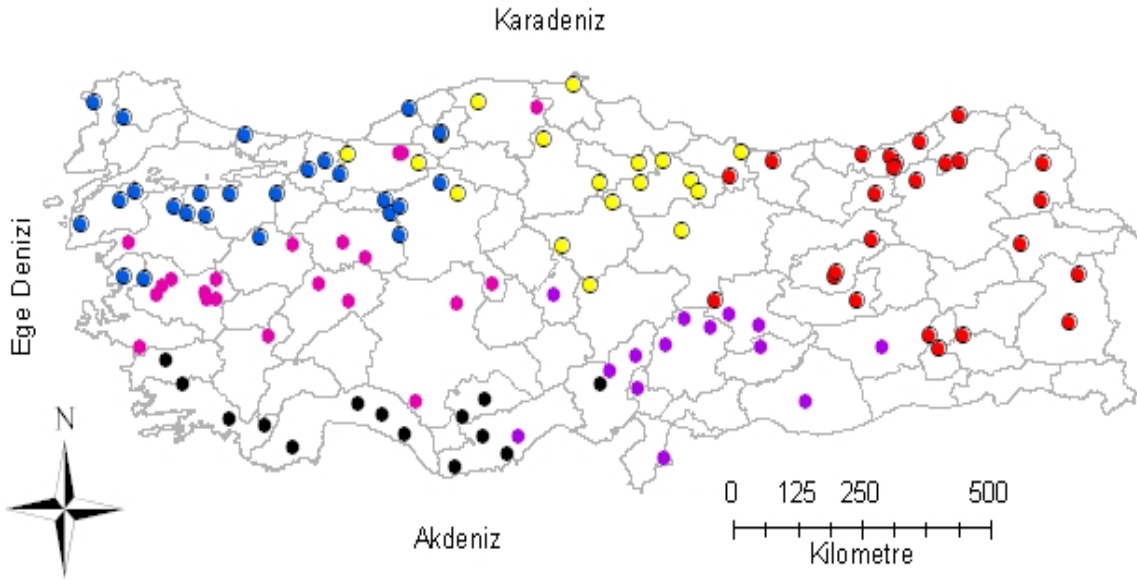


Şekil 88. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi



Şekil incelendiğinde SC ve S genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 6'dan sonra çok az değişmektedir. Bu ölçütler için en uygun değerlerin küme sayısı 6 için elde edildiği görülmektedir. Benzer şekilde XB ve DI ölçütlerinin değerlerindeki değişim küme sayısı 6'dan sonra oldukça düşük seviyededir.

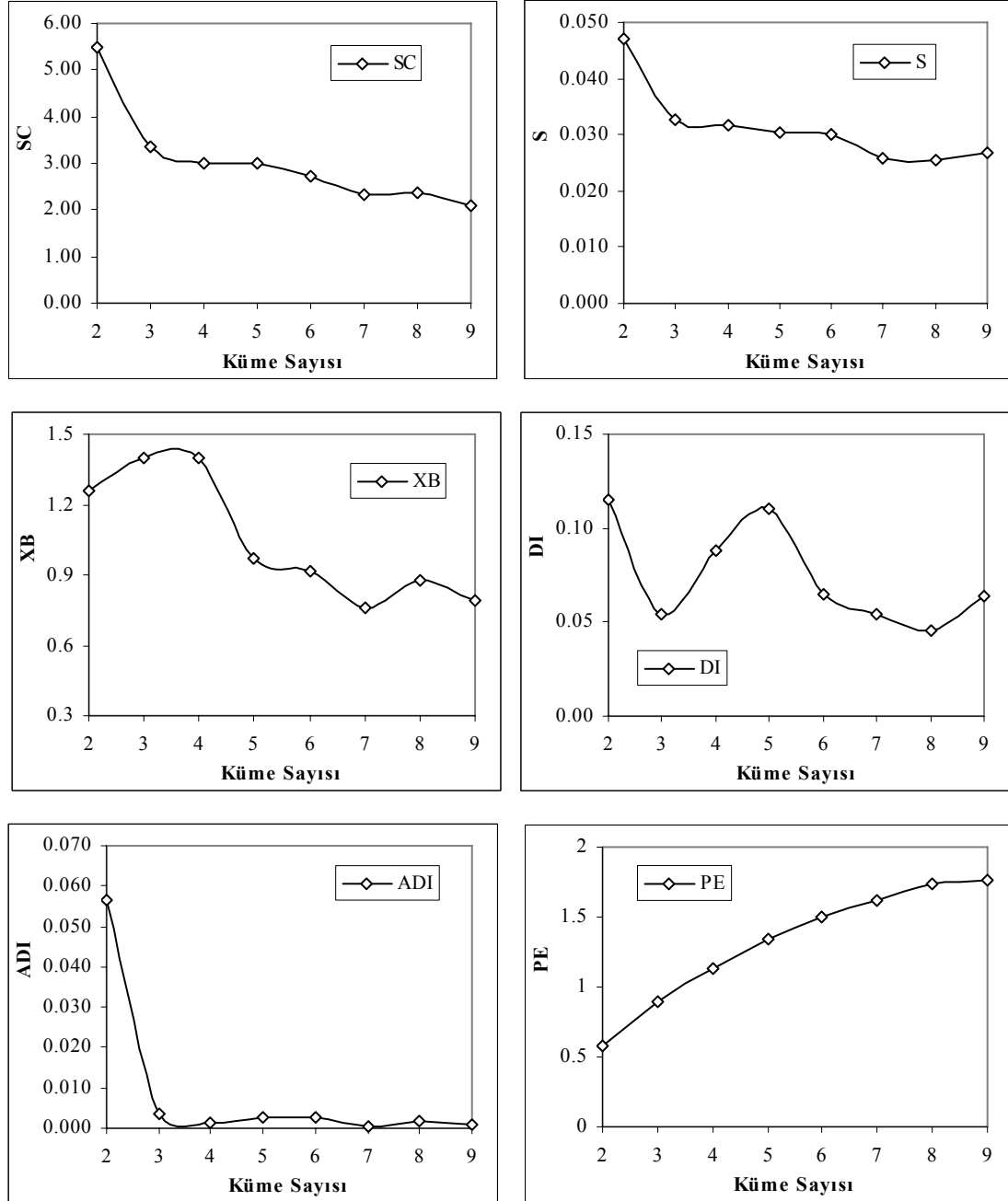
Son olarak ADI ölçütüne bakıldığında küme sayısı 8 için en düşük değerin elde edildiği görülmektedir. Bu değerlendirmelere göre, Veri Seti 8 (Q Qdk Qskew A E B) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 6 olarak belirlenmiş ve istasyonların dağılımı Şekil 89'da gösterilmiştir.



Şekil 89. Veri Seti 8 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Veri Seti 9 (Q Qdk Qstd A E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma:

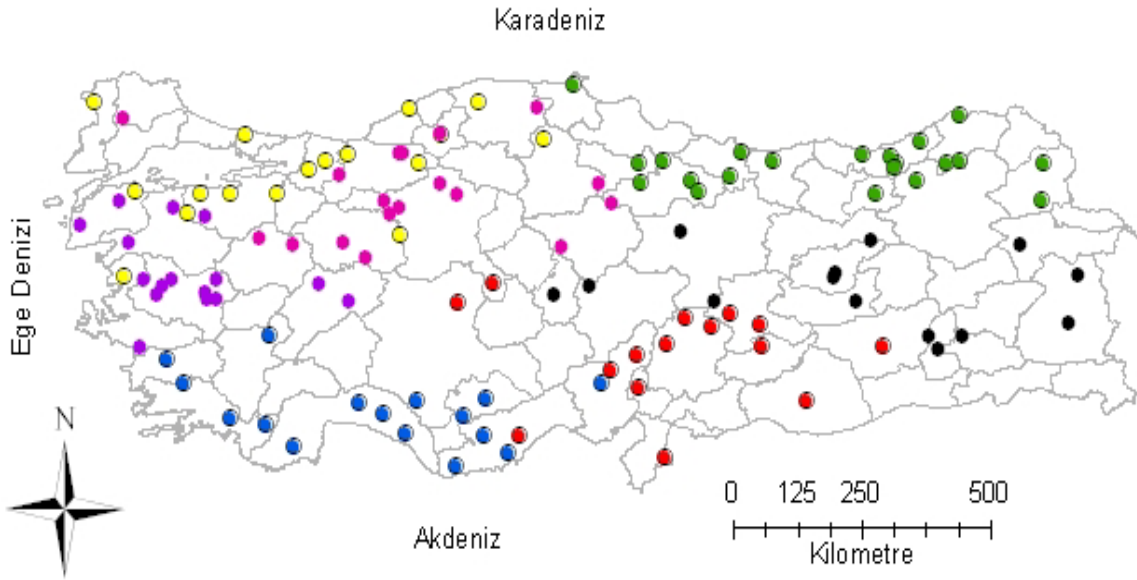
Veri Seti 9 (Q Qdk Qstd A E B) için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayılarına göre değişimi Şekil 90'da gösterilmektedir.



Şekil 90. Veri Seti 9 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC ve S ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 7'den sonra çok az değişmektedir. Bu ölçütler için en uygun değerlerin küme sayısı 7 için elde edildiği görülmektedir. Diğer taraftan XB ve ADI ölçütleri değerlendirildiğinde en düşük değer küme sayısı 7 için elde edilmiştir. Ayrıca, DI ölçütü sonuçlarına bakıldığında en düşük değer küme sayısı 8 için elde edildiği görülmektedir.

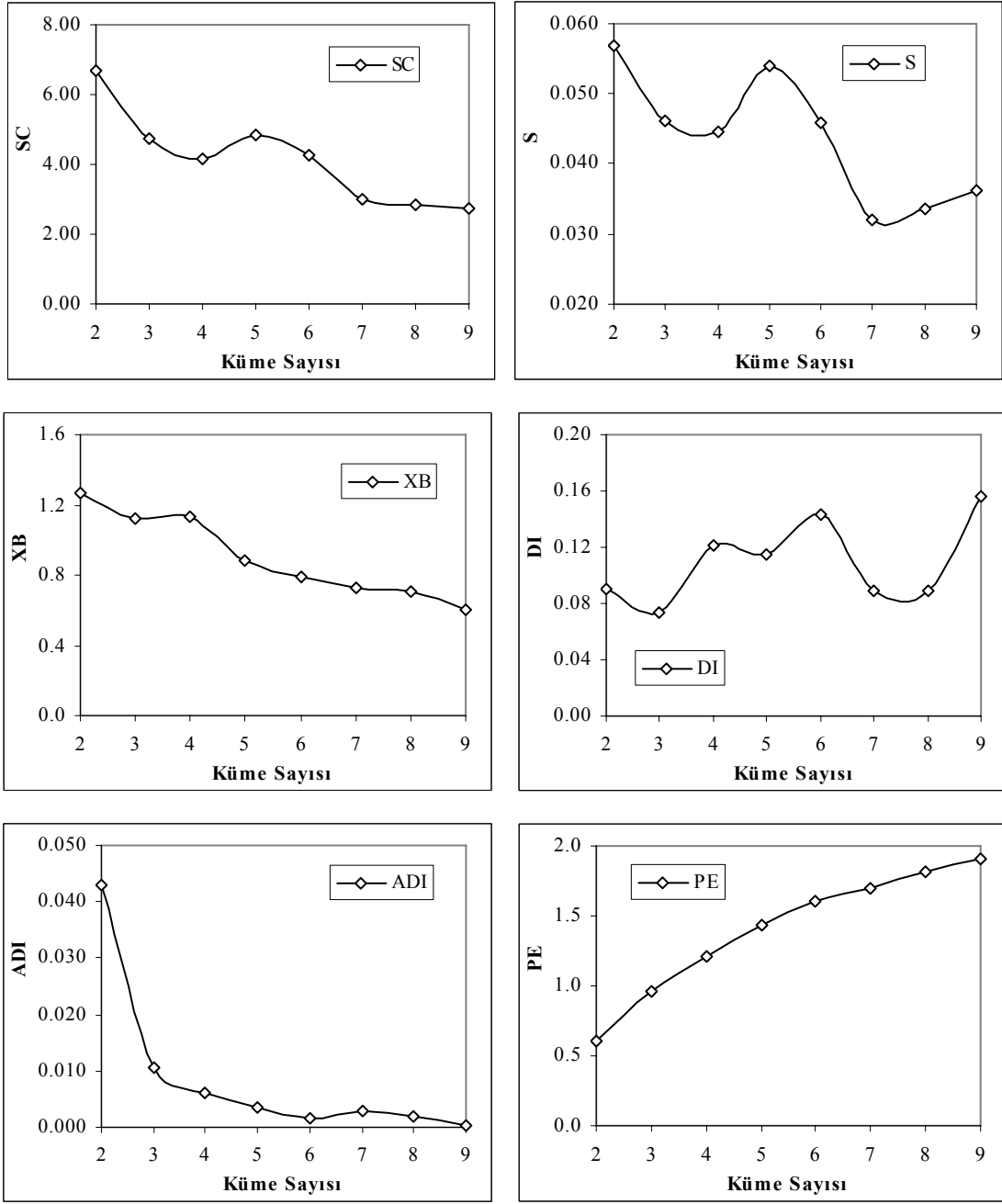
Bu değerlendirmelere göre, Veri Seti 9 (Q Qdk Qstd A E B) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiş ve istasyonların dağılımı Şekil 91'de gösterilmiştir.



Şekil 91. Veri Seti 9 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

#### *Veri Seti 10 (Q Qdk Qstd Qskew A E B) Kullanılarak Bulanık Kümeleme ile Sınıflandırma*

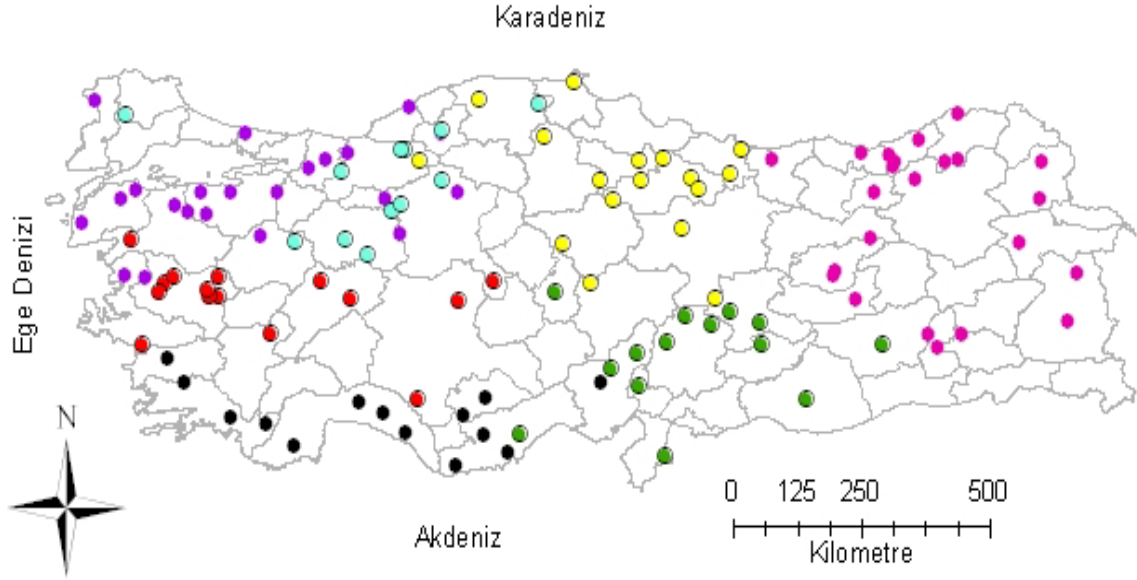
Veri Seti 10 (Q Qdk Qstd Qskew A E B) için bulanık kümeleme ile yapılan sınıflandırma sonucunda hesaplanan ölçütlerin küme sayılarına göre değişimi Şekil 92'de gösterilmektedir.



Şekil 92. Veri Seti 10 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında hesaplanan ölçütlerin küme sayısına göre değişimi

Şekil incelendiğinde SC ve XB ölçütleri genel olarak küme sayısı arttıkça azalmakta ve küme sayısı 7'dan sonra çok az değişmektedir. Bu ölçütler için en uygun değerlerin küme sayısı 7 için elde edildiği görülmektedir. S ölçütü sonuçları değerlendirildiğinde, en düşük değer küme sayısı 7 için hesaplanmıştır. Diğer taraftan DI ölçütü için en uygun sonuç küme sayısı 5'te, ADI ölçütü için en uygun sonuç küme sayısı 6'da elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, Veri Seti 10 (Q Qdk Qstd Qskew A E B) kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiş ve istasyonların dağılımı Şekil 93'te gösterilmiştir. Her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen en uygun küme sayıları Tablo 34'te, maksimum ve ortalama akım, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 35'te ve belirlenen kümeler için istasyonların dağılımı Şekil 94'te gösterilmektedir.



Şekil 93. Veri Seti 10 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Tablo 34. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları

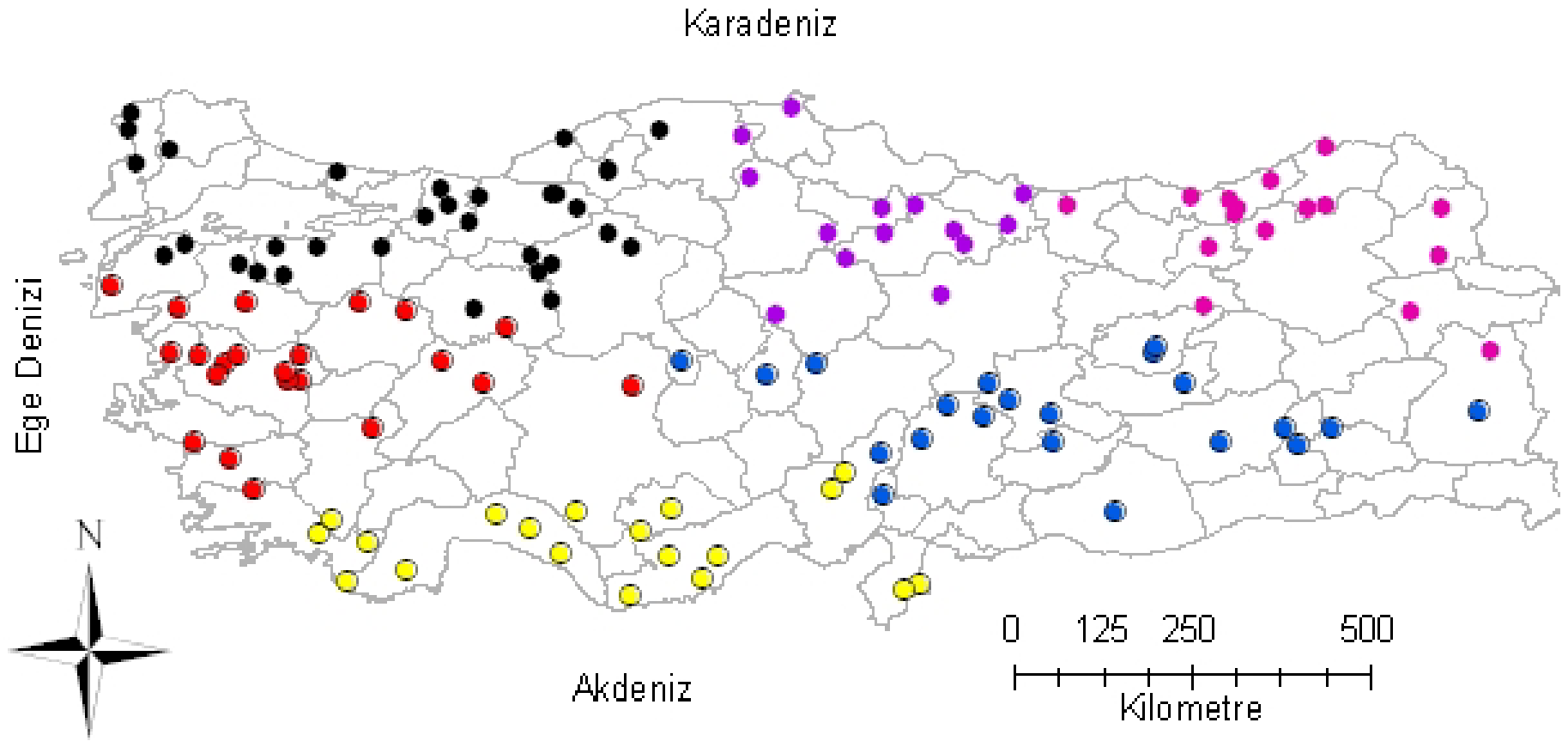
Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 1	117	Q E B	3	6
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4	7
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5	6
Veri Seti 4	117	Q Qdk Qstd E B	4	7
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6	6
Veri Seti 6	117	Q A E B	4	6
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5	7
Veri Seti 8	117	Q Qdk Qskew A E B	6	6
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6	7
Veri Seti 10	117	Q Qdk Qstd Qskew A E B	7	7

Tablo 35. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 1		27	1098.10	0.89	654.54	252.06	0.58	136.74
	2	23	742.42	1.05	516.24	213.15	0.72	143.29
	3	20	1333.48	1.20	587.36	262.74	0.64	126.59
	4	16	1158.16	0.86	592.46	403.89	0.54	195.54
	5	15	2005.74	0.78	782.67	381.73	0.45	161.91
	6	16	1099.26	0.66	390.75	277.92	0.43	113.89
Veri Seti 2	1	19	474.39	1.04	281.46	145.76	0.69	87.70
	2	16	886.48	0.91	442.83	284.05	0.58	158.15
	3	14	1099.26	0.78	390.75	368.24	0.49	156.80
	4	14	1333.48	0.86	592.46	371.30	0.50	177.92
	5	15	1098.10	0.78	654.54	431.54	0.57	227.67
	6	21	2005.74	1.20	782.67	293.76	0.53	127.77
	7	18	462.19	1.05	202.51	182.66	0.64	106.54
Veri Seti 3	1	14	627.87	1.20	398.57	142.75	0.78	99.27
	2	23	2005.74	0.66	782.67	418.07	0.43	170.88
	3	19	340.22	1.05	281.46	119.22	0.82	98.87
	4	20	721.16	0.57	243.45	260.59	0.45	113.70
	5	27	1098.10	0.81	654.54	318.71	0.57	177.07
	6	14	1158.16	0.63	592.46	421.55	0.47	188.98
Veri Seti 4	1	19	435.35	0.66	237.40	193.07	0.43	85.06
	2	16	272.04	1.20	203.61	91.72	0.76	65.21
	3	16	1158.16	0.63	592.46	410.31	0.47	191.19
	4	24	435.19	0.82	212.88	137.04	0.60	80.73
	5	16	340.22	1.05	281.46	149.83	0.84	120.56
	6	12	1098.10	0.70	654.54	540.05	0.50	286.88
	7	14	2005.74	0.51	782.67	695.02	0.40	276.52
Veri Seti 5	1	17	1158.16	0.63	592.46	431.83	0.48	201.93
	2	16	721.16	0.57	238.87	246.45	0.44	104.34
	3	17	340.22	1.05	281.46	123.97	0.84	103.75
	4	27	1098.10	0.82	654.54	304.86	0.60	172.76
	5	26	2005.74	0.66	782.67	406.03	0.43	167.50
	6	14	272.04	1.20	203.61	101.27	0.76	72.41

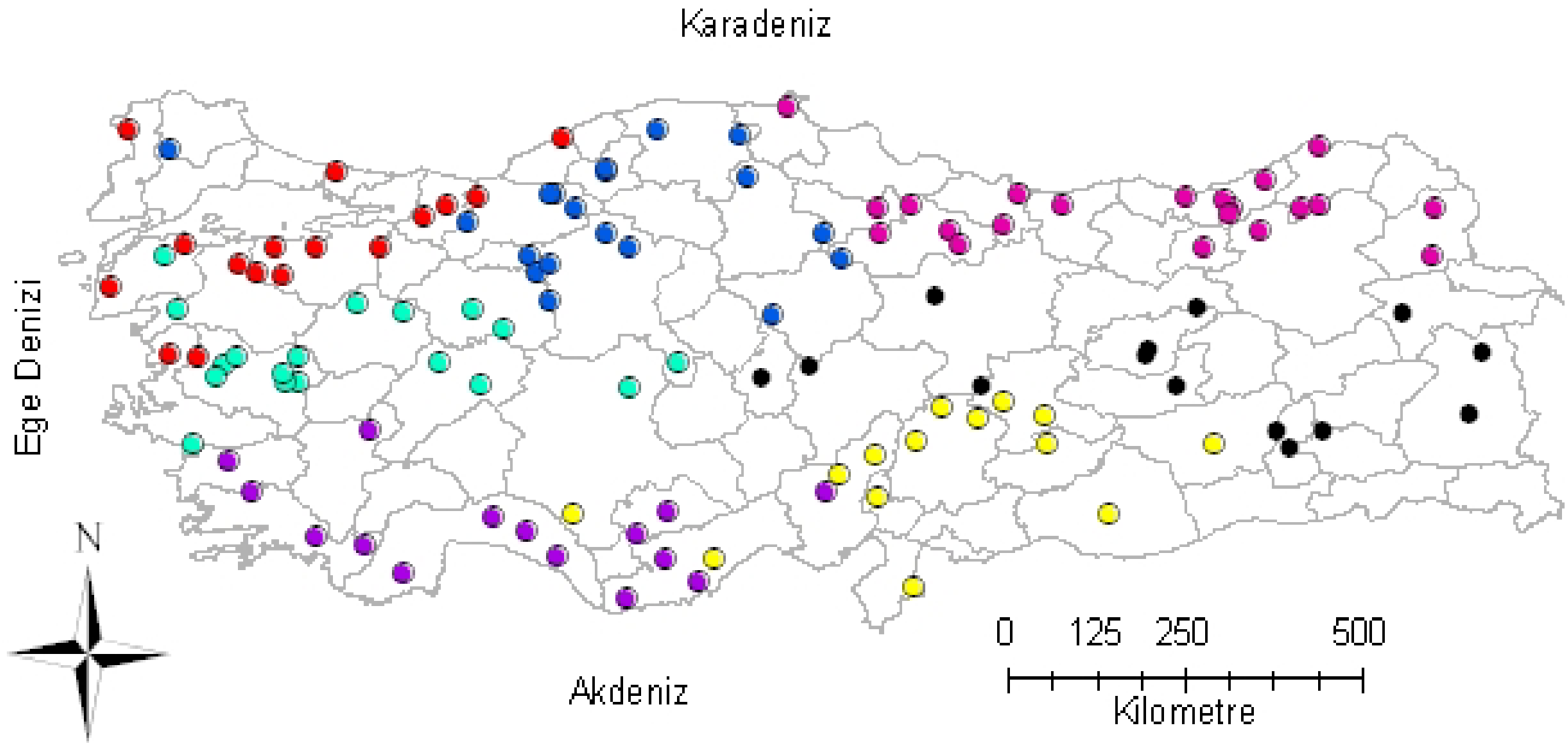
Tablo 35. Bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler (devamı)

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 6	1	15	893.68	1.05	400.52	340.69	0.64	196.96
	2	23	742.42	1.04	516.24	183.28	0.67	109.56
	3	20	2005.74	1.20	782.67	371.74	0.59	165.61
	4	13	1158.16	0.86	592.46	339.32	0.58	171.05
	5	26	1098.10	0.82	654.54	260.47	0.55	135.19
	6	20	1099.26	0.66	390.75	282.69	0.43	118.70
Veri Seti 7	1	18	340.22	1.05	281.46	125.24	0.84	104.05
	2	20	1098.10	0.82	654.54	199.12	0.61	119.18
	3	22	1099.26	0.66	390.75	280.17	0.42	114.87
	4	13	2005.74	0.58	782.67	563.82	0.44	231.59
	5	15	1158.16	0.63	592.46	395.80	0.46	177.37
	6	14	627.87	1.20	398.57	142.75	0.78	99.27
	7	15	886.48	0.70	516.24	395.48	0.49	203.63
Veri Seti 8	1	14	1158.16	0.63	592.46	421.55	0.47	188.98
	2	25	2005.74	0.66	782.67	393.19	0.43	161.05
	3	25	1098.10	0.81	654.54	326.49	0.58	181.97
	4	18	721.16	0.57	238.87	262.09	0.44	112.25
	5	14	627.87	1.20	398.57	178.11	0.75	114.40
	6	21	340.22	1.05	281.46	118.71	0.82	97.89
Veri Seti 9	1	14	2005.74	0.58	782.67	547.86	0.43	223.17
	2	15	627.87	1.20	398.57	131.27	0.80	91.25
	3	16	1158.16	0.78	592.46	373.59	0.48	168.26
	4	17	1098.10	0.60	654.54	356.47	0.47	175.60
	5	16	742.42	1.05	516.24	254.98	0.79	185.03
	6	18	260.16	0.89	172.06	112.12	0.69	75.26
	7	21	1099.26	0.66	390.75	277.30	0.42	114.93
Veri Seti 10	1	14	1158.16	0.63	592.46	421.55	0.47	188.98
	2	15	340.22	1.05	281.46	136.90	0.84	114.69
	3	12	252.32	0.89	172.06	112.73	0.74	80.44
	4	17	721.16	0.56	238.87	252.99	0.43	107.63
	5	22	1098.10	0.71	654.54	358.18	0.53	191.19
	6	23	2005.74	0.66	782.67	418.07	0.43	170.88
	7	14	627.87	1.20	398.57	178.11	0.75	114.40

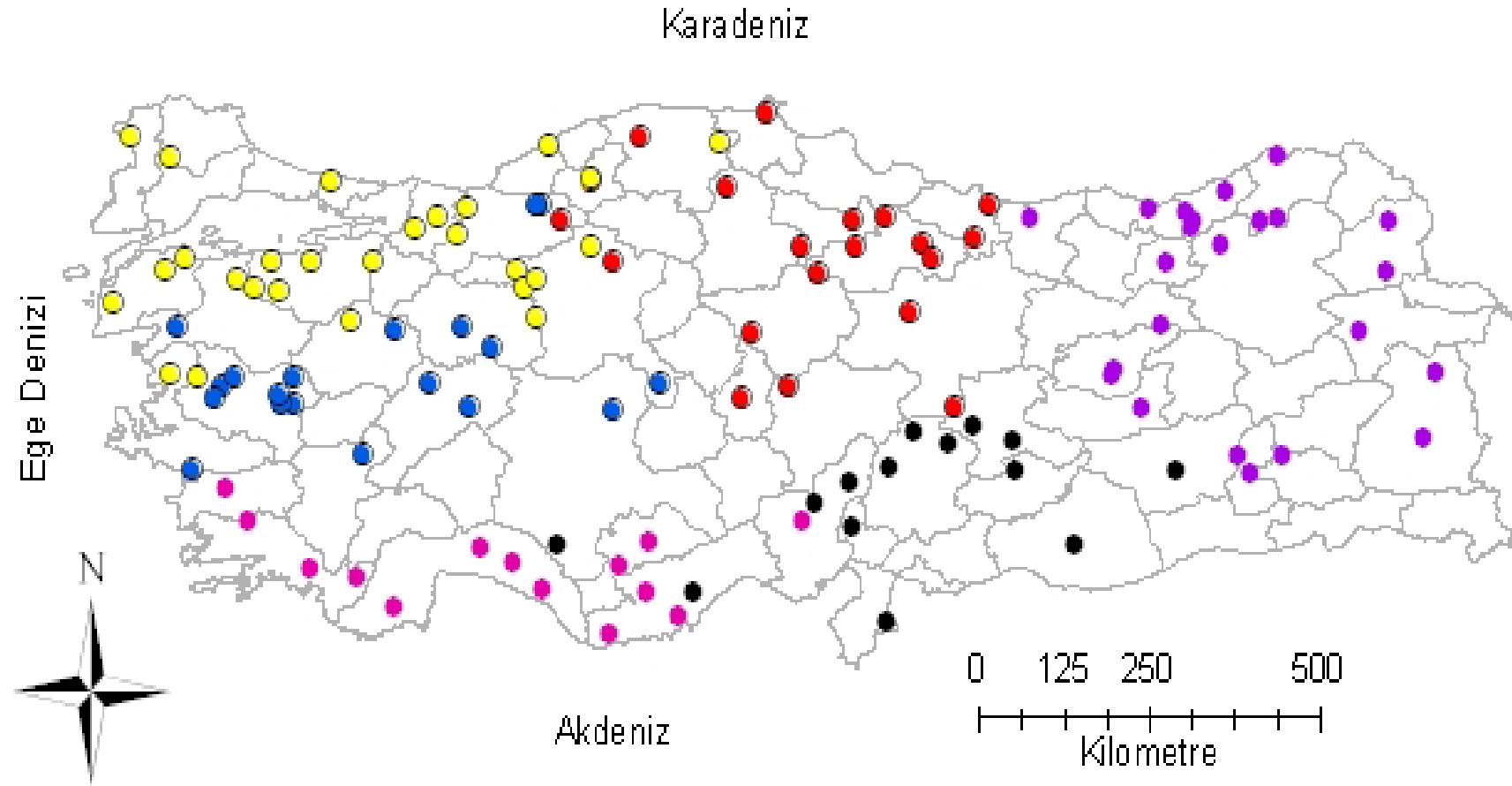


a) Veri Seti 1 (Q E B)

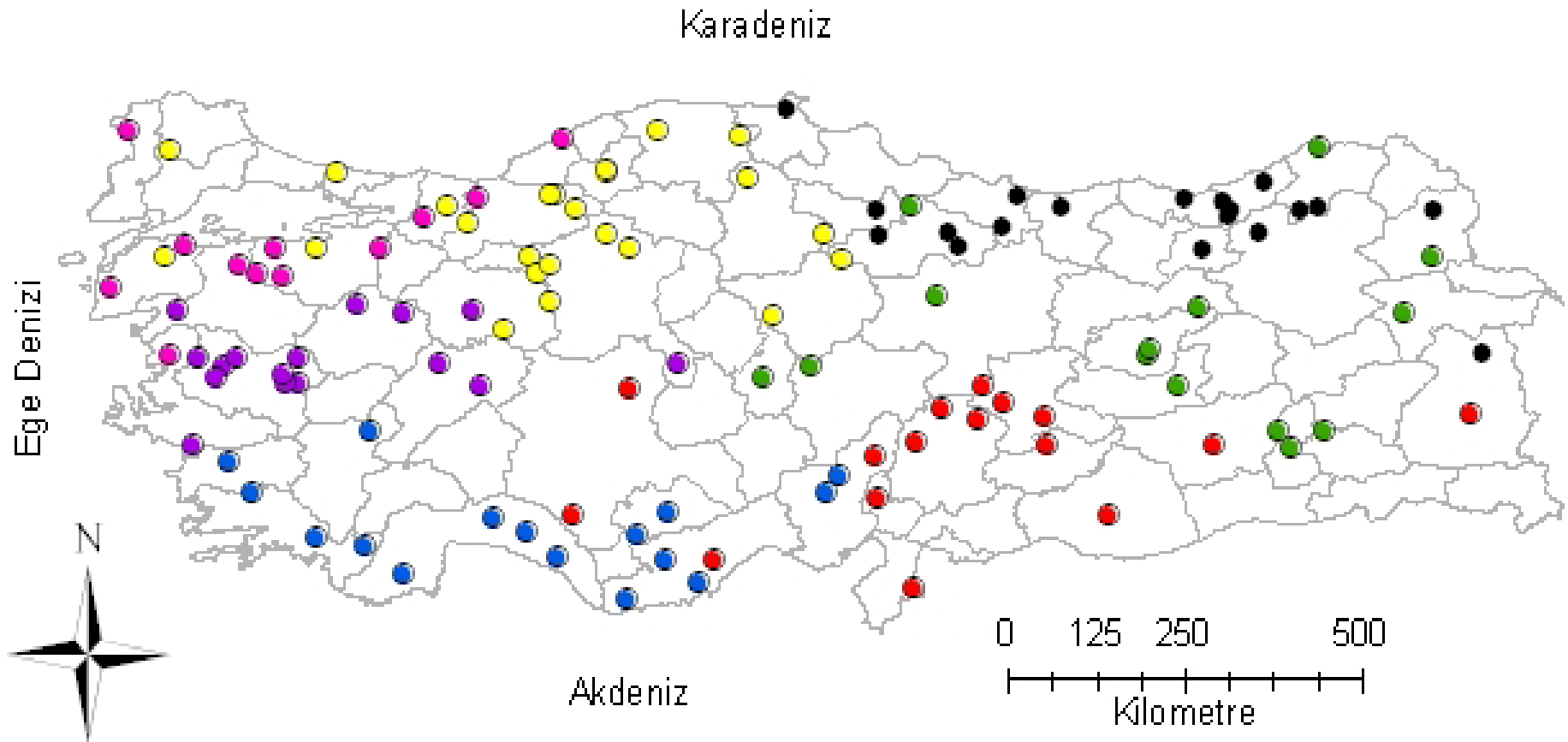




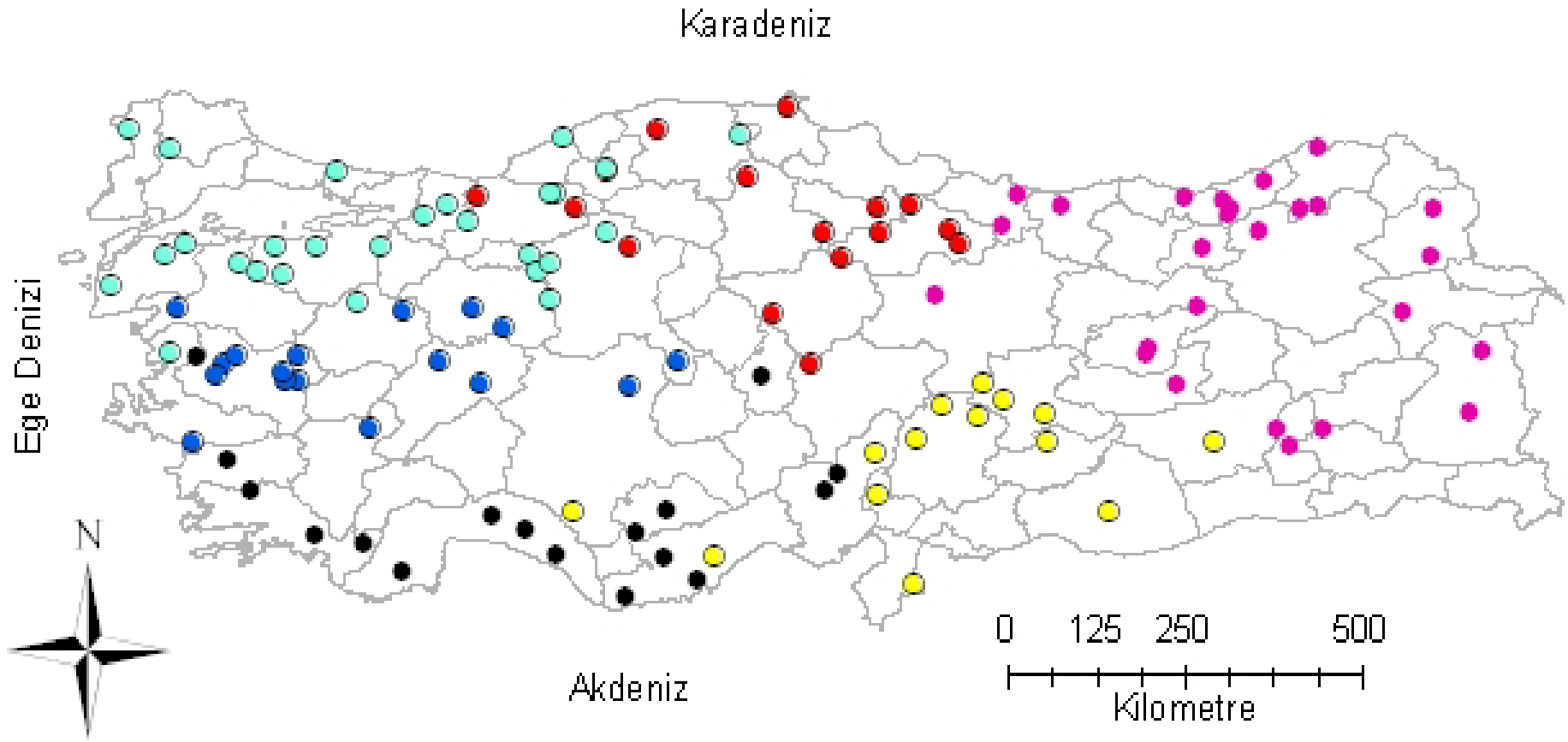
b) Veri Seti 2 (Q Qdk E B)



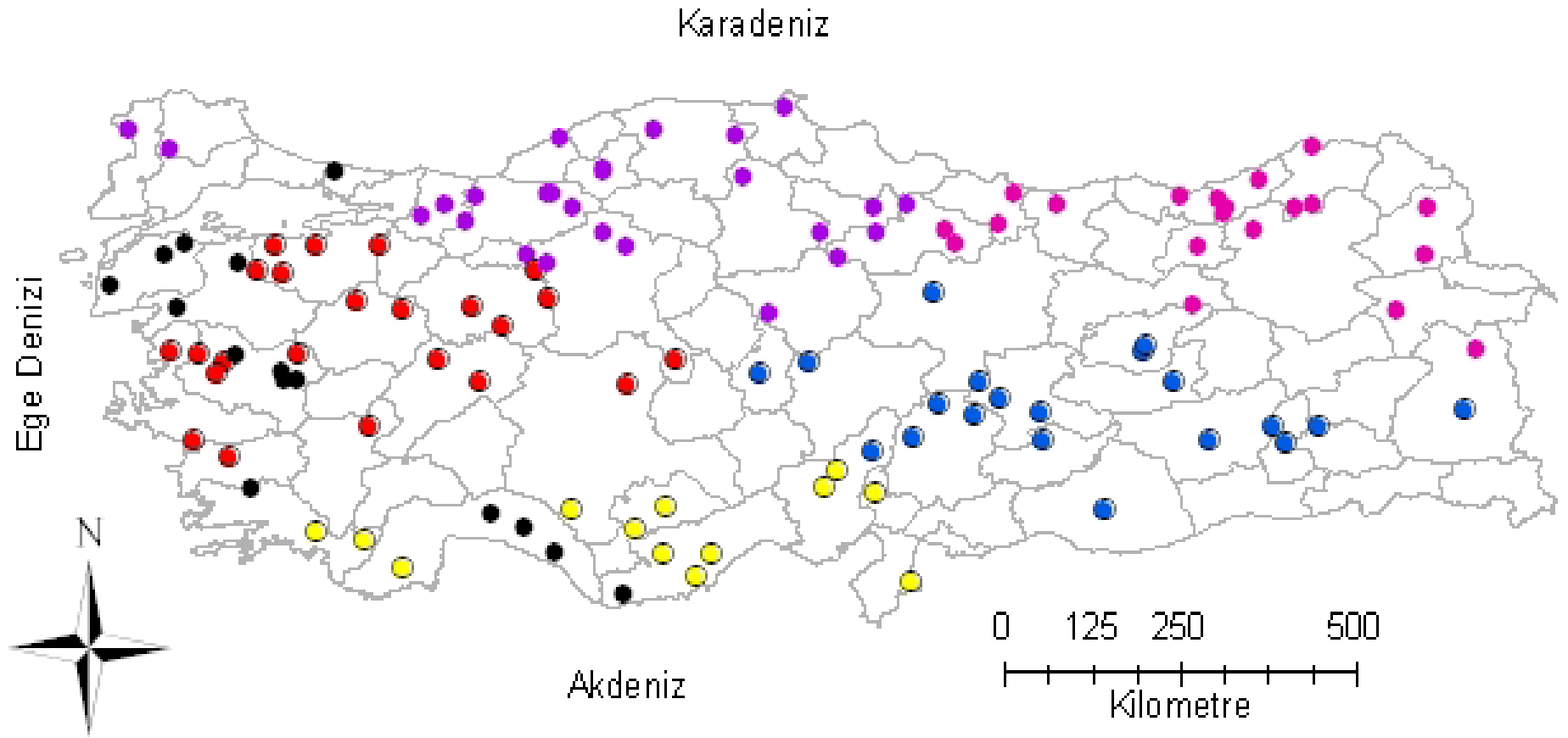
c) Veri Seti 3 (Q Qdk Qskew E B)



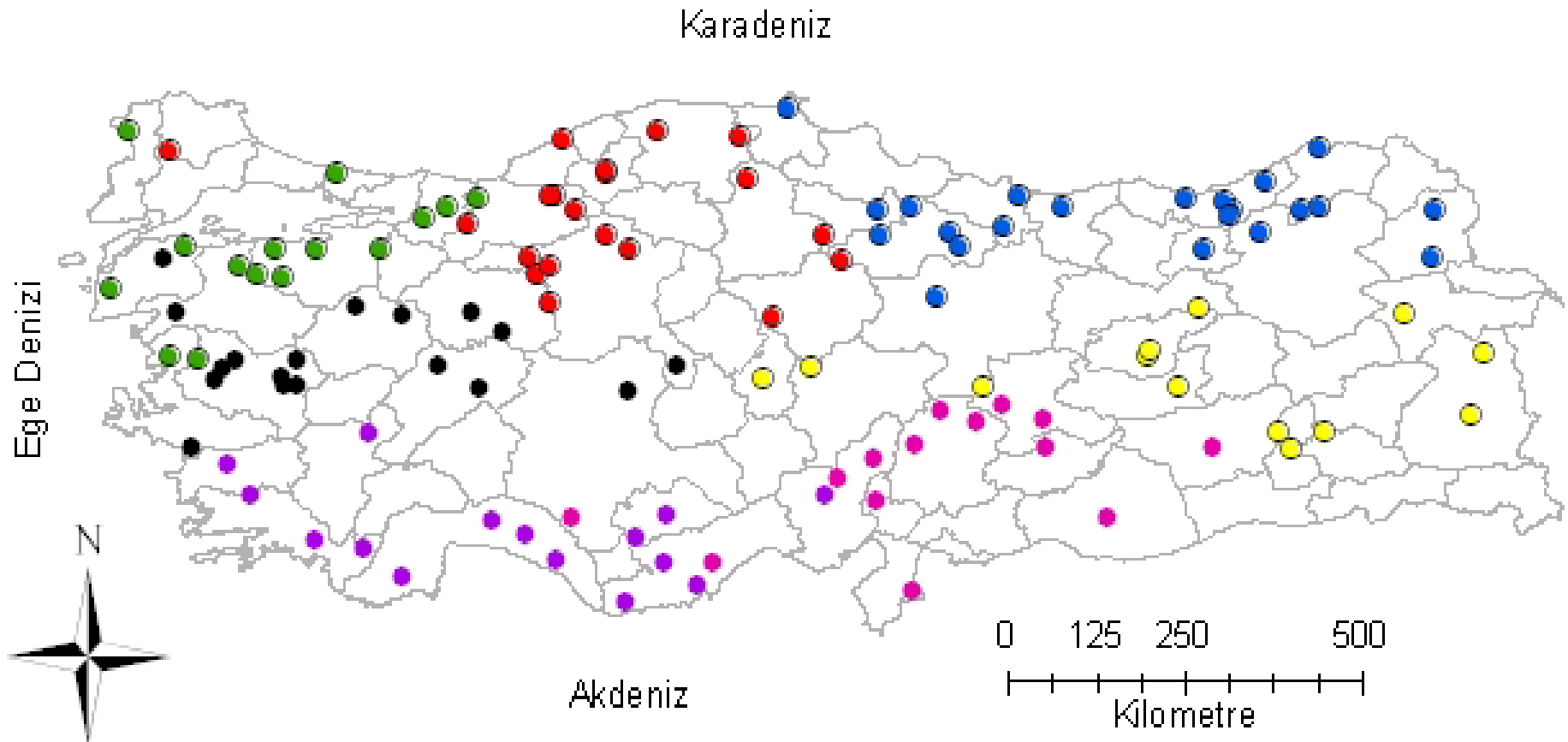
d) Veri Seti 4 (Q Qdk Qstd E B)



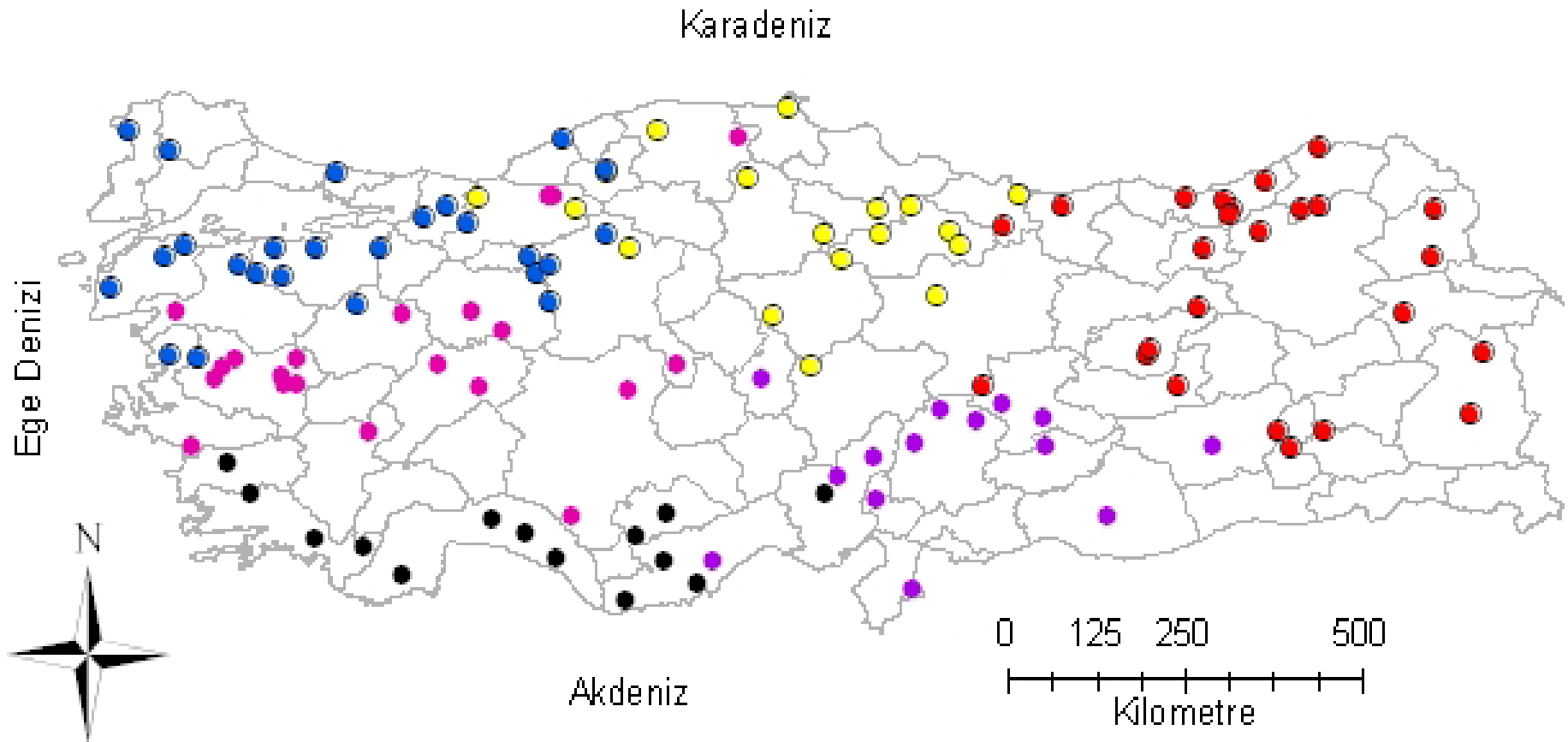
e) Veri Seti 5 (Q Qdk Qstd Qskew E B)



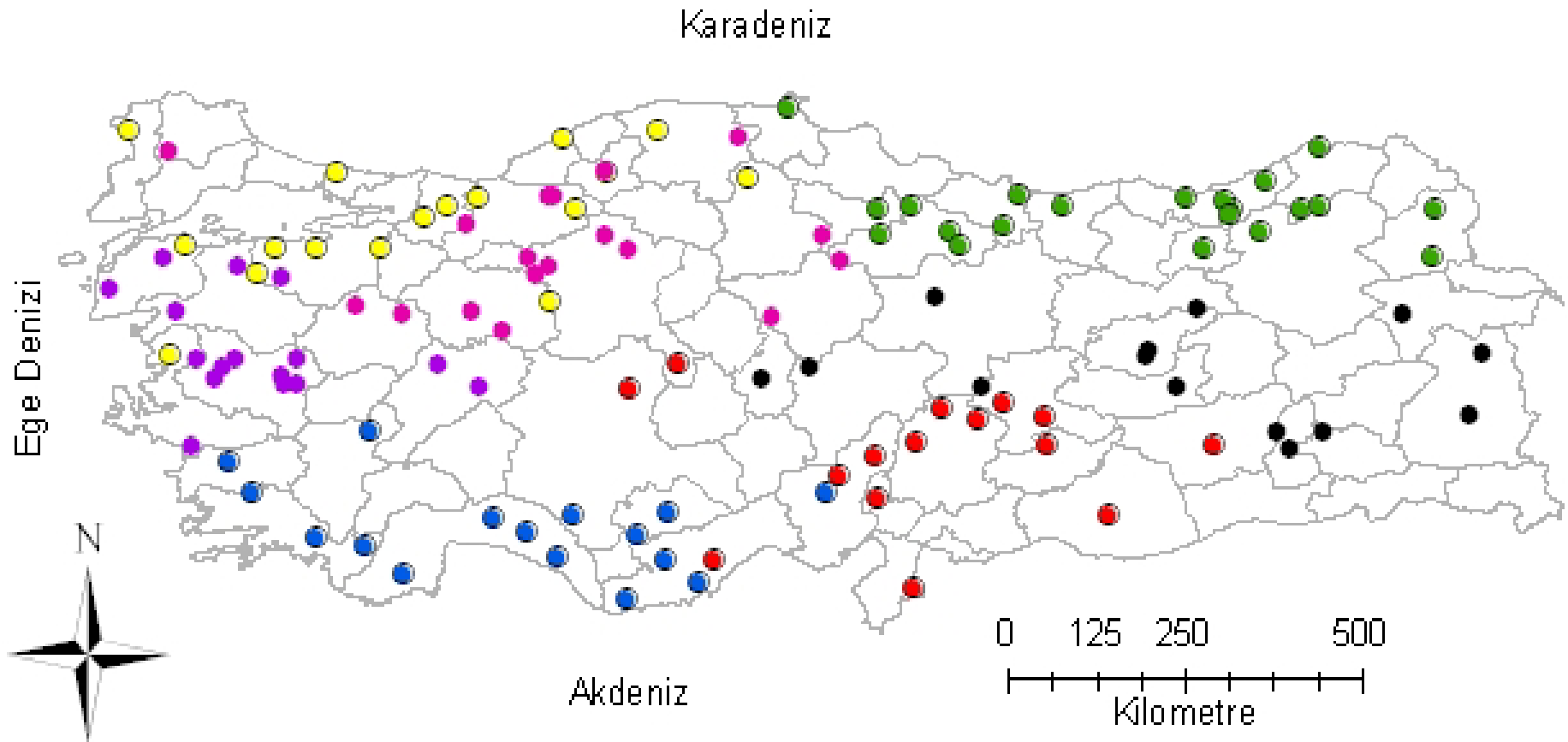
f) Veri Seti 6 (Q A E B)



g) Veri Seti 7 (Q Qdk A E B)

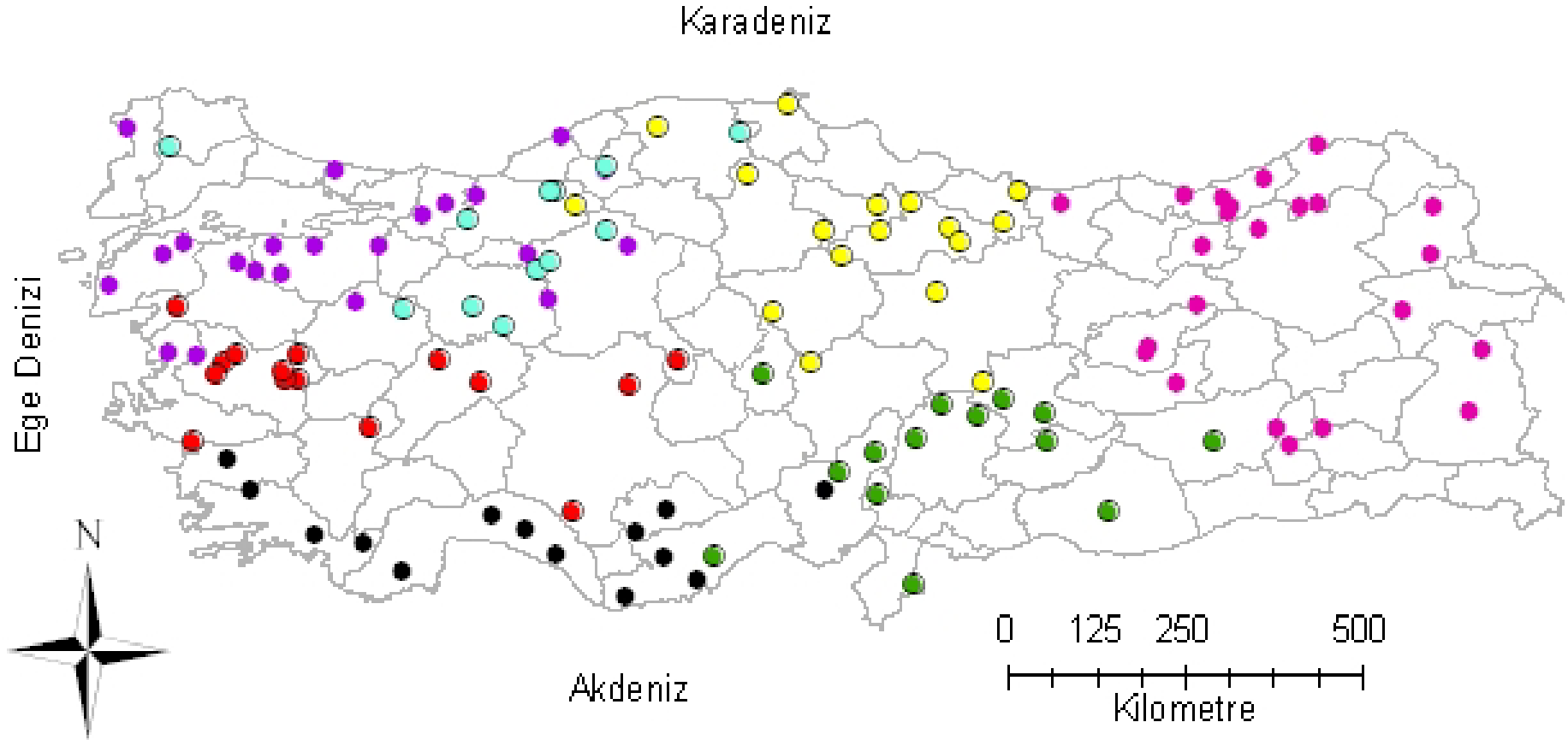


h) Veri Seti 8 (Q Qdk Qskew A E B)



i) Veri Seti 9 (Q Qdk Qstd A E B)





j) Veri Seti 10 (Q Qdk Qstd Qskew A E B)

Şekil 94. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

### **8.1.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi**

#### **8.1.3.1. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi**

Bölgesel taşkın frekans analizinde, önemli bir işlem adımlarından biri belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testlerinin uygulanmasıdır. Kümeleme analizi ile belirlenen bölgeler taşkın frekans analizinde kullanılmadan önce homojenliğinin test edilmesi gerekmektedir. Detayları önceki bölümlerde verilen uyumsuzluk ve L-momentler tabanlı bölgesel homojenlik testleri kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Kümeleme analizi sonucu belirlenen bölgelerde yer alan istasyonlarda veri yapısını test etmek için HOSKING WALLIS (1993 ve 1997) tarafından önerilen uyumsuzluk testi uygulanmış ve her bir kümeye ait istasyonlar için  $D$  değerleri hesaplanmıştır.

HOSKING WALLIS (1997), 15'ten daha fazla istasyona sahip bölge için hesaplanan  $D_i$  değerinin 3'ten büyük olması durumunda bu istasyonun tanımlanan kümeden çıkarılması gerektiğini önermiştir. Ayrıca, kümeler için ikinci olarak detayları önceki bölümlerde verilen L-momentler tabanlı bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bulanık kümeleme ile 10 farklı veri seti kullanılarak belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	<i>H</i> Testi			İstasyon No ( <i>D</i> )
				$H_1$	$H_2$	$H_3$	
Veri Seti 1	1	27	837	5.394	3.503	2.513	1223(3.23)
	2	23	713	4.800	2.733	1.753	701(3.31) 713(3.57)
	3	20	620	7.983	4.419	1.70	2132(3.43)
	4	16	496	2.765	2.500	1.637	-
	5	15	465	2.690	2.004	1.435	1323(3.54)
	6	16	496	1.964	0.922	0.228	-
Veri Seti 2	1	19	589	1.570	1.814	1.624	-
	2	16	496	1.656	0.412	0.671	-
	3	14	434	0.693	-0.798	-1.509	-
	4	14	434	0.294	1.491	1.750	-
	5	15	465	1.635	2.098	1.612	713(3.05)
	6	21	651	1.700	1.262	0.897	1323(4.33) 2233(3.22)
	7	18	558	-0.530	0.208	0.306	-
Veri Seti 3	1	14	434	1.854	1.409	1.507	-
	2	22	682	1.470	1.565	0.989	2233(3.44)
	3	20	620	0.215	-0.592	-0.883	713(3.52)
	4	18	558	1.434	0.437	-0.218	1323(4.55)
	5	28	868	3.520	1.971	1.606	-
	6	14	434	1.635	2.017	1.609	-
Veri Seti 4	1	19	589	1.678	1.506	1.247	1323(4.08) 2233(3.32)
	2	16	496	2.834	0.648	-0.231	-
	3	16	496	2.238	2.415	2.464	713(3.45)
	4	24	744	1.987	2.050	1.920	-
	5	16	496	0.150	0.553	0.868	-
	6	12	372	1.930	0.698	0.408	-
	7	14	434	-1.092	-0.705	-1.188	-
Veri Seti 5	1	17	527	1.654	2.126	1.599	-
	2	16	496	1.582	0.181	0.174	1323(3.36)
	3	17	527	1.743	0.048	-0.262	713(3.78)
	4	27	837	2.657	1.493	1.116	-
	5	26	806	1.717	1.675	0.955	2233(3.55)
	6	14	434	3.018	0.026	-0.830	-

Tablo 36’da uyumsuzluk sonuçları incelendiğinde, genel olarak bütün veri setlerinde 713, 1323 ve 2233 nolu akım gözlem istasyonlarına ait  $D$  değerlerinin sınır değerden büyük çıktığı görülmektedir. Veri Seti 1 için bölgesel homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında, 5 bölge için hesaplanan  $H_1$  ve  $H_2$  değerlerinin 2’den büyük, bölge 1 için hesaplanan değer 2’ye yakın çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre, Veri Seti 1 kullanılarak elde edilen bölgeler bölgesel homojenlik testinde “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir.

Veri Seti 2 için  $H$  değerleri karşılaştırıldığında, bütün bölgelere ait  $H$  değerlerinin 2’den küçük çıktığı görülmektedir. Veri Seti 2 küme 6’ya ait sonuçlar incelendiğinde,  $H_1$  (1.700) değerinin en yüksek ve 2’ye yakın çıktığı,  $H_2$  (1.262) ve  $H_3$  (0.897) değerlerinin ise kabul edilebilir seviyede olduğu görülmektedir. Bu değerlere göre bölge 6 “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Diğer kümeler için hesaplanan  $H$  değerlerine bakıldığında bölge 3, 4 ve 7 için  $H$  değerlerinin 1’den küçük, küme 1, 2 ve 5’e ait  $H$  değerlerinin kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Bu hesaplanan  $H$  değerlerine göre bölge 3, 4 ve 7 “*homojen kabul edilir*”, bölge 1,2 ve 5 “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Yapılan bu değerlendirmelere göre Veri Seti 2 kullanılarak yapılan sınıflandırma ile elde edilen bölgelerin bölgesel homojenlik ve uyumsuzluk testlerinden geçtiği ve bölgesel taşkın frekans analizinde kullanılabilmesi söylenebilir. Veri Seti 3 için homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında, bölge 5 için hesaplanan  $H_1$  değeri 2’den büyük  $H_2$  ve  $H_3$  değerleri ise 2’den küçük çıkmıştır. Bu veri setinde diğer bölgelere ait  $H_1$  değerleri 2’den küçük ve  *kabul edilebilir* seviyede olup “*homojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Veri Seti 4’te, bölge 2 ve 3’e ait  $H_1$  değerleri 2’den büyük çıktığı için “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilebilir. Diğer taraftan bölge 4 ve 6’ya ait  $H_1$  değerlerinin de 2’ye çok yakın çıktığı görülmektedir. Ayrıca, hesaplanan  $H_1$  değerlerine göre, bölge 5 ve 7 “*homojen kabul edilir*”, küme 1 “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda bölge 2 ve 3’e ait  $H$  değerlerinin 2’den büyük ve bölge 4 ve 6’ya ait değerlerin de 2’ye çok yakın çıkmasından dolayı bu bölgelerin taşkın frekans analizinde kullanılması için hidrolojik olarak yeterli homojenliğe sahip olmadığı görülmüştür. Veri Seti 5’e ait homojenlik testi sonuçları incelendiğinde, bölge 4 ve 6 için hesaplanan  $H_1$  değerlerinin 2’den büyük çıktığı belirlenmiş ve bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, bölge 1, 2, 3 ve 5’e ait  $H_1$  değerleri 2’den küçük, 1’den büyük çıktığı için bu bölgeler “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir.

Tablo 36. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları (devamı)

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	<i>H</i> Testi			İstasyon No ( <i>D</i> )
				<i>H</i> <sub>1</sub>	<i>H</i> <sub>2</sub>	<i>H</i> <sub>3</sub>	
Veri Seti 6	1	15	465	5.491	3.963	2.466	-
	2	23	713	5.249	2.668	1.264	713(2.13)
	3	20	620	9.758	5.038	1.936	2132(3.30)
	4	13	403	2.019	1.438	0.187	-
	5	26	806	4.831	4.336	3.502	1323(4.84)
	6	20	620	2.779	1.515	0.723	2232(3.08) 2233(3.25)
Veri Seti 7	1	17	527	-0.606	-0.002	0.067	-
	2	20	558	1.407	1.513	1.300	-
	3	22	682	1.794	1.381	0.971	1323(4.28) 2233(3.66)
	4	13	372	0.394	-0.715	-1.372	-
	5	15	465	1.635	2.009	1.612	713(3.25)
	6	14	434	1.854	-1.409	1.507	-
	7	15	527	1.703	0.268	0.675	-
Veri Seti 8	1	14	434	1.635	2.009	1.612	-
	2	25	806	1.442	1.609	1.118	2233(3.77)
	3	25	775	2.958	1.594	1.004	-
	4	18	527	2.504	2.163	1.701	1323(3.63)
	5	15	465	3.796	-0.271	-1.700	-
	6	21	651	1.637	-0.505	-0.853	713(3.49)
Veri Seti 9	1	14	465	0.693	-0.798	-1.509	-
	2	15	496	1.959	-0.115	-1.109	2132(3.13)
	3	16	527	2.114	2.720	2.294	713(3.39)
	4	17	558	-0.157	0.785	1.456	-
	5	16	527	1.235	1.030	0.715	-
	6	18	589	1.201	0.159	0.049	-
	7	21	651	1.702	1.262	0.897	1323(4.33) 2233(3.18)
Veri Seti 10	1	14	465	1.635	2.00	1.612	-
	2	15	496	1.515	-0.109	-0.346	713(3.47)
	3	12	372	0.342	-1.628	-2.019	-
	4	17	558	1.486	0.389	0.045	1323(3.68)
	5	22	682	3.092	0.286	0.213	-
	6	23	713	1.471	1.555	0.989	2233(3.41)
	7	14	465	3.510	-0.319	-1.534	-

Veri Seti 6'ya ait homojenlik testi sonuçlarına göre, bütün bölgelere ait  $H_1$  değerleri 2'den büyük çıkmış ve bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Veri Seti 7 için,  $H$  değerleri karşılaştırıldığında bütün bölgelere ait  $H$  değerlerinin 2'den küçük çıktığı görülmektedir. Bu veri seti için en büyük  $H_1$  (1.854) değeri küme 6 için hesaplanmıştır. Ancak bu bölge için hesaplanan  $H_2$  (1.409) ve  $H_3$  (1.507) değerlerinin ise genel olarak *kabul edilebilir* düzeyde olduğu görülmektedir. Bu nedenle hesaplanan bu üç  $H$  değeri temel alınarak bölge 4 “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, bölge 1'e ait  $H_1$  (-0.606) ve bölge 4'e ait  $H_1$  (0.309) 1'küçük olduğu için “*homojen kabul edilir*”, bölge 2, 3, 5 ve 7'ye ait  $H_1$  değeri de 2'den küçük olduğu için “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Tablo 9'da verilen sonuçlara göre Veri Seti 7 kullanılarak yapılan sınıflandırma ile elde edilen bölgelerin bölgesel homojenlik ve uyumsuzluk testlerinden geçtiği ve bölgesel taşkın frekans analizinde kullanılabileceği söylenebilir.

Veri Seti 8 için verilen sonuçlara göre, bölge 3, 4 ve 5'e ait  $H_1$  değerleri 2'den büyük çıktığı için bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Diğer taraftan, bölge 1, 2 ve 6 için hesaplanan  $H_1$  değerleri 2'den küçük çıkmış ve bu bölgeler “*homojen olabilir*” olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre, bölge 3, 4 ve 5'in bölgesel homojenlik testinde hidrolojik olarak yeterli homojenliğe sahip olmadığı görülmüştür. Veri Seti 9 için hesaplanan sonuçlara göre, bölge 3'e ait  $H_1$  değerinin 2'den büyük ve bölge 2'ye ait  $H_1$  değerinin ise 2'ye çok yakın çıkmasından dolayı bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Diğer taraftan, bölge 5, 6 ve 7 için hesaplanan  $H_1$  değerleri 2'den çıkmış ve bu kümeler “*homojen olabilir*” olarak ve bölge 1 ve 4'e ait  $H_1$  değerleri 1'den küçük çıktığı “*homojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilebilir.

Son olarak Veri Seti 10'a ait sonuçlar değerlendirildiğinde, bölge 5 ve 7'ye ait  $H_1$  değerinin 2'den büyük çıktığı görülmüş ve bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, diğer bölgeler için hesaplanan  $H_1$  değerleri 2'ye yakın çıktığı için bu bölgeler de “*homojen olabilir*” olarak değerlendirilebilir. Bu sonuçlara göre, bölge 5 ve 7 için hesaplanan  $H_1$  değerleri 2'den büyük olduğu için bu bölgelerin taşkın frekans analizi için hidrolojik olarak yeterli homojenliğe sahip olmadığı görülmüştür.

Yukarıda 10 farklı veri seti için yapılan bu değerlendirmeler sonucunda, Veri Seti 2 için bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma sonucunda elde edilen bölgelerin bölgesel homojenlik testinden geçtiği ve bu bölgelerin taşkın frekans analizinde, dağılımların belirlenmesinde ve büyüklüklerin tahmininde kullanılabileceği söylenebilir. Veri Seti 2 kullanılarak belirlenen 7 bölgeye ait istasyonlar için, yıl olarak gözlem sayısı ( $N$ ), drenaj alanı ( $A$ ), maksimum akımların ortalaması ( $\bar{Q}_{mak}$ ), L-moment oranları ( $L-Cv$ ,  $L-Cs$  ve  $L-Ck$ ) ve uyumsuzluk testi değerleri sırasıyla Tablo 37, 38, 39, 40, 41, 42 ve 43'te verilmiştir.

Tablo 37. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	$N$ (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	$A$ ( $km^2$ )	$L-Cv$	$L-Cs$	$L-Ck$	$D$
1	101	31	86.13	478.4	0.3881	0.340	0.2352	0.94
2	1212	31	31.75	10822	0.2775	0.2255	0.1402	0.39
3	1233	31	260.16	2003.2	0.3285	0.2484	0.12	0.3
4	1237	31	79.15	1073.4	0.4159	0.3905	0.1524	1.83
5	1239	31	54.32	322.0	0.3236	0.1932	0.0227	1.62
6	1242	31	161.68	33847.2	0.3141	0.3456	0.1917	0.75
7	1244	31	104.21	886.0	0.3756	0.3477	0.2286	0.51
8	1245	31	252.32	3941.6	0.346	0.2663	0.2473	1.15
9	1307	31	117.40	1097.6	0.2533	0.0606	0.0869	1.27
10	1314	31	321.22	5086.8	0.2967	0.2092	0.1263	0.18
11	1319	31	88.25	766.4	0.3971	0.377	0.2345	0.89
12	1327	31	128.76	953.6	0.2374	0.0182	0.041	1.73
13	1333	31	229.98	2833.2	0.3288	0.3909	0.2169	1.01
14	1334	31	69.49	1102.8	0.2621	0.3787	0.3502	2.45
15	1409	31	143.87	5267.6	0.2985	0.2249	0.2285	0.65
16	1412	31	72.32	3668.8	0.3081	0.1924	0.1465	0.24
17	1517	31	60.81	8592.4	0.2706	0.167	0.161	0.43
18	1524	31	187.31	4192.4	0.3451	0.413	0.3514	1.33
19	1536	31	435.19	60559.6	0.258	0.2936	0.2016	1.32
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3171	0.2675	0.1833	

Tablo 38. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	103	31	886.48	27250.8	0.2877	0.1454	0.0302	56
2	212	31	439.77	2095.6	0.2837	0.1128	0.0992	0.4
3	302	31	742.42	9629.2	0.3727	0.2606	0.1486	1.8
4	314	31	656.06	2308.8	0.3152	0.2664	0.1819	0.52
5	316	31	705.68	6454.0	0.2509	0.2637	0.2597	0.67
6	317	31	462.19	21611.2	0.2505	0.1792	0.1221	0.54
7	321	31	129.72	1290.8	0.2476	0.1773	0.295	2.14
8	406	31	286.15	2887.6	0.2419	0.26	0.2573	0.68
9	407	31	329.89	1586.4	0.3178	0.1595	0.1128	0.44
10	518	31	276.16	15616.4	0.3026	0.1102	0.0893	0.6
11	1219	31	131.83	410.8	0.227	0.073	0.1164	1.01
12	1221	31	436.26	52531.6	0.2277	0.3242	0.2384	2.09
13	1222	31	182.08	2021.6	0.2664	0.0758	0.1254	0.91
14	1302	31	255.49	1988	0.1912	0.1435	0.1901	1.24
15	1330	31	12.01	23.1	0.2985	0.2002	0.1153	0.28
16	1335	31	1098.10	13300.4	0.3179	0.2874	0.1897	0.73
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2750	0.1899	0.1607	

Tablo 39. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1501	31	474.39	15581.6	0.2373	0.2403	0.1632	1.53
2	1532	31	535.42	20622.0	0.2435	0.2309	0.1508	1.25
3	1535	31	340.39	6606.5	0.1942	0.0828	0.1722	0.82
4	2102	31	2005.74	25515.6	0.2286	0.0922	0.0952	1.22
5	2122	31	551.23	5882.4	0.2132	0.0778	0.152	0.44
6	2124	31	47.27	1256.1	0.2745	0.1215	0.0919	0.88
7	2133	31	559.48	3284.8	0.2286	0.1259	0.2001	1.38
8	2149	31	341.01	1669	0.2211	0.0684	0.1547	0.61
9	2151	31	468.16	8185.6	0.2243	0.167	0.1647	0.35
10	2505	31	84.28	1373.4	0.2841	0.2328	0.1684	1.32
11	2509	31	47.62	1598	0.3305	0.1634	0.1098	2.71
12	2603	31	641.90	2450.4	0.2253	0.0953	0.1673	0.49
13	2610	31	239.66	640.4	0.2351	0.0938	0.1024	0.77
14	2612	31	1333.48	4105.2	0.2549	0.1244	0.1157	0.24
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2425	0.1369	0.1435	



Tablo 40. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1611	31	40.34	205.6	0.3527	0.3943	0.2888	0.76
2	1717	31	32.48	1005.2	0.3739	0.364	0.3067	0.93
3	1801	31	225.65	2596.8	0.3558	0.3354	0.1929	0.71
4	1805	31	627.87	4242.8	0.3231	0.345	0.234	0.78
5	1906	31	272.04	2764.4	0.3801	0.3095	0.2289	0.19
6	2006	31	55.55	739.2	0.3132	0.1689	0.1422	1.8
7	2008	31	157.28	444	0.339	0.3046	0.2018	0.26
8	2015	31	47.48	915.2	0.3799	0.3428	0.2486	0.08
9	2016	31	79.28	846.8	0.3959	0.3194	0.1295	1.65
10	2131	31	30.59	277.6	0.5178	0.5109	0.3289	2.23
11	2132	31	19.55	464.5	0.5792	0.4043	0.1498	2.84
12	2135	31	35.97	154.8	0.3809	0.2808	0.2152	0.56
13	2145	31	132.07	5780.8	0.2955	0.3029	0.2522	0.57
14	2618	31	242.27	976	0.3904	0.2728	0.1981	0.63
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3841	0.3325	0.2227	

Tablo 41. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1612	31	18.99	267.7	0.2606	0.1073	0.1081	0.12
2	1712	31	236.87	2689.2	0.2219	0.2397	0.1902	1.47
3	1714	31	852.81	10065.2	0.2046	-0.0219	0.0917	1.27
4	1720	31	326.71	4304.0	0.2499	0.2218	0.2124	0.17
5	1721	31	265.06	313.2	0.2492	0.0751	0.1481	0.55
6	1818	31	1158.16	13740.6	0.263	0.2658	0.2465	0.41
7	701	31	236.94	948.0	0.2695	-0.001	0.0981	1.82
8	706	31	175.31	19595.6	0.2303	0.1028	0.0889	0.88
9	713	31	35.33	3945.6	0.1723	0.3325	0.4284	3.05
10	808	31	38.00	770.0	0.3396	0.2402	0.1426	1.22
11	809	31	63.47	546.8	0.3333	0.2471	0.2019	1.47
12	812	31	586.16	4964.9	0.2485	0.0901	0.1141	0.14
13	902	31	893.68	1942.4	0.2455	0.1826	0.2044	0.08
14	912	31	538.19	625.6	0.2213	0.0385	0.0627	0.94
15	917	31	511.39	879.3	0.3290	0.1861	0.0769	1.22
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2559	0.1538	0.1610	

Tablo 42. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	A (km <sup>2</sup> )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1401	31	435.35	10048.8	0.2524	0.1483	0.0614	1.21
2	1402	31	721.16	33904.0	0.1902	0.1307	0.1908	0.63
3	1413	31	355.11	21667.2	0.26	0.0956	0.1568	1.43
4	1414	31	123.70	5409.2	0.2163	0.1832	0.2339	0.69
5	1418	31	170.97	1608.0	0.1732	0.0658	0.1406	0.97
6	2202	31	99.59	635.7	0.2439	0.3135	0.254	0.24
7	2213	31	124.40	713	0.2395	0.2502	0.2352	0.16
8	2215	31	83.60	445.2	0.1717	0.1718	0.2177	0.66
9	2218	31	168.25	834.9	0.2522	0.4712	0.3439	1.71
10	2232	31	172.48	763.2	0.2192	0.5242	0.437	2.84
11	2233	31	44.53	223.1	0.1362	0.1688	0.1612	3.22*
12	2238	31	166.87	1024.4	0.2538	0.109	0.118	0.55
13	2247	31	434.00	1859.2	0.3	0.2509	0.1375	1.03
14	2304	31	102.57	1734	0.2575	0.2132	0.1315	0.46
15	2305	31	382.10	7272	0.1911	0.1486	0.1237	0.57
16	2315	31	1099.26	19654.4	0.1944	0.2411	0.1821	0.58
17	2316	31	250.45	5505.2	0.2165	0.1744	0.0869	1.28
18	2323	31	247.34	6854	0.2198	0.1702	0.2133	0.51
19	2402	31	418.96	8872.8	0.2722	0.2697	0.2362	0.44
20	2409	31	149.45	2928	0.3523	0.2681	0.1664	2.19
21	1323	31	73.20	261.6	0.1781	-0.2056	0.1414	4.33*
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2296	0.2180	0.1916	

Tablo 43. Veri Seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

<i>Sıra</i>	<i>İstasyon</i>	<i>N (Yıl)</i>	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>L-Cv</i>	<i>L-Cs</i>	<i>L-Ck</i>	<i>D</i>
1	209	31	108.23	267.6	0.3659	0.2236	0.1175	0.74
2	311	31	73.90	1621.6	0.3945	0.2311	0.0597	1.16
3	408	31	50.09	182	0.4555	0.4788	0.3418	0.87
4	509	31	132.91	901.6	0.3956	0.2832	0.1706	0.19
5	510	31	170.45	3188.6	0.4833	0.3863	0.2203	0.83
6	514	31	269.76	689.6	0.4843	0.3235	0.102	1.99
7	515	31	272.47	739.6	0.4189	0.301	0.1445	0.26
8	516	31	340.22	3265.2	0.367	0.2903	0.1518	0.54
9	517	31	250.15	757.6	0.3649	0.2196	0.1601	1.29
10	520	31	276.62	1470.4	0.4386	0.4069	0.3169	0.85
11	601	31	155.78	3255.2	0.4218	0.3933	0.2961	0.45
12	1102	31	10.89	360.8	0.463	0.4826	0.3359	0.93
13	1104	31	37.56	4231.6	0.3584	0.3324	0.2353	0.57
14	1203	31	48.98	3938.4	0.3845	0.2894	0.2313	0.99
15	1223	31	22.50	1636.3	0.4797	0.2726	0.121	1.54
16	1224	31	22.82	4342.2	0.3404	0.362	0.2228	1.45
17	1614	31	8.87	651.6	0.4249	0.464	0.3514	0.81
18	1620	31	2.03	699.2	0.3965	0.4818	0.2743	2.53
Ağırlıklı Ortalamalar					0.4132	0.3457	0.2141	

### 8.1.3.2. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi

Bölgesel taşkın frekans analizinde en önemli adım, hidrolojik olarak homojen bölgelerin belirlenmesidir. Bulanık kümeleme yöntemi ile homojen yapıya sahip bölgeler belirlenmiş ve bu bölgelerin homojenliği test edilmiştir. Kümeleme analizi sonucunda belirlenen ve homojenliği test edilen bölgelerde, bölgesel taşkın frekans analizi için uygun dağılımların belirlenmesi gerekmektedir. Bu bölümde ise veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen 7 bölge için uygun dağılımların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için, hangi dağılım fonksiyonun daha uygun ve kabul edilebilir olduğunu test etmek amacıyla *uygunluk testi istatistiği* kullanılmaktadır (HOSKING WALLIS, 1997). Bu seçim, aday dağılım fonksiyonuna ait momentlerin, bölgesel veri setinde elde edilmiş ortalama moment istatistiklerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Uygunluk testi, Bölüm 4’te detaylı bir şekilde anlatıldığı için burada tekrar verilmemiştir.

Uygunluk testi istatistiği sonuçları değerlendirilirken, hesaplanan uygunluk testi değerinin ( $Z^{DIST}$ ) sifıra yakın olması bu aday dağılımın uygun dağılım olabileceği şeklinde düşünülmektedir. Ancak uygun dağılımı belirlemek için, %90 anlamlılık seviyesinde kabul edilebilir kritik değer  $Z_{kritik}^{DIST} \leq 1.64$  şeklinde önerilmektedir (HOSKING WALLIS, 1997). Verilen bir bölge için yukarıda anlatılan işlemler sonucunda kabul edilebilir uygun dağılım sayısının birden fazla çıkması, en düşük  $Z^{DIST}$  değerine sahip dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir. Ayrıca, en uygun dağılımı bulmak için L-kurtosis ve L-çarpılık oranlarının yakınlıklarını karşılaştırarak L-moment oranları diyagramı da kullanılmaktadır. Hidrolojik uç olayların analizinde en çok kullanılan dağılım fonksiyonları; Generalized Extreme Value (GEV), Pearson Type III (P3), Generalized Log Normal (GLOG), Generalized Normal (GNO), Wakeby (WAK) ve Generalized Pareto (GPA) şeklinde verilebilir. Verilen bu dağılım fonksiyonları, su kaynaklarının planlanması, su yapılarının ve taşkın koruma yapılarının planlanması ve işletilmesi çalışmalarında kullanılan taşkın serileri için en uygun dağılımın belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Uygun dağılımların belirlenmesi ve diğer analizler için Hosking (1993) tarafından önerilen program proje için yeniden düzenlenerek kullanılmıştır. Veri seti 2 kullanılarak elde edilen 7 homojen bölge için hesaplanan uygunluk testi değerleri ( $Z^{DIST}$ ) Tablo 44’te gösterilmiştir.

Tablo 44. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen homojen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları

Dağılım	$Z^{DIST}$						
	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	Bölge 4	Bölge 5	Bölge 6	Bölge 7
GLOG	2.62	2.81	3.54	0.96	2.22	1.35	1.97
GEV	0.83	0.41	0.66	<b>-0.02</b>	<b>-0.44</b>	<b>-0.86</b>	0.90
GNO	<b>-0.18</b>	<b>-0.05</b>	0.62	-1.07	-0.61	-1.54	<b>-0.39</b>
P3	-1.97	-1.07	<b>-0.03</b>	-2.86	-1.31	-2.86	-2.59
GPAR	-3.72	-5.00	-5.39	-2.88	-6.13	-6.06	-2.32

Tablo 44'te Bölge 1 için verilen sonuçlar incelendiğinde, GEV ve GNO dağılımlarına karşılık gelen  $Z^{DIST}$  değerinin 1.64'ten küçük olduğu görülmektedir. GEV dağılımı için  $Z^{DIST}$  değeri 0.83 iken, GNO dağılımı için -0.18 olarak elde edilmiştir. Daha önceden de bahsedildiği gibi, birden fazla dağılıma ait uygunluk testi değerinin kritik değerden küçük çıkması durumunda en düşük değere sahip olan dağılımın seçilmesi uygun olmaktadır. Buna göre, Bölge 1 için GNO dağılımı uygun dağılım olarak seçilmiştir.

Bölge 2 için uygunluk testi değeri, GEV dağılımı için 0.41, GNO dağılımı için -0.05 ve P3 dağılımı için -1.07 olarak hesaplanmış ve en düşük değere sahip GNO dağılımı uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Bölge 3'e ait sonuçlar değerlendirildiğinde, uygunluk testi değeri GEV dağılımı için 0.66, GNOR için 0.62 ve P3 için -0.03 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük değer elde edildiği P3 dağılımı uygun dağılım olarak seçilmiştir. Tablodan Bölge 4, 5 ve 6 için hesaplanan değerler incelendiğinde, en düşük değer GEV dağılımına ait olduğu görülmüş ve bu üç bölge için en uygun dağılım GEV dağılımı seçilmiştir. Diğer taraftan, Bölge 7 için en düşük değer -0.39 ile GNOR dağılımından elde edilmiştir.

### 8.1.3.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Hidrolojik olarak homojen bölgeler belirlendikten ve bu bölgeler için uygun dağılım fonksiyonları seçildikten sonra bölgesel büyüklüklerin tahmini çalışmaları gerçekleştirilmiştir. HOSKING WALLIS (1997), Monte Carlo simülasyonu ile bölgesel L-momentler algoritması gibi karmaşık istatistiksel algoritmaların özelliklerini tanımlamak için etkili bir değerlendirme yöntemi önermiştir. Simülasyonda, farklı aşılma olasılıklarına karşılık gelen büyüklük tahminleri hesaplanmaktadır. Tahmin sonuçlarını değerlendirmek için detayları Bölüm 4’te verilen çeşitli ölçütler hesaplanmaktadır. Bu ölçütler,  $i$  istasyonunda  $F$  aşılma olasılığı için büyüklük tahminin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif bias ( $B^R(F)$ ) ve mutlak rölatif bias ( $A^R(F)$ ) ve bölgesel ortalama rölatif RMSE şeklindedir.

Veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları sırasıyla, Tablo 45, 46, 47, 48, 49, 50 ve 51’de verilmektedir.

Tablo 45. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 1 / GNO	0.500	2	0.851	0.082	0.798	0.881
	0.800	5	1.381	0.032	1.335	1.394
	0.900	10	1.775	0.066	1.684	1.84
	0.950	20	2.181	0.112	2.015	2.332
	0.980	50	2.747	0.171	2.446	3.045
	0.990	100	3.204	0.214	2.77	3.633
	0.999	1000	4.921	0.351	3.856	5.912

Tablo 46. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 2 / GNO	0.500	2	0.907	0.047	0.873	0.936
	0.800	5	1.363	0.041	1.324	1.385
	0.900	10	1.668	0.062	1.592	1.728
	0.950	20	1.963	0.084	1.832	2.075
	0.980	50	2.349	0.116	2.129	2.548
	0.990	100	2.643	0.141	2.345	2.92
	0.999	1000	3.657	0.225	3.028	4.258

Tablo 47. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 3 / P3	0.500	2	0.94	0.036	0.909	0.967
	0.800	5	1.341	0.030	1.305	1.371
	0.900	10	1.587	0.052	1.517	1.653
	0.950	20	1.811	0.074	1.697	1.917
	0.980	50	2.084	0.099	1.912	2.251
	0.990	100	2.28	0.115	2.061	2.494
	0.999	1000	2.886	0.157	2.504	3.262

Tablo 48. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 4 / GEV	0.500	2	0.79	0.09	0.719	0.826
	0.800	5	1.388	0.045	1.322	1.407
	0.900	10	1.883	0.058	1.795	1.932
	0.950	20	2.448	0.093	2.268	2.621
	0.980	50	3.34	0.147	2.944	3.804
	0.990	100	4.15	0.192	3.505	4.968
	0.999	1000	8.026	0.361	5.72	11.33

Tablo 49. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 5 / GEV	0.500	2	0.929	0.049	0.899	0.954
	0.800	5	1.347	0.042	1.303	1.367
	0.900	10	1.617	0.062	1.54	1.663
	0.950	20	1.872	0.092	1.744	1.963
	0.980	50	2.195	0.135	1.982	2.368
	0.990	100	2.431	0.171	2.143	2.684
	0.999	1000	3.185	0.315	2.56	3.776



Tablo 50. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 6 / GEV	0.500	2	0.912	0.047	0.882	0.932
	0.800	5	1.288	0.048	1.248	1.297
	0.900	10	1.554	0.067	1.484	1.589
	0.950	20	1.825	0.092	1.706	1.905
	0.980	50	2.196	0.146	1.988	2.368
	0.990	100	2.492	0.191	2.196	2.754
	0.999	1000	3.586	0.348	2.825	4.265

Tablo 51. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 7 / GNO	0.500	2	0.755	0.101	0.685	0.808
	0.800	5	1.437	0.049	1.38	1.456
	0.900	10	1.998	0.053	1.901	2.081
	0.950	20	2.619	0.093	2.414	2.849
	0.980	50	3.545	0.151	3.126	4.065
	0.990	100	4.335	0.193	3.701	5.15
	0.999	1000	7.600	0.320	5.817	9.931

Yukarıda verilen tablolardaki sonuçlar incelendiğinde, beklendiği gibi genel olarak tekrarlanma periyodu büyüdükçe (taşkın oluşmama olasılığı arttıkça) büyüklük tahminlerinin doğruluğunun azaldığı görülmektedir. Tekrarlanma periyodu arttıkça hesaplanan bölgesel rölatif RMSE değeri de artmış ve en büyük rölatif RMSE değeri tekrarlanma periyodu 1000 için elde edilmiştir. Ayrıca, bölgesel homojenlik testinde en düşük  $H_1$  değerine sahip olan Bölge 3 için hesaplanan rölatif RMSE değerlerinin diğer bölgeler için hesaplanan değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak genel olarak bütün bölgeler için hesaplanan rölatif RMSE değerlerinin kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir.

Burada, kümeleme yöntemleri ile belirlenen bölgelerin bölgesel olarak homojenliğinin test edilmesinin daha doğru ve güvenilir tahmin için önemli olduğu ve homojen yapıya sahip bölgeler için yapılan büyüklük tahminlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Tahmin sonuçlarını değerlendirmek F aşılma olasılığı için büyüklük tahminin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, bölgesel ortalama rölatif bias ve mutlak rölatif bias ve bölgesel ortalama rölatif RMSE ölçütleri hesaplanmıştır. Veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler sırasıyla, Tablo 52, 53, 54, 55, 56, 57 ve 58’de verilmektedir. Tablolarda,  $B^R(F)$ ; bölgesel ortalama rölatif bias,  $A^R(F)$ ; mutlak rölatif bias sırasıyla denklem (58) ve (59) ve tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif RMSE değeri ise denklem (60) ile elde edilmektedir.

Tablo 52. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.019	0.013	0.009	0.006	0.006	0.008	0.03
$A^R(F)$	0.072	0.027	0.057	0.098	0.148	0.187	0.307
RMSE	0.145	0.124	0.140	0.170	0.216	0.253	0.379
0.050 PT	0.911	0.902	0.886	0.869	0.848	0.834	0.797
0.950 PT	1.133	1.134	1.144	1.161	1.191	1.221	1.334

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.019	0.013	0.008	0.005	0.005	0.007	0.028
$A^R(F)$	0.073	0.027	0.057	0.098	0.149	0.187	0.308
RMSE	0.082	0.032	0.066	0.112	0.171	0.214	0.351
0.050 PT	0.966	0.991	0.964	0.935	0.902	0.882	0.832
0.950 PT	1.066	1.035	1.054	1.082	1.123	1.157	1.276

Tablo 53. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.012
$A^R(F)$	0.039	0.037	0.055	0.07	0.091	0.114	0.186
RMSE	0.105	0.103	0.115	0.13	0.154	0.175	0.248
0.050 PT	0.912	0.915	0.906	0.895	0.88	0.868	0.833
0.950 PT	1.105	1.102	1.111	1.124	1.147	1.166	1.236

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.011
$A^R(F)$	0.039	0.037	0.055	0.07	0.091	0.114	0.187
RMSE	0.047	0.041	0.062	0.084	0.116	0.141	0.225
0.050 PT	0.968	0.984	0.965	0.946	0.922	0.905	0.859
0.950 PT	1.039	1.029	1.048	1.071	1.103	1.127	1.208

Tablo 54. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.005	0.003	0.002	0.002	0.003	0.005	0.009
$A^R(F)$	0.027	0.025	0.043	0.061	0.081	0.093	0.125
RMSE	0.089	0.084	0.095	0.108	0.126	0.138	0.175
0.050 PT	0.917	0.922	0.917	0.91	0.899	0.891	0.869
0.950 PT	1.096	1.086	1.092	1.101	1.118	1.131	1.171

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.005	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.009
$A^R(F)$	0.028	0.024	0.043	0.061	0.08	0.093	0.125
RMSE	0.036	0.03	0.052	0.074	0.099	0.115	0.157
0.050 PT	0.971	0.978	0.96	0.945	0.926	0.914	0.885
0.950 PT	1.034	1.027	1.047	1.067	1.09	1.106	1.152

Tablo 55. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.031	0.019	0.012	0.006	0.000	0.003	0.009
$A^R(F)$	0.067	0.039	0.051	0.071	0.105	0.135	0.24
RMSE	0.194	0.176	0.185	0.204	0.241	0.276	0.428
0.050 PT	0.91	0.895	0.874	0.846	0.805	0.771	0.764
0.950 PT	1.165	1.161	1.175	1.201	1.248	1.294	1.508

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.033	0.02	0.012	0.004	0.003	0.007	0.001
$A^R(F)$	0.068	0.038	0.05	0.071	0.105	0.135	0.24
RMSE	0.09	0.045	0.058	0.093	0.147	0.192	0.361
0.050 PT	0.956	0.987	0.974	0.934	0.878	0.835	0.788
0.950 PT	1.099	1.05	1.049	1.08	1.135	1.184	1.403

Tablo 56. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.005	0.008	0.009	0.01	0.01	0.01	0.017
$A^R(F)$	0.044	0.038	0.053	0.079	0.115	0.147	0.282
RMSE	0.101	0.098	0.11	0.129	0.164	0.195	0.328
0.050 PT	0.92	0.929	0.924	0.914	0.896	0.88	0.827
0.950 PT	1.092	1.094	1.103	1.115	1.14	1.162	1.261

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.005	0.009	0.01	0.01	0.01	0.01	0.018
$A^R(F)$	0.045	0.038	0.053	0.079	0.115	0.147	0.282
RMSE	0.049	0.042	0.062	0.092	0.135	0.171	0.315
0.050 PT	0.974	0.985	0.972	0.954	0.927	0.906	0.843
0.950 PT	1.033	1.034	1.05	1.073	1.107	1.135	1.244

Tablo 57. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.007	0.011	0.011	0.01	0.008	0.008	0.026
$A^R(F)$	0.043	0.045	0.062	0.081	0.129	0.17	0.307
RMSE	0.101	0.105	0.118	0.137	0.176	0.215	0.362
0.050 PT	0.941	0.939	0.93	0.916	0.894	0.876	0.822
0.950 PT	1.077	1.088	1.101	1.115	1.142	1.169	1.296

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.008	0.012	0.012	0.01	0.008	0.008	0.026
$A^R(F)$	0.042	0.045	0.061	0.081	0.129	0.171	0.308
RMSE	0.047	0.048	0.067	0.092	0.146	0.191	0.348
0.050 PT	0.979	0.993	0.978	0.958	0.928	0.905	0.841
0.950 PT	1.034	1.032	1.048	1.07	1.105	1.135	1.269

Tablo 58. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.023	0.016	0.007	0.001	0.004	0.005	0.004
$A^R(F)$	0.082	0.045	0.043	0.075	0.124	0.157	0.257
RMSE	0.191	0.175	0.179	0.197	0.233	0.265	0.377
0.050 PT	0.879	0.87	0.848	0.823	0.890	0.869	0.812
0.950 PT	1.178	1.179	1.191	1.212	1.254	1.284	1.405

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.024	0.015	0.006	0.002	0.007	0.009	0.001
$A^R(F)$	0.083	0.045	0.042	0.075	0.124	0.157	0.256
RMSE	0.101	0.049	0.053	0.093	0.151	0.193	0.32
0.050 PT	0.935	0.987	0.96	0.919	0.892	0.872	0.865
0.950 PT	1.102	1.041	1.051	1.085	1.134	1.171	1.307

Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme ile belirlenen bölgelerdeki istasyonlar için dağılım parametreleri ve büyüklükleri Tablo 59, 60, 61, 62, 63, 64 ve 65'te verilmiştir.

Tablo 59. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.774	0.555	-0.716	0.773	1.415	1.939	2.516	3.372	4.099	7.083
2	0.889	0.449	-0.467	0.889	1.352	1.677	2.001	2.437	2.778	4.000
3	0.856	0.521	-0.516	0.856	1.405	1.803	2.206	2.760	3.200	4.820
4	0.726	0.552	-0.830	0.726	1.399	1.989	2.668	3.722	4.651	8.716
5	0.889	0.537	-0.399	0.889	1.425	1.786	2.136	2.596	2.946	4.159
6	0.814	0.446	-0.728	0.814	1.332	1.759	2.231	2.935	3.535	6.016
7	0.776	0.532	-0.733	0.776	1.395	1.907	2.473	3.320	4.043	7.040
8	0.838	0.539	-0.554	0.838	1.417	1.845	2.287	2.903	3.399	5.262
9	0.972	0.446	-0.124	0.972	1.368	1.592	1.786	2.016	2.175	2.652
10	0.890	0.486	-0.433	0.890	1.384	1.723	2.056	2.499	2.841	4.046
11	0.746	0.539	-0.799	0.746	1.393	1.950	2.582	3.552	4.400	8.041
12	0.992	0.421	-0.037	0.992	1.352	1.544	1.706	1.890	2.014	2.369
13	0.783	0.437	-0.831	0.783	1.315	1.782	2.319	3.153	3.889	7.108
14	0.832	0.355	-0.803	0.832	1.258	1.626	2.045	2.688	3.251	5.674
15	0.881	0.483	-0.466	0.881	1.379	1.728	2.076	2.544	2.910	4.220
16	0.894	0.511	-0.397	0.894	1.405	1.749	2.081	2.517	2.850	4.000
17	0.919	0.457	-0.344	0.919	1.365	1.654	1.929	2.282	2.546	3.434
18	0.762	0.442	-0.882	0.762	1.313	1.812	2.397	3.325	4.158	7.908
19	0.868	0.391	-0.614	0.868	1.299	1.629	1.978	2.477	2.885	4.472
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.848	1.367	1.763	2.183	2.789	3.293	5.317
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.841	1.365	1.754	2.153	2.699	3.13	4.671

Tablo 60. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.925	0.491	-0.299	0.925	1.395	1.692	1.969	2.318	2.576	3.421
2	0.970	0.399	-0.150	0.970	1.328	1.533	1.713	1.928	2.079	2.536
3	0.873	0.333	-0.681	0.873	1.250	1.553	1.881	2.361	2.764	4.388
4	0.964	0.468	-0.155	0.963	1.384	1.626	1.840	2.094	2.273	2.818
5	0.951	0.327	-0.295	0.951	1.263	1.460	1.643	1.873	2.044	2.600
6	0.894	0.493	-0.414	0.894	1.390	1.726	2.054	2.488	2.820	3.979
7	0.841	0.485	-0.600	0.841	1.371	1.776	2.200	2.803	3.296	5.193
8	0.942	0.492	-0.232	0.942	1.399	1.676	1.927	2.235	2.458	3.162
9	0.829	0.584	-0.542	0.829	1.453	1.911	2.381	3.033	3.556	5.507
10	0.853	0.491	-0.555	0.853	1.380	1.770	2.173	2.734	3.186	4.884
11	0.884	0.392	-0.549	0.884	1.303	1.613	1.932	2.375	2.731	4.065
12	0.920	0.419	-0.370	0.920	1.334	1.607	1.869	2.209	2.466	3.341
13	0.922	0.415	-0.366	0.922	1.331	1.600	1.858	2.192	2.444	3.300
14	0.890	0.380	-0.541	0.890	1.294	1.591	1.896	2.318	2.657	3.920
15	0.909	0.539	-0.328	0.909	1.431	1.767	2.084	2.488	2.790	3.793
16	0.940	0.525	-0.226	0.940	1.427	1.720	1.986	2.312	2.547	3.288
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.907	1.358	1.664	1.963	2.36	2.668	3.762
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.905	1.356	1.657	1.947	2.325	2.611	3.578

Tablo 61. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	1.000	0.449	1.448	0.896	1.313	1.599	1.873	2.222	2.481	3.316
2	1.000	0.458	1.393	0.897	1.324	1.613	1.888	2.239	2.497	3.330
3	1.000	0.347	0.507	0.971	1.280	1.459	1.616	1.803	1.934	2.326
4	1.000	0.409	0.564	0.962	1.329	1.543	1.732	1.958	2.117	2.597
5	1.000	0.381	0.476	0.970	1.308	1.503	1.673	1.875	2.016	2.437
6	1.000	0.495	0.741	0.939	1.389	1.661	1.904	2.201	2.411	3.059
7	1.000	0.413	0.768	0.948	1.323	1.551	1.756	2.006	2.184	2.732
8	1.000	0.394	0.419	0.973	1.321	1.519	1.692	1.895	2.036	2.455
9	1.000	0.411	1.014	0.932	1.310	1.550	1.771	2.046	2.244	2.868
10	1.000	0.535	1.404	0.879	1.377	1.715	2.038	2.449	2.752	3.730
11	1.000	0.604	0.993	0.902	1.458	1.810	2.133	2.534	2.823	3.731
12	1.000	0.404	0.583	0.961	1.323	1.536	1.724	1.949	2.107	2.586
13	1.000	0.421	0.574	0.960	1.338	1.559	1.754	1.988	2.152	2.649
14	1.000	0.460	0.759	0.942	1.361	1.614	1.842	2.120	2.317	2.925
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.938	1.34	1.588	1.814	2.092	2.291	2.91
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.937	1.338	1.583	1.804	2.072	2.263	2.847



Tablo 62. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.647	0.340	-0.322	0.779	1.303	1.771	2.340	3.303	4.239	9.360
2	0.631	0.385	-0.281	0.780	1.350	1.840	2.418	3.364	4.254	8.813
3	0.655	0.388	-0.242	0.804	1.357	1.816	2.342	3.175	3.934	7.588
4	0.685	0.346	-0.255	0.818	1.317	1.736	2.222	2.998	3.714	7.232
5	0.638	0.436	-0.206	0.804	1.404	1.885	2.423	3.248	3.980	7.302
6	0.740	0.453	0.002	0.905	1.417	1.756	2.080	2.500	2.814	3.848
7	0.679	0.392	-0.199	0.828	1.364	1.792	2.267	2.992	3.631	6.503
8	0.630	0.408	-0.252	0.787	1.375	1.867	2.436	3.343	4.178	8.259
9	0.621	0.445	-0.220	0.791	1.412	1.917	2.487	3.372	4.165	7.848
10	0.458	0.377	-0.471	0.609	1.279	1.966	2.897	4.681	6.637	20.341
11	0.417	0.547	-0.335	0.630	1.483	2.254	3.201	4.819	6.409	15.304
12	0.645	0.460	-0.166	0.819	1.428	1.899	2.410	3.167	3.816	6.583
13	0.720	0.343	-0.197	0.850	1.318	1.691	2.104	2.733	3.286	5.762
14	0.639	0.478	-0.154	0.819	1.446	1.925	2.439	3.196	3.839	6.528
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.787	1.375	1.865	2.433	3.349	4.207	8.662
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.779	1.373	1.857	2.404	3.254	4.012	7.436

Tablo 63. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.801	0.409	0.100	0.948	1.371	1.625	1.852	2.123	2.309	2.842
2	0.801	0.288	-0.106	0.908	1.268	1.531	1.804	2.189	2.504	3.726
3	0.880	0.369	0.324	1.007	1.317	1.469	1.583	1.696	1.761	1.897
4	0.780	0.333	-0.079	0.903	1.310	1.600	1.895	2.303	2.629	3.843
5	0.820	0.407	0.153	0.964	1.364	1.593	1.790	2.014	2.162	2.552
6	0.758	0.326	-0.144	0.881	1.304	1.625	1.966	2.465	2.885	4.614
7	0.833	0.476	0.286	0.999	1.414	1.624	1.787	1.953	2.052	2.269
8	0.825	0.364	0.107	0.956	1.329	1.552	1.750	1.984	2.145	2.599
9	0.833	0.189	-0.238	0.906	1.174	1.396	1.650	2.049	2.413	4.151
10	0.695	0.440	-0.107	0.859	1.410	1.813	2.231	2.821	3.304	5.180
11	0.699	0.427	-0.117	0.858	1.398	1.796	2.213	2.806	3.295	5.226
12	0.815	0.398	0.128	0.958	1.359	1.594	1.799	2.038	2.200	2.641
13	0.792	0.348	-0.020	0.920	1.322	1.592	1.856	2.202	2.466	3.365
14	0.850	0.376	0.216	0.983	1.332	1.521	1.675	1.842	1.947	2.200
15	0.721	0.464	-0.025	0.891	1.429	1.794	2.150	2.621	2.981	4.216
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.929	1.340	1.608	1.867	2.207	2.470	3.421
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.927	1.337	1.600	1.848	2.162	2.391	3.102

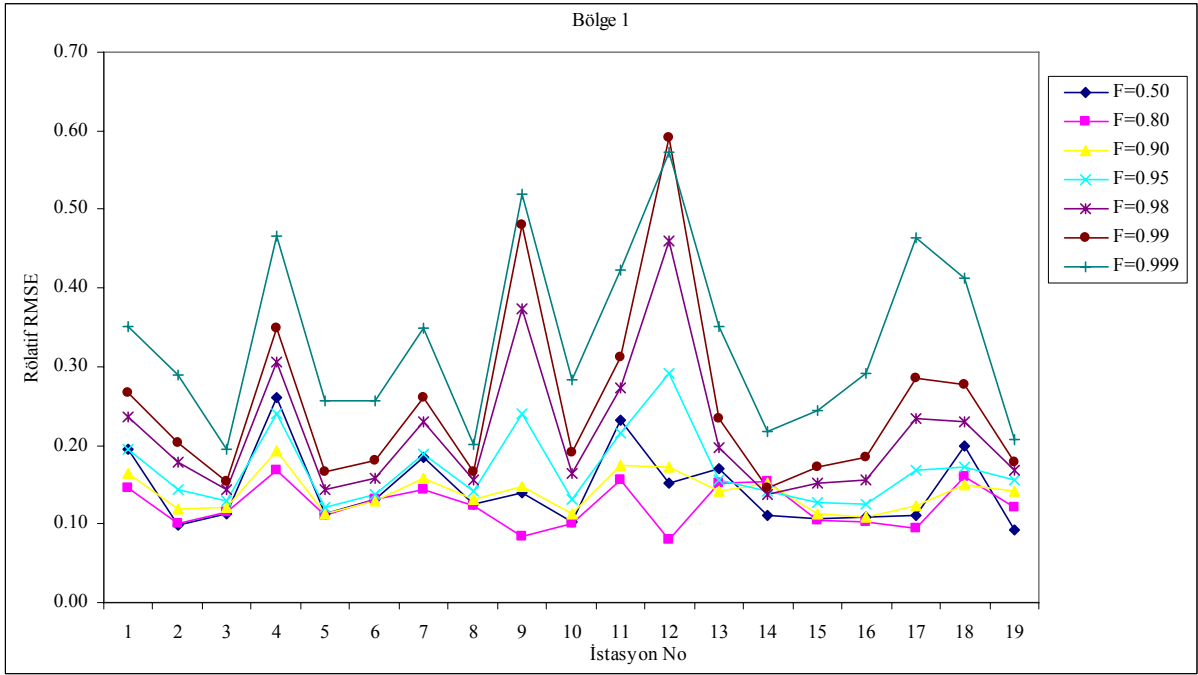
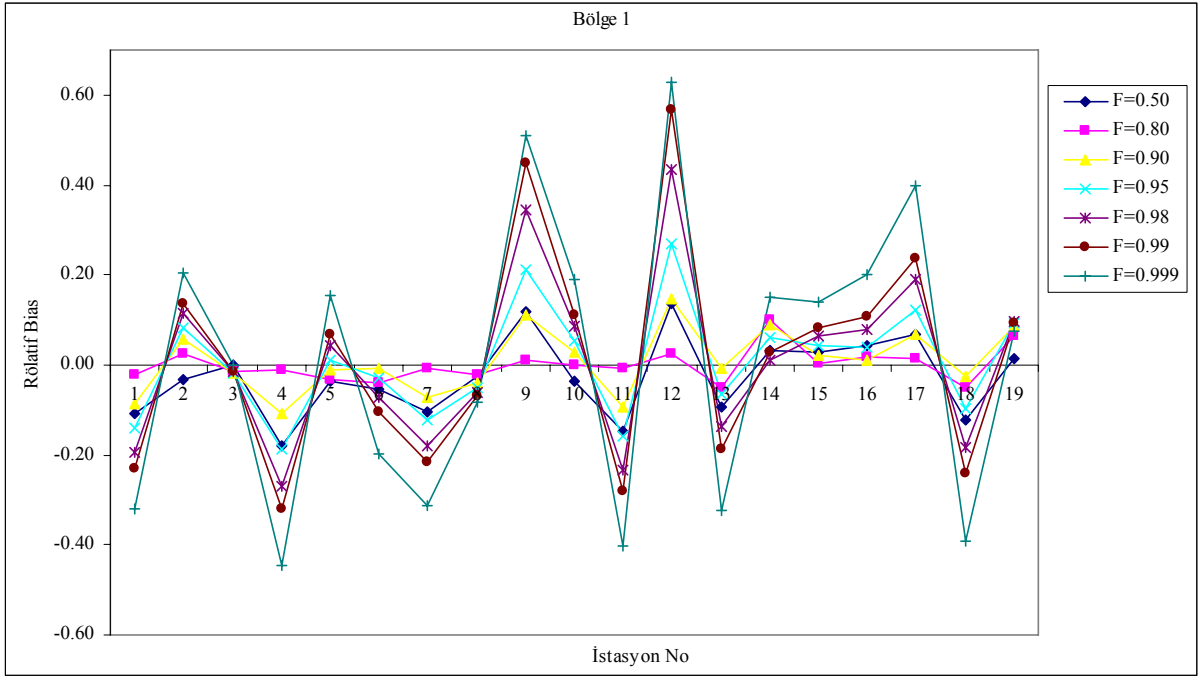
Tablo 64. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.796	0.375	0.034	0.932	1.344	1.609	1.856	2.167	2.394	3.107
2	0.850	0.290	0.062	0.955	1.265	1.458	1.635	1.854	2.009	2.477
3	0.805	0.414	0.119	0.954	1.374	1.622	1.841	2.097	2.271	2.754
4	0.817	0.306	-0.021	0.930	1.283	1.522	1.754	2.060	2.294	3.089
5	0.877	0.286	0.169	0.978	1.255	1.411	1.544	1.693	1.790	2.041
6	0.767	0.277	-0.212	0.873	1.257	1.567	1.914	2.450	2.927	5.113
7	0.783	0.305	-0.121	0.897	1.284	1.572	1.873	2.304	2.660	4.077
8	0.857	0.247	-0.003	0.947	1.228	1.414	1.594	1.826	2.001	2.580
9	0.739	0.203	-0.421	0.820	1.165	1.502	1.944	2.755	3.610	9.122
10	0.770	0.154	-0.487	0.832	1.110	1.399	1.796	2.566	3.422	9.588
11	0.887	0.197	0.002	0.959	1.182	1.329	1.470	1.652	1.788	2.238
12	0.806	0.398	0.097	0.949	1.360	1.609	1.831	2.097	2.280	2.806
13	0.728	0.382	-0.122	0.871	1.356	1.716	2.094	2.635	3.083	4.866
14	0.775	0.348	-0.066	0.904	1.324	1.620	1.917	2.325	2.647	3.824
15	0.845	0.284	0.034	0.949	1.261	1.461	1.648	1.884	2.056	2.597
16	0.825	0.251	-0.108	0.919	1.234	1.465	1.705	2.044	2.322	3.402
17	0.819	0.310	-0.007	0.933	1.287	1.523	1.750	2.046	2.269	3.015
18	0.817	0.317	0.000	0.933	1.293	1.531	1.759	2.055	2.276	3.010
19	0.749	0.335	-0.150	0.875	1.312	1.646	2.002	2.525	2.967	4.804
20	0.675	0.435	-0.147	0.839	1.406	1.836	2.296	2.969	3.537	5.889
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.912	1.279	1.541	1.811	2.200	2.530	4.020
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.910	1.275	1.532	1.792	2.147	2.423	3.369

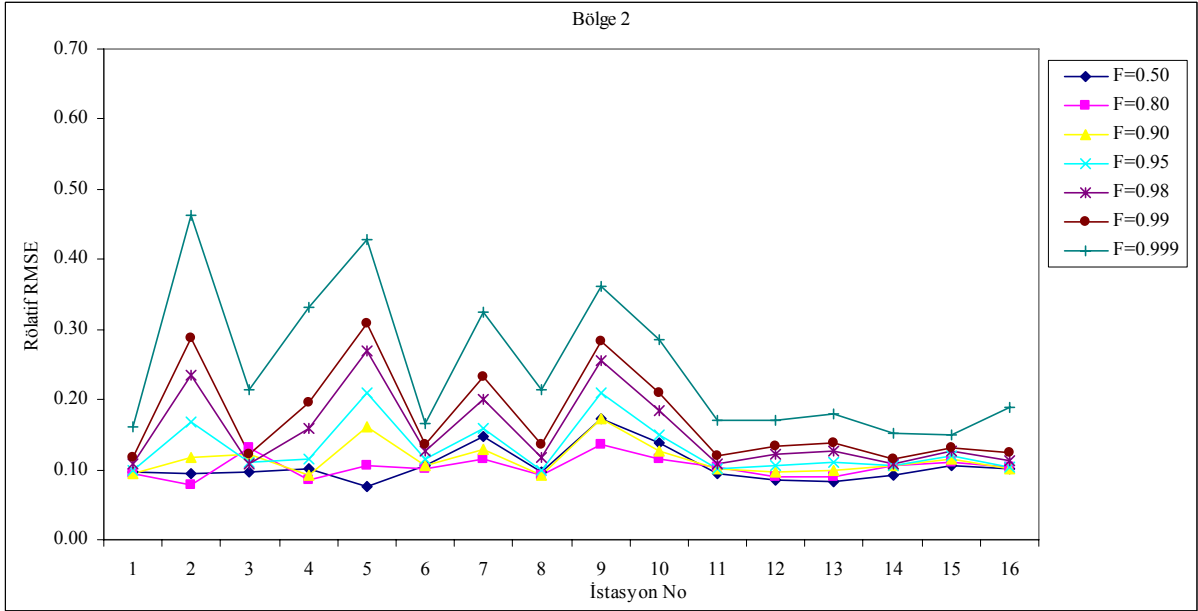
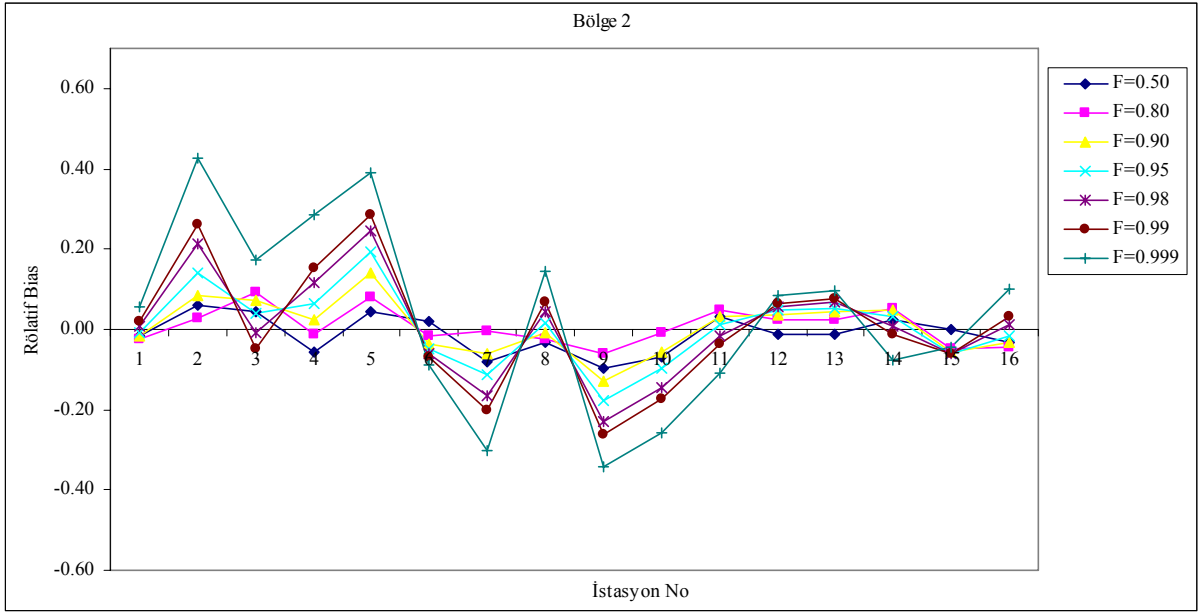
Tablo 65. Veri seti 2 kullanılarak Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklikler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.638	0.517	-1.049	0.638	1.337	2.036	2.913	4.397	5.804	12.758
2	0.795	0.518	-0.699	0.795	1.388	1.869	2.393	3.167	3.821	6.478
3	0.806	0.585	-0.604	0.806	1.448	1.938	2.454	3.187	3.787	6.105
4	0.771	0.743	-0.568	0.771	1.573	2.172	2.793	3.663	4.367	7.031
5	0.790	0.472	-0.765	0.790	1.348	1.818	2.346	3.144	3.833	6.740
6	0.678	0.494	-1.004	0.678	1.331	1.966	2.749	4.050	5.266	11.121
7	0.691	0.444	-1.047	0.691	1.290	1.888	2.638	3.906	5.108	11.042
8	0.855	0.593	-0.463	0.855	1.465	1.893	2.317	2.889	3.335	4.931
9	0.839	0.635	-0.479	0.839	1.497	1.963	2.429	3.060	3.555	5.341
10	0.646	0.513	-1.040	0.646	1.336	2.023	2.881	4.327	5.695	12.417
11	0.804	0.606	-0.591	0.804	1.465	1.966	2.490	3.230	3.834	6.147
12	0.685	0.646	-0.821	0.685	1.468	2.151	2.934	4.145	5.210	9.841
13	0.730	0.708	-0.679	0.730	1.533	2.176	2.873	3.892	4.748	8.189
14	0.781	0.629	-0.630	0.781	1.479	2.021	2.597	3.423	4.105	6.776
15	0.814	0.558	-0.606	0.814	1.427	1.895	2.389	3.091	3.665	5.887
16	0.858	0.593	-0.455	0.858	1.466	1.890	2.310	2.873	3.311	4.871
17	0.701	0.567	-0.868	0.701	1.404	2.035	2.772	3.932	4.969	9.600
18	0.721	0.558	-0.837	0.721	1.402	2.002	2.694	3.770	4.722	8.899
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.756	1.426	1.983	2.610	3.564	4.396	8.010
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.749	1.422	1.978	2.592	3.498	4.260	7.306

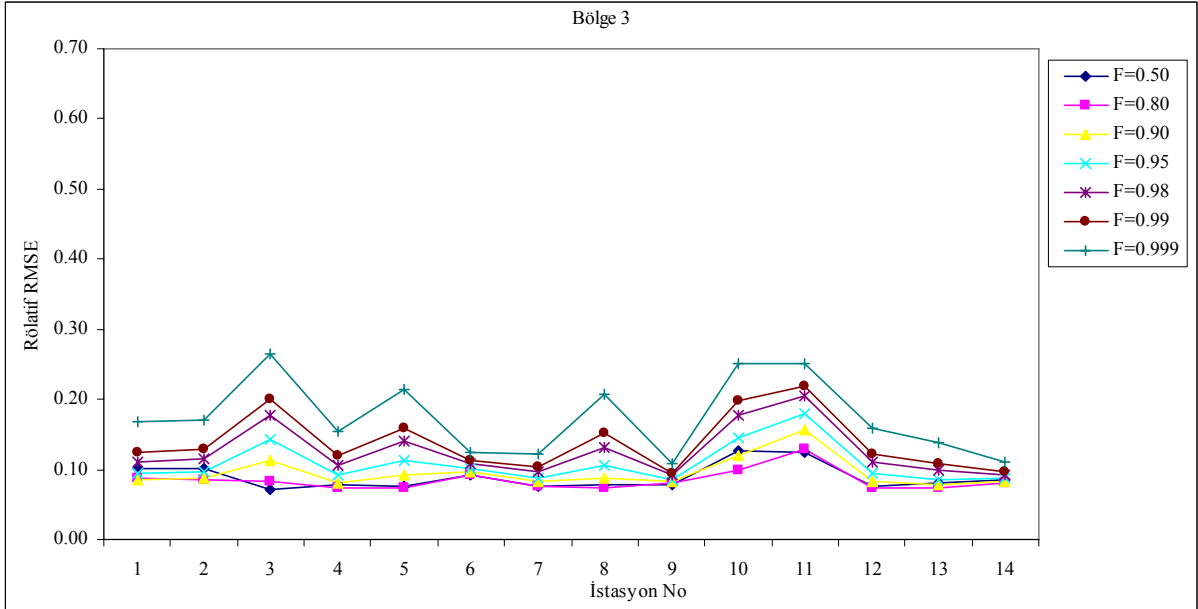
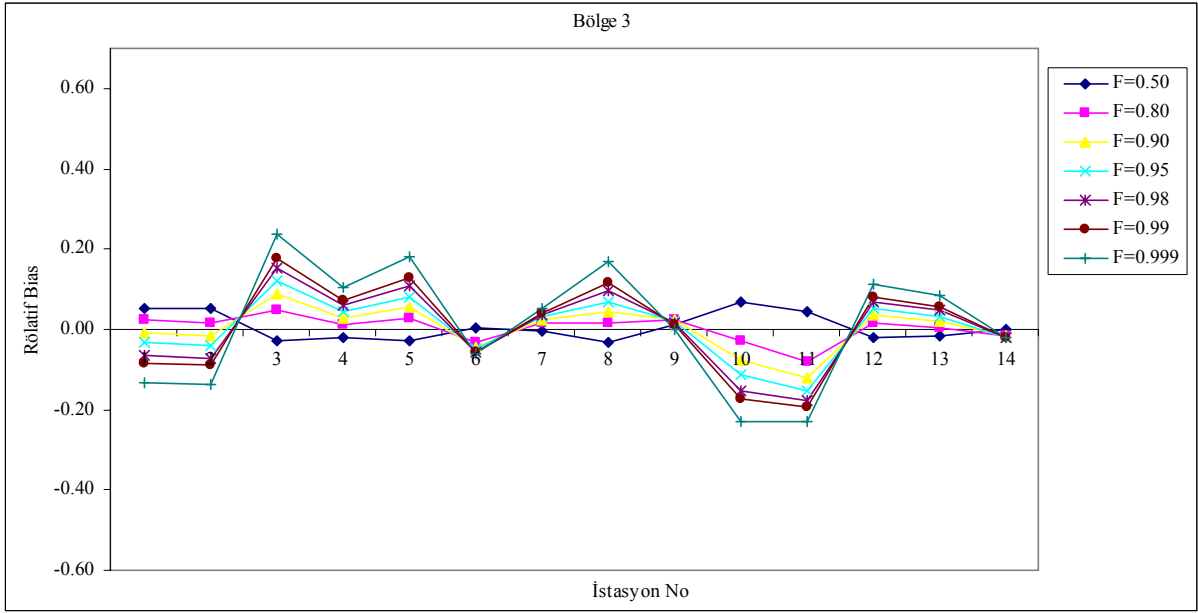
Tahmin sonuçlarını değerlendirmek hesaplanan ölçütlerin bölgesel ortalama değerleri yukarıdaki tablolarda detaylı bir şekilde verilmiştir. Burada ayrıca her bir kümede yer alan istasyonlar için ölçütler hesaplanmıştır. Her bir bölgede yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi Şekil 95, 96, 97, 98, 99, 100 ve 101’de gösterilmiştir.



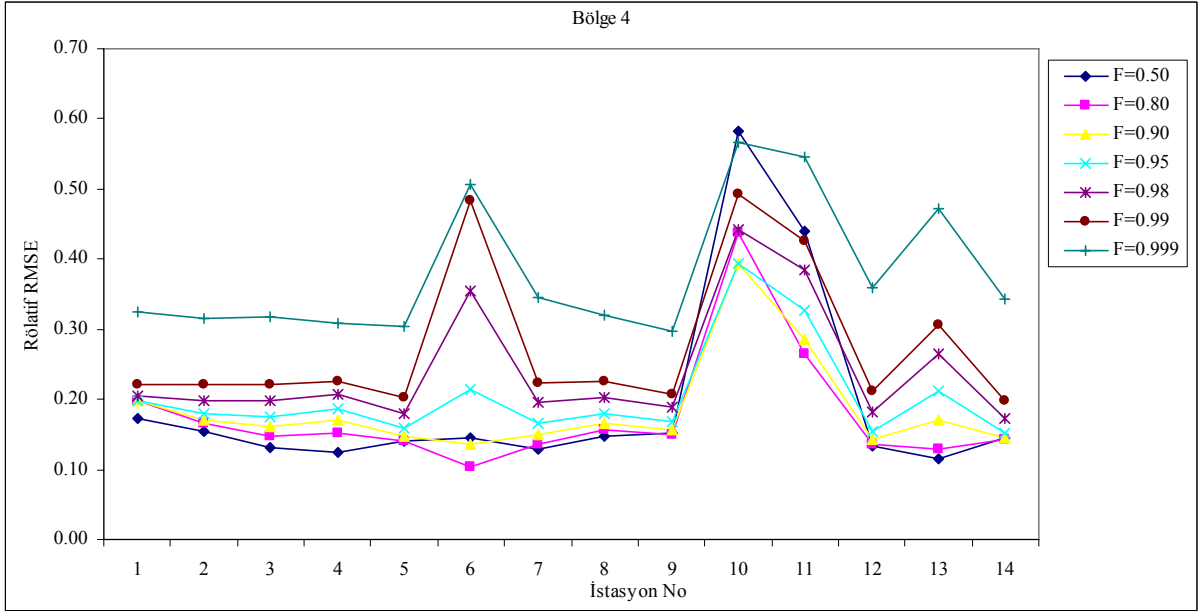
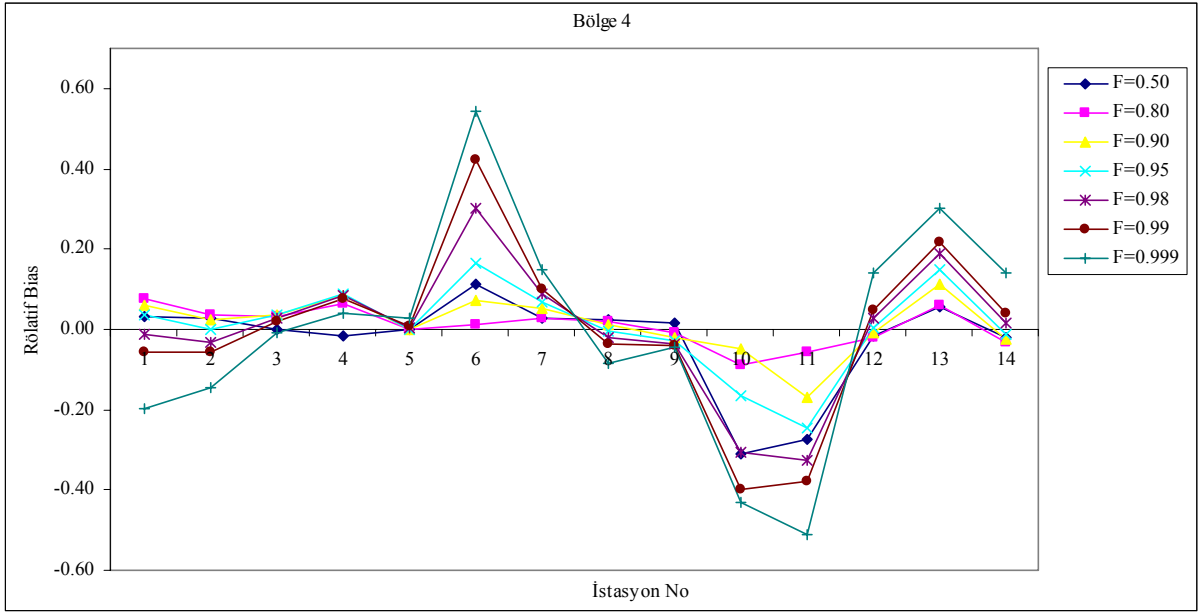
Şekil 95. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri



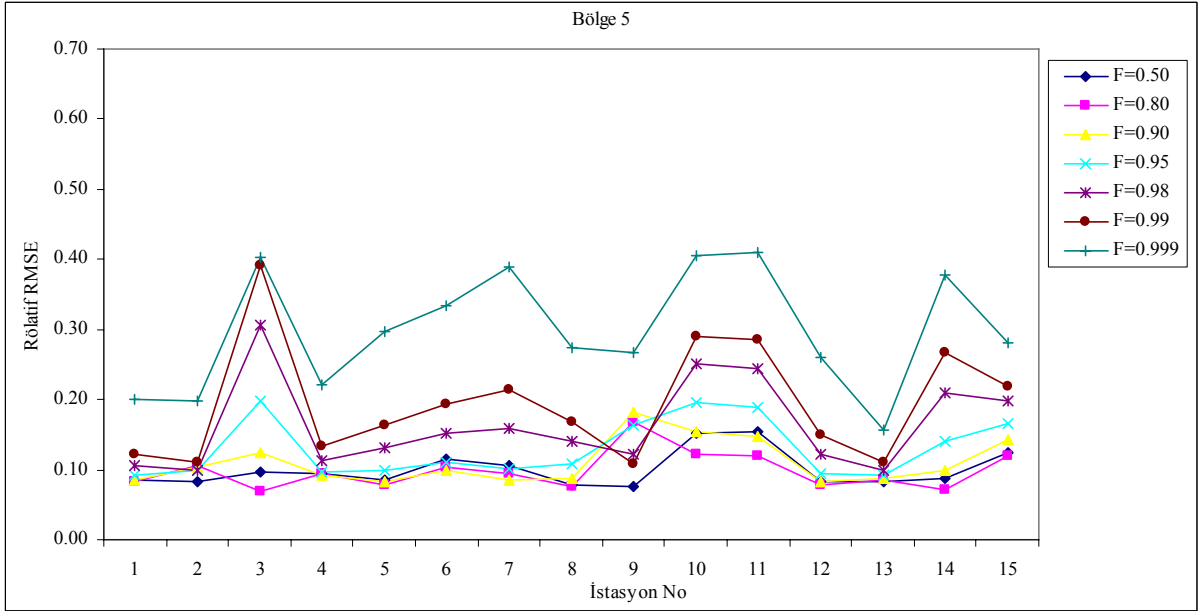
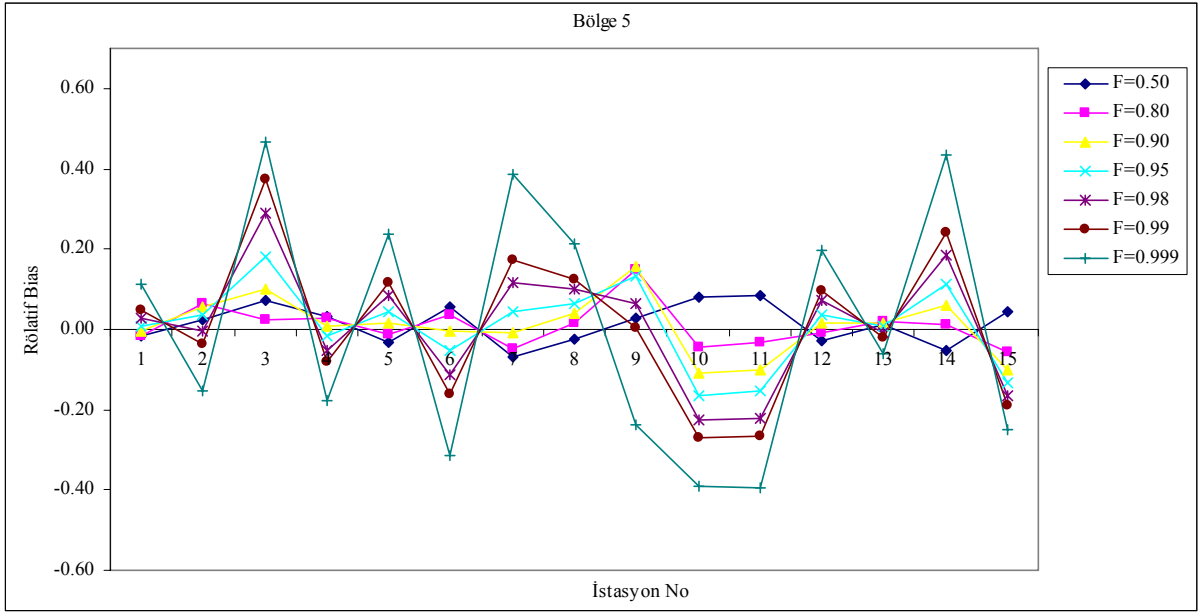
Şekil 96. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri



Şekil 97. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri

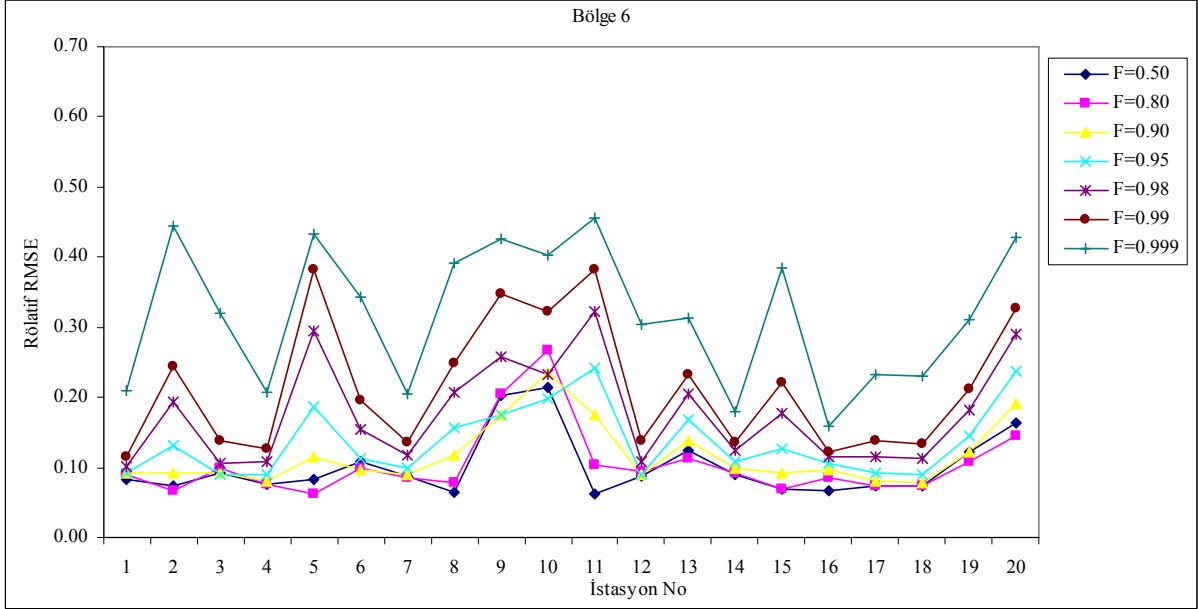
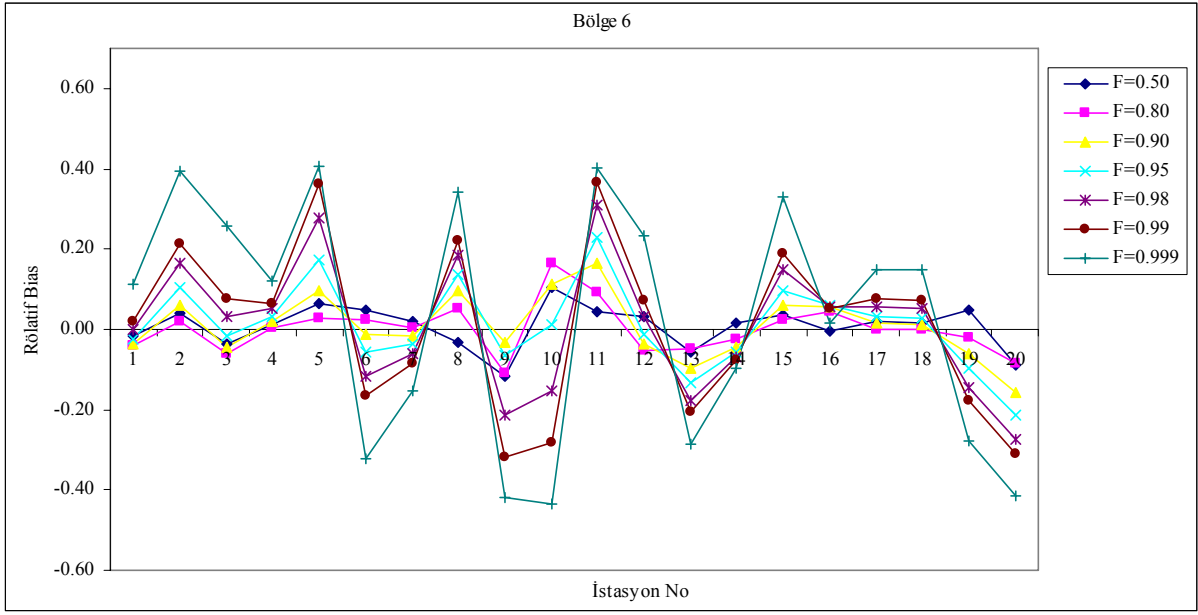


Şekil 98. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri

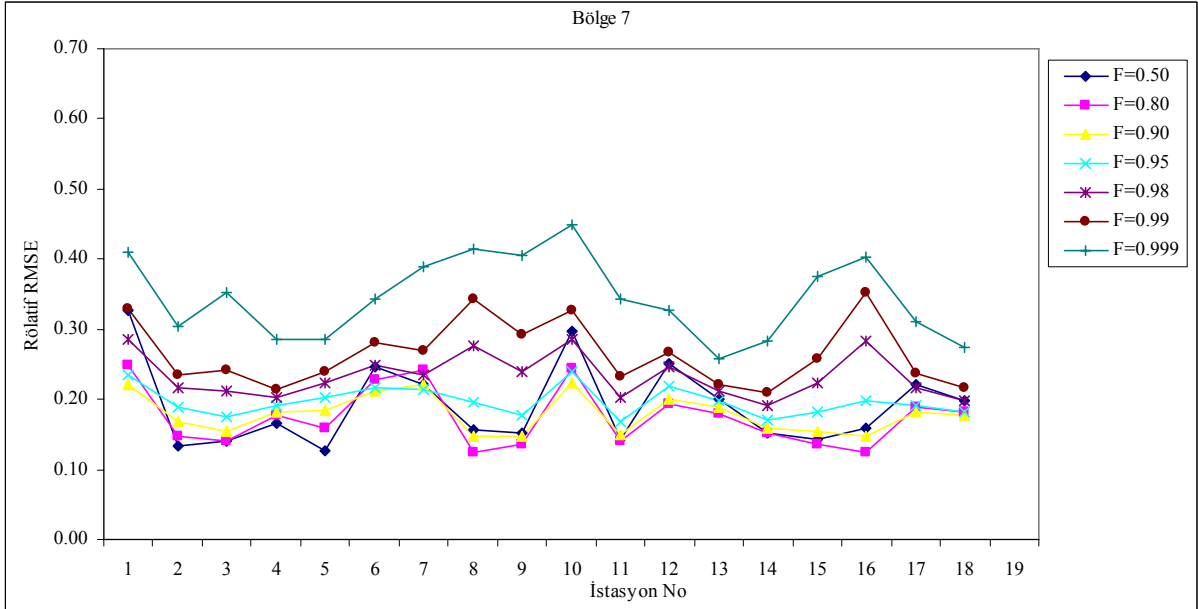
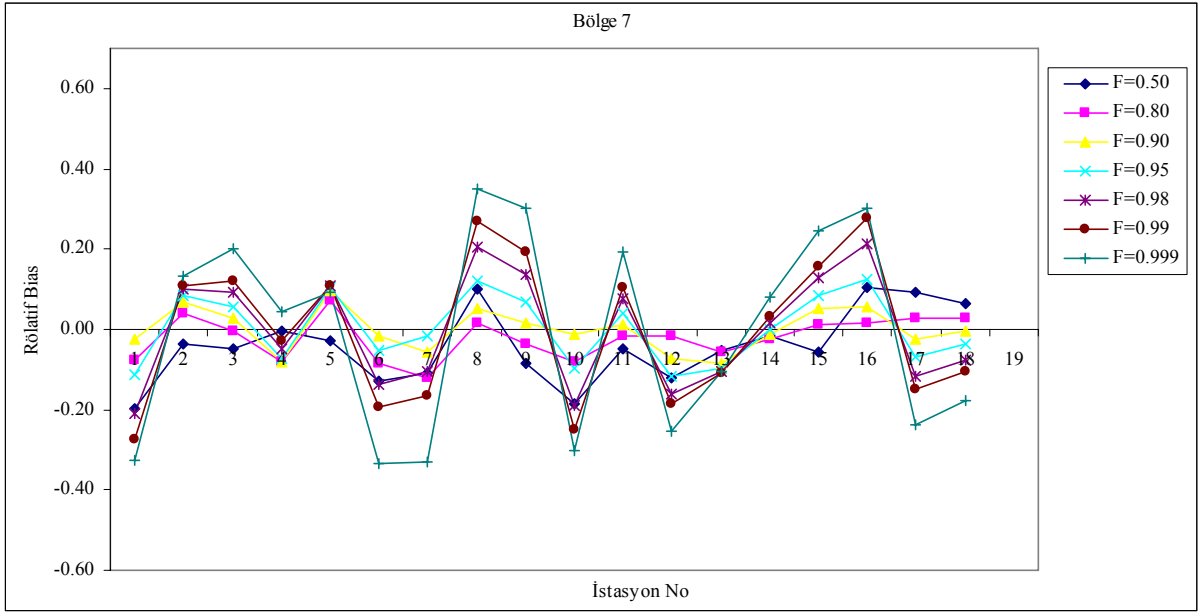


Şekil 99. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri





Şekil 100. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6'da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri



Şekil 101. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve RMSE değerleri

Yukarıda verilen grafikler incelendiğinde, en büyük rölatif RMSE değerleri genel olarak tekrarlanma periyodunun fazla olduğu durumlarda elde edildiği görülmektedir. Grafiklerdeki sonuçlara göre, en büyük rölatif RMSE değeri Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanmıştır. En düşük rölatif RMSE değeri ise, bölgesel homojenlik testinde en iyi sonucun elde edildiği yani en düşük  $H_1$  değerinin elde edildiği Bölge 3 ve 7’de yer alan istasyonlar için elde edilmiştir.

Veri seti 2 kullanılarak elde edilen her bir bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde seçilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesinde parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri

Bölge	Olasılık Dağ.	Dağılım Parametreleri			Büyüme Eğrisi Değerleri						
		$\xi$	$\alpha$	$K$	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	0.999
1	GNO	0.851	0.494	-0.557	0.851	1.381	1.775	2.181	2.747	3.204	4.921
2	GNO	0.907	0.457	-0.392	0.907	1.363	1.668	1.963	2.349	2.643	3.657
3	P3	1.000	0.439	0.834	0.94	1.341	1.587	1.811	2.084	2.28	2.886
4	GEV	0.629	0.421	-0.238	0.79	1.388	1.883	2.448	3.34	4.15	8.026
5	GEV	0.791	0.378	0.025	0.929	1.347	1.617	1.872	2.195	2.431	3.185
6	GEV	0.792	0.315	-0.078	0.912	1.288	1.554	1.825	2.196	2.492	3.586
7	GNO	0.755	0.587	-0.729	0.755	1.437	1.998	2.619	3.545	4.335	7.600

## 8.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemi (K-Ortalamlar Yöntemi) İle Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılması ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

### 8.2.1. K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi

Proje kapsamında yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında geleneksel kümeleme yöntemlerinden hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemi (K-Ortalamlar) uygulanmıştır. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi bulanık kümeleme yönteminde olduğu gibi amaç fonksiyonunun en küçüklenmesini temel almaktadır. Ancak bulanık kümeleme yönteminde özellik vektörü 0 ila 1 arasında üyelik derecelerine sahip olmakta ve en büyük üyelik derecesine sahip kümeye atanmaktadır.

K-ortalamlar kümeleme yönteminde ise özellik vektörü 0 ya da 1 şeklinde üyelik derecesine sahip olmakta ve 1 değerini aldığı kümeye atanmaktadır. Sınıflandırma için bulanık kümeleme yönteminde kullanılan ve en uygun sonuçların elde edildiği 5 veri seti (Veri Seti 2, Veri Seti 3, Veri Seti 5, Veri Seti 7 ve Veri Seti 9) kullanılmıştır. Karışıklığı önlemek için veri setlerinin sıra numaraları değiştirilmemiştir. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan veri setleri ve değişkenler Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6

Tabloda verilen 5 farklı veri seti için normalize işlemleri tamamlandıktan sonra kümeleme analizi yapılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir. Tablo 68’de her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen en uygun küme sayıları, her bir kümedeki istasyon sayısı verilmektedir.

Tablo 68. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen kümelerin sayıları

Veri Seti	Özellik Vektör Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4	7
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5	7
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6	5
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5	6
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6	6

Tablodaki sonuçlara göre genelde küme sayısı 6 ve 7 olarak belirlenmiştir. Kümeleme yöntemi ile belirlenen bu bölgelerin bundan sonraki analizlerde ve tahmin çalışmalarında kullanılabilmesi için homojenliğinin test edilmesi gerekmektedir.

## 8.2.2. K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

### 8.2.2.1. K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Tablo 67’de verilen veri setleri kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile sınıflandırma yapılmış ve belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu veri setleri ile belirlenen bölgeler için uygulanan bölgesel homojenlik testinde en uygun sonuçlar Veri seti 2, 3 ve 9 ile belirlenen bölgelerde hesaplanmıştır. Bu üç veri seti kullanılarak belirlenen bölgeler için hesaplanan bölgesel homojenlik testi değerleri Tablo 69’da verilmiştir.

Tablo 69. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

Veri	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
				H1	H2	H3	
Veri Seti 2	1	21	651	1.637	-0.505	-0.853	713(3.49)
	2	15	465	2.323	0.726	0.062	-
	3	15	465	3.796	-0.271	-1.700	-
	4	14	434	1.939	1.718	1.114	-
	5	17	527	2.441	1.942	1.635	1323(3.64)
	6	9	279	0.730	-1.950	-2.136	-
	7	26	806	3.739	1.417	0.602	-
Veri Seti 3	1	21	651	2.874	0.562	0.363	321 (3.04)
	2	17	527	1.743	0.048	-0.262	713 (3.78)
	3	14	434	1.010	-1.137	-2.199	-
	4	12	372	1.855	-0.848	-1.678	-
	5	24	744	1.953	0.808	0.321	2232 (3.02) 1323 (4.82)
	6	13	403	1.936	1.846	1.298	-
	7	16	496	0.533	0.008	-0.845	-
Veri Seti 9	1	9	279	1.160	0.176	-0.100	-
	2	15	465	2.057	2.597	1.972	713 (3.45)
	3	22	682	1.902	1.960	2.329	1323 (4.08)
	4	18	558	2.875	0.734	-0.251	2132 (3.35)
	5	32	992	1.109	1.091	0.602	2232 (4.60) 2409 (3.08)
	6	21	651	1.982	0.833	0.453	-

Tablodan istasyonlar için uygulanan uyumsuzluk testi sonuçlarına bakıldığında genel olarak 713, 1323, 2132 ve 2232 nolu istasyonlara ait D değerlerinin bütün veri setlerinde 3'ten büyük çıktığı görülmektedir. Tablodan Veri Seti 2 için homojenlik testi sonuçları değerlendirildiğinde, bölge 1 ve 6 için hesaplanan H1 değerleri 2'den çıkmış ve "homojen kabul edilir" şeklinde değerlendirilmiştir. Bu veri setinde diğer bölgelere ait H1 değerlerinin 2'den büyük olduğu ve homojenliğin sağlanmadığı görülmüştür.

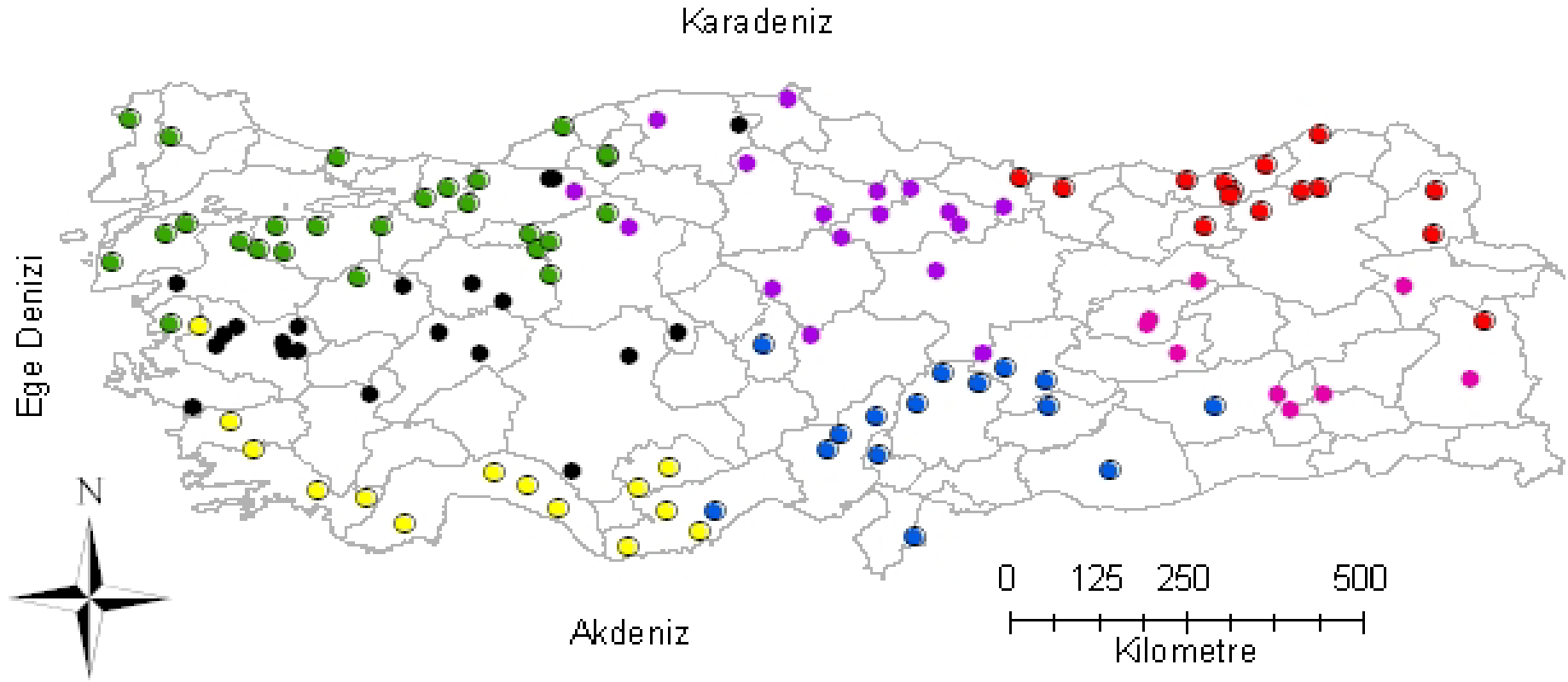
Veri Seti 3 için hesaplanan değerler incelendiğinde, bölge 1'e ait H1 değeri 2'den büyük elde edilmiştir. Ancak bu bölge için hesaplanan H2 ve H3 değerlerinin ise 2'den küçük ve *kabul edilebilir seviyede* olduğu görülmektedir. Diğer taraftan bölge 5 ve 6'ya ait H1 değerleri 2'ye çok yakın çıkmakla birlikte "*homojen olabilir*" şeklinde değerlendirilebilir. Bu veri setine ait diğer bölgeler için hesaplanan H1 değerleri genel olarak kabul edilebilir seviyede olup "*homojen kabul edilir*" şeklinde değerlendirilmiştir.

Veri Seti 9 için test sonuçlarına bakıldığında, bölge 1, 3 ve 5 için hesaplanan H1 değeri 2'den küçük ve *homojen kabul edilir* seviyede olduğu görülmektedir. Diğer taraftan bu veri setindeki diğer bölgelere ait H1 değeri 2'den büyük çıkmış ve *kesinlikle heterojen kabul edilir* şeklinde değerlendirilmiştir. K-Ortalamlar yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında, veri seti 3 bölgesel homojenlik testinde diğer veri setlerine göre daha iyi sonuç vermiştir.

Bu sonuçlara göre bu veri seti 3 ile kullanılarak belirlenen bölgelerin bölgesel frekans analizinde, dağılımların belirlenmesi ve büyüklüklerin tahmininde kullanılacağı söylenebilir. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar yöntemi ile belirlenen bölgelere ait istasyonların dağılımı Şekil 102'de gösterilmektedir. Ayrıca, belirlenen bölgeler için hesaplanan maksimum ve ortalama akım, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 70'te verilmiştir.

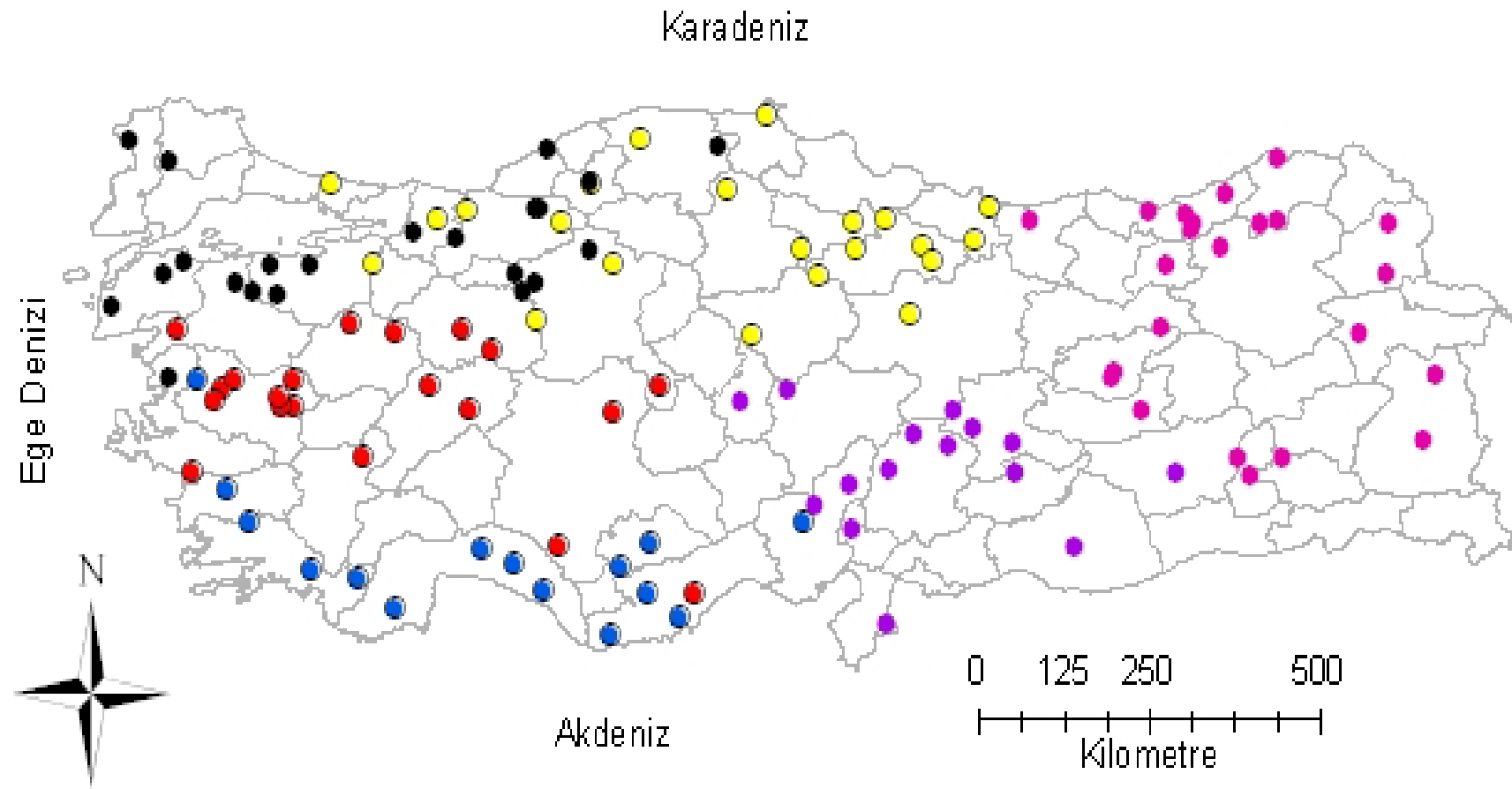
Tablo 70. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 3	1	21	886.48	0.71	442.83	247.83	0.51	124.92
	2	17	340.22	1.05	281.46	123.97	0.84	103.75
	3	14	1098.10	0.82	654.54	334.01	0.71	174.41
	4	12	627.87	1.20	398.57	211.95	0.75	122.35
	5	24	1099.26	0.66	390.75	265.83	0.43	110.30
	6	13	893.68	0.63	400.52	364.89	0.46	157.95
	7	16	2005.74	0.58	782.67	542.21	0.46	231.83

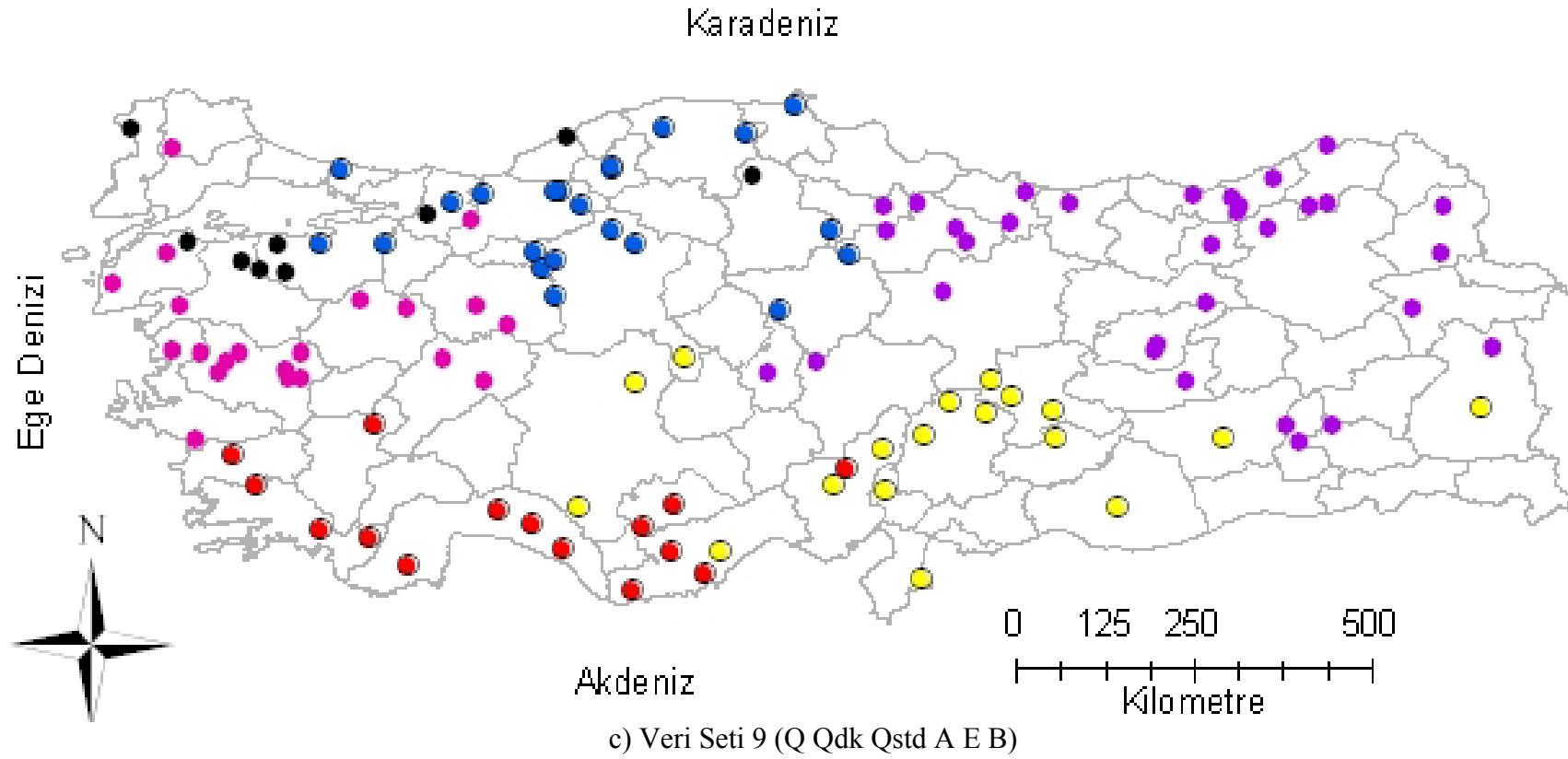


a) Veri Seti 2 (Q DK E B)





b) Veri Seti 3 (Q Qdk Qskew E B)



Şekil 102. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerdeki istasyonların dağılımı

Veri Seti 3 kullanılarak belirlenen 7 bölgeye ait istasyonlar için, yıl olarak gözlem sayısı ( $N$ ), drenaj alanı ( $A$ ), maksimum akımların ortalaması ( $\bar{Q}_{mak}$ ), L-moment oranları ( $L-Cv$ ,  $L-Cs$  ve  $L-Ck$ ) ve uyumsuzluk test, değerleri sırasıyla Tablo 71, 72, 73, 74, 75, 76 ve 77’de verilmiştir.

Tablo 71. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	$N$ (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	$A$ ( $km^2$ )	$L-Cv$	$L-Cs$	$L-Ck$	$D$
1	103	31	886.484	27250.8	0.2877	0.1454	0.0302	1.09
2	209	31	108.232	267.6	0.3659	0.2236	0.1175	1.3
3	212	31	439.774	2095.6	0.2837	0.1128	0.0992	0.29
4	311	31	73.899	1621.6	0.3945	0.2311	0.0597	1.91
5	314	31	656.065	2308.8	0.3152	0.2664	0.1819	0.79
6	317	31	462.194	21611.2	0.2505	0.1792	0.1221	0.75
7	321	31	129.716	1290.8	0.2476	0.1773	0.295	3.04
8	406	31	286.145	2887.6	0.2419	0.26	0.2573	1.88
9	407	31	329.887	1586.4	0.3178	0.1595	0.1128	0.41
10	518	31	276.165	15616.4	0.3026	0.1102	0.0893	0.61
11	1212	31	31.752	10822	0.2775	0.2255	0.1402	0.63
12	1219	31	131.829	410.8	0.227	0.073	0.1164	0.76
13	1222	31	182.077	2021.6	0.2664	0.0758	0.1254	0.99
14	1233	31	260.161	2003.2	0.3285	0.2484	0.12	0.59
15	1239	31	54.319	322.0	0.3236	0.1932	0.0227	1.36
16	1302	31	255.490	1988	0.1912	0.1435	0.1901	1.64
17	1307	31	117.397	1097.6	0.2533	0.0606	0.0869	0.8
18	1314	31	321.216	5086.8	0.2967	0.2092	0.1263	0.18
19	1327	31	128.761	953.6	0.2374	0.0182	0.041	1.71
20	1517	31	60.813	8592.4	0.2706	0.167	0.161	0.12
21	1330	31	12.006	23.1	0.2985	0.2002	0.1153	0.15
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2847	0.1657	0.1243	

Tablo 72. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	408	31	50.085	182	0.4555	0.4788	0.3418	0.91
2	509	31	132.913	901.6	0.3956	0.2832	0.1706	0.31
3	510	31	170.445	3188.6	0.4833	0.3863	0.2203	0.44
4	514	31	269.765	689.6	0.4843	0.3235	0.102	1.02
5	515	31	272.474	739.6	0.4189	0.301	0.1445	0.41
6	516	31	340.223	3265.2	0.367	0.2903	0.1518	0.78
7	517	31	250.148	757.6	0.3649	0.2196	0.1601	1.12
8	520	31	276.616	1470.4	0.4386	0.4069	0.3169	0.77
9	601	31	155.784	3255.2	0.4218	0.3933	0.2961	0.32
10	713	31	35.332	3945.6	0.1723	0.3325	0.4284	3.78
11	1102	31	10.892	360.8	0.463	0.4826	0.3359	0.95
12	1104	31	37.565	4231.6	0.3584	0.3324	0.2353	0.17
13	1203	31	48.975	3938.4	0.3845	0.2894	0.2313	0.6
14	1223	31	22.504	1636.3	0.4797	0.2726	0.121	1.1
15	1224	31	22.820	4342.2	0.3404	0.362	0.2228	1.17
16	1614	31	8.870	651.6	0.4249	0.464	0.3514	0.71
17	1620	31	2.030	699.2	0.3965	0.4818	0.2743	2.43
Ağırlıklı Ortalamalar					0.4029	0.3588	0.2414	

Tablo 73. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	101	31	86.126	478.4	0.3881	0.34	0.2352	0.5
2	302	31	742.419	9629.2	0.3727	0.2606	0.1486	1.29
3	316	31	705.677	6454.0	0.2509	0.2637	0.2597	1.12
4	1221	31	436.258	52531.6	0.2277	0.3242	0.2384	1.28
5	1237	31	79.145	1073.4	0.4159	0.3905	0.1524	1.67
6	1242	31	161.677	33847.2	0.3141	0.3456	0.1917	0.51
7	1244	31	104.213	886.0	0.3756	0.3477	0.2286	0.24
8	1245	31	252.323	3941.6	0.346	0.2663	0.2473	1.44
9	1319	31	88.248	766.4	0.3971	0.377	0.2345	0.58
10	1333	31	229.977	2833.2	0.3288	0.3909	0.2169	0.83
11	1334	31	69.490	1102.8	0.2621	0.3787	0.3502	1.53
12	1335	31	1098.097	13300.4	0.3179	0.2874	0.1897	0.35
13	1524	31	187.310	4192.4	0.3451	0.413	0.3514	1.82
14	1536	31	435.194	60559.6	0.258	0.2936	0.2016	0.83
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3286	0.3342	0.2319	

Tablo 74. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

<i>Sıra</i>	<i>İstasyon</i>	<i>N (Yıl)</i>	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>L-Cv</i>	<i>L-Cs</i>	<i>L-Ck</i>	<i>D</i>
1	1611	31	40.342	205.6	0.3527	0.3943	0.2888	0.8
2	1717	31	32.483	1005.2	0.3739	0.364	0.3067	0.84
3	1801	31	225.652	2596.8	0.3558	0.3354	0.1929	0.61
4	1805	31	627.871	4242.8	0.3231	0.345	0.234	0.75
5	1906	31	272.039	2764.4	0.3801	0.3095	0.2289	0.32
6	2008	31	157.284	444	0.339	0.3046	0.2018	0.32
7	2015	31	47.481	915.2	0.3799	0.3428	0.2486	0.1
8	2016	31	79.284	846.8	0.3959	0.3194	0.1295	1.39
9	2131	31	30.586	277.6	0.5178	0.5109	0.3289	2.39
10	2132	31	19.551	464.5	0.5792	0.4043	0.1498	2.58
11	2135	31	35.970	154.8	0.3809	0.2808	0.2152	0.88
12	2618	31	242.271	976	0.3904	0.2728	0.1981	1.01
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3974	0.3487	0.2269	

Tablo 75. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1401	31	435.355	10048.8	0.2524	0.1483	0.0614	1.18
2	1402	31	721.161	33904.0	0.1902	0.1307	0.1908	0.33
3	1409	31	143.874	5267.6	0.2985	0.2249	0.2285	0.96
4	1412	31	72.316	3668.8	0.3081	0.1924	0.1465	0.85
5	1413	31	355.113	21667.2	0.26	0.0956	0.1568	0.53
6	1414	31	123.700	5409.2	0.2163	0.1832	0.2339	0.3
7	1418	31	170.968	1608.0	0.1732	0.0658	0.1406	0.67
8	1532	31	535.419	20622.0	0.2435	0.2309	0.1508	0.28
9	2202	31	99.587	635.7	0.2439	0.3135	0.254	0.28
10	2213	31	124.403	713	0.2395	0.2502	0.2352	0.13
11	2215	31	83.603	445.2	0.1717	0.1718	0.2177	0.6
12	2218	31	168.255	834.9	0.2522	0.4712	0.3439	1.58
13	2232	31	172.484	763.2	0.2192	0.5242	0.437	3.02
14	2233	31	44.526	223.1	0.1362	0.1688	0.1612	1.75
15	2238	31	166.871	1024.4	0.2538	0.109	0.118	0.33
16	2247	31	434.000	1859.2	0.3	0.2509	0.1375	0.82
17	2304	31	102.568	1734	0.2575	0.2132	0.1315	0.39
18	2305	31	382.097	7272	0.1911	0.1486	0.1237	0.67
19	2315	31	1099.258	19654.4	0.1944	0.2411	0.1821	0.56
20	2316	31	250.452	5505.2	0.2165	0.1744	0.0869	1.14
21	2323	31	247.342	6854	0.2198	0.1702	0.2133	0.17
22	2402	31	418.962	8872.8	0.2722	0.2697	0.2362	0.34
23	2409	31	149.448	2928	0.3523	0.2681	0.1664	1.91
24	1323	31	73.200	261.6	0.1781	-0.2056	0.1414	4.82**
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2421	0.2204	0.1906	

Tablo 76. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1612	31	18.992	267.7	0.2606	0.1073	0.1081	0.09
2	1712	31	236.871	2689.2	0.2219	0.2397	0.1902	1.76
3	1714	31	852.806	10065.2	0.2046	0.0219	0.0917	1.07
4	1720	31	326.710	4304.0	0.2499	0.2218	0.2124	0.9
5	1721	31	265.061	313.2	0.2492	0.0751	0.1481	0.57
6	701	31	236.939	948.0	0.2695	0.001	0.0981	1.55
7	706	31	175.310	19595.6	0.2303	0.1028	0.0889	0.78
8	808	31	38.000	770.0	0.3396	0.2402	0.1426	1.17
9	809	31	63.469	546.8	0.3333	0.2471	0.2019	1.48
10	812	31	586.161	4964.9	0.2485	0.0901	0.1141	0.08
11	902	31	893.677	1942.4	0.2455	0.1826	0.2044	0.78
12	912	31	538.194	625.6	0.2213	0.0385	0.0627	0.95
13	917	31	511.387	879.3	0.329	0.1861	0.0769	1.83
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2618	0.1314	0.1339	

Tablo 77. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1501	31	474.387	15581.6	0.2373	0.2403	0.1632	1.5
2	1532	31	535.419	20622.0	0.2435	0.2309	0.1508	1.34
3	1818	31	1158.161	13740.6	0.263	0.2658	0.2465	1.33
4	2006	31	55.545	739.2	0.3132	0.1689	0.1422	1.24
5	2102	31	2005.742	25515.6	0.2286	0.0922	0.0952	0.77
6	2122	31	551.226	5882.4	0.2132	0.0778	0.152	0.77
7	2124	31	47.274	1256.1	0.2745	0.1215	0.0919	0.74
8	2133	31	559.484	3284.8	0.2286	0.1259	0.2001	1.04
9	2145	31	132.071	5780.8	0.2955	0.3029	0.2522	1.92
10	2149	31	341.006	1669	0.2211	0.0684	0.1547	0.96
11	2151	31	468.161	8185.6	0.2243	0.167	0.1647	0.4
12	2505	31	84.284	1373.4	0.2841	0.2328	0.1684	0.44
13	2509	31	47.616	1598	0.3305	0.1634	0.1098	2.09
14	2603	31	641.903	2450.4	0.2253	0.0953	0.1673	0.71
15	2610	31	239.658	640.4	0.2351	0.0938	0.1024	0.53
16	2612	31	1333.484	4105.2	0.2549	0.1244	0.1157	0.24
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2545	0.1607	0.1548	

### 8.2.2.2. K-Ortalamlar Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi

Bölgesel taşkın frekans analizinde en önemli adım, hidrolojik olarak homojen bölgelerin belirlenmesidir. Bu bölümde veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar yöntemi ile belirlenen 7 homojen bölge için uygun dağılımların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için, hangi dağılım fonksiyonunun daha uygun ve kabul edilebilir olduğunu test etmek amacıyla *uygunluk testi istatistiği* kullanılmaktadır (HOSKING WALLIS, 1997). Bu seçim, aday dağılım fonksiyonuna ait momentlerin, bölgesel veri setinde elde edilmiş ortalama moment istatistiklerinin karşılaştırılması ile yapılmaktadır.

Uygunluk testi istatistiği sonuçları değerlendirilirken, hesaplanan uygunluk testi değerinin ( $Z^{DIST}$ ) sifıra yakın olması bu aday dağılımın uygun dağılım olabileceği şeklinde düşünülmektedir. Ancak uygun dağılımı belirlemek için, %90 anlamlılık seviyesinde kabul edilebilir kritik değer  $Z_{kritik}^{DIST} \leq 1.64$  şeklinde önerilmektedir (HOSKING WALLIS, 1997).

Verilen bir bölge için yukarıda anlatılan işlemler sonucunda kabul edilebilir uygun dağılım sayısının birden fazla çıkması, en düşük  $Z^{DIST}$  değerine sahip dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir. Ayrıca, en uygun dağılımı bulmak için L-kurtosis ve L-çarpılık oranlarının yakınlıklarını karşılaştırarak L-moment oranları diyagramı da kullanılmaktadır.

Hidrolojik uç olayların analizinde en çok kullanılan dağılım fonksiyonları; Generalized Extreme Value (GEV), Pearson Type III (P3), Generalized Log Normal (GLOG), Generalized Normal (GNO), Wakeby (WAK) ve Generalized Pareto (GPA) şeklinde verilebilir (HOSKING WALLIS, 1997). Verilen bu dağılım fonksiyonları, su kaynaklarının planlanması, su yapılarının ve taşkın koruma yapılarının planlanması ve işletilmesi çalışmalarında kullanılan taşkın serileri için en uygun dağılımın belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Uygun dağılımların belirlenmesi ve diğer analizler için Hosking (1996) tarafından önerilen program proje için yeniden düzenlenerek kullanılmıştır.

Veri seti 3 kullanılarak elde edilen 7 homojen bölge için hesaplanan uygunluk testi değerleri ( $Z^{DIST}$ ) Tablo 78'de gösterilmiştir.



Tablo 78. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları

Dağılım	$Z^{DIST}$						
	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	Bölge 4	Bölge 5	Bölge 6	Bölge 7
GLOG	6.65	0.54	0.62	1.01	1.42	4.03	2.98
GEV	3.27	<b>-0.36</b>	<b>-0.33</b>	<b>0.17</b>	<b>-0.84</b>	1.12	0.24
GNO	2.93	-1.57	-1.37	-0.86	-1.56	1.14	<b>0.01</b>
P3	<b>1.58</b>	-3.64	-3.14	-2.63	-2.94	<b>0.60</b>	-0.79
GPAR	-4.06	-3.15	-3.12	-2.36	-6.17	-4.91	-5.68

Tablo 78’de Bölge 1 için verilen sonuçlar incelendiğinde, GLOG, GEV, GNo ve GPAR dağılımları için hesaplanan  $Z^{DIST}$  değerinin sınır değerden büyük olduğu görülmektedir. Bu bölge için P3 dağılımına ait  $Z^{DIST}$  değerinin ise sınır değerden çok az düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Bölge 1 için en uygun dağılım olarak P3 dağılımı seçilmiştir.

Tablodan GEV dağılımına ait uygunluk testi değeri Bölge 2 için -0.36, Bölge 3 için -0.33, Bölge 4 için 0.17 ve Bölge 4 için -0.84 olarak hesaplanmış ve bu bölgeler için GEV dağılımı en uygun dağılım olarak seçilmiştir. Bölge 6’ya ait sonuçlar değerlendirildiğinde, uygunluk testi değeri GEV dağılımı için 1.12, GNO için 1.14 ve P3 için 0.60 olarak elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre en düşük değer elde edildiği P3 dağılımı uygun dağılım olarak seçilmiştir. Tablodan Bölge 7 için hesaplanan değerler incelendiğinde, en düşük değer GNO dağılımına ait olduğu görülmüş ve bu bölge için en uygun dağılım GNO dağılımı seçilmiştir.

### 8.2.2.3. K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Hosking ve Wallis (1997) Monte Carlo simülasyonu ile bölgesel L-momentler algoritması gibi karmaşık istatistiksel algoritmaların özelliklerini tanımlamak için etkili bir değerlendirme yöntemi önermiştir. Simülasyonda, farklı aşılma olasılıklarına karşılık gelen büyüklük tahminleri hesaplanmaktadır. Tahmin sonuçlarını değerlendirmek için detayları Bölüm 4'te verilen çeşitli ölçütler hesaplanmaktadır. Bu ölçütler,  $i$  istasyonunda  $F$  aşılma olasılığı için büyüklük tahmininin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif bias ( $B^R(F)$ ) ve mutlak rölatif bias ( $A^R(F)$ ) ve bölgesel ortalama rölatif RMSE şeklindedir. Veri seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları sırasıyla, Tablo 79, 80, 81, 82, 83, 84 ve 85'te verilmektedir.

Tablo 79. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 1 / P3	0.500	2	0.914	0.047	0.883	0.936
	0.800	5	1.394	0.046	1.359	1.417
	0.900	10	1.698	0.066	1.625	1.754
	0.950	20	1.978	0.090	1.86	2.07
	0.980	50	2.325	0.117	2.144	2.467
	0.990	100	2.576	0.155	2.343	2.756
	0.999	1000	3.364	0.232	2.952	3.671

Tablo 80. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 2 / GEV	0.500	2	0.766	0.097	0.691	0.815
	0.800	5	1.382	0.066	1.306	1.405
	0.900	10	1.909	0.069	1.809	1.96
	0.950	20	2.527	0.107	2.322	2.716
	0.980	50	3.532	0.175	3.067	4.07
	0.990	100	4.473	0.229	3.705	5.448
	0.999	1000	9.238	0.431	6.336	13.536

Tablo 81. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 3 / GEV	0.500	2	0.82	0.086	0.76	0.866
	0.800	5	1.331	0.045	1.28	1.356
	0.900	10	1.754	0.070	1.677	1.816
	0.950	20	2.239	0.114	2.069	2.421
	0.980	50	3.006	0.183	2.63	3.476
	0.990	100	3.704	0.221	3.095	4.521
	0.999	1000	7.054	0.347	4.982	10.446

Tablo 82. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 4 / GEV	0.500	2	0.774	0.098	0.702	0.811
	0.800	5	1.386	0.045	1.321	1.406
	0.900	10	1.903	0.064	1.821	1.954
	0.950	20	2.504	0.098	2.333	2.687
	0.980	50	3.468	0.153	3.083	3.978
	0.990	100	4.361	0.207	3.73	5.275
	0.999	1000	8.784	0.377	6.474	12.741

Tablo 83. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 5 / GEV	0.500	2	0.92	0.05	0.89	0.937
	0.800	5	1.301	0.049	1.257	1.306
	0.900	10	1.562	0.074	1.487	1.591
	0.950	20	1.819	0.104	1.699	1.891
	0.980	50	2.163	0.161	1.965	2.315
	0.990	100	2.429	0.207	2.153	2.658
	0.999	1000	3.357	0.361	2.692	3.926

Tablo 84. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 6 / P3	0.500	2	0.937	0.053	0.904	0.96
	0.800	5	1.369	0.047	1.328	1.399
	0.900	10	1.633	0.066	1.555	1.697
	0.950	20	1.871	0.093	1.749	1.971
	0.980	50	2.161	0.145	1.975	2.312
	0.990	100	2.369	0.184	2.132	2.558
	0.999	1000	3.01	0.326	2.588	3.318

Tablo 85. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 7 / GNO	0.500	2	0.927	0.041	0.896	0.952
	0.800	5	1.345	0.034	1.308	1.369
	0.900	10	1.615	0.054	1.546	1.673
	0.950	20	1.869	0.082	1.756	1.974
	0.980	50	2.194	0.115	2.012	2.373
	0.990	100	2.437	0.140	2.192	2.68
	0.999	1000	3.246	0.217	2.743	3.747

Tablolarda verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, tekrarlanma periyodu arttıkça (yani aşılama yüzdesi arttıkça) rölatif RMSE değerlerinin de arttığı görülmüş ve en büyük rölatif RMSE değerleri bütün bölgelerde  $F = 0.999$  aşılama yüzdesi için hesaplanmıştır. Tablolardan da görüldüğü gibi, farklı aşılama yüzdeleri için en düşük RMSE değeri, bölgesel homojenlik testinde en iyi sonucu veren Bölge 7'den elde edilmiştir. Tahmin sonuçlarını değerlendirmek amacıyla, farklı  $F$  aşılama olasılığı için büyüklük tahminin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, bölgesel ortalama rölatif bias ve mutlak rölatif bias ve bölgesel ortalama rölatif RMSE ölçütleri hesaplanmıştır. Veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılama olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

sırasıyla, Tablo 86, 87, 88, 89, 90, 91 ve 92’de verilmektedir. Tablolarda,  $B^R(F)$ ; bölgesel ortalama rölâtif bias,  $A^R(F)$ ; mutlak rölâtif bias sırasıyla denklem (58) ve (59) ve tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölâtif RMSE değeri ise denklem (60) ile elde edilmektedir.

Tablo 86. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.007	0.006	0.006	0.005	0.008	0.01	0.019
$A^R(F)$	0.04	0.032	0.058	0.08	0.103	0.118	0.199
RMSE	0.109	0.102	0.116	0.132	0.153	0.186	0.245
0.050 PT	0.905	0.902	0.890	0.886	0.876	0.857	0.827
0.950 PT	1.114	1.119	1.122	1.130	1.153	1.173	1.256

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.008	0.007	0.005	0.006	0.009	0.011	0.02
$A^R(F)$	0.041	0.032	0.058	0.08	0.103	0.118	0.159
RMSE	0.047	0.046	0.066	0.09	0.117	0.135	0.232
0.050 PT	0.966	0.954	0.958	0.926	0.902	0.895	0.816
0.950 PT	1.045	1.046	1.055	1.084	1.125	1.139	1.340

Tablo 87. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.028	0.022	0.016	0.01	0.003	0.001	0.011
$A^R(F)$	0.076	0.06	0.059	0.088	0.141	0.181	0.323
RMSE	0.207	0.203	0.216	0.237	0.278	0.319	0.502
0.050 PT	0.888	0.882	0.862	0.828	0.781	0.744	0.628
0.950 PT	1.18	1.18	1.198	1.226	1.283	1.336	1.59

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.03	0.023	0.015	0.007	0.01	0.01	0.001
$A^R(F)$	0.076	0.06	0.059	0.089	0.142	0.182	0.323
RMSE	0.097	0.066	0.069	0.107	0.175	0.229	0.431
0.050 PT	0.939	0.984	0.974	0.93	0.868	0.821	0.682
0.950 PT	1.108	1.058	1.055	1.089	1.152	1.207	1.458

Tablo 88. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.023	0.014	0.011	0.007	0.006	0.010	0.032
$A^R(F)$	0.087	0.04	0.063	0.086	0.116	0.14	0.235
RMSE	0.141	0.142	0.16	0.183	0.221	0.256	0.4
0.050 PT	0.911	0.893	0.871	0.841	0.794	0.757	0.63
0.950 PT	1.132	1.144	1.163	1.192	1.244	1.296	1.516

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.022	0.015	0.01	0.006	0.009	0.014	0.032
$A^R(F)$	0.088	0.04	0.063	0.086	0.116	0.141	0.236
RMSE	0.066	0.045	0.07	0.104	0.153	0.193	0.347
0.050 PT	0.947	0.981	0.966	0.925	0.865	0.819	0.675
0.950 PT	1.078	1.039	1.046	1.082	1.143	1.197	1.416

Tablo 89. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.032	0.019	0.017	0.01	0.008	0.014	0.021
$A^R(F)$	0.073	0.048	0.065	0.075	0.118	0.141	0.295
RMSE	0.204	0.189	0.195	0.208	0.246	0.284	0.439
0.050 PT	0.908	0.891	0.869	0.84	0.794	0.758	0.639
0.950 PT	1.169	1.169	1.182	1.207	1.255	1.306	1.565

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.039	0.022	0.017	0.007	0.011	0.018	0.028
$A^R(F)$	0.074	0.039	0.065	0.075	0.118	0.149	0.252
RMSE	0.098	0.045	0.064	0.098	0.153	0.207	0.377
0.050 PT	0.954	0.986	0.974	0.932	0.872	0.827	0.689
0.950 PT	1.103	1.05	1.045	1.093	1.155	1.199	1.457



Tablo 90. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.014	0.015	0.014	0.012	0.012	0.027
$A^R(F)$	0.046	0.046	0.069	0.095	0.147	0.188	0.326
RMSE	0.102	0.102	0.119	0.143	0.188	0.229	0.375
0.050 PT	0.94	0.924	0.916	0.925	0.884	0.857	0.812
0.950 PT	1.081	1.09	1.1	1.114	1.137	1.158	1.269

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.015	0.015	0.014	0.012	0.012	0.026
$A^R(F)$	0.046	0.046	0.069	0.095	0.147	0.189	0.326
RMSE	0.05	0.049	0.074	0.104	0.161	0.207	0.361
0.050 PT	0.972	0.986	0.962	0.942	0.914	0.894	0.825
0.950 PT	1.043	1.034	1.05	1.081	1.111	1.148	1.277

Tablo 91. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılmama yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.014	0.014	0.016	0.012	0.012	0.025
$A^R(F)$	0.048	0.032	0.056	0.08	0.107	0.126	0.182
RMSE	0.105	0.092	0.108	0.127	0.152	0.17	0.222
0.050 PT	0.913	0.921	0.919	0.915	0.907	0.903	0.891
0.950 PT	1.108	1.089	1.093	1.103	1.119	1.132	1.174

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.014	0.014	0.015	0.012	0.013	0.026
$A^R(F)$	0.048	0.042	0.056	0.082	0.127	0.156	0.282
RMSE	0.053	0.037	0.066	0.093	0.145	0.186	0.326
0.050 PT	0.976	0.979	0.962	0.949	0.935	0.926	0.907
0.950 PT	1.038	1.031	1.05	1.069	1.094	1.111	1.163

Tablo 92. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde bölgesel büyüklüklerin tahmininde (farklı aşılma yüzdeleri için) hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.008
$A^R(F)$	0.036	0.025	0.046	0.068	0.099	0.12	0.186
RMSE	0.095	0.09	0.101	0.118	0.144	0.165	0.234
0.050 PT	0.923	0.925	0.918	0.908	0.893	0.882	0.845
0.950 PT	1.091	1.088	1.093	1.103	1.122	1.14	1.203

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.005	0.003	0.002	0.002	0.003	0.008
$A^R(F)$	0.035	0.025	0.046	0.068	0.099	0.12	0.186
RMSE	0.041	0.03	0.054	0.08	0.115	0.14	0.217
0.050 PT	0.964	0.962	0.955	0.927	0.925	0.909	0.866
0.950 PT	1.035	1.028	1.045	1.064	1.091	1.112	1.183

Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerdeki istasyonlar için dağılım parametreleri ve büyüklükler Tablo 93, 94, 95, 96, 97, 98 ve 99'da verilmiştir.

Tablo 93. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	1.000	0.523	0.885	0.924	1.403	1.699	1.970	2.302	2.540	3.282
2	1.000	0.686	1.350	0.851	1.489	1.918	2.325	2.843	3.224	4.448
3	1.000	0.510	0.689	0.942	1.404	1.680	1.927	2.226	2.437	3.084
4	1.000	0.743	1.394	0.833	1.524	1.993	2.439	3.007	3.426	4.777
5	1.000	0.605	1.602	0.846	1.408	1.803	2.186	2.681	3.049	4.249
6	1.000	0.461	1.087	0.918	1.344	1.618	1.871	2.188	2.418	3.144
7	1.000	0.455	1.075	0.920	1.341	1.610	1.860	2.171	2.397	3.110
8	1.000	0.462	1.564	0.885	1.315	1.615	1.905	2.279	2.557	3.460
9	1.000	0.580	0.969	0.908	1.441	1.777	2.085	2.467	2.742	3.603
10	1.000	0.544	0.673	0.939	1.431	1.724	1.986	2.302	2.526	3.209
11	1.000	0.521	1.361	0.886	1.370	1.697	2.007	2.401	2.692	3.626
12	1.000	0.405	0.447	0.970	1.329	1.534	1.713	1.925	2.072	2.512
13	1.000	0.475	0.464	0.963	1.386	1.628	1.839	2.090	2.265	2.787
14	1.000	0.624	1.496	0.851	1.431	1.832	2.217	2.711	3.076	4.262
15	1.000	0.599	1.170	0.886	1.441	1.802	2.140	2.564	2.874	3.856
16	1.000	0.347	0.874	0.950	1.268	1.464	1.643	1.863	2.020	2.510
17	1.000	0.451	0.371	0.972	1.369	1.593	1.786	2.013	2.170	2.634
18	1.000	0.553	1.264	0.887	1.400	1.740	2.061	2.466	2.763	3.711
19	1.000	0.421	0.112	0.992	1.352	1.544	1.706	1.890	2.014	2.368
20	1.000	0.554	1.211	0.891	1.405	1.742	2.059	2.457	2.748	3.675
21	1.000	0.495	1.014	0.918	1.374	1.664	1.931	2.262	2.501	3.254
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.911	1.392	1.699	1.984	2.338	2.596	3.408
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ort.)				0.909	1.389	1.690	1.964	2.301	2.541	3.285

Tablo 94. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklikler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.528	0.360	-0.431	0.671	1.288	1.897	2.699	4.185	5.763	16.101
2	0.631	0.476	-0.169	0.811	1.443	1.933	2.466	3.258	3.940	6.858
3	0.518	0.475	-0.311	0.702	1.425	2.065	2.837	4.130	5.377	12.083
4	0.535	0.540	-0.226	0.741	1.499	2.119	2.821	3.917	4.903	9.525
5	0.604	0.488	-0.194	0.789	1.453	1.980	2.563	3.450	4.228	7.696
6	0.656	0.436	-0.179	0.821	1.405	1.863	2.364	3.116	3.767	6.603
7	0.679	0.488	-0.076	0.860	1.455	1.877	2.306	2.896	3.367	5.112
8	0.558	0.412	-0.339	0.719	1.363	1.947	2.666	3.899	5.114	11.947
9	0.578	0.408	-0.321	0.736	1.363	1.923	2.603	3.751	4.866	10.957
10	0.833	0.189	-0.238	0.906	1.174	1.396	1.650	2.049	2.413	4.151
11	0.519	0.363	-0.436	0.664	1.287	1.906	2.724	4.245	5.866	16.572
12	0.654	0.393	-0.238	0.804	1.362	1.824	2.351	3.183	3.939	7.552
13	0.640	0.457	-0.178	0.813	1.425	1.905	2.428	3.214	3.894	6.848
14	0.556	0.588	-0.154	0.778	1.548	2.136	2.769	3.698	4.487	7.787
15	0.665	0.352	-0.279	0.801	1.320	1.766	2.291	3.147	3.951	8.053
16	0.562	0.349	-0.412	0.700	1.286	1.855	2.595	3.943	5.353	14.310
17	0.589	0.311	-0.435	0.712	1.247	1.777	2.477	3.778	5.163	14.295
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.907	1.358	1.664	1.963	2.36	2.668	3.762
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.905	1.356	1.657	1.947	2.325	2.611	3.578

Tablo 95. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklikler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.623	0.419	-0.249	0.784	1.385	1.887	2.466	3.386	4.229	8.328
2	0.659	0.466	-0.136	0.834	1.435	1.887	2.366	3.060	3.642	6.008
3	0.770	0.312	-0.141	0.887	1.291	1.596	1.921	2.393	2.790	4.417
4	0.781	0.254	-0.227	0.878	1.234	1.526	1.856	2.373	2.838	5.020
5	0.584	0.405	-0.317	0.741	1.361	1.913	2.581	3.705	4.794	10.705
6	0.694	0.336	-0.256	0.823	1.308	1.715	2.188	2.944	3.641	7.073
7	0.633	0.400	-0.259	0.787	1.366	1.854	2.421	3.330	4.171	8.327
8	0.682	0.429	-0.145	0.843	1.400	1.822	2.272	2.928	3.482	5.765
9	0.606	0.398	-0.299	0.760	1.359	1.882	2.508	3.546	4.537	9.761
10	0.671	0.320	-0.317	0.795	1.285	1.721	2.250	3.139	4.001	8.685
11	0.740	0.262	-0.301	0.841	1.236	1.582	1.996	2.684	3.342	6.824
12	0.703	0.379	-0.175	0.846	1.353	1.749	2.180	2.825	3.383	5.794
13	0.651	0.320	-0.347	0.776	1.280	1.740	2.310	3.294	4.270	9.830
14	0.757	0.304	-0.184	0.873	1.283	1.606	1.960	2.494	2.959	4.995
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.819	1.327	1.749	2.234	3.007	3.720	7.252
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.817	1.324	1.739	2.211	2.951	3.618	6.733

Tablo 96. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.647	0.340	-0.322	0.779	1.303	1.771	2.340	3.303	4.239	9.360
2	0.631	0.385	-0.281	0.780	1.350	1.840	2.418	3.364	4.254	8.813
3	0.655	0.388	-0.242	0.804	1.357	1.816	2.342	3.175	3.934	7.588
4	0.685	0.346	-0.255	0.818	1.317	1.736	2.222	2.998	3.714	7.232
5	0.638	0.436	-0.206	0.804	1.404	1.885	2.423	3.248	3.980	7.302
6	0.679	0.392	-0.199	0.828	1.364	1.792	2.267	2.992	3.631	6.503
7	0.630	0.408	-0.252	0.787	1.375	1.867	2.436	3.343	4.178	8.259
8	0.621	0.445	-0.220	0.791	1.412	1.917	2.487	3.372	4.165	7.848
9	0.458	0.377	-0.471	0.609	1.279	1.966	2.897	4.681	6.637	20.341
10	0.417	0.547	-0.335	0.630	1.483	2.254	3.201	4.819	6.409	15.304
11	0.645	0.460	-0.166	0.819	1.428	1.899	2.410	3.167	3.816	6.583
12	0.639	0.478	-0.154	0.819	1.446	1.925	2.439	3.196	3.839	6.528
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.772	1.376	1.889	2.490	3.472	4.400	9.305
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.765	1.374	1.881	2.466	3.394	4.241	8.280

Tablo 97. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.796	0.375	0.034	0.932	1.344	1.609	1.856	2.167	2.394	3.107
2	0.850	0.290	0.062	0.955	1.265	1.458	1.635	1.854	2.009	2.477
3	0.736	0.396	-0.084	0.883	1.369	1.717	2.072	2.564	2.959	4.441
4	0.737	0.430	-0.035	0.895	1.399	1.743	2.082	2.533	2.881	4.093
5	0.805	0.414	0.119	0.954	1.374	1.622	1.841	2.097	2.271	2.754
6	0.817	0.306	-0.021	0.930	1.283	1.522	1.754	2.060	2.294	3.089
7	0.877	0.286	0.169	0.978	1.255	1.411	1.544	1.693	1.790	2.041
8	0.858	0.314	0.140	0.970	1.282	1.463	1.620	1.801	1.922	2.246
9	0.767	0.277	-0.212	0.873	1.257	1.567	1.914	2.450	2.927	5.113
10	0.783	0.305	-0.121	0.897	1.284	1.572	1.873	2.304	2.660	4.077
11	0.857	0.247	-0.003	0.947	1.228	1.414	1.594	1.826	2.001	2.580
12	0.739	0.203	-0.421	0.820	1.165	1.502	1.944	2.755	3.610	9.122
13	0.770	0.154	-0.487	0.832	1.110	1.399	1.796	2.566	3.422	9.588
14	0.887	0.197	0.002	0.959	1.182	1.329	1.470	1.652	1.788	2.238
15	0.806	0.398	0.097	0.949	1.360	1.609	1.831	2.097	2.280	2.806
16	0.728	0.382	-0.122	0.871	1.356	1.716	2.094	2.635	3.083	4.866
17	0.775	0.348	-0.066	0.904	1.324	1.620	1.917	2.325	2.647	3.824
18	0.845	0.284	0.034	0.949	1.261	1.461	1.648	1.884	2.056	2.597
19	0.825	0.251	-0.108	0.919	1.234	1.465	1.705	2.044	2.322	3.402
20	0.819	0.310	-0.007	0.933	1.287	1.523	1.750	2.046	2.269	3.015
21	0.817	0.317	0.000	0.933	1.293	1.531	1.759	2.055	2.276	3.010
22	0.749	0.335	-0.150	0.875	1.312	1.646	2.002	2.525	2.967	4.804
23	0.675	0.435	-0.147	0.839	1.406	1.836	2.296	2.969	3.537	5.889
24	0.952	0.357	0.693	1.068	1.285	1.359	1.401	1.432	1.446	1.463
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.919	1.288	1.546	1.808	2.181	2.492	3.860
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.916	1.284	1.535	1.784	2.114	2.364	3.185

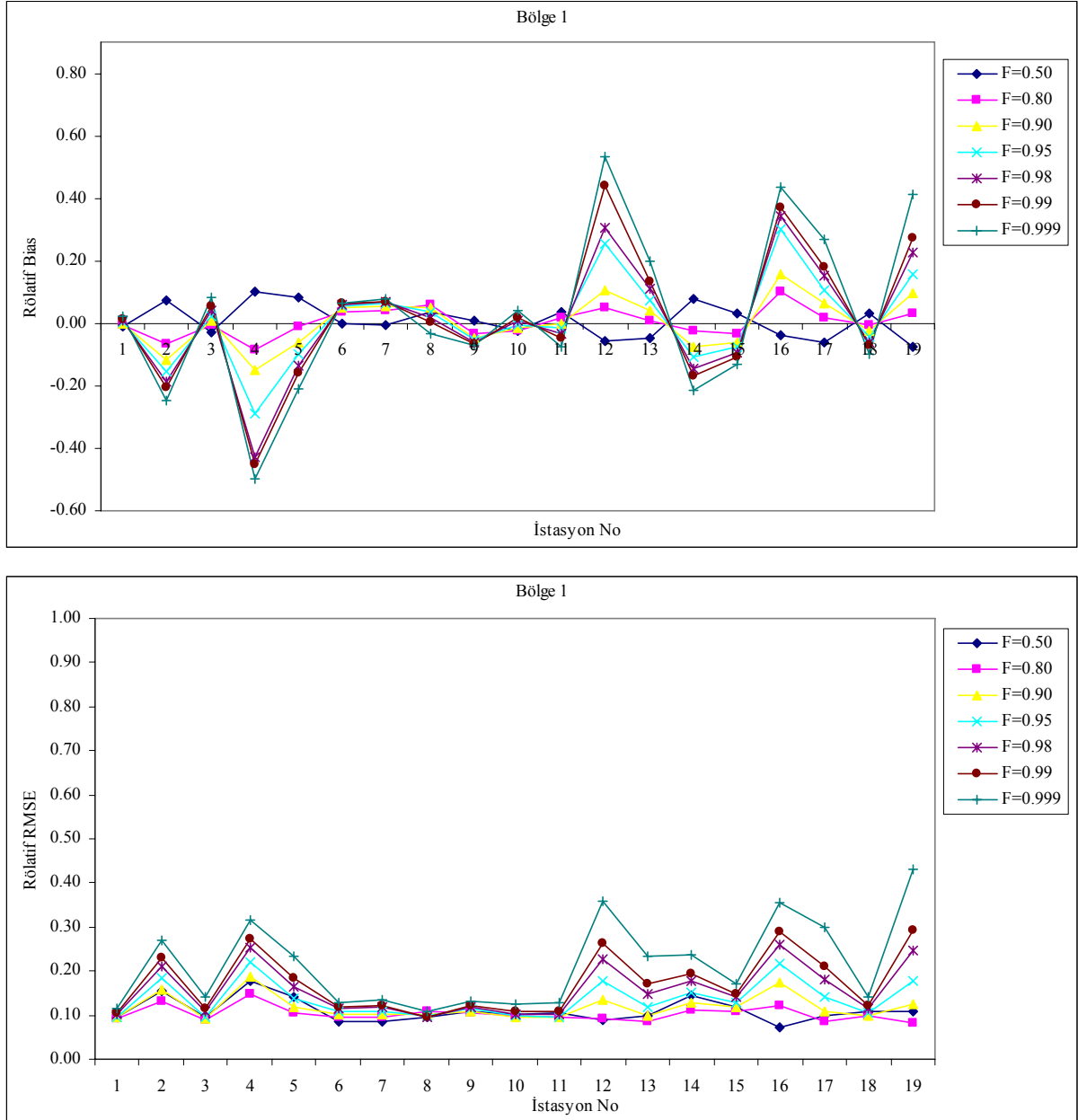
Tablo 98. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	1.000	0.478	-0.006	1.000	1.402	1.612	1.785	1.979	2.109	2.472
2	1.000	0.413	0.628	0.957	1.329	1.550	1.745	1.981	2.147	2.652
3	1.000	0.642	1.447	0.851	1.448	1.857	2.249	2.749	3.119	4.314
4	1.000	0.633	1.488	0.849	1.438	1.844	2.233	2.733	3.102	4.300
5	1.000	0.445	0.551	0.959	1.357	1.590	1.794	2.039	2.210	2.727
6	1.000	0.452	1.107	0.918	1.337	1.606	1.857	2.170	2.397	3.117
7	1.000	0.393	0.236	0.985	1.325	1.512	1.672	1.856	1.982	2.347
8	1.000	0.607	1.128	0.888	1.450	1.813	2.152	2.575	2.883	3.859
9	1.000	0.468	0.655	0.949	1.372	1.623	1.847	2.117	2.308	2.889
10	1.000	0.420	1.445	0.903	1.293	1.560	1.816	2.142	2.383	3.163
11	1.000	0.363	-0.134	1.008	1.308	1.459	1.583	1.719	1.808	2.052
12	1.000	0.468	1.339	0.899	1.334	1.627	1.904	2.256	2.515	3.346
13	1.000	0.445	0.460	0.966	1.361	1.587	1.785	2.019	2.182	2.669
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.933	1.366	1.634	1.878	2.179	2.396	3.070
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.930	1.364	1.625	1.859	2.139	2.336	2.927

Tablo 99. Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

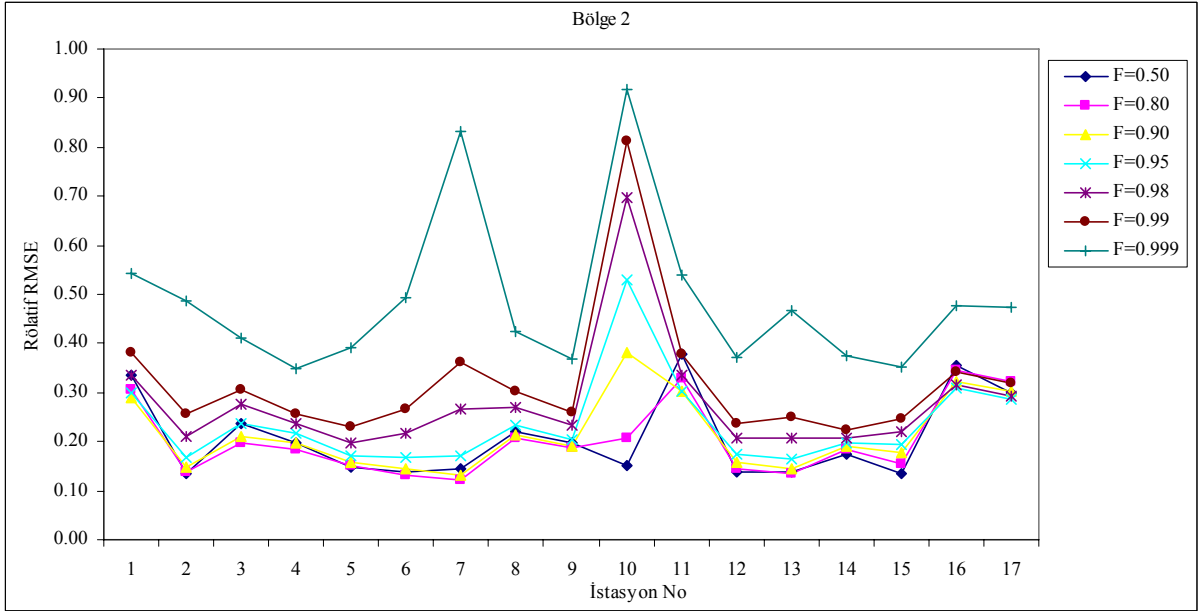
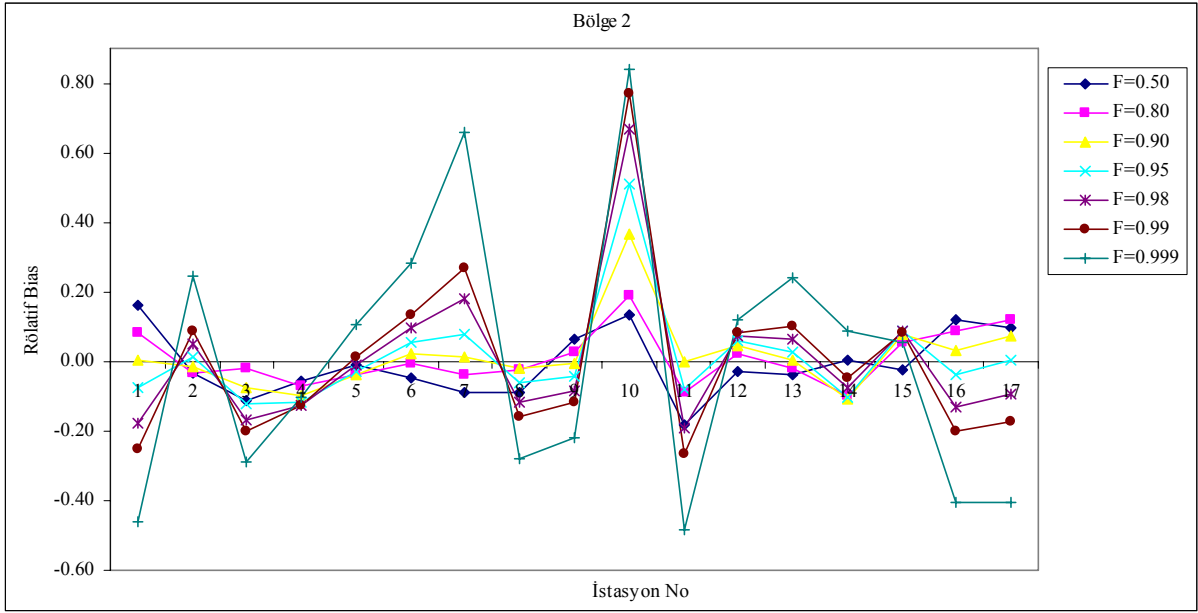
İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.899	0.379	-0.499	0.899	1.296	1.580	1.866	2.256	2.564	3.689
2	0.901	0.392	-0.479	0.901	1.307	1.594	1.882	2.271	2.576	3.678
3	0.877	0.410	-0.553	0.877	1.317	1.643	1.978	2.446	2.822	4.234
4	0.905	0.528	-0.348	0.905	1.421	1.758	2.077	2.488	2.797	3.834
5	0.962	0.399	-0.189	0.962	1.326	1.541	1.732	1.964	2.128	2.638
6	0.970	0.374	-0.160	0.970	1.307	1.502	1.673	1.879	2.023	2.463
7	0.940	0.474	-0.250	0.940	1.384	1.656	1.904	2.212	2.435	3.148
8	0.948	0.394	-0.259	0.948	1.319	1.547	1.756	2.016	2.205	2.813
9	0.845	0.443	-0.634	0.845	1.337	1.720	2.128	2.714	3.198	5.100
10	0.973	0.389	-0.140	0.973	1.320	1.518	1.692	1.898	2.042	2.476
11	0.933	0.378	-0.344	0.933	1.302	1.542	1.770	2.063	2.282	3.018
12	0.883	0.457	-0.483	0.883	1.357	1.694	2.030	2.487	2.846	4.143
13	0.903	0.559	-0.337	0.903	1.447	1.799	2.131	2.557	2.875	3.940
14	0.961	0.393	-0.196	0.961	1.321	1.534	1.724	1.954	2.119	2.629
15	0.960	0.410	-0.192	0.960	1.335	1.557	1.754	1.994	2.164	2.692
16	0.943	0.440	-0.256	0.943	1.356	1.610	1.842	2.130	2.340	3.012
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.925	1.341	1.612	1.871	2.208	2.464	3.344
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.924	1.339	1.607	1.859	2.180	2.417	3.195

Tahmin sonuçlarını değerlendirmek hesaplanan ölçütlerin bölgesel ortalama değerleri yukarıdaki tablolarda detaylı bir şekilde verilmiştir. Burada ayrıca her bir bölgede yer alan istasyonlar için ölçütler hesaplanmıştır. Her bir bölgede yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi Şekil 103, 104, 105, 106, 107, 108 ve 109’da gösterilmiştir.

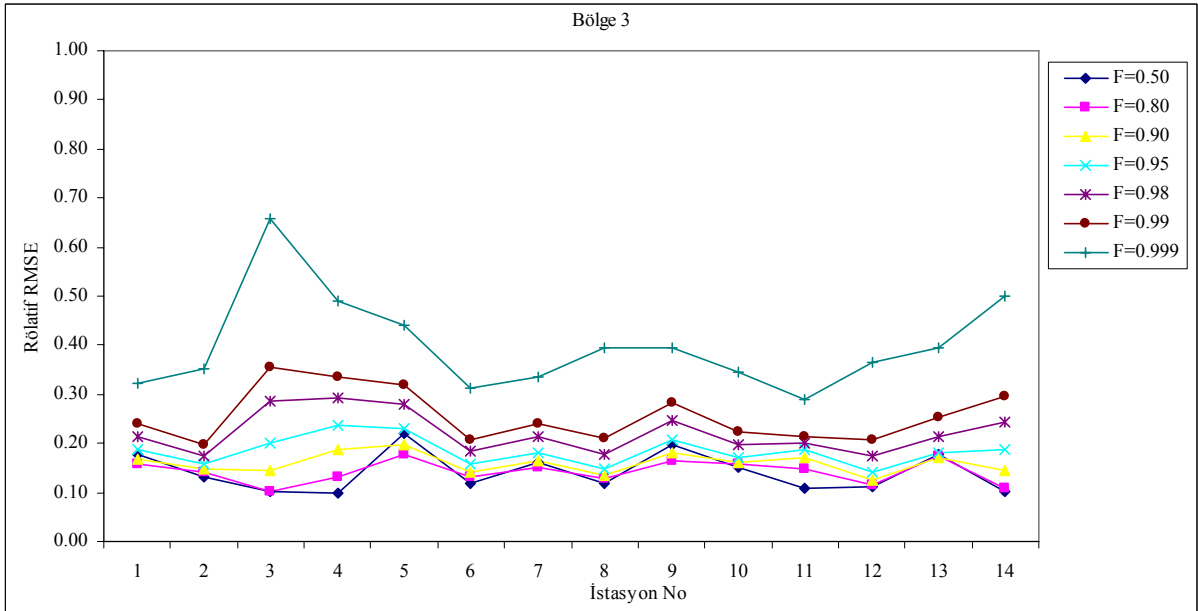
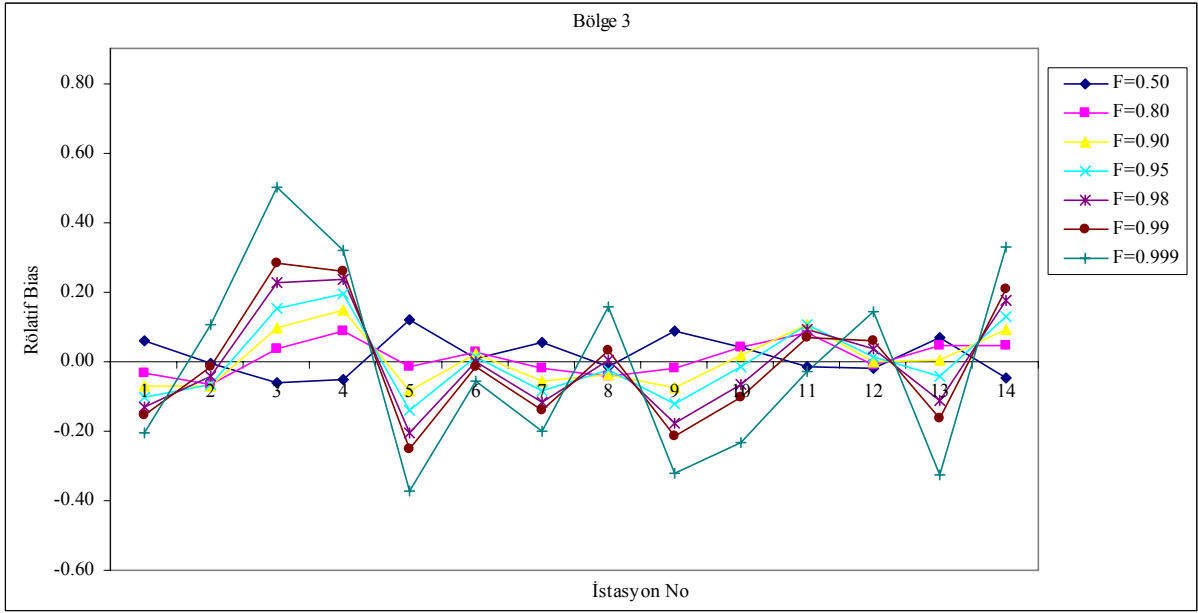


Şekil 103. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

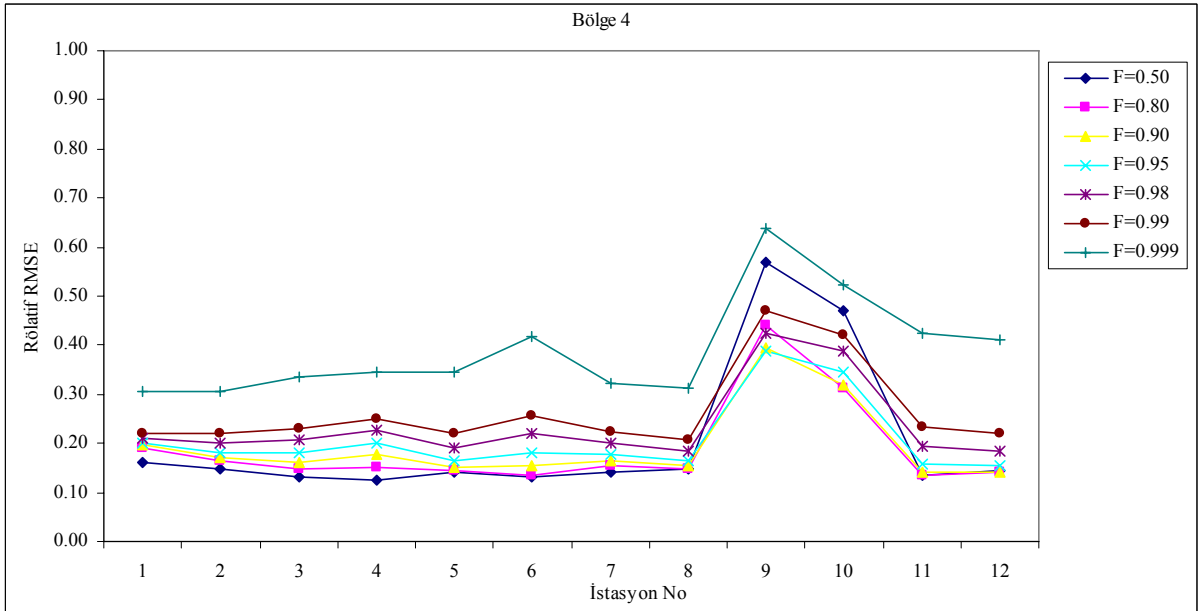
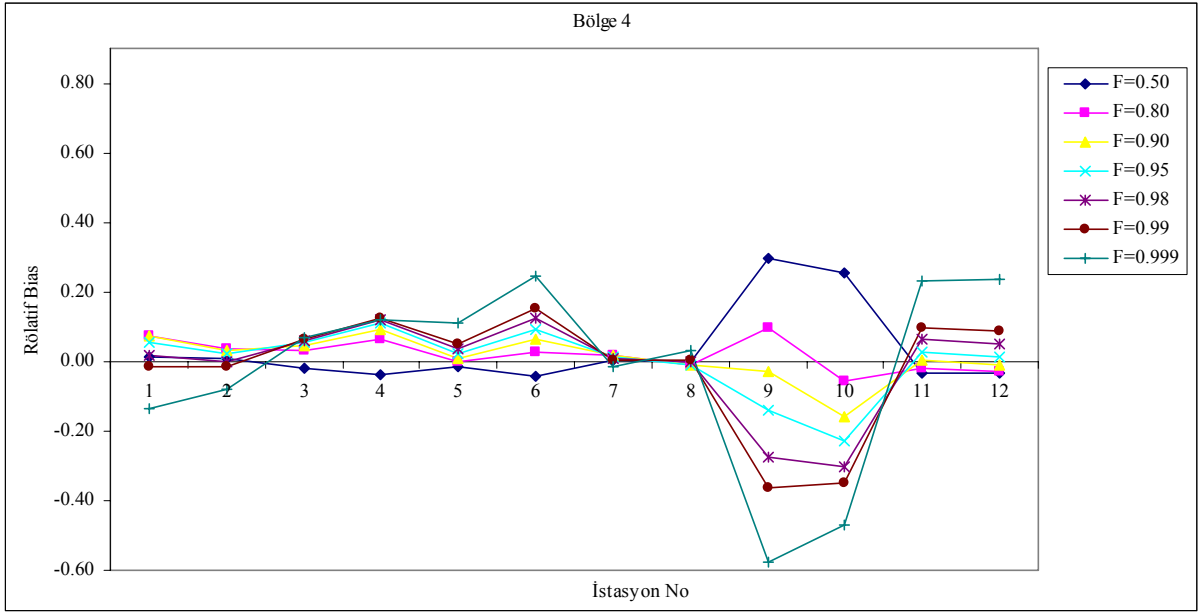




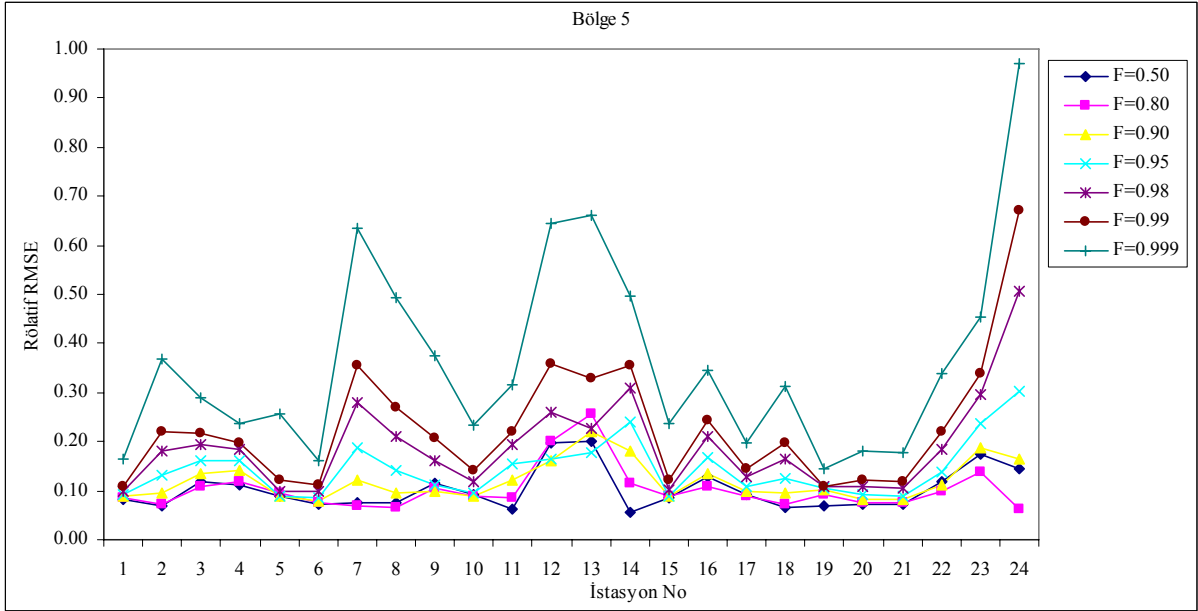
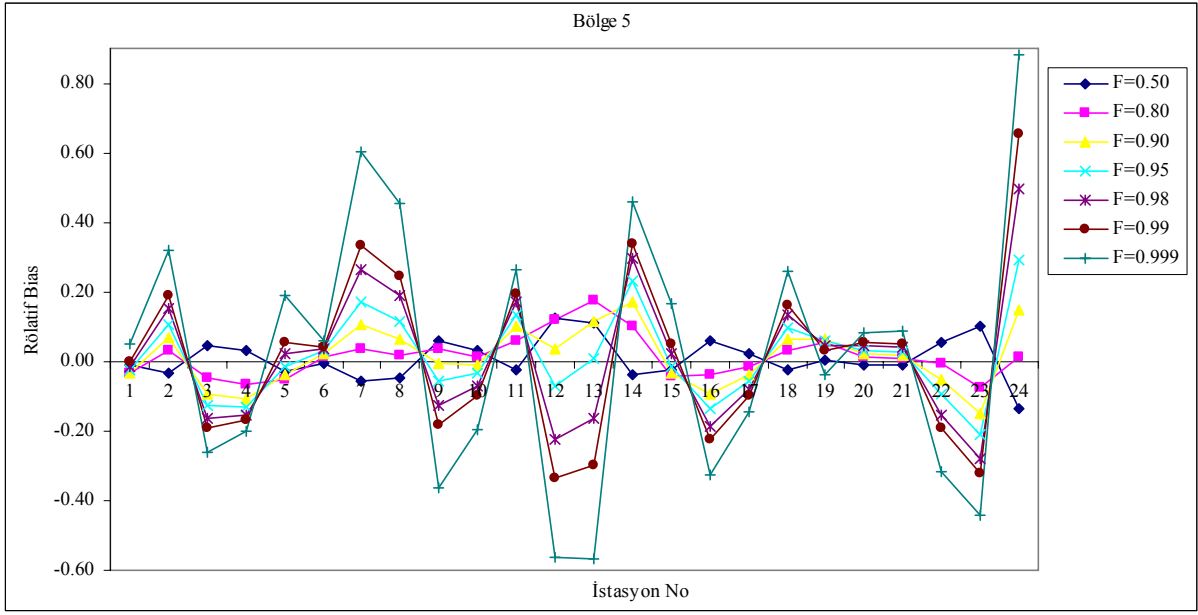
Şekil 104. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



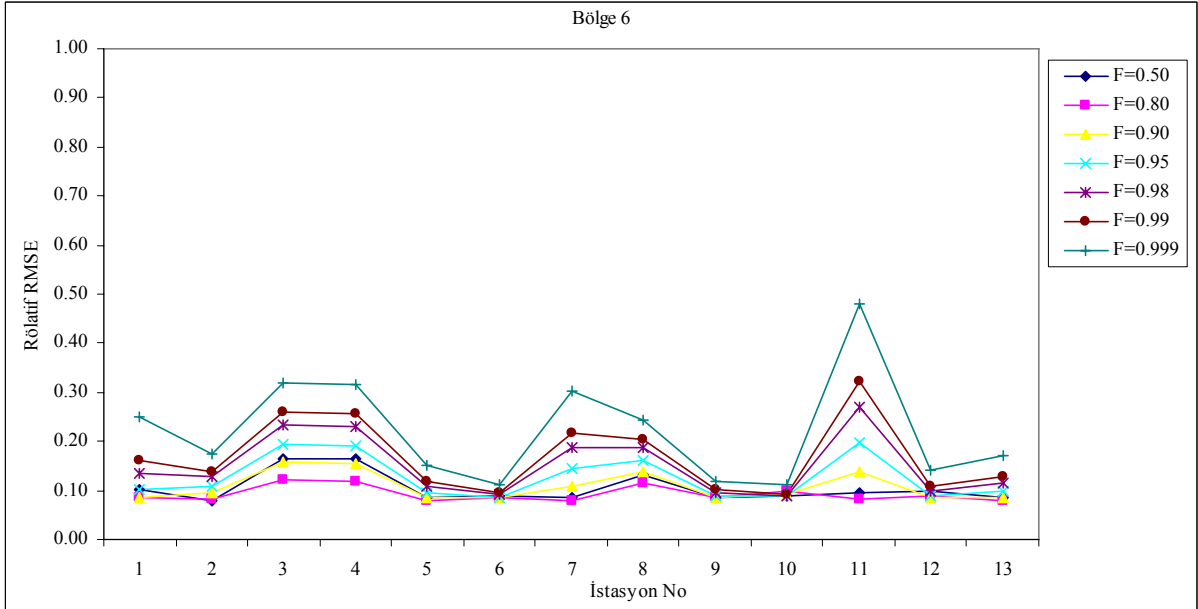
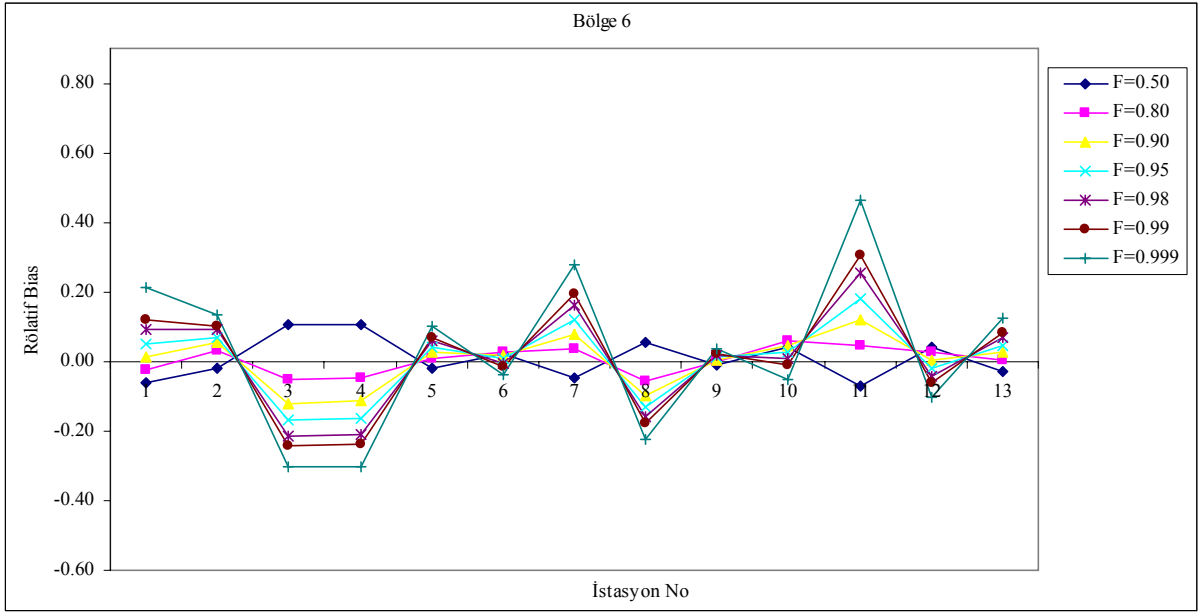
Şekil 105. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



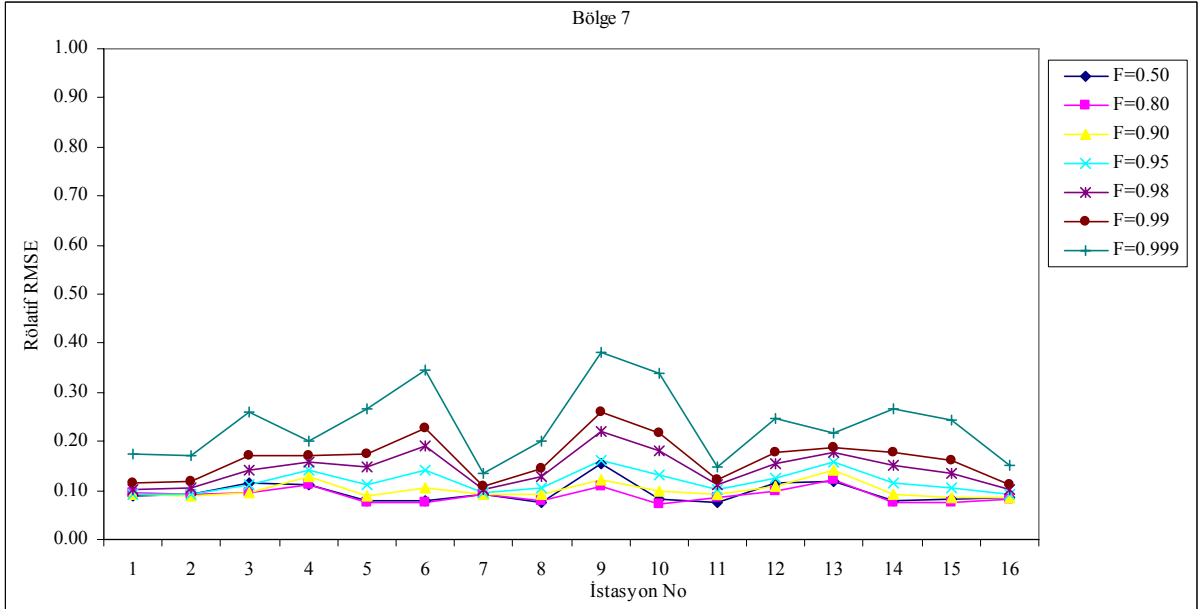
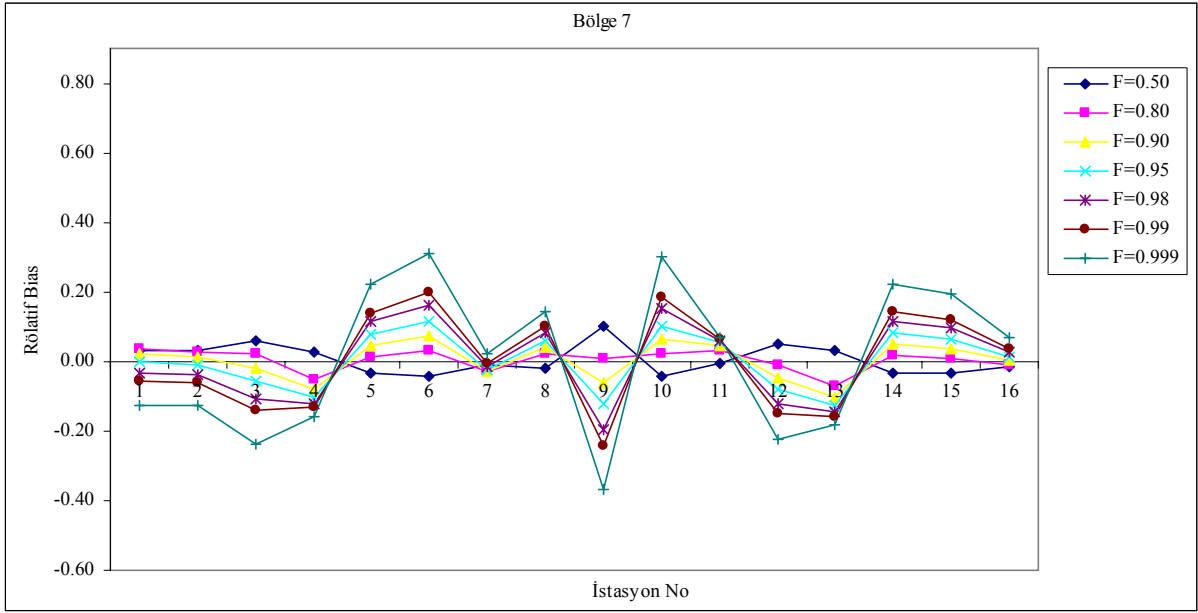
Şekil 106. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 107. K-Ortalamalar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 108. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6'da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 109. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

Şekillerde verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, en düşük rölatif RMSE değerlerinin Bölge 7’de yer alan istasyonlara ait olduğu görülmektedir. Diğer taraftan istasyonlar için hesaplanan rölatif RMSE değerleri farklı aşılama yüzdeleri için karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin  $F = 0.999$  aşılama yüzdesi için hesaplandığı belirlenmiştir.

Veri seti 3 kullanılarak K-Ortalamlar yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri Tablo 100’de verilmiştir.

Tablo 100. K-Ortalamlar kümeleme yöntemi ile belirlenen Her bir alt bölge için seçilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri

Bölge	Olasılık Dağılım	Dağılım Parametreleri			Büyüme Eğrisi Değerleri						
		$\xi$	$\alpha$	$K$	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	0.999
1	P3	1.00	0.411	0.765	0.914	1.394	1.698	1.978	2.325	2.576	3.364
2	GEV	0.604	0.419	-0.274	0.766	1.382	1.909	2.527	3.532	4.473	9.238
3	GEV	0.682	0.359	-0.241	0.820	1.331	1.754	2.239	3.006	3.704	7.054
4	GEV	0.612	0.422	-0.26	0.774	1.386	1.903	2.504	3.468	4.361	8.784
5	GEV	0.797	0.324	-0.047	0.92	1.301	1.562	1.819	2.163	2.429	3.357
6	P3	1.000	0.473	0.801	0.937	1.369	1.633	1.871	2.161	2.369	3.01
7	GNO	0.927	0.431	-0.331	0.927	1.345	1.615	1.869	2.194	2.437	3.246

### 8.3. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemi (Ward Yöntemi) İle Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılması ve Bölgesel Frekans Analizi

#### 8.3.1. Ward Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi

Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında geleneksel kümeleme yöntemlerinden hiyerarşik kümeleme yöntemi (Ward kümeleme yöntemi) uygulanmıştır. Sınıflandırma için bulanık kümeleme yönteminde en uygun sonuçların elde edildiği 5 veri seti (Veri Seti 2, Veri Seti 3, Veri Seti 5, Veri Seti 7 ve Veri Seti 9) kullanılmıştır (Tablo 101).

Tablo 101. Ward kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6

Veriler normalize edildikten sonra kümeleme analizi yapılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir. Tablo 102’de her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen küme sayıları, her bir kümedeki istasyon sayısı verilmektedir.

Tablo 102. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen kümelerin sayısı

Veri Seti	Özellik Vektör Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Bölge Sayısı
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4	6
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5	6
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6	7
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5	6
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6	5



### 8.3.2. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

#### 8.3.2.1. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Tablo 101’de verilen veri setleri kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile sınıflandırma yapılmış ve belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu veri setleri arasından Veri seti 2, 3 ve 7 için en uygun sonuçlar elde edilmiş olup sadece bu veri setleri için hesaplanan değerler Tablo 103’te verilmiştir.

Tablo 103. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

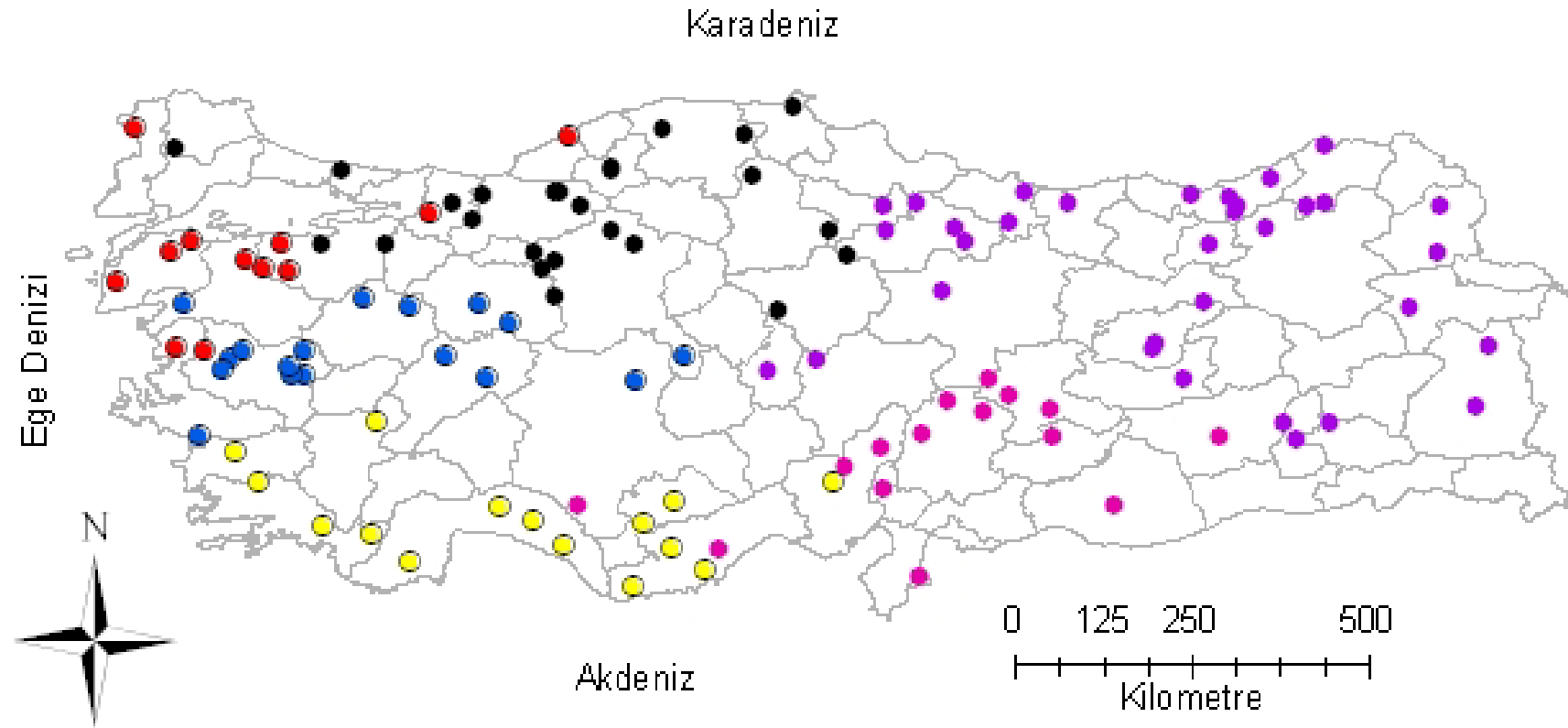
Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
				H1	H2	H3	
Veri Seti 2	1	25	775	2.863	2.512	2.279	1323(4.41)
	2	12	372	1.538	0.445	0.258	-
	3	17	527	-0.606	-0.002	0.067	-
	4	15	465	1.635	2.009	1.612	713(3.25)
	5	33	1023	1.824	1.206	0.565	2232(4.67)
	6	15	465	2.964	-0.135	-1.081	2132(3.07)
Veri Seti 3	1	22	682	1.715	0.448	0.007	-
	2	20	620	1.495	-0.176	-0.209	713(4.10)
	3	15	465	1.627	1.873	1.482	-
	4	22	682	2.419	0.635	0.004	1323(4.47)
	5	15	465	2.044	0.217	-1.143	2132(3.03)
	6	23	713	1.471	1.555	0.989	2232(3.44)
Veri Seti 7	1	28	868	4.288	1.487	0.275	321 (3.12)
	2	10	310	1.049	0.410	0.268	-
	3	12	372	1.976	-0.345	-1.537	-
	4	12	372	2.173	2.143	1.372	-
	5	35	1085	4.054	2.947	1.822	2232 (4.14) 1323 (5.62)
	6	20	620	6.562	2.839	0.635	2132 (3.61)

Tablodan istasyonlar için hesaplanan uyumsuzluk ölçütü incelendiğinde, genel olarak bütün veri setlerinde 713, 1323, 2132 ve 2232 nolu istasyonlara ait D değerinin sınır değerden daha büyük elde edildiği görülmektedir. Veri seti 2 için bölgesel homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında, bölge 1 ve 6 için hesaplanan H1 değerinin sınır değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu veri setinde diğer bölgelere ait H1 değeri 2’den küçük çıkmış olup “*homojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Veri seti 3’e ait sonuçlar incelendiğinde, bölge 4 ve 5’e H1 değeri 2’den büyük çıkmış ve yeterli homojenliğe sahip olmadığı görülmüştür. Diğer bölgeler için hesaplanan H1 değeri incelendiğinde genel olarak 2’den küçük ve kabul edilebilir seviyededir.

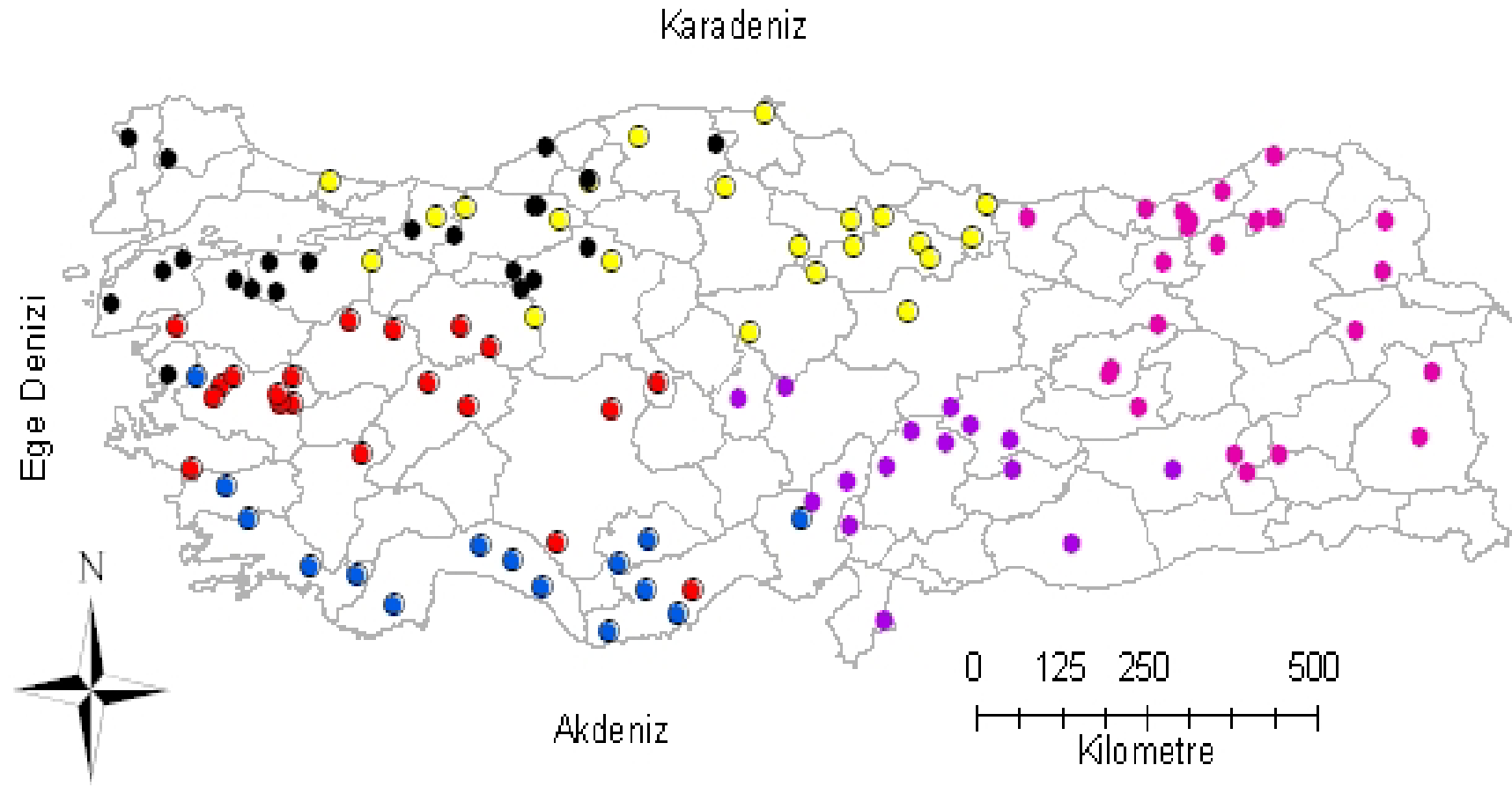
Veri Seti 7’ye ait bölgesel homojenlik testi sonuçları değerlendirildiğinde, sadece bölge 2’ye ait H1 değerinin 2’den küçük çıktığı görülmektedir. Diğer bölgelere ait H1 değeri 2’den büyük çıkmış ve bu bölgeler “*kesinlikle heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Yapılan bu değerlendirmelere göre Ward kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında en uygun sonuçlar veri seti 3 kullanılarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre veri seti 3 kullanılarak belirlenen bölgelerin bölgesel frekans analizinde, dağılımların belirlenmesi ve büyüklüklerin tahmininde kullanılabileceği söylenebilir. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait istasyonların dağılımı Şekil 110’da gösterilmektedir. Ayrıca, belirlenen bölgeler için maksimum ve ortalama akım, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 104’te verilmiştir.

Tablo 104. Ward kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

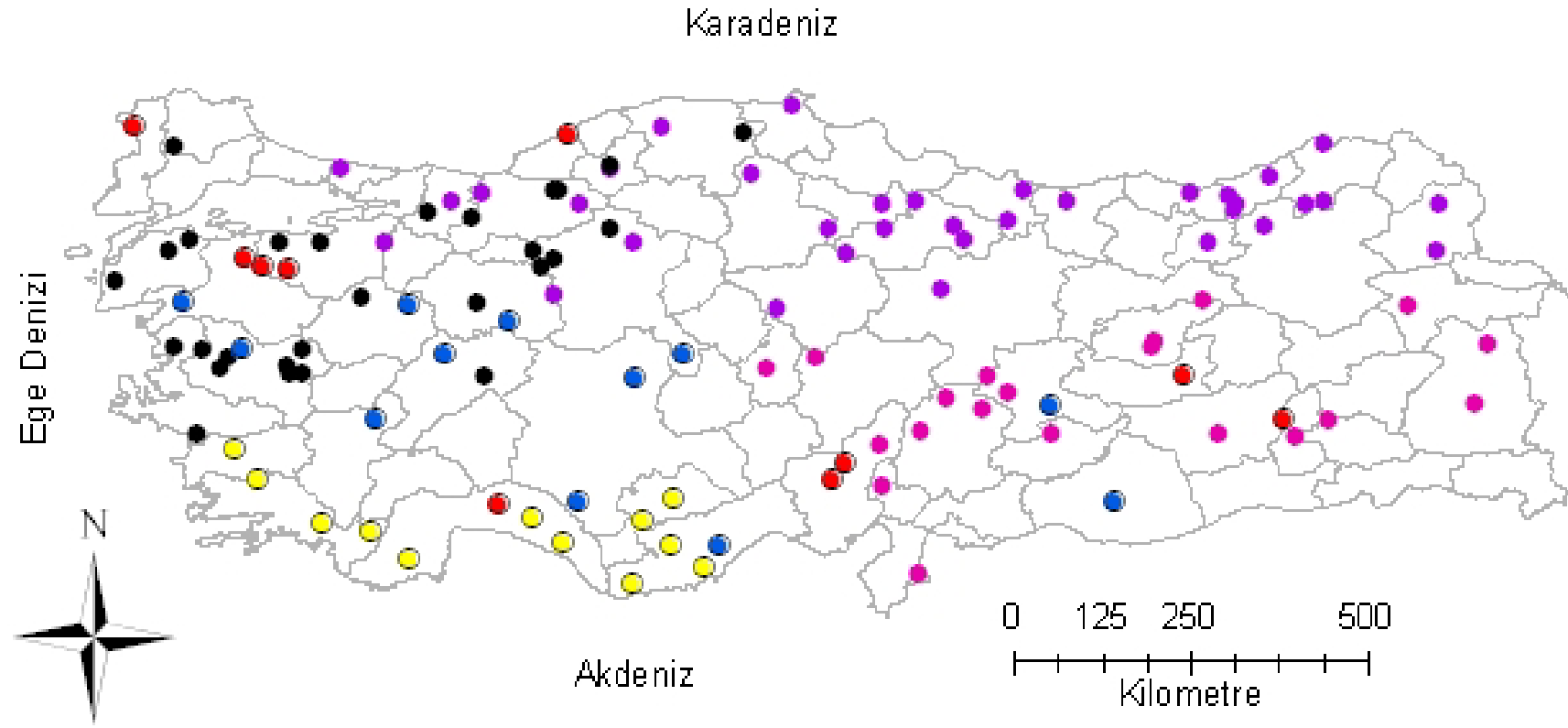
Veri Seti	Küme	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 3	1	22	1098.10	0.82	654.54	354.53	0.61	202.43
	2	20	340.22	1.05	281.46	112.71	0.83	93.80
	3	15	1158.16	0.63	592.46	411.86	0.47	186.05
	4	22	721.16	0.57	238.87	216.72	0.45	93.13
	5	15	627.87	1.20	398.57	198.85	0.70	119.99
	6	23	2005.74	0.66	782.67	418.07	0.43	170.88



a) Veri Seti 2 (Q DK E B)



b) Veri Seti 3 (Q Qdk Qskew E B)



c) Veri Seti 7 (Q Qdk A E B)

Şekil 110. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde istasyonların dağılımı

Veri Seti 3 kullanılarak belirlenen 6 kümeye ait istasyonlar için, yıl olarak gözlem sayısı ( $N$ ), drenaj alanı ( $A$ ), maksimum akımların ortalaması ( $\bar{Q}_{mak}$ ), L-moment oranları ( $L-Cv$ ,  $L-Cs$  ve  $L-Ck$ ) ve uyumsuzluk ölçütü değerleri sırasıyla Tablo 105, 106, 107, 108, 109 ve 110'da verilmiştir.

Tablo 105. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	$N$ (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	$A$ ( $km^2$ )	$L-Cv$	$L-Cs$	$L-Ck$	$D$
1	101	31	86.126	478.4	0.3881	0.34	0.2352	0.79
2	103	31	886.484	27250.8	0.2877	0.1454	0.0302	1.77
3	209	31	108.232	267.6	0.3659	0.2236	0.1175	0.71
4	212	31	439.774	2095.6	0.2837	0.1128	0.0992	1.28
5	302	31	742.419	9629.2	0.3727	0.2606	0.1486	0.53
6	314	31	656.065	2308.8	0.3152	0.2664	0.1819	0.02
7	316	31	705.677	6454.0	0.2509	0.2637	0.2597	0.63
8	317	31	462.194	21611.2	0.2505	0.1792	0.1221	0.96
9	321	31	129.716	1290.8	0.2476	0.1773	0.295	2.69
10	406	31	286.145	2887.6	0.2419	0.26	0.2573	0.75
11	407	31	329.887	1586.4	0.3178	0.1595	0.1128	0.81
12	1221	31	436.258	52531.6	0.2277	0.3242	0.2384	1.98
13	1233	31	260.161	2003.2	0.3285	0.2484	0.12	0.37
14	1237	31	79.145	1073.4	0.4159	0.3905	0.1524	1.68
15	1242	31	161.677	33847.2	0.3141	0.3456	0.1917	0.72
16	1244	31	104.213	886.0	0.3756	0.3477	0.2286	0.48
17	1245	31	252.323	3941.6	0.346	0.2663	0.2473	0.95
18	1319	31	88.248	766.4	0.3971	0.377	0.2345	0.87
19	1333	31	229.977	2833.2	0.3288	0.3909	0.2169	1.05
20	1334	31	69.490	1102.8	0.2621	0.3787	0.3502	1.53
21	1335	31	1098.097	13300.4	0.3179	0.2874	0.1897	0.03
22	1524	31	187.310	4192.4	0.3451	0.413	0.3514	1.42
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3173	0.2799	0.1991	

Tablo 106. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	A (km <sup>2</sup> )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	311	31	73.899	1621.6	0.3945	0.2311	0.0597	1.44
2	408	31	50.085	182	0.4555	0.4788	0.3418	0.98
3	509	31	132.913	901.6	0.3956	0.2832	0.1706	0.28
4	510	31	170.445	3188.6	0.4833	0.3863	0.2203	0.56
5	514	31	269.765	689.6	0.4843	0.3235	0.102	1
6	515	31	272.474	739.6	0.4189	0.301	0.1445	0.33
7	516	31	340.223	3265.2	0.367	0.2903	0.1518	0.63
8	517	31	250.148	757.6	0.3649	0.2196	0.1601	1.19
9	520	31	276.616	1470.4	0.4386	0.4069	0.3169	0.81
10	601	31	155.784	3255.2	0.4218	0.3933	0.2961	0.35
11	713	31	35.332	3945.6	0.1723	0.3325	0.4284	4.10*
12	1102	31	10.892	360.8	0.463	0.4826	0.3359	1.04
13	1104	31	37.565	4231.6	0.3584	0.3324	0.2353	0.14
14	1203	31	48.975	3938.4	0.3845	0.2894	0.2313	0.68
15	1223	31	22.504	1636.3	0.4797	0.2726	0.121	1.22
16	1224	31	22.820	4342.2	0.3404	0.362	0.2228	1.12
17	1611	31	40.342	205.6	0.3527	0.3943	0.2888	0.41
18	1614	31	8.870	651.6	0.4249	0.464	0.3514	0.73
19	1620	31	2.030	699.2	0.3965	0.4818	0.2743	2.63
20	1717	31	32.483	1005.2	0.3739	0.364	0.3067	0.37
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3985	0.3545	0.2380	

Tablo 107. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

<i>Sıra</i>	<i>İstasyon</i>	<i>N (Yıl)</i>	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>L-Cv</i>	<i>L-Cs</i>	<i>L-Ck</i>	<i>D</i>
1	518	31	276.165	15616.4	0.3026	0.1102	0.0893	0.58
2	1612	31	18.992	267.7	0.2606	0.1073	0.1081	0.11
3	1712	31	236.871	2689.2	0.2219	0.2397	0.1902	1.73
4	1714	31	852.806	10065.2	0.2046	-0.0219	0.0917	1.27
5	1720	31	326.710	4304.0	0.2499	0.2218	0.2124	0.65
6	1721	31	265.061	313.2	0.2492	0.0751	0.1481	0.64
7	1818	31	1158.161	13740.6	0.263	0.2658	0.2465	1.23
8	701	31	236.939	948.0	0.2695	-0.001	0.0981	1.7
9	706	31	175.310	19595.6	0.2303	0.1028	0.0889	0.93
10	808	31	38.000	770.0	0.3396	0.2402	0.1426	1.2
11	809	31	63.469	546.8	0.3333	0.2471	0.2019	1.43
12	812	31	586.161	4964.9	0.2485	0.0901	0.1141	0.11
13	902	31	893.677	1942.4	0.2455	0.1826	0.2044	0.58
14	912	31	538.194	625.6	0.2213	0.0385	0.0627	1.05
15	917	31	511.387	879.3	0.329	0.1861	0.0769	1.79
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2646	0.1390	0.1384	



Tablo 108. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	A (km <sup>2</sup> )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1212	31	31.752	10822	0.2775	0.2255	0.1402	0.29
2	1219	31	131.829	410.8	0.227	0.073	0.1164	0.22
3	1222	31	182.077	2021.6	0.2664	0.0758	0.1254	0.44
4	1239	31	54.319	322.0	0.3236	0.1932	0.0227	2.07
5	1302	31	255.490	1988	0.1912	0.1435	0.1901	1.09
6	1307	31	117.397	1097.6	0.2533	0.0606	0.0869	0.41
7	1314	31	321.216	5086.8	0.2967	0.2092	0.1263	0.36
8	1327	31	128.761	953.6	0.2374	0.0182	0.041	1.39
9	1330	31	12.006	23.1	0.2985	0.2002	0.1153	0.39
10	1401	31	435.355	10048.8	0.2524	0.1483	0.0614	1.24
11	1402	31	721.161	33904.0	0.1902	0.1307	0.1908	1
12	1409	31	143.874	5267.6	0.2985	0.2249	0.2285	2.18
13	1412	31	72.316	3668.8	0.3081	0.1924	0.1465	0.81
14	1413	31	355.113	21667.2	0.26	0.0956	0.1568	0.43
15	1414	31	123.700	5409.2	0.2163	0.1832	0.2339	1.15
16	1418	31	170.968	1608.0	0.1732	0.0658	0.1406	1.44
17	1517	31	60.813	8592.4	0.2706	0.167	0.161	0.2
18	1535	31	340.387	6606.5	0.1942	0.0828	0.1722	0.6
19	1536	31	435.194	60559.6	0.258	0.2936	0.2016	1.22
20	2247	31	434.000	1859.2	0.3	0.2509	0.1375	0.53
21	2238	31	166.871	1024.4	0.2538	0.109	0.118	0.06
22	1323	31	73.200	261.6	0.1781	-0.2056	0.1414	4.47*
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2511	0.1335	0.1388	

Tablo 109. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1501	31	474.387	15581.6	0.2373	0.2403	0.1632	1.01
2	1532	31	535.419	20622.0	0.2435	0.2309	0.1508	0.93
3	1801	31	225.652	2596.8	0.3558	0.3354	0.1929	0.42
4	1805	31	627.871	4242.8	0.3231	0.345	0.234	0.62
5	1906	31	272.039	2764.4	0.3801	0.3095	0.2289	0.33
6	2006	31	55.545	739.2	0.3132	0.1689	0.1422	1.18
7	2008	31	157.284	444	0.339	0.3046	0.2018	0.07
8	2015	31	47.481	915.2	0.3799	0.3428	0.2486	0.33
9	2016	31	79.284	846.8	0.3959	0.3194	0.1295	1.4
10	2124	31	47.274	1256.1	0.2745	0.1215	0.0919	1.57
11	2131	31	30.586	277.6	0.5178	0.5109	0.3289	2.17
12	2132	31	19.551	464.5	0.5792	0.4043	0.1498	3.03 *
13	2135	31	35.970	154.8	0.3809	0.2808	0.2152	0.6
14	2145	31	132.071	5780.8	0.2955	0.3029	0.2522	0.76
15	2618	31	242.271	976	0.3904	0.2728	0.1981	0.58
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3604	0.2993	0.1952	

Tablo 110. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	2102	31	2005.742	25515.6	0.2286	0.0922	0.0952	0.42
2	2122	31	551.226	5882.4	0.2132	0.0778	0.152	0.77
3	2133	31	559.484	3284.8	0.2286	0.1259	0.2001	1.05
4	2149	31	341.006	1669	0.2211	0.0684	0.1547	1.05
5	2151	31	468.161	8185.6	0.2243	0.167	0.1647	0.04
6	2202	31	99.587	635.7	0.2439	0.3135	0.254	0.33
7	2213	31	124.403	713	0.2395	0.2502	0.2352	0.18
8	2215	31	83.603	445.2	0.1717	0.1718	0.2177	0.84
9	2218	31	168.255	834.9	0.2522	0.4712	0.3439	1.92
10	2232	31	172.484	763.2	0.2192	0.5242	0.437	3.44 *
11	2233	31	44.526	223.1	0.1362	0.1688	0.1612	2
12	2304	31	102.568	1734	0.2575	0.2132	0.1315	0.69
13	2305	31	382.097	7272	0.1911	0.1486	0.1237	0.8
14	2315	31	1099.258	19654.4	0.1944	0.2411	0.1821	0.8
15	2316	31	250.452	5505.2	0.2165	0.1744	0.0869	1.86
16	2323	31	247.342	6854	0.2198	0.1702	0.2133	0.5
17	2402	31	418.962	8872.8	0.2722	0.2697	0.2362	0.43
18	2409	31	149.448	2928	0.3523	0.2681	0.1664	2.28
19	2505	31	84.284	1373.4	0.2841	0.2328	0.1684	0.45
20	2509	31	47.616	1598	0.3305	0.1634	0.1098	1.69
21	2603	31	641.903	2450.4	0.2253	0.0953	0.1673	0.82
22	2610	31	239.658	640.4	0.2351	0.0938	0.1024	0.35
23	2612	31	1333.484	4105.2	0.2549	0.1244	0.1157	0.29
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2353	0.2011	0.1835	

### 8.3.2.2. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi

Kümeleme analizi sonucunda belirlenen ve homojenliği test edilen bölgelerde, bölgesel taşkın frekans analizi için uygun dağılımların belirlenmesi gerekmektedir. Bu bölümde Veri Seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme ile belirlenen 6 homojen bölge için uygun dağılımların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bunun için, hangi dağılım fonksiyonun daha uygun ve kabul edilebilir olduğunu test etmek amacıyla *uygunluk testi istatistiği* kullanılmaktadır (Hosking ve Wallis, 1997). Bu seçim, aday dağılım fonksiyonuna ait momentlerin, bölgesel veri setinde elde edilmiş ortalama moment istatistiklerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Uygunluk testi, Bölüm 4’te detaylı bir şekilde anlatıldığı için burada tekrar verilmemiştir.

Uygunluk testi istatistiği sonuçları değerlendirilirken, hesaplanan uygunluk testi değerinin ( $Z^{DIST}$ ) sifıra yakın olması bu aday dağılımın uygun dağılım olabileceği şeklinde düşünülmektedir. Ancak uygun dağılımı belirlemek için, %90 anlamlılık seviyesinde kabul edilebilir kritik değer  $Z_{kritik}^{DIST} \leq 1.64$  şeklinde önerilmektedir (HOSKING WALLIS, 1997). Verilen bir bölge için yukarıda anlatılan işlemler sonucunda kabul edilebilir uygun dağılım sayısının birden fazla çıkması, en düşük  $Z^{DIST}$  değerine sahip dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir. Ayrıca, en uygun dağılımı bulmak için L-kurtosis ve L-çarpılık oranlarının yakınlıklarını karşılaştırarak L-moment oranları diyagramı da kullanılmaktadır.

Hidrolojik uç olayların analizinde en çok kullanılan dağılım fonksiyonları; Generalized Extreme Value (GEV), Pearson Type III (P3), Generalized Log Normal (GLOG), Generalized Normal (GNO), Wakeby (WAK) ve Generalized Pareto (GPA) şeklinde verilebilir. Verilen bu dağılım fonksiyonları, su kaynaklarının planlanması, su yapılarının ve taşkın koruma yapılarının planlanması ve işletilmesi çalışmalarında kullanılan taşkın serileri için en uygun dağılımın belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Uygun dağılımların belirlenmesi ve diğer analizler için Hosking (1993) tarafından önerilen program proje için yeniden düzenlenerek kullanılmıştır. Veri seti 3 kullanılarak elde edilen 6 homojen bölge için hesaplanan uygunluk testi değerleri ( $Z^{DIST}$ ) Tablo 111’de gösterilmiştir.

Tablo 111. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları

Dağılım	$Z^{DIST}$					
	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	Bölge 4	Bölge 5	Bölge 6
GLOG	1.74	0.69	3.97	4.98	1.62	1.57
GEV	<b>0.05</b>	<b>-0.31</b>	0.97	1.53	<b>0.34</b>	<b>-0.91</b>
GNO	-1.05	-1.62	0.91	1.36	-0.60	-1.50
P3	-2.97	-3.85	<b>0.28</b>	<b>0.51</b>	-2.22	-2.73
GPAR	-4.38	-3.41	-5.33	-5.80	-3.08	-6.58

Tablo 111’de Bölge 1 için verilen sonuçlar incelendiğinde, GEV ve GNO dağılımlarına karşılık gelen  $Z^{DIST}$  değerinin 1.64’ten küçük olduğu görülmektedir. GEV dağılımı için  $Z^{DIST}$  değeri 0.05 iken, GNO dağılımı için -1.05 olarak elde edilmiştir. Buna göre, Bölge 1 için GEV dağılımı uygun dağılım olarak seçilmiştir. Bölge 2 için uygunluk testi değeri, GLOG dağılımı için 0.69, GEV dağılımı için -0.31 ve GNO dağılımı için -1.62 olarak hesaplanmış ve en düşük değere sahip GEV dağılımı uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Bölge 3 ve 4’e ait sonuçlar değerlendirildiğinde, en düşük değer P3 dağılımı için hesaplandığı görülmüş ve bu bölgeler için P3 dağılımı en uygun dağılım olarak belirlenmiştir. Tablodan Bölge 5 ve 6 için hesaplanan değerler incelendiğinde, en düşük değer GEV dağılımına ait olduğu görülmüş ve bu üç bölge için en uygun dağılım GEV dağılımı seçilmiştir.

### 8.3.2.3. Ward Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi

HOSKING WALLIS (1997), Monte Carlo simülasyonu ile bölgesel L-momentler algoritması gibi karmaşık istatistiksel algoritmaların özelliklerini tanımlamak için etkili bir değerlendirme yöntemi önermiştir. Simülasyonda, farklı aşılma olasılıklarına karşılık gelen büyüklük tahminleri hesaplanmaktadır. Tahmin sonuçlarını değerlendirmek için detayları Bölüm 4'te verilen çeşitli ölçütler hesaplanmaktadır. Bu ölçütler,  $i$  istasyonunda  $F$  aşılma olasılığı için büyüklük tahmininin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif bias ( $B^R(F)$ ) ve mutlak rölatif bias ( $A^R(F)$ ) ve bölgesel ortalama rölatif RMSE şeklindedir. Veri seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları sırasıyla, Tablo 112, 113, 114, 115 116 ve 117'de verilmektedir.

Tablo 112. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma yüzdelere karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 1 / GEV	0.500	2	0.85	0.068	0.801	0.882
	0.800	5	1.357	0.042	1.309	1.371
	0.900	10	1.75	0.065	1.667	1.803
	0.950	20	2.174	0.103	2.014	2.318
	0.980	50	2.803	0.16	2.488	3.134
	0.990	100	3.342	0.206	2.861	3.877
	0.999	1000	5.633	0.384	4.157	7.347

Tablo 113. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 2 / GEV	0.500	2	0.77	0.090	0.700	0.816
	0.800	5	1.382	0.064	1.311	1.401
	0.900	10	1.902	0.066	1.806	1.953
	0.950	20	2.51	0.099	2.315	2.694
	0.980	50	3.492	0.161	3.061	4.009
	0.990	100	4.408	0.212	3.701	5.332
	0.999	1000	9.001	0.400	6.381	12.992

Tablo 114. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 3 / P3	0.500	2	0.933	0.052	0.899	0.956
	0.800	5	1.372	0.047	1.332	1.4
	0.900	10	1.642	0.064	1.565	1.706
	0.950	20	1.886	0.109	1.766	1.99
	0.980	50	2.186	0.142	2.004	2.343
	0.990	100	2.401	0.183	2.168	2.597
	0.999	1000	3.067	0.401	2.651	3.388

Tablo 115. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 4 / P3	0.500	2	0.939	0.088	0.909	0.954
	0.800	5	1.354	0.037	1.321	1.374
	0.900	10	1.607	0.071	1.545	1.656
	0.950	20	1.837	0.122	1.738	1.915
	0.980	50	2.118	0.186	1.963	2.234
	0.990	100	2.318	0.229	2.119	2.462
	0.999	1000	2.938	0.361	2.573	3.16

Tablo 116. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 5 / GEV	0.500	2	0.819	0.1	0.75	0.846
	0.800	5	1.391	0.046	1.325	1.4
	0.900	10	1.844	0.078	1.742	1.886
	0.950	20	2.344	0.128	2.145	2.48
	0.980	50	3.103	0.195	2.694	3.448
	0.990	100	3.768	0.247	3.122	4.346
	0.999	1000	6.72	0.44	4.624	8.732



Tablo 117. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 6 / GEV	0.500	2	0.917	0.056	0.889	0.936
	0.800	5	1.301	0.056	1.26	1.312
	0.900	10	1.567	0.08	1.497	1.602
	0.950	20	1.831	0.106	1.719	1.911
	0.980	50	2.188	0.158	1.996	2.355
	0.990	100	2.465	0.201	2.195	2.717
	0.999	1000	3.451	0.356	2.771	4.074

Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan rölatif RMSE değerleri karşılaştırıldığında beklendiği gibi genel olarak tekrarlanma periyodu arttıkça bu ölçütün aldığı değerlerin de arttığı görülmüştür. En yüksek rölatif RMSE değerlerinin bütün bölgelerde en yüksek tekrarlanma periyodu için elde edilmiştir. Veri seti 3 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler sırasıyla, Tablo 118, 119, 120, 121, 122 ve 123'te verilmektedir. Tablolarda,  $B^R(F)$ ; bölgesel ortalama rölatif bias,  $A^R(F)$ ; mutlak rölatif bias sırasıyla denklem (58) ve (59) ve tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif RMSE değeri ise denklem (60) ile elde edilmektedir.

Tablo 118. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.015	0.013	0.01	0.006	0.003	0.002	0.019
$A^R(F)$	0.056	0.038	0.057	0.089	0.134	0.171	0.307
RMSE	0.138	0.132	0.145	0.168	0.211	0.251	0.417
0.050 PT	0.913	0.905	0.89	0.867	0.835	0.809	0.727
0.950 PT	1.123	1.131	1.144	1.166	1.207	1.246	1.425

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.016	0.013	0.009	0.005	0.001	0.00	0.016
$A^R(F)$	0.056	0.038	0.057	0.089	0.135	0.171	0.308
RMSE	0.068	0.042	0.065	0.103	0.16	0.206	0.384
0.050 PT	0.963	0.99	0.97	0.938	0.894	0.862	0.767
0.950 PT	1.061	1.037	1.05	1.079	1.127	1.168	1.355

Tablo 119. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.026	0.021	0.014	0.007	0.002	0.006	0.002
$A^R(F)$	0.068	0.059	0.056	0.081	0.127	0.163	0.298
RMSE	0.194	0.19	0.201	0.219	0.258	0.297	0.467
0.050 PT	0.892	0.886	0.865	0.835	0.79	0.754	0.638
0.950 PT	1.173	1.177	1.193	1.22	1.268	1.315	1.538

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.029	0.022	0.014	0.006	0.005	0.011	0.011
$A^R(F)$	0.07	0.059	0.056	0.081	0.127	0.163	0.297
RMSE	0.09	0.064	0.066	0.099	0.161	0.212	0.4
0.050 PT	0.944	0.987	0.974	0.932	0.871	0.827	0.693
0.950 PT	1.1	1.054	1.053	1.084	1.141	1.191	1.411

Tablo 120. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.008	0.004	0.004	0.005	0.008	0.011	0.023
$A^R(F)$	0.047	0.033	0.055	0.079	0.106	0.124	0.177
RMSE	0.105	0.093	0.108	0.126	0.15	0.167	0.219
0.050 PT	0.914	0.92	0.917	0.913	0.908	0.903	0.891
0.950 PT	1.104	1.09	1.092	1.102	1.117	1.129	1.171

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.008	0.004	0.004	0.005	0.008	0.011	0.024
$A^R(F)$	0.047	0.033	0.056	0.079	0.106	0.124	0.177
RMSE	0.052	0.037	0.064	0.091	0.122	0.143	0.201
0.050 PT	0.976	0.98	0.962	0.948	0.933	0.925	0.905
0.950 PT	1.038	1.03	1.049	1.068	1.091	1.108	1.157

Tablo 121. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.005	0.004	0.006	0.01	0.013	0.029
$A^R(F)$	0.044	0.034	0.066	0.094	0.126	0.147	0.204
RMSE	0.100	0.092	0.112	0.135	0.163	0.182	0.238
0.050 PT	0.934	0.935	0.932	0.929	0.924	0.922	0.916
0.950 PT	1.088	1.075	1.078	1.086	1.1	1.112	1.151

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.01	0.005	0.005	0.006	0.01	0.014	0.03
$A^R(F)$	0.044	0.033	0.065	0.093	0.126	0.147	0.204
RMSE	0.048	0.037	0.071	0.102	0.136	0.159	0.221
0.050 PT	0.984	0.985	0.971	0.959	0.948	0.942	0.93
0.950 PT	1.033	1.025	1.04	1.057	1.078	1.094	1.142

Tablo 122. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.035	0.022	0.019	0.017	0.018	0.022	0.061
$A^R(F)$	0.085	0.041	0.072	0.113	0.166	0.205	0.35
RMSE	0.189	0.161	0.179	0.209	0.26	0.305	0.484
0.050 PT	0.914	0.902	0.884	0.863	0.832	0.806	0.727
0.950 PT	1.165	1.158	1.168	1.194	1.247	1.299	1.54

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.035	0.022	0.018	0.015	0.016	0.019	0.055
$A^R(F)$	0.086	0.04	0.072	0.114	0.167	0.207	0.352
RMSE	0.1	0.046	0.078	0.128	0.195	0.247	0.44
0.050 PT	0.968	0.994	0.978	0.945	0.9	0.867	0.77
0.950 PT	1.093	1.05	1.058	1.093	1.152	1.207	1.453

Tablo 123. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılıma yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.011	0.011	0.01	0.008	0.008	0.024
$A^R(F)$	0.041	0.043	0.053	0.076	0.124	0.163	0.29
RMSE	0.1	0.104	0.114	0.131	0.168	0.204	0.341
0.050 PT	0.939	0.94	0.932	0.919	0.897	0.88	0.827
0.950 PT	1.076	1.086	1.095	1.109	1.133	1.157	1.272

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.011	0.012	0.01	0.008	0.008	0.024
$A^R(F)$	0.041	0.043	0.053	0.076	0.125	0.163	0.29
RMSE	0.046	0.046	0.06	0.086	0.138	0.181	0.326
0.050 PT	0.979	0.991	0.978	0.958	0.929	0.907	0.847
0.950 PT	1.031	1.032	1.047	1.066	1.096	1.123	1.246

Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerdeki istasyonlar için dağılım parametreleri ve büyüklükler Tablo 124, 125, 126, 127, 128 ve 129'da verilmiştir.

Tablo 124. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.623	0.419	-0.249	0.784	1.385	1.887	2.466	3.386	4.229	8.328
2	0.768	0.430	0.039	0.924	1.394	1.694	1.973	2.324	2.579	3.373
3	0.677	0.487	-0.082	0.858	1.453	1.879	2.313	2.913	3.394	5.195
4	0.782	0.442	0.091	0.941	1.402	1.681	1.932	2.234	2.444	3.050
5	0.659	0.466	-0.136	0.834	1.435	1.887	2.366	3.060	3.642	6.008
6	0.710	0.390	-0.145	0.857	1.364	1.748	2.159	2.757	3.262	5.342
7	0.770	0.312	-0.141	0.887	1.291	1.596	1.921	2.393	2.790	4.417
8	0.789	0.357	-0.014	0.920	1.330	1.605	1.871	2.220	2.485	3.378
9	0.792	0.353	-0.011	0.922	1.327	1.598	1.860	2.202	2.461	3.332
10	0.779	0.303	-0.136	0.893	1.282	1.576	1.886	2.336	2.712	4.242
11	0.739	0.465	0.016	0.909	1.428	1.767	2.088	2.498	2.801	3.779
12	0.781	0.254	-0.227	0.878	1.234	1.526	1.856	2.373	2.838	5.020
13	0.703	0.420	-0.119	0.860	1.391	1.784	2.196	2.784	3.268	5.188
14	0.584	0.405	-0.317	0.741	1.361	1.913	2.581	3.705	4.794	10.705
15	0.694	0.336	-0.256	0.823	1.308	1.715	2.188	2.944	3.641	7.073
16	0.633	0.400	-0.259	0.787	1.366	1.854	2.421	3.330	4.171	8.327
17	0.682	0.429	-0.145	0.843	1.400	1.822	2.272	2.928	3.482	5.765
18	0.606	0.398	-0.299	0.760	1.359	1.882	2.508	3.546	4.537	9.761
19	0.671	0.320	-0.317	0.795	1.285	1.721	2.250	3.139	4.001	8.685
20	0.740	0.262	-0.301	0.841	1.236	1.582	1.996	2.684	3.342	6.824
21	0.703	0.379	-0.175	0.846	1.353	1.749	2.180	2.825	3.383	5.794
22	0.651	0.320	-0.347	0.776	1.280	1.740	2.310	3.294	4.270	9.830
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.849	1.348	1.737	2.163	2.813	3.388	6.064
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.845	1.346	1.729	2.141	2.743	3.250	5.273

Tablo 125. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyükükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.649	0.518	-0.093	0.842	1.483	1.946	2.422	3.087	3.624	5.670
2	0.528	0.360	-0.431	0.671	1.288	1.897	2.699	4.185	5.763	16.101
3	0.631	0.476	-0.169	0.811	1.443	1.933	2.466	3.258	3.940	6.858
4	0.518	0.475	-0.311	0.702	1.425	2.065	2.837	4.130	5.377	12.083
5	0.535	0.540	-0.226	0.741	1.499	2.119	2.821	3.917	4.903	9.525
6	0.604	0.488	-0.194	0.789	1.453	1.980	2.563	3.450	4.228	7.696
7	0.656	0.436	-0.179	0.821	1.405	1.863	2.364	3.116	3.767	6.603
8	0.679	0.488	-0.076	0.860	1.455	1.877	2.306	2.896	3.367	5.112
9	0.558	0.412	-0.339	0.719	1.363	1.947	2.666	3.899	5.114	11.947
10	0.578	0.408	-0.321	0.736	1.363	1.923	2.603	3.751	4.866	10.957
11	0.833	0.189	-0.238	0.906	1.174	1.396	1.650	2.049	2.413	4.151
12	0.519	0.363	-0.436	0.664	1.287	1.906	2.724	4.245	5.866	16.572
13	0.654	0.393	-0.238	0.804	1.362	1.824	2.351	3.183	3.939	7.552
14	0.640	0.457	-0.178	0.813	1.425	1.905	2.428	3.214	3.894	6.848
15	0.556	0.588	-0.154	0.778	1.548	2.136	2.769	3.698	4.487	7.787
16	0.665	0.352	-0.279	0.801	1.320	1.766	2.291	3.147	3.951	8.053
17	0.647	0.340	-0.322	0.779	1.303	1.771	2.340	3.303	4.239	9.360
18	0.562	0.349	-0.412	0.700	1.286	1.855	2.595	3.943	5.353	14.310
19	0.589	0.311	-0.435	0.712	1.247	1.777	2.477	3.778	5.163	14.295
20	0.631	0.385	-0.281	0.780	1.350	1.840	2.418	3.364	4.254	8.813
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.771	1.374	1.886	2.489	3.481	4.425	9.515
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.766	1.368	1.872	2.457	3.389	4.241	8.277

Tablo 126. Veri seti 2 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	1.000	0.544	0.673	0.939	1.431	1.724	1.986	2.302	2.526	3.209
2	1.000	0.478	-0.006	1.000	1.402	1.612	1.785	1.979	2.109	2.472
3	1.000	0.413	0.628	0.957	1.329	1.550	1.745	1.981	2.147	2.652
4	1.000	0.642	1.447	0.851	1.448	1.857	2.249	2.749	3.119	4.314
5	1.000	0.633	1.488	0.849	1.438	1.844	2.233	2.733	3.102	4.300
6	1.000	0.445	0.551	0.959	1.357	1.590	1.794	2.039	2.210	2.727
7	1.000	0.452	1.107	0.918	1.337	1.606	1.857	2.170	2.397	3.117
8	1.000	0.393	0.236	0.985	1.325	1.512	1.672	1.856	1.982	2.347
9	1.000	0.607	1.128	0.888	1.450	1.813	2.152	2.575	2.883	3.859
10	1.000	0.468	0.655	0.949	1.372	1.623	1.847	2.117	2.308	2.889
11	1.000	0.420	1.445	0.903	1.293	1.560	1.816	2.142	2.383	3.163
12	1.000	0.363	-0.134	1.008	1.308	1.459	1.583	1.719	1.808	2.052
13	1.000	0.468	1.339	0.899	1.334	1.627	1.904	2.256	2.515	3.346
14	1.000	0.445	0.460	0.966	1.361	1.587	1.785	2.019	2.182	2.669
15	1.000	0.504	1.598	0.872	1.341	1.670	1.989	2.401	2.708	3.707
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.930	1.368	1.642	1.893	2.202	2.425	3.122
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.927	1.367	1.635	1.875	2.165	2.369	2.986



Tablo 127. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	1.000	0.521	1.361	0.886	1.370	1.697	2.007	2.401	2.692	3.626
2	1.000	0.405	0.447	0.970	1.329	1.534	1.713	1.925	2.072	2.512
3	1.000	0.475	0.464	0.963	1.386	1.628	1.839	2.090	2.265	2.787
4	1.000	0.599	1.170	0.886	1.441	1.802	2.140	2.564	2.874	3.856
5	1.000	0.347	0.874	0.950	1.268	1.464	1.643	1.863	2.020	2.510
6	1.000	0.451	0.371	0.972	1.369	1.593	1.786	2.013	2.170	2.634
7	1.000	0.553	1.264	0.887	1.400	1.740	2.061	2.466	2.763	3.711
8	1.000	0.421	0.112	0.992	1.352	1.544	1.706	1.890	2.014	2.368
9	1.000	0.554	1.211	0.891	1.405	1.742	2.059	2.457	2.748	3.675
10	1.000	0.459	0.902	0.932	1.353	1.614	1.853	2.147	2.358	3.015
11	1.000	0.344	0.797	0.955	1.268	1.460	1.632	1.843	1.993	2.458
12	1.000	0.560	1.357	0.877	1.398	1.749	2.083	2.506	2.818	3.821
13	1.000	0.570	1.165	0.892	1.420	1.764	2.085	2.488	2.782	3.715
14	1.000	0.466	0.585	0.955	1.373	1.618	1.835	2.095	2.278	2.832
15	1.000	0.398	1.110	0.928	1.296	1.534	1.755	2.031	2.232	2.868
16	1.000	0.309	0.403	0.979	1.252	1.406	1.540	1.698	1.808	2.133
17	1.000	0.495	1.014	0.918	1.374	1.664	1.931	2.262	2.501	3.254
18	1.000	0.347	0.507	0.971	1.280	1.459	1.616	1.803	1.934	2.326
19	1.000	0.503	1.763	0.861	1.327	1.664	1.995	2.426	2.750	3.812
20	1.000	0.456	0.666	0.950	1.362	1.607	1.826	2.090	2.277	2.848
21	1.000	0.571	1.511	0.862	1.393	1.760	2.114	2.567	2.904	3.994
22	1.000	0.331	-1.243	1.067	1.279	1.357	1.406	1.449	1.470	1.508
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.934	1.350	1.609	1.847	2.140	2.351	3.012
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.931	1.348	1.599	1.824	2.092	2.281	2.843

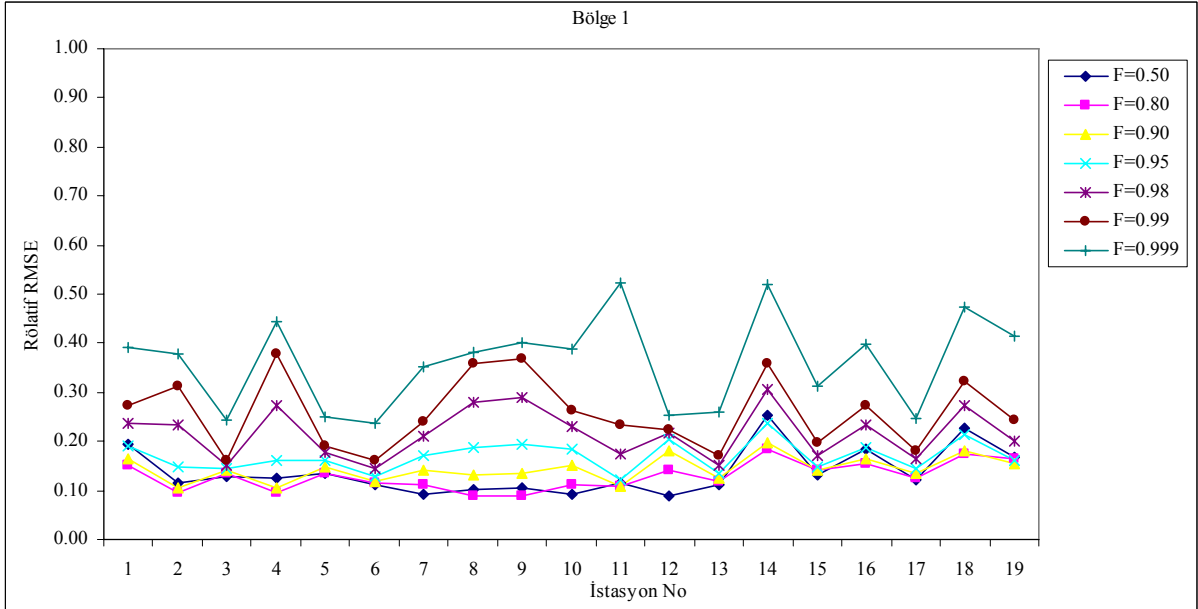
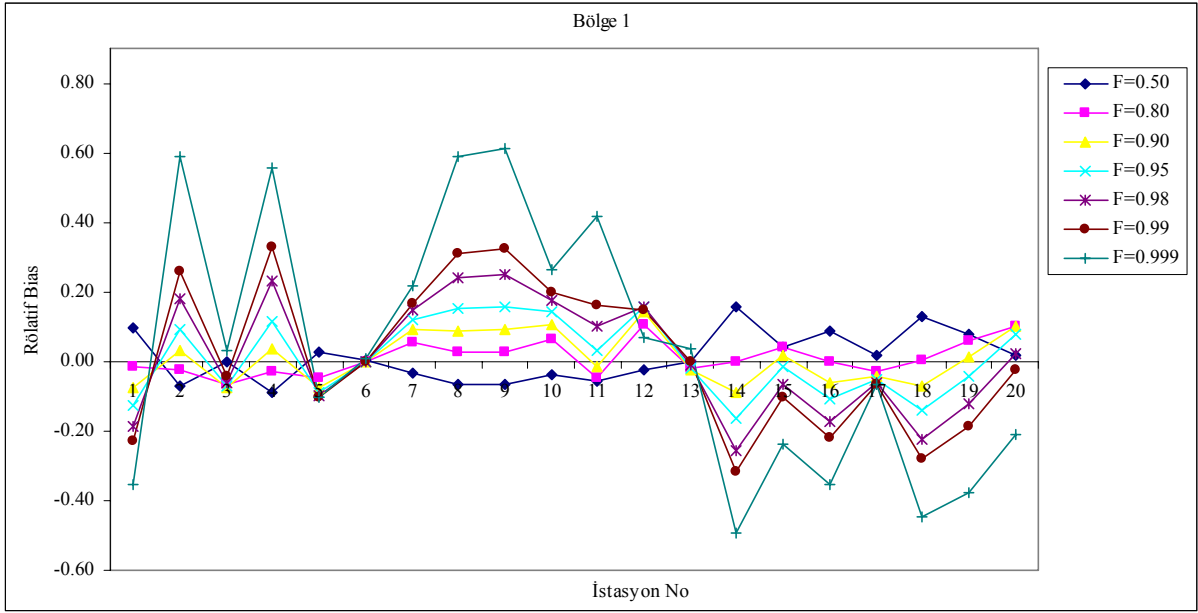
Tablo 128. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.787	0.307	-0.107	0.902	1.286	1.568	1.860	2.273	2.610	3.922
2	0.783	0.320	-0.093	0.902	1.298	1.584	1.877	2.288	2.619	3.880
3	0.655	0.388	-0.242	0.804	1.357	1.816	2.342	3.175	3.934	7.588
4	0.685	0.346	-0.255	0.818	1.317	1.736	2.222	2.998	3.714	7.232
5	0.638	0.436	-0.206	0.804	1.404	1.885	2.423	3.248	3.980	7.302
6	0.740	0.453	0.002	0.905	1.417	1.756	2.080	2.500	2.814	3.848
7	0.679	0.392	-0.199	0.828	1.364	1.792	2.267	2.992	3.631	6.503
8	0.630	0.408	-0.252	0.787	1.375	1.867	2.436	3.343	4.178	8.259
9	0.621	0.445	-0.220	0.791	1.412	1.917	2.487	3.372	4.165	7.848
10	0.786	0.423	0.077	0.939	1.385	1.660	1.909	2.212	2.425	3.054
11	0.458	0.377	-0.471	0.609	1.279	1.966	2.897	4.681	6.637	20.341
12	0.417	0.547	-0.335	0.630	1.483	2.254	3.201	4.819	6.409	15.304
13	0.645	0.460	-0.166	0.819	1.428	1.899	2.410	3.167	3.816	6.583
14	0.720	0.343	-0.197	0.850	1.318	1.691	2.104	2.733	3.286	5.762
15	0.639	0.478	-0.154	0.819	1.446	1.925	2.439	3.196	3.839	6.528
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.814	1.371	1.821	2.330	3.133	3.871	7.597
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.803	1.369	1.807	2.281	2.981	3.575	5.994

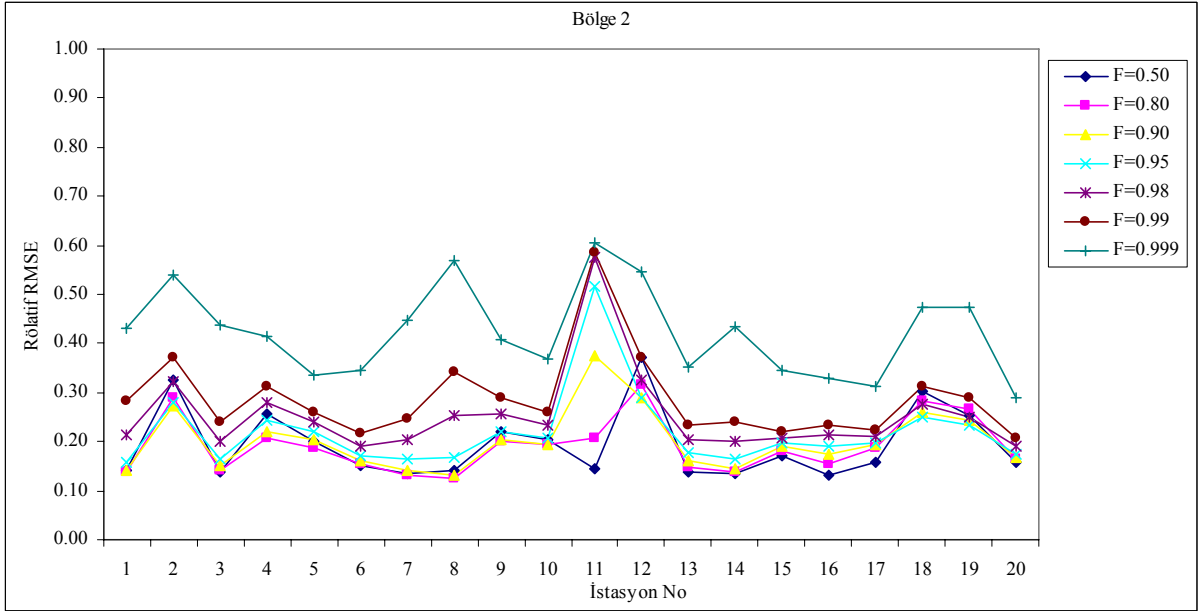
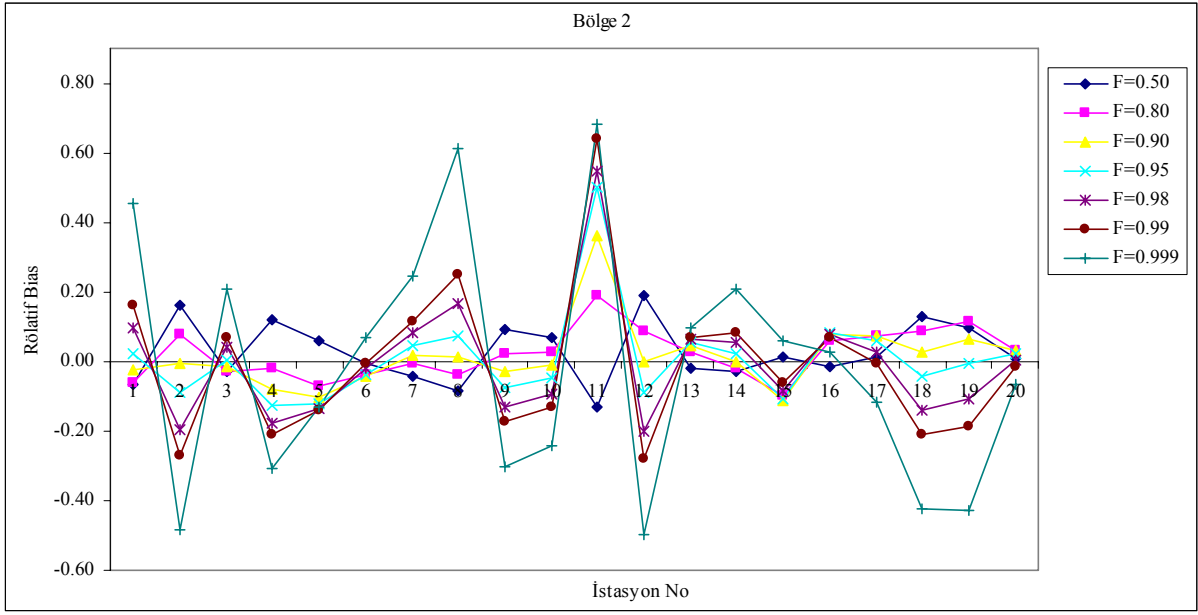
Tablo 129. Veri seti 3 kullanılarak Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.830	0.366	0.125	0.961	1.330	1.547	1.737	1.959	2.109	2.522
2	0.845	0.347	0.149	0.969	1.311	1.508	1.677	1.871	2.000	2.342
3	0.821	0.350	0.070	0.947	1.319	1.550	1.760	2.017	2.199	2.741
4	0.842	0.364	0.165	0.971	1.325	1.525	1.696	1.888	2.015	2.342
5	0.814	0.325	0.005	0.933	1.300	1.541	1.773	2.071	2.293	3.023
6	0.767	0.277	-0.212	0.873	1.257	1.567	1.914	2.450	2.927	5.113
7	0.783	0.305	-0.121	0.897	1.284	1.572	1.873	2.304	2.660	4.077
8	0.857	0.247	-0.003	0.947	1.228	1.414	1.594	1.826	2.001	2.580
9	0.739	0.203	-0.421	0.820	1.165	1.502	1.944	2.755	3.610	9.122
10	0.770	0.154	-0.487	0.832	1.110	1.399	1.796	2.566	3.422	9.588
11	0.887	0.197	0.002	0.959	1.182	1.329	1.470	1.652	1.788	2.238
12	0.775	0.348	-0.066	0.904	1.324	1.620	1.917	2.325	2.647	3.824
13	0.845	0.284	0.034	0.949	1.261	1.461	1.648	1.884	2.056	2.597
14	0.825	0.251	-0.108	0.919	1.234	1.465	1.705	2.044	2.322	3.402
15	0.819	0.310	-0.007	0.933	1.287	1.523	1.750	2.046	2.269	3.015
16	0.817	0.317	0.000	0.933	1.293	1.531	1.759	2.055	2.276	3.010
17	0.749	0.335	-0.150	0.875	1.312	1.646	2.002	2.525	2.967	4.804
18	0.675	0.435	-0.147	0.839	1.406	1.836	2.296	2.969	3.537	5.889
19	0.747	0.372	-0.096	0.885	1.347	1.681	2.025	2.507	2.897	4.388
20	0.727	0.481	0.010	0.903	1.443	1.798	2.135	2.568	2.890	3.937
21	0.831	0.359	0.120	0.960	1.324	1.539	1.728	1.950	2.101	2.518
22	0.824	0.375	0.122	0.959	1.339	1.563	1.759	1.989	2.145	2.575
23	0.800	0.391	0.072	0.942	1.357	1.613	1.847	2.131	2.333	2.930
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.918	1.293	1.553	1.818	2.189	2.498	3.851
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.916	1.289	1.546	1.801	2.143	2.405	3.273

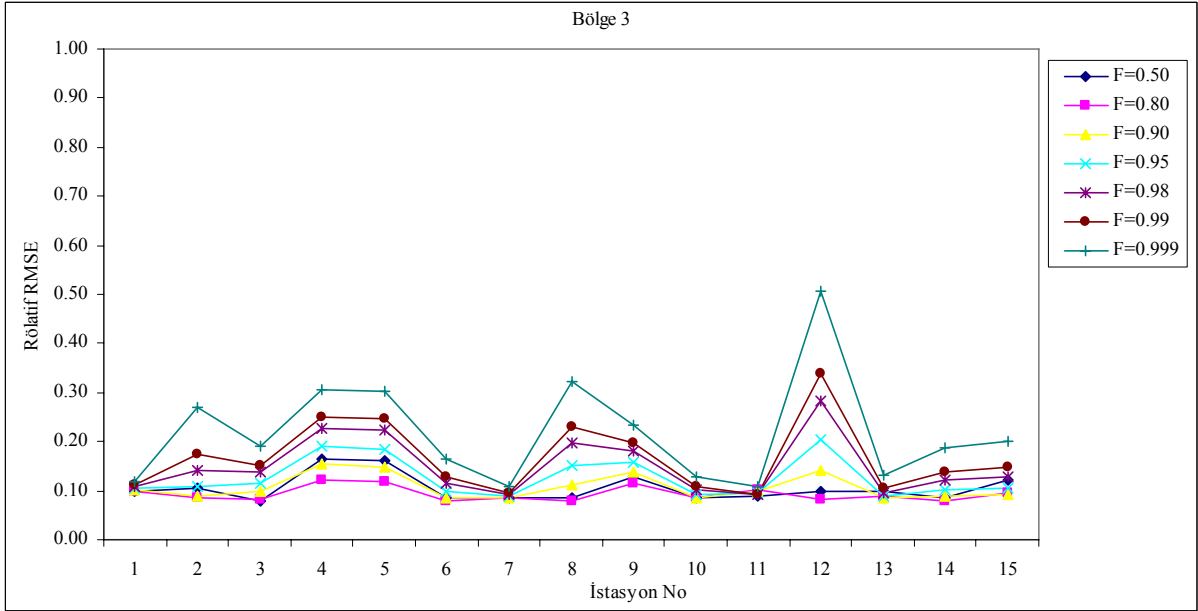
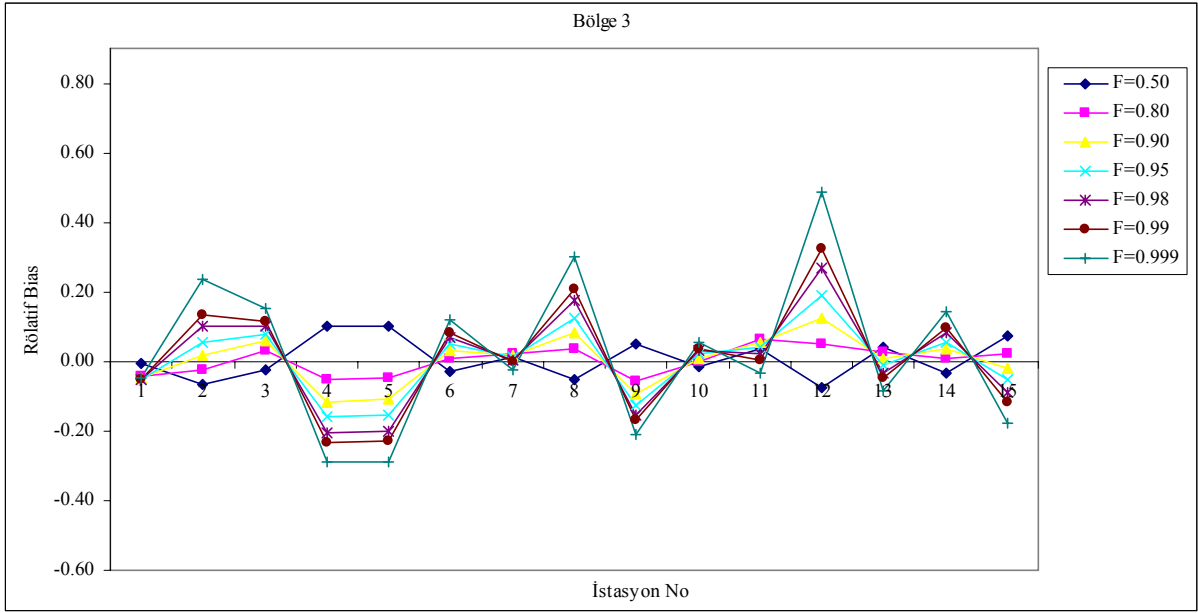
Tahmin sonuçlarını değerlendirmek hesaplanan ölçütlerin bölgesel ortalama değerleri yukarıdaki tablolarda detaylı bir şekilde verilmiştir. Burada ayrıca her bir bölgede yer alan istasyonlar için ölçütler hesaplanmıştır. Her bir bölgede yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi Şekil 111, 112, 113, 114, 115 ve 116'da gösterilmiştir.



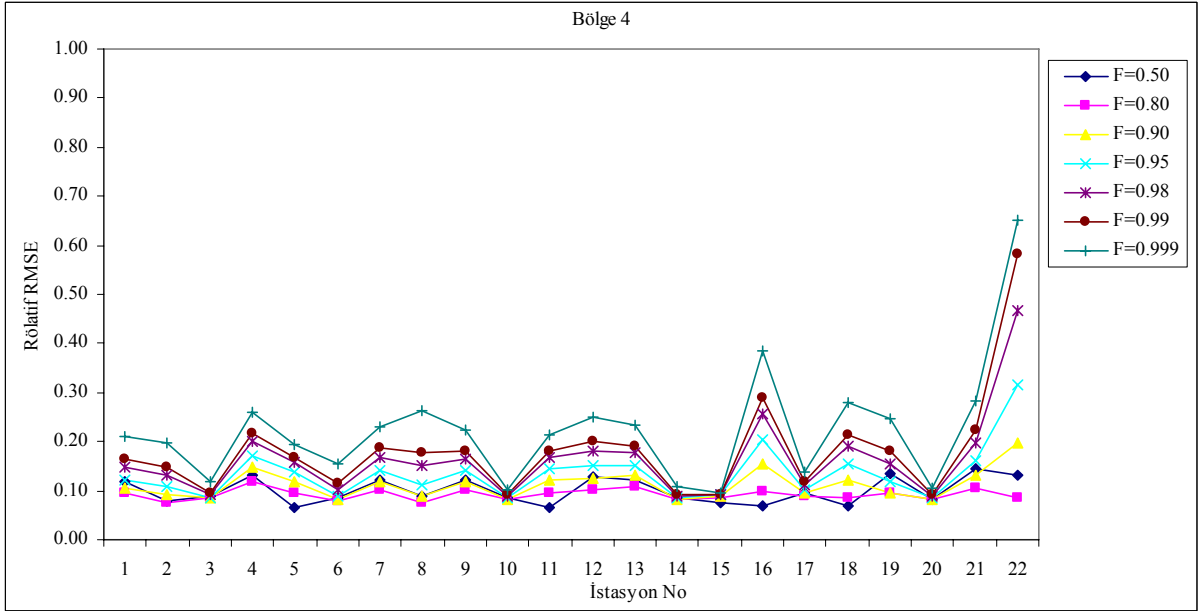
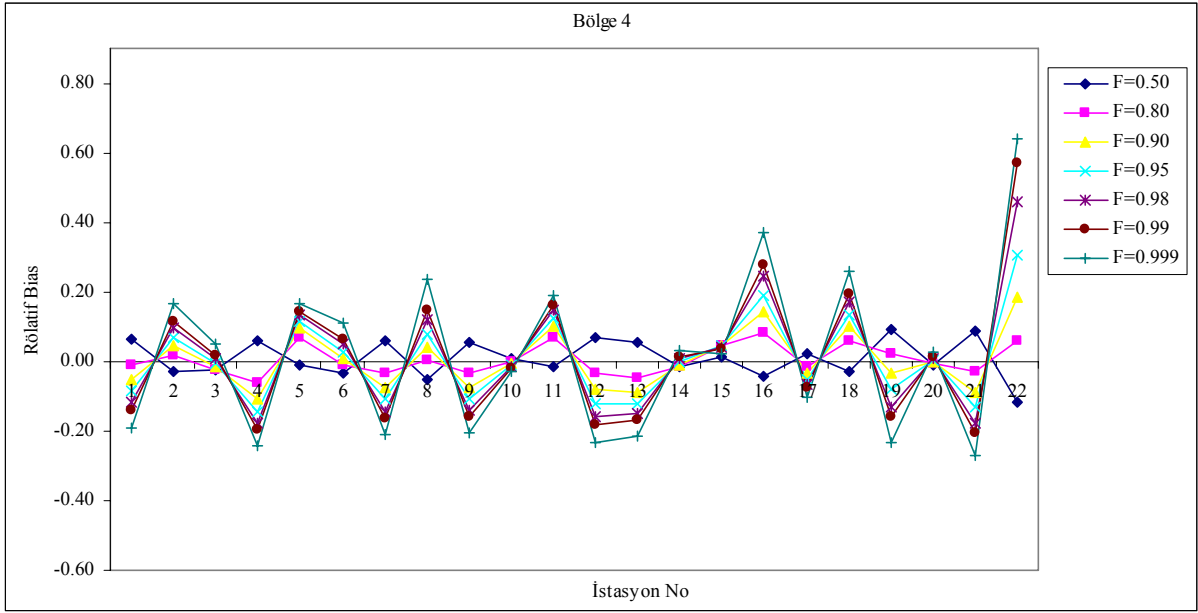
Şekil 111. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



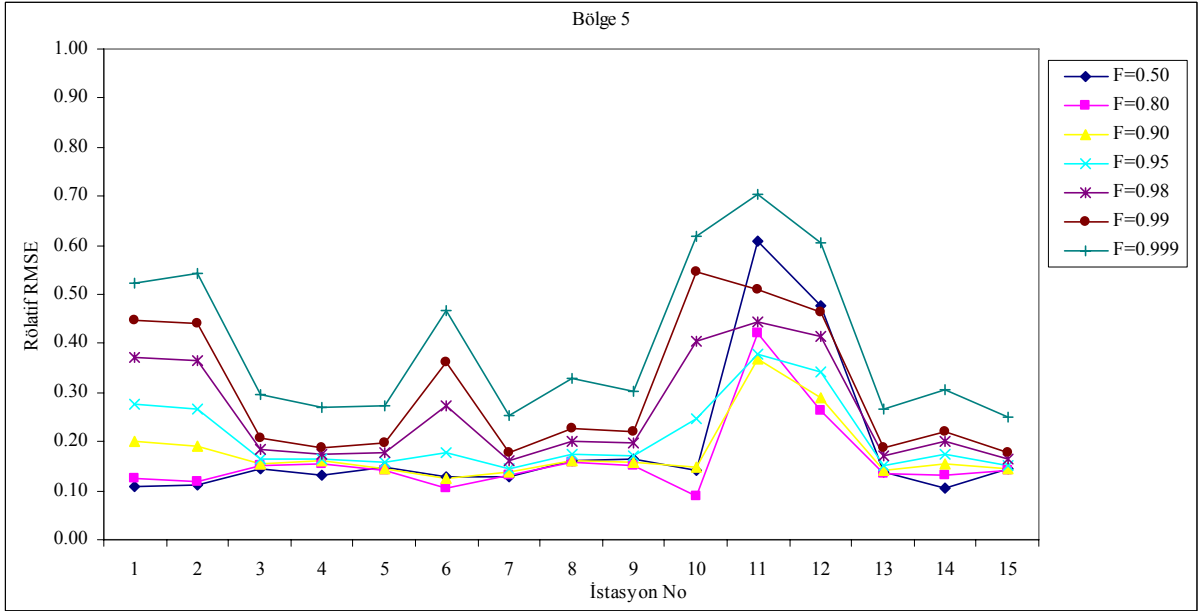
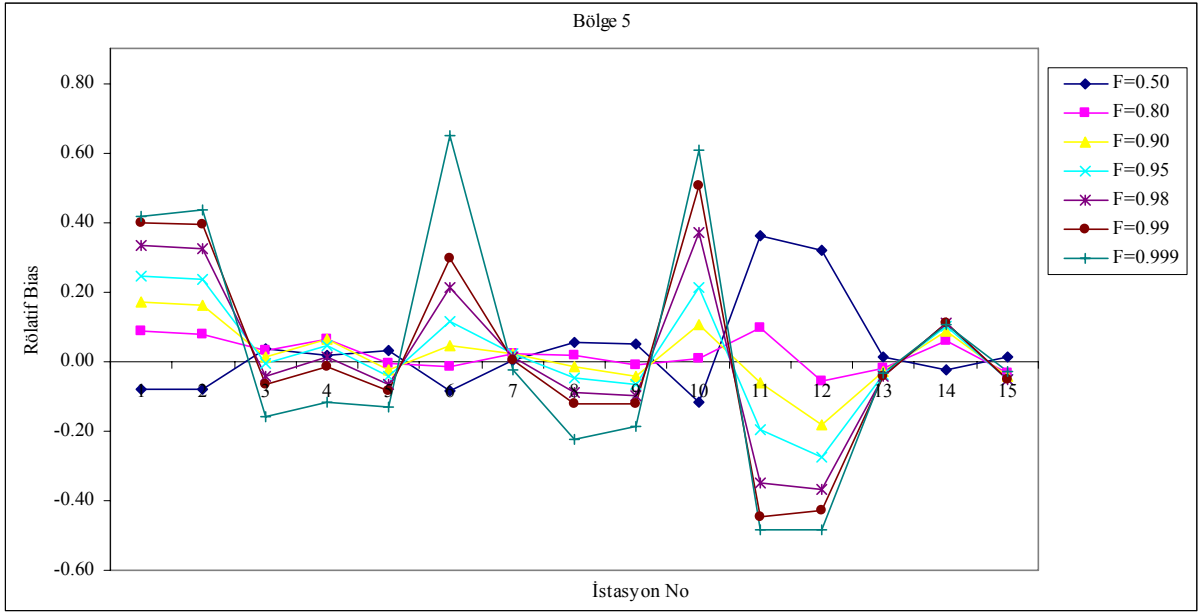
Şekil 112. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2'de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 113 Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

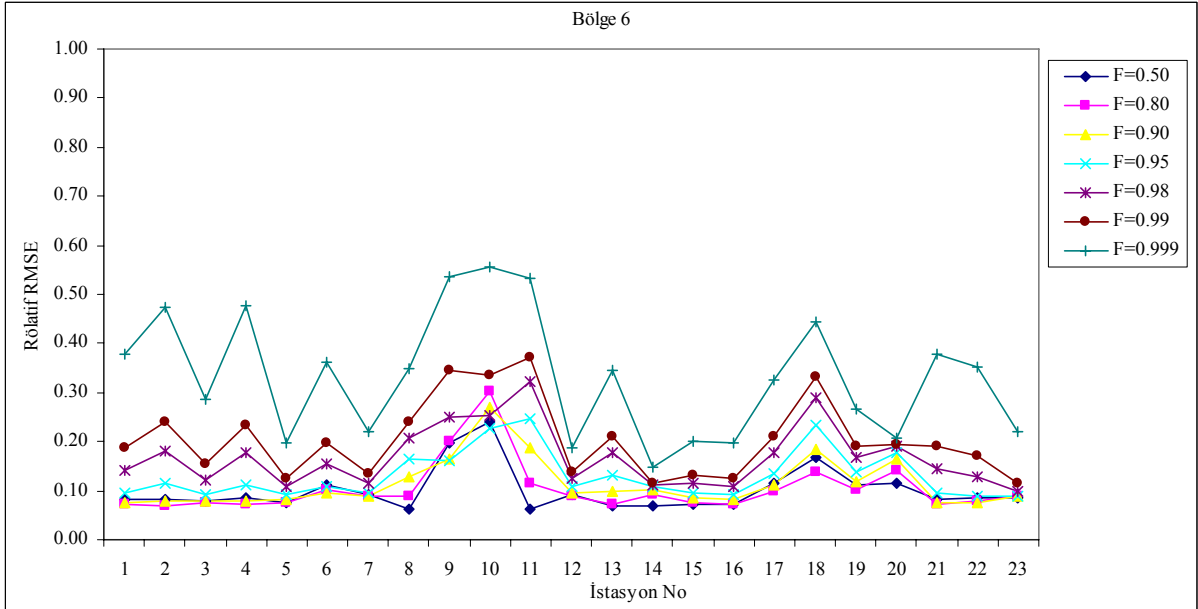
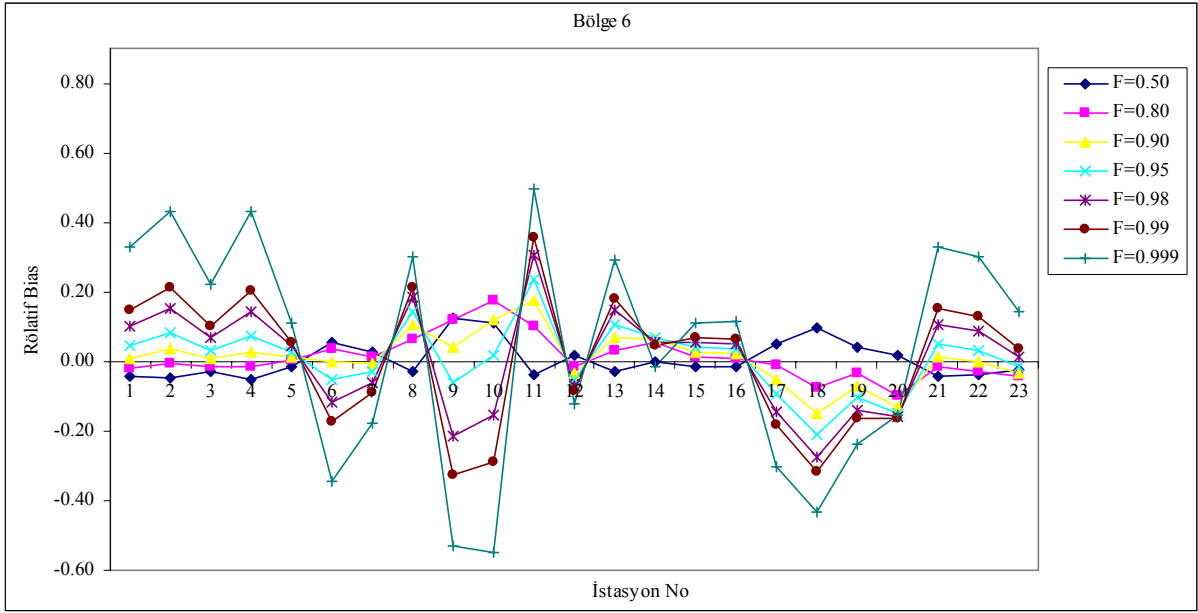


Şekil 114. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 115. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi





Şekil 116. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6’da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

Grafiklerde istasyonlar için hesaplanan sonuçlara bakıldığında en büyük rölatif RMSE değerlerinin  $F = 0.999$  aşılma yüzdesi için hesaplandığı görülmektedir. Bölgesel homojenliğin yeteri kadar sağlanmadığı Bölge 5’te yer alan istasyonların en yüksek rölatif RMSE değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Veri seti 3 kullanılarak elde edilen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri Tablo 130’da verilmiştir.

Tablo 130. Ward kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri

Bölge	Olasılık Dağılımı	Dağılım Parametreleri			Büyüme Eğrisi Değerleri						
		$\xi$	$\alpha$	$K$	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	0.999
1	GEV	0.705	0.384	-0.164	0.85	1.357	1.75	2.174	2.803	3.342	5.633
2	GEV	0.609	0.418	-0.268	0.77	1.382	1.902	2.51	3.492	4.408	9.001
3	P3	1.000	0.48	0.846	0.933	1.372	1.642	1.886	2.186	2.401	3.067
4	P3	1.000	0.463	0.911	0.939	1.354	1.607	1.837	2.118	2.318	2.938
5	GEV	0.676	0.408	-0.181	0.819	1.391	1.844	2.344	3.103	3.768	6.72
6	GEV	0.793	0.33	-0.05	0.917	1.301	1.567	1.831	2.188	2.465	3.451

## 8.4. SOM Kümeleme Yöntemi İle Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılması ve Bölgesel Frekans Analizi

### 8.4.1. SOM Kümeleme Yöntemi ile Homojen Bölgelerin Belirlenmesi

Proje kapsamında yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında SOM kümeleme yöntemi uygulanmıştır. Sınıflandırma için bulanık kümeleme yönteminde kullanılan ve en uygun sonuçların elde edildiği Veri Seti 2, 3, 5, 7 ve 9 kullanılmıştır. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan veri setleri Tablo 131’de verilmiştir.

Tablo 131. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kullanılan değişkenler ve veri setleri

Veri Seti	Özellik Vektör Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6

Tabloda verilen 5 farklı veri seti için normalize işlemleri tamamlandıktan sonra kümeleme analizi yapılmış ve daha önceden verilen ölçütler yardımıyla en uygun küme sayısına karar verilmiştir. Tablo 132’de her bir veri setinin sınıflandırılması ile elde edilen en uygun küme sayıları, her bir kümedeki istasyon sayısı verilmektedir.

Tablo 132. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen küme sayıları

Veri Seti	Özellik Vektörü Sayısı	Değişkenler	Değişken Sayısı	Küme Sayısı
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	4	7
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	5	6
Veri Seti 5	117	Q Qdk Qstd Qskew E B	6	6
Veri Seti 7	117	Q Qdk A E B	5	6
Veri Seti 9	117	Q Qdk Qstd A E B	6	7

## 8.4.2. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

### 8.4.2.1. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uyumsuzluk ve Bölgesel Homojenlik Testi

Tablo 132’de verilen veri setleri kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile sınıflandırma yapılmış ve belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi uygulanmıştır. Bu veri setleri arasından Veri seti 2 ve 3 için en uygun sonuçların elde edilmiş olup sadece bu veri setleri için hesaplanan değerler Tablo 133’te verilmiştir.

Tablo 133. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
				H1	H2	H3	
Veri Seti 2	1	14	434	0.390	-0.951	-1.142	-
	2	19	589	-0.825	-0.375	-0.264	-
	3	15	434	1.619	0.752	0.933	-
	4	19	620	1.629	1.575	1.663	1323 (4.33)
	5	21	651	1.700	1.262	0.897	-
	6	15	434	0.361	0.058	-0.554	-
	7	14	465	1.835	1.525	1.312	713 (3.27)
Veri Seti 3	1	23	713	1.850	-1.050	-1.911	713 (3.25)
	2	14	434	1.820	-0.185	-1.051	-
	3	22	682	1.400	1.682	1.593	-
	4	15	465	1.870	2.480	1.910	-
	5	24	744	1.385	-0.120	-0.770	-
	6	19	589	1.790	2.350	1.100	1323 (4.01)

Tablodan istasyonlar için uygulanan uyumsuzluk testi sonuçlarına göre, 713 ve 1323 nolu istasyonlara ait D değerlerinin bütün veri setlerinde 3’ten büyük çıktığı görülmektedir. Tablodan Veri Seti 2 için homojenlik testi sonuçları değerlendirildiğinde, genel olarak bütün bölgelere ait H1 değeri sınır değerden küçük çıkmıştır. Bu veri setinde en büyük H1 değeri

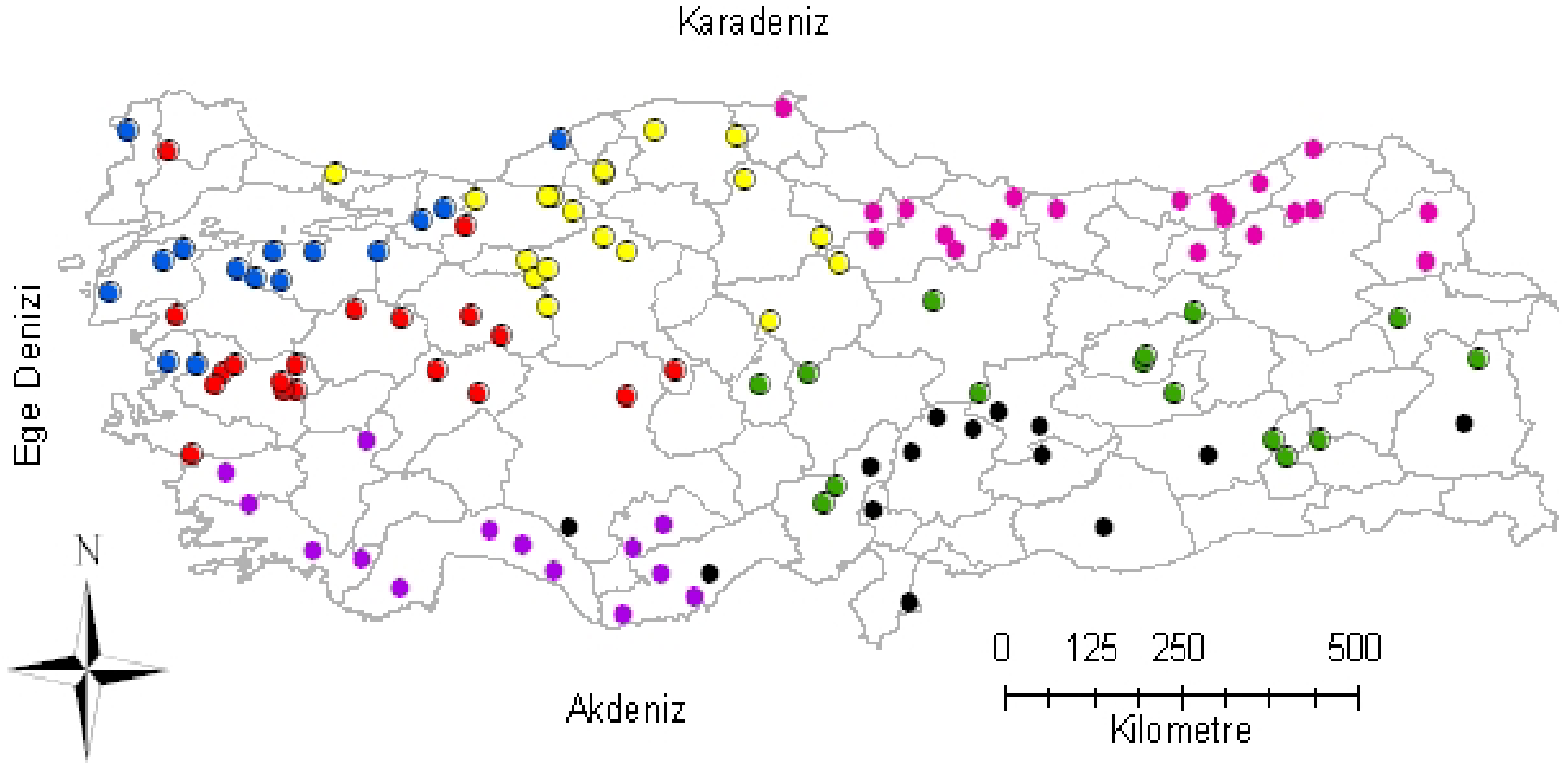
1.835 ile bölge 7 için hesaplanmış olup bu “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Bölge 1, 2 ve 6 için hesaplanan H1 değeri 1’den küçük çıktığından bu bölgeler “*homojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Bölge 3, 4 ve 5 için hesaplanan değerler 1 ile 2 arasında çıkmış olup bu bölgeler de “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilebilir.

Diğer taraftan Veri seti 3 için hesaplanan homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında, genel olarak H1 değerlerinin 2’den küçük çıktığı görülmüştür. Ancak, bölge 1, 2 ve 4 için hesaplanan değerler 2’ye yakın çıkmış olup bu bölgeler “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında, veri seti 2 ile kullanılarak belirlenen bölgeler için hesaplanan H1 değerlerinin diğer veri seti kullanılarak hesaplanan değerlerden daha iyi çıktığı görülmüştür.

Bu sonuçlara göre bu kümelerin bölgesel frekans analizinde, dağılımların belirlenmesi ve büyüklüklerin tahmininde kullanılabileceği söylenebilir. Veri seti 2 kullanılarak SOM yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan maksimum ve ortalama akım, değişim katsayısı ve standart sapması Tablo 134’te, belirlenen kümelere ait istasyonların dağılımı Şekil 117’de gösterilmektedir.

Tablo 134. SOM kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen bölgeler için hesaplanan istatistikler

Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	Maksimum			Ortalama		
			Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma	Akım	Değiş. Kats.	Stand. Sapma
Veri Seti 2	1	14	272.04	1.20	203.61	101.30	0.77	72.78
	2	19	340.22	1.05	281.46	121.65	0.85	101.72
	3	15	1098.10	0.70	654.54	458.07	0.52	245.85
	4	19	435.19	0.82	212.88	157.19	0.57	88.97
	5	21	1099.26	0.66	390.75	277.30	0.42	114.93
	6	15	2005.74	0.63	782.67	627.23	0.44	272.51
	7	14	893.68	0.63	400.52	341.35	0.46	147.72



Şekil 117. Veri Seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelere ait istasyonların dağılımı

Veri Seti 2 kullanılarak belirlenen 7 kümeye ait istasyonlar için, yıl olarak gözlem sayısı ( $N$ ), drenaj alanı ( $A$ ), maksimum akımların ortalaması ( $\bar{Q}_{mak}$ ), L-moment oranları ( $L-Cv$ ,  $L-Cs$  ve  $L-Ck$ ) ve uyumsuzluk ölçütü değerleri sırasıyla Tablo 135, 136, 137, 138, 139, 140 ve 141’de verilmiştir.

Tablo 135. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	$N$ (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3/s$ )	$A$ ( $km^2$ )	$L-Cv$	$L-Cs$	$L-Ck$	$D$
1	1611	31	40.342	205.6	0.3527	0.3943	0.2888	0.91
2	1717	31	32.483	1005.2	0.3739	0.364	0.3067	0.92
3	1801	31	225.652	2596.8	0.3558	0.3354	0.1929	0.97
4	1906	31	272.039	2764.4	0.3801	0.3095	0.2289	0.14
5	2006	31	55.545	739.2	0.3132	0.1689	0.1422	1.13
6	2008	31	157.284	444	0.339	0.3046	0.2018	0.37
7	2015	31	47.481	915.2	0.3799	0.3428	0.2486	0.1
8	2016	31	79.284	846.8	0.3959	0.3194	0.1295	1.79
9	2131	31	30.586	277.6	0.5178	0.5109	0.3289	1.95
10	2132	31	19.551	464.5	0.5792	0.4043	0.1498	2.86
11	2135	31	35.970	154.8	0.3809	0.2808	0.2152	0.42
12	2145	31	132.071	5780.8	0.2955	0.3029	0.2522	0.73
13	2509	31	47.616	1598	0.3305	0.1634	0.1098	1.25
14	2618	31	242.271	976	0.3904	0.2728	0.1981	0.45
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3846	0.3196	0.2138	

Tablo 136. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	A (km <sup>2</sup> )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	101	31	86.126	478.4	0.3881	0.34	0.2352	0.2
2	311	31	73.899	1621.6	0.3945	0.2311	0.0597	1.2
3	408	31	50.085	182	0.4555	0.4788	0.3418	0.96
4	509	31	132.913	901.6	0.3956	0.2832	0.1706	0.29
5	510	31	170.445	3188.6	0.4833	0.3863	0.2203	0.87
6	514	31	269.765	689.6	0.4843	0.3235	0.102	1.8
7	515	31	272.474	739.6	0.4189	0.301	0.1445	0.26
8	516	31	340.223	3265.2	0.367	0.2903	0.1518	0.58
9	517	31	250.148	757.6	0.3649	0.2196	0.1601	1.45
10	520	31	250.148	757.6	0.4386	0.4069	0.3169	0.8
11	601	31	155.784	3255.2	0.4218	0.3933	0.2961	0.43
12	1102	31	10.892	360.8	0.463	0.4826	0.3359	1.03
13	1104	31	37.565	4231.6	0.3584	0.3324	0.2353	0.63
14	1203	31	48.975	3938.4	0.3845	0.2894	0.2313	0.94
15	1223	31	22.504	1636.3	0.4797	0.2726	0.121	1.67
16	1224	31	22.820	4342.2	0.3404	0.362	0.2228	1.35
17	1237	31	79.145	1073.4	0.4159	0.3905	0.1524	1.69
18	1614	31	8.870	651.6	0.4249	0.464	0.3514	0.85
19	1620	31	2.030	699.2	0.3965	0.4818	0.2743	1.98
Ağırlıklı Ortalamalar					0.4145	0.3542	0.2170	



Tablo 137. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

<i>Sıra</i>	<i>İstasyon</i>	<i>N (Yıl)</i>	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>L-Cv</i>	<i>L-Cs</i>	<i>L-Ck</i>	<i>D</i>
1	103	31	886.484	27250.8	0.2877	0.1454	0.0302	1.6
2	209	31	108.232	267.6	0.3659	0.2236	0.1175	1.09
3	212	31	439.774	2095.6	0.2837	0.1128	0.0992	0.38
4	302	31	742.419	9629.2	0.3727	0.2606	0.1486	1.41
5	314	31	656.065	2308.8	0.3152	0.2664	0.1819	0.37
6	316	31	705.677	6454.0	0.2509	0.2637	0.2597	0.68
7	317	31	462.194	21611.2	0.2505	0.1792	0.1221	0.68
8	321	31	129.716	1290.8	0.2476	0.1773	0.295	2.47
9	406	31	286.145	2887.6	0.2419	0.26	0.2573	0.72
10	407	31	329.887	1586.4	0.3178	0.1595	0.1128	0.29
11	518	31	276.165	15616.4	0.3026	0.1102	0.0893	0.5
12	1219	31	131.829	410.8	0.227	0.073	0.1164	1.19
13	1221	31	436.258	52531.6	0.2277	0.3242	0.2384	2.13
14	1222	31	182.077	2021.6	0.2664	0.0758	0.1254	0.91
15	1335	31	1098.097	13300.4	0.3179	0.2874	0.1897	0.57
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2850	0.1946	0.1589	

Tablo 138. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

<i>Sıra</i>	<i>İstasyon</i>	<i>N (Yıl)</i>	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	<i>A (km<sup>2</sup>)</i>	<i>L-Cv</i>	<i>L-Cs</i>	<i>L-Ck</i>	<i>D</i>
1	1212	31	31.752	10822	0.2775	0.2255	0.1402	0.28
2	1233	31	260.161	2003.2	0.3285	0.2484	0.12	0.44
3	1239	31	54.319	322.0	0.3236	0.1932	0.0227	1.84
4	1242	31	161.677	33847.2	0.3141	0.3456	0.1917	0.83
5	1244	31	104.213	886.0	0.3756	0.3477	0.2286	0.85
6	1245	31	252.323	3941.6	0.346	0.2663	0.2473	1.41
7	1302	31	255.490	1988	0.1912	0.1435	0.1901	1.92
8	1307	31	117.397	1097.6	0.2533	0.0606	0.0869	1.13
9	1314	31	321.216	5086.8	0.2967	0.2092	0.1263	0.14
10	1319	31	88.248	766.4	0.3971	0.377	0.2345	1.37
11	1327	31	128.761	953.6	0.2374	0.0182	0.041	1.52
12	1330	31	12.006	23.1	0.2985	0.2002	0.1153	0.2
13	1333	31	229.977	2833.2	0.3288	0.3909	0.2169	1.17
14	1334	31	69.490	1102.8	0.2621	0.3787	0.3502	2.12
15	1409	31	143.874	5267.6	0.2985	0.2249	0.2285	0.67
16	1412	31	72.316	3668.8	0.3081	0.1924	0.1465	0.26
17	1517	31	60.813	8592.4	0.2706	0.167	0.161	0.31
18	1524	31	187.310	4192.4	0.3451	0.413	0.3514	1.47
19	1536	31	435.194	60559.6	0.258	0.2936	0.2016	1.09
Ağırlıklı Ortalamalar					0.3006	0.2472	0.1790	

Tablo 139. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak}$ ( $m^3 / s$ )	A ( $km^2$ )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1323	31	73.200	261.6	0.1781	-0.2056	0.1414	4.33
2	1401	31	435.355	10048.8	0.2524	0.1483	0.0614	1.14
3	1402	31	721.161	33904.0	0.1902	0.1307	0.1908	0.25
4	1413	31	355.113	21667.2	0.26	0.0956	0.1568	0.62
5	1414	31	123.700	5409.2	0.2163	0.1832	0.2339	0.26
6	1418	31	170.968	1608.0	0.1732	0.0658	0.1406	0.56
7	2202	31	99.587	635.7	0.2439	0.3135	0.254	0.26
8	2213	31	124.403	713	0.2395	0.2502	0.2352	0.13
9	2215	31	83.603	445.2	0.1717	0.1718	0.2177	0.5
10	2218	31	168.255	834.9	0.2522	0.4712	0.3439	1.4
11	2232	31	172.484	763.2	0.2192	0.5242	0.437	3.01
12	2233	31	44.526	223.1	0.1362	0.1688	0.1612	1.72
13	2238	31	166.871	1024.4	0.2538	0.109	0.118	0.38
14	2247	31	434.000	1859.2	0.3	0.2509	0.1375	0.95
15	2304	31	102.568	1734	0.2575	0.2132	0.1315	0.41
16	2305	31	382.097	7272	0.1911	0.1486	0.1237	0.61
17	2315	31	1099.258	19654.4	0.1944	0.2411	0.1821	0.5
18	2316	31	250.452	5505.2	0.2165	0.1744	0.0869	1.08
19	2323	31	247.342	6854	0.2198	0.1702	0.2133	0.14
20	2402	31	418.962	8872.8	0.2722	0.2697	0.2362	0.43
21	2409	31	149.448	2928	0.3523	0.2681	0.1664	2.32
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2278	0.1977	0.1887	

Tablo 140. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	A (km <sup>2</sup> )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1818	31	1158.161	13740.6	0.263	0.2658	0.2465	1.33
2	1501	31	474.387	15581.6	0.2373	0.2403	0.1632	1.72
3	1532	31	535.419	20622.0	0.2435	0.2309	0.1508	1.37
4	1535	31	340.387	6606.5	0.1942	0.0828	0.1722	1.03
5	2102	31	2005.742	25515.6	0.2286	0.0922	0.0952	0.72
6	2122	31	551.226	5882.4	0.2132	0.0778	0.152	0.44
7	2124	31	47.274	1256.1	0.2745	0.1215	0.0919	1.71
8	2133	31	559.484	3284.8	0.2286	0.1259	0.2001	0.86
9	2149	31	341.006	1669	0.2211	0.0684	0.1547	0.68
10	2151	31	468.161	8185.6	0.2243	0.167	0.1647	0.44
11	2505	31	84.284	1373.4	0.2841	0.2328	0.1684	0.58
12	2603	31	641.903	2450.4	0.2253	0.0953	0.1673	0.49
13	2610	31	239.658	640.4	0.2351	0.0938	0.1024	0.55
14	2612	31	1333.484	4105.2	0.2549	0.1244	0.1157	0.52
15	1805	31	627.871	4242.8	0.3231	0.345	0.234	2.56
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2434	0.1576	0.1586	

Tablo 141. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için L-momentler, uyumsuzluk değerleri ve diğer karakteristik özellikler

Sıra	İstasyon	N (Yıl)	$\bar{Q}_{mak} (m^3 / s)$	A (km <sup>2</sup> )	L-Cv	L-Cs	L-Ck	D
1	1612	31	18.992	267.7	0.2606	0.1073	0.1081	0.09
2	1712	31	236.871	2689.2	0.2219	0.2397	0.1902	1.42
3	1714	31	852.806	10065.2	0.2046	-0.0219	0.0917	1.17
4	1720	31	326.710	4304.0	0.2499	0.2218	0.2124	0.21
5	1721	31	265.061	313.2	0.2492	0.0751	0.1481	0.49
6	701	31	236.939	948.0	0.2695	-0.001	0.0981	1.67
7	706	31	175.310	19595.6	0.2303	0.1028	0.0889	0.8
8	713	31	35.332	3945.6	0.1723	0.3325	0.4284	3.27
9	808	31	38.000	770.0	0.3396	0.2402	0.1426	1.2
10	809	31	63.469	546.8	0.3333	0.2471	0.2019	1.46
11	812	31	586.161	4964.9	0.2485	0.0901	0.1141	0.11
12	902	31	893.677	1942.4	0.2455	0.1826	0.2044	0.1
13	912	31	538.194	625.6	0.2213	0.0385	0.0627	0.86
14	917	31	511.387	879.3	0.329	0.1861	0.0769	1.14
Ağırlıklı Ortalamalar					0.2554	0.1458	0.1549	

#### 8.4.2.2. SOM Kümeleme Yöntemi ile Belirlenen Bölgeler için Uygunluk Testi ve Uygun Dağılımların Belirlenmesi

Bölgesel taşkın frekans analizinde en önemli adım, hidrolojik olarak homojen bölgelerin belirlenmesidir. Bulanık kümeleme yöntemi ile homojen yapıya sahip alt bölgeler belirlenmiş ve bu bölgelerin homojenliği test edilmiştir. Kümeleme analizi sonucunda belirlenen ve homojenliği test edilen bölgelerde, bölgesel taşkın frekans analizi için uygun dağılımların belirlenmesi gerekmektedir. Bu bölümde ise Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme ile belirlenen 7 homojen bölge için uygun dağılımların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bunun için, hangi dağılım fonksiyonun daha uygun ve kabul edilebilir olduğunu test etmek amacıyla *uygunluk testi istatistiği* kullanılmaktadır (Hosking ve Wallis, 1997). Bu seçim, aday dağılım fonksiyonuna ait momentlerin, bölgesel veri setinde elde edilmiş ortalama moment istatistiklerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Uygunluk testi, Bölüm 4’te detaylı bir şekilde anlatıldığı için burada tekrar verilmemiştir.

Uygunluk testi istatistiği sonuçları değerlendirilirken, hesaplanan uygunluk testi değerinin ( $Z^{DIST}$ ) sifıra yakın olması bu aday dağılımın uygun dağılım olabileceği şeklinde düşünülmektedir. Ancak uygun dağılımı belirlemek için, %90 anlamlılık seviyesinde kabul edilebilir kritik değer  $Z_{kritik}^{DIST} \leq 1.64$  şeklinde önerilmektedir (Hosking ve Wallis, 1997). Verilen bir bölge için yukarıda anlatılan işlemler sonucunda kabul edilebilir uygun dağılım sayısının birden fazla çıkması, en düşük  $Z^{DIST}$  değerine sahip dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir. Ayrıca, en uygun dağılımı bulmak için L-kurtosis ve L-çarpılık oranlarının yakınlıklarını karşılaştırarak L-moment oranları diyagramı da kullanılmaktadır.

Hidrolojik uç olayların analizinde en çok kullanılan dağılım fonksiyonları; Generalized Extreme Value (GEV), Pearson Type III (P3), Generalized Log Normal (GLOG), Generalized Normal (GNO), Wakeby (WAK) ve Generalized Pareto (GPA) şeklinde verilebilir. Verilen bu dağılım fonksiyonları, su kaynaklarının planlanması, su yapılarının ve taşkın koruma yapılarının planlanması ve işletilmesi çalışmalarında kullanılan taşkın serileri için en uygun dağılımın belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Veri seti 2 kullanılarak elde edilen 7 homojen bölge için hesaplanan uygunluk testi değerleri ( $Z^{DIST}$ ) Tablo 142’de gösterilmiştir.

Tablo 142. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde en uygun dağılımların seçimi için uygunluk testi sonuçları

Dağılım	$Z^{DIST}$						
	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	Bölge 4	Bölge 5	Bölge 6	Bölge 7
GLOG	0.750	2.100	2.890	2.560	1.220	2.600	4.030
GEV	<b>-0.300</b>	1.030	0.600	0.580	<b>-0.910</b>	<b>-0.060</b>	1.120
GNO	-1.250	<b>-0.350</b>	<b>0.120</b>	<b>-0.310</b>	-1.590	-0.260	1.140
P3	-2.860	-2.710	-0.910	-1.920	-2.900	-0.990	<b>0.600</b>
GPAR	-3.230	-2.750	-4.580	-4.290	-5.920	-5.760	-4.910

Tablo 142’de Bölge 1 için verilen sonuçlar incelendiğinde, GLOG, GEV ve GNO dağılımlarına karşılık gelen  $Z^{DIST}$  değerinin 1.64’ten küçük olduğu görülmektedir. GEV dağılımı için  $Z^{DIST}$  değeri -0.300 iken, GNO ve GLOG dağılımı için -1.250 ve 0.750 olarak elde edilmiştir. Daha önceden de bahsedildiği gibi, birden fazla dağılıma ait uygunluk testi değerinin kritik değerden küçük çıkması durumunda en düşük değere sahip olan dağılımın seçilmesi uygun olmaktadır. Buna göre, Bölge 1 için GEV dağılımı uygun dağılım olarak seçilmiştir.

Tablodan Bölge 2, 3 ve 4 için hesaplanan değerler incelendiğinde, en düşük değer GNO dağılımına ait olduğu görülmüş ve bu üç bölge için en uygun dağılım GNO dağılımı seçilmiştir. Bölge 5 ve 6’ya ait sonuçlar değerlendirildiğinde, uygunluk testinin en düşük değerleri GEV dağılımı için elde edilmiş olup bu bölgeler için GEV dağılımı en uygun dağılım olarak seçilmiştir. Tablodan son olarak Bölge 7 için hesaplanan sonuçlar incelendiğinde en düşük  $Z^{DIST}$  değerine sahip P3 dağılımı en uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

### 8.4.2.3. SOM Kümeleme ile Belirlenen Bölgeler için L-Momentler Tabanlı İndeks Taşkın Yöntemi ile Büyüklüklerin Tahmini ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Hidrolojik olarak homojen bölgeler belirlendikten ve bu bölgeler için uygun dağılım fonksiyonları seçildikten sonra bölgesel büyüklüklerin tahmini çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Hosking ve Wallis (1997), Monte Carlo simülasyonu ile bölgesel L-momentler algoritması gibi karmaşık istatistiksel algoritmaların özelliklerini tanımlamak için etkili bir değerlendirme yöntemi önermiştir. Simülasyonda, farklı aşılma olasılıklarına karşılık gelen büyüklük tahminleri hesaplanmaktadır.

Tahmin sonuçlarını değerlendirmek için detayları Bölüm 4'te verilen çeşitli ölçütler hesaplanmaktadır. Bu ölçütler,  $i$  istasyonunda  $F$  aşılma olasılığı için büyüklük tahminin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif bias ( $B^R(F)$ ) ve mutlak rölatif bias ( $A^R(F)$ ) ve bölgesel ortalama rölatif RMSE şeklindedir. Veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları sırasıyla, Tablo 143, 144, 145, 146, 147, 148 ve 149'da verilmektedir.

Tablo 143. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma yüzdelere karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	RMSE (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 1 / GEV	0.500	2	0.796	0.101	0.720	0.844
	0.800	5	1.400	0.045	1.329	1.423
	0.900	10	1.891	0.059	1.788	1.956
	0.950	20	2.445	0.102	2.230	2.645
	0.980	50	3.305	0.167	2.833	3.823
	0.990	100	4.076	0.222	3.317	4.958
	0.999	1000	7.658	0.430	5.044	10.957

Tablo 144. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 2 / GNO	0.500	2	0.749	0.096	0.679	0.803
	0.800	5	1.431	0.048	1.376	1.451
	0.900	10	1.999	0.050	1.906	2.083
	0.950	20	2.632	0.088	2.430	2.870
	0.980	50	3.583	0.142	3.169	4.126
	0.990	100	4.400	0.182	3.769	5.257
	0.999	1000	7.810	0.302	6.033	10.316

Tablo 145. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 3 / GNO	0.500	2	0.901	0.050	0.865	0.932
	0.800	5	1.374	0.041	1.335	1.398
	0.900	10	1.693	0.064	1.613	1.756
	0.950	20	2.002	0.088	1.865	2.124
	0.980	50	2.409	0.120	2.180	2.628
	0.990	100	2.719	0.145	2.408	3.025
	0.999	1000	3.795	0.230	3.137	4.466



Tablo 146. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 4 / GNO	0.500	2	0.869	0.072	0.822	0.896
	0.800	5	1.371	0.034	1.327	1.384
	0.900	10	1.734	0.064	1.650	1.795
	0.950	20	2.102	0.106	1.951	2.236
	0.980	50	2.607	0.160	2.338	2.864
	0.990	100	3.008	0.201	2.625	3.375
	0.999	1000	4.481	0.327	3.574	5.307

Tablo 147. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 5 / GEV	0.500	2	0.920	0.051	0.890	0.938
	0.800	5	1.293	0.047	1.249	1.298
	0.900	10	1.550	0.070	1.475	1.578
	0.950	20	1.804	0.100	1.685	1.876
	0.980	50	2.146	0.158	1.947	2.302
	0.990	100	2.411	0.205	2.135	2.649
	0.999	1000	3.347	0.365	2.673	3.947

Tablo 148. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 6 / GEV	0.500	2	0.931	0.043	0.899	0.955
	0.800	5	1.329	0.024	1.286	1.354
	0.900	10	1.587	0.046	1.515	1.644
	0.950	20	1.832	0.077	1.714	1.940
	0.980	50	2.144	0.123	1.941	2.343
	0.990	100	2.373	0.159	2.092	2.656
	0.999	1000	3.111	0.283	2.474	3.749

Tablo 149. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmin sonuçları

Bölge / Dağılım	$F$	$T$	$\hat{q}(F)$	$RMSE$ (%)	Hata Sınırı	
					Alt	Üst
Bölge 7 / P3	0.500	2	0.932	0.052	0.902	0.956
	0.800	5	1.357	0.042	1.319	1.383
	0.900	10	1.621	0.067	1.546	1.678
	0.950	20	1.861	0.092	1.741	1.953
	0.980	50	2.156	0.121	1.972	2.294
	0.990	100	2.368	0.140	2.133	2.543
	0.999	1000	3.027	0.196	2.607	3.313

Tablolarda SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde genel olarak tekrarlanma periyodu arttıkça rölatif RMSE değerlerinin arttığı görülmüştür. Belirlenen 7 bölge için sonuçlar karşılaştırıldığında, düşük değerleri rölatif RMSE değerlerinin Bölge 7'de yer alan istasyonlara ait olduğu görülmektedir. Tablolarda verilen sonuçlara göre SOM yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan rölatif RMSE değerlerinin genel olarak kabul edilebilir seviyede olduğu görülmektedir.

Tahmin sonuçlarını değerlendirmek amacıyla, çeşitli F aşılma olasılıkları için büyüklük tahminin rölatif hatası, rölatif bias ve rölatif RMSE, bölgesel ortalama rölatif bias ve mutlak rölatif bias ve bölgesel ortalama rölatif RMSE ölçütleri hesaplanmıştır. Veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için, %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma olasılıklarına karşılık bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler sırasıyla, Tablo 150, 151, 152, 153, 154, 155 ve 156'da verilmektedir. Tablolarda,  $B^R(F)$ ; bölgesel ortalama rölatif bias,  $A^R(F)$ ; mutlak rölatif bias sırasıyla denklem (58) ve (59) ve tahmin edilen büyüklüğün bölgesel ortalama rölatif RMSE değeri ise denklem (60) ile elde edilmektedir.

Tablo 150. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılma yüzdelere karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.031	0.020	0.013	0.008	0.005	0.006	0.036
$A^R(F)$	0.075	0.037	0.049	0.073	0.115	0.152	0.290
RMSE	0.191	0.171	0.182	0.207	0.255	0.300	0.494
0.050 PT	0.882	0.871	0.852	0.824	0.784	0.753	0.655
0.950 PT	1.191	1.188	1.205	1.233	1.292	1.347	1.632

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.033	0.020	0.012	0.006	0.001	0.000	0.026
$A^R(F)$	0.076	0.037	0.048	0.074	0.117	0.154	0.294
RMSE	0.101	0.045	0.059	0.102	0.167	0.222	0.430
0.050 PT	0.944	0.984	0.967	0.924	0.864	0.822	0.699
0.950 PT	1.107	1.053	1.058	1.096	1.166	1.229	1.518

Tablo 151. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.023	0.015	0.006	0.002	0.008	0.010	0.005
$A^R(F)$	0.076	0.044	0.038	0.068	0.112	0.142	0.234
RMSE	0.188	0.174	0.177	0.193	0.227	0.256	0.359
0.050 PT	0.871	0.866	0.844	0.818	0.786	0.764	0.700
0.950 PT	1.182	1.176	1.186	1.206	1.241	1.274	1.394

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.024	0.014	0.004	0.004	0.010	0.013	0.010
$A^R(F)$	0.076	0.044	0.039	0.068	0.112	0.142	0.234
RMSE	0.096	0.048	0.050	0.088	0.142	0.182	0.302
0.050 PT	0.933	0.986	0.960	0.917	0.868	0.837	0.757
0.950 PT	1.103	1.039	1.049	1.083	1.131	1.167	1.295

Tablo 152. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.013
$A^R(F)$	0.042	0.037	0.056	0.074	0.097	0.116	0.189
RMSE	0.110	0.107	0.119	0.135	0.160	0.180	0.255
0.050 PT	0.908	0.912	0.904	0.892	0.875	0.863	0.822
0.950 PT	1.107	1.106	1.116	1.129	1.154	1.174	1.246

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.012
$A^R(F)$	0.042	0.037	0.056	0.074	0.097	0.116	0.189
RMSE	0.050	0.041	0.064	0.088	0.120	0.145	0.230
0.050 PT	0.967	0.983	0.964	0.942	0.916	0.899	0.850
0.950 PT	1.042	1.029	1.049	1.073	1.105	1.129	1.210

Tablo 153. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.017	0.013	0.009	0.006	0.006	0.008	0.028
$A^R(F)$	0.063	0.030	0.055	0.090	0.137	0.172	0.282
RMSE	0.134	0.117	0.133	0.160	0.203	0.238	0.354
0.050 PT	0.917	0.909	0.895	0.879	0.861	0.847	0.811
0.950 PT	1.124	1.122	1.128	1.144	1.173	1.198	1.302

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.017	0.012	0.008	0.005	0.005	0.007	0.026
$A^R(F)$	0.064	0.030	0.055	0.090	0.137	0.172	0.283
RMSE	0.072	0.034	0.064	0.106	0.160	0.201	0.327
0.050 PT	0.970	0.991	0.966	0.940	0.910	0.891	0.844
0.950 PT	1.058	1.033	1.051	1.078	1.115	1.146	1.254

Tablo 154. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.015	0.015	0.013	0.011	0.010	0.025
$A^R(F)$	0.046	0.044	0.065	0.090	0.141	0.183	0.326
RMSE	0.101	0.101	0.117	0.140	0.186	0.227	0.378
0.050 PT	0.943	0.946	0.937	0.923	0.901	0.883	0.833
0.950 PT	1.077	1.090	1.101	1.115	1.138	1.160	1.273

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.009	0.015	0.015	0.013	0.011	0.010	0.024
$A^R(F)$	0.046	0.044	0.065	0.090	0.141	0.184	0.326
RMSE	0.051	0.047	0.070	0.100	0.158	0.205	0.365
0.050 PT	0.981	0.996	0.982	0.962	0.932	0.910	0.848
0.950 PT	1.034	1.035	1.051	1.071	1.102	1.129	1.252

Tablo 155. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.007	0.007	0.005	0.004	0.004	0.005	0.017
$A^R(F)$	0.037	0.017	0.035	0.063	0.101	0.132	0.232
RMSE	0.095	0.086	0.095	0.114	0.150	0.181	0.296
0.050 PT	0.923	0.924	0.917	0.905	0.886	0.869	0.813
0.950 PT	1.094	1.094	1.100	1.112	1.138	1.163	1.280

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.007	0.007	0.005	0.004	0.003	0.004	0.016
$A^R(F)$	0.037	0.017	0.036	0.064	0.102	0.132	0.232
RMSE	0.043	0.024	0.046	0.077	0.123	0.159	0.283
0.050 PT	0.975	0.981	0.965	0.944	0.915	0.894	0.830
0.950 PT	1.036	1.033	1.048	1.069	1.104	1.135	1.257

Tablo 156. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için %90 anlamlılık seviyesinde farklı aşılmama yüzdelerine karşı gelen bölgesel büyüklüklerin tahmininde hesaplanan ölçütler

Ölçüt	Bütün İstasyonlar için Ortalama Büyüklükler						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.005	0.006	0.008	0.012	0.015	0.029
$A^R(F)$	0.048	0.037	0.057	0.079	0.104	0.121	0.171
RMSE	0.103	0.095	0.109	0.126	0.148	0.164	0.214
0.050 PT	0.915	0.924	0.923	0.919	0.914	0.910	0.900
0.950 PT	1.103	1.088	1.093	1.102	1.118	1.131	1.176

Ölçüt	Büyüme Eğrisi Bileşenleri						
	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
$B^R(F)$	0.006	0.005	0.006	0.008	0.012	0.016	0.029
$A^R(F)$	0.048	0.037	0.057	0.079	0.104	0.121	0.171
RMSE	0.052	0.042	0.067	0.092	0.121	0.140	0.196
0.050 PT	0.975	0.982	0.966	0.953	0.940	0.931	0.914
0.950 PT	1.034	1.029	1.048	1.069	1.093	1.110	1.161

Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerdeki istasyonlar için dağılım parametreleri ve büyüklükleri Tablo 157, 158, 159, 160, 161, 162 ve 163'te verilmiştir.

Tablo 157. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.647	0.340	-0.322	0.779	1.303	1.771	2.340	3.303	4.239	9.360
2	0.631	0.385	-0.281	0.780	1.350	1.840	2.418	3.364	4.254	8.813
3	0.655	0.388	-0.242	0.804	1.357	1.816	2.342	3.175	3.934	7.588
4	0.638	0.436	-0.206	0.804	1.404	1.885	2.423	3.248	3.980	7.302
5	0.740	0.453	0.002	0.905	1.417	1.756	2.080	2.500	2.814	3.848
6	0.679	0.392	-0.199	0.828	1.364	1.792	2.267	2.992	3.631	6.503
7	0.630	0.408	-0.252	0.787	1.375	1.867	2.436	3.343	4.178	8.259
8	0.621	0.445	-0.220	0.791	1.412	1.917	2.487	3.372	4.165	7.848
9	0.458	0.377	-0.471	0.609	1.279	1.966	2.897	4.681	6.637	20.341
10	0.417	0.547	-0.335	0.630	1.483	2.254	3.201	4.819	6.409	15.304
11	0.645	0.460	-0.166	0.819	1.428	1.899	2.410	3.167	3.816	6.583
12	0.720	0.343	-0.197	0.850	1.318	1.691	2.104	2.733	3.286	5.762
13	0.727	0.481	0.010	0.903	1.443	1.798	2.135	2.568	2.890	3.937
14	0.639	0.478	-0.154	0.819	1.446	1.925	2.439	3.196	3.839	6.528
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.793	1.384	1.87	2.427	3.319	4.148	8.427
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.784	1.382	1.862	2.397	3.213	3.926	7.006



Tablo 158. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.774	0.555	-0.716	0.773	1.415	1.939	2.516	3.372	4.099	7.083
2	0.839	0.635	-0.479	0.839	1.497	1.963	2.429	3.060	3.555	5.341
3	0.646	0.513	-1.040	0.646	1.336	2.023	2.881	4.327	5.695	12.417
4	0.804	0.606	-0.591	0.804	1.465	1.966	2.490	3.230	3.834	6.147
5	0.685	0.646	-0.821	0.685	1.468	2.151	2.934	4.145	5.210	9.841
6	0.730	0.708	-0.679	0.730	1.533	2.176	2.873	3.892	4.748	8.189
7	0.781	0.629	-0.630	0.781	1.479	2.021	2.597	3.423	4.105	6.776
8	0.814	0.558	-0.606	0.814	1.427	1.895	2.389	3.091	3.665	5.887
9	0.858	0.593	-0.455	0.858	1.466	1.890	2.310	2.873	3.311	4.871
10	0.701	0.567	-0.868	0.701	1.404	2.035	2.772	3.932	4.969	9.600
11	0.721	0.558	-0.837	0.721	1.402	2.002	2.694	3.770	4.722	8.899
12	0.638	0.517	-1.049	0.638	1.337	2.036	2.913	4.397	5.804	12.758
13	0.795	0.518	-0.699	0.795	1.388	1.869	2.393	3.167	3.821	6.478
14	0.806	0.585	-0.604	0.806	1.448	1.938	2.454	3.187	3.787	6.105
15	0.771	0.743	-0.568	0.771	1.573	2.172	2.793	3.663	4.367	7.031
16	0.790	0.472	-0.765	0.790	1.348	1.818	2.346	3.144	3.833	6.740
17	0.726	0.552	-0.830	0.726	1.399	1.989	2.668	3.722	4.651	8.716
18	0.678	0.494	-1.004	0.678	1.331	1.966	2.749	4.050	5.266	11.121
19	0.691	0.444	-1.047	0.691	1.290	1.888	2.638	3.906	5.108	11.042
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.750	1.421	1.986	2.623	3.597	4.450	8.160
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.744	1.418	1.982	2.608	3.541	4.334	7.549

Tablo 159. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.925	0.491	-0.299	0.925	1.395	1.692	1.969	2.318	2.576	3.421
2	0.855	0.593	-0.463	0.855	1.465	1.893	2.317	2.889	3.335	4.931
3	0.942	0.492	-0.232	0.942	1.399	1.676	1.927	2.235	2.458	3.162
4	0.829	0.584	-0.542	0.829	1.453	1.911	2.381	3.033	3.556	5.507
5	0.853	0.491	-0.555	0.853	1.380	1.770	2.173	2.734	3.186	4.884
6	0.884	0.392	-0.549	0.884	1.303	1.613	1.932	2.375	2.731	4.065
7	0.920	0.419	-0.370	0.920	1.334	1.607	1.869	2.209	2.466	3.341
8	0.922	0.415	-0.366	0.922	1.331	1.600	1.858	2.192	2.444	3.300
9	0.890	0.380	-0.541	0.890	1.294	1.591	1.896	2.318	2.657	3.920
10	0.909	0.539	-0.328	0.909	1.431	1.767	2.084	2.488	2.790	3.793
11	0.940	0.525	-0.226	0.940	1.427	1.720	1.986	2.312	2.547	3.288
12	0.873	0.333	-0.681	0.873	1.250	1.553	1.881	2.361	2.764	4.388
13	0.964	0.468	-0.155	0.963	1.384	1.626	1.840	2.094	2.273	2.818
14	0.841	0.485	-0.600	0.841	1.371	1.776	2.200	2.803	3.296	5.193
15	0.970	0.399	-0.150	0.970	1.328	1.533	1.713	1.928	2.079	2.536
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.901	1.370	1.689	2.002	2.419	2.744	3.903
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.899	1.367	1.681	1.986	2.384	2.686	3.714

Tablo 160. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.889	0.449	-0.467	0.889	1.352	1.677	2.001	2.437	2.778	4.000
2	0.856	0.521	-0.516	0.856	1.405	1.803	2.206	2.760	3.200	4.820
3	0.889	0.537	-0.399	0.889	1.425	1.786	2.136	2.596	2.946	4.159
4	0.814	0.446	-0.728	0.814	1.332	1.759	2.231	2.935	3.535	6.016
5	0.776	0.532	-0.733	0.776	1.395	1.907	2.473	3.320	4.043	7.040
6	0.838	0.539	-0.554	0.838	1.417	1.845	2.287	2.903	3.399	5.262
7	0.951	0.327	-0.295	0.951	1.263	1.460	1.643	1.873	2.044	2.600
8	0.972	0.446	-0.124	0.972	1.368	1.592	1.786	2.016	2.175	2.652
9	0.890	0.486	-0.433	0.890	1.384	1.723	2.056	2.499	2.841	4.046
10	0.746	0.539	-0.799	0.746	1.393	1.950	2.582	3.552	4.400	8.041
11	0.992	0.421	-0.037	0.992	1.352	1.544	1.706	1.890	2.014	2.369
12	0.894	0.493	-0.414	0.894	1.390	1.726	2.054	2.488	2.820	3.979
13	0.783	0.437	-0.831	0.783	1.315	1.782	2.319	3.153	3.889	7.108
14	0.832	0.355	-0.803	0.832	1.258	1.626	2.045	2.688	3.251	5.674
15	0.881	0.483	-0.466	0.881	1.379	1.728	2.076	2.544	2.910	4.220
16	0.894	0.511	-0.397	0.894	1.405	1.749	2.081	2.517	2.850	4.000
17	0.919	0.457	-0.344	0.919	1.365	1.654	1.929	2.282	2.546	3.434
18	0.762	0.442	-0.882	0.762	1.313	1.812	2.397	3.325	4.158	7.908
19	0.868	0.391	-0.614	0.868	1.299	1.629	1.978	2.477	2.885	4.472
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.866	1.358	1.724	2.105	2.645	3.089	4.832
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.860	1.357	1.715	2.077	2.564	2.944	4.272

Tablo 161. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.796	0.375	0.034	0.932	1.344	1.609	1.856	2.167	2.394	3.107
2	0.850	0.290	0.062	0.955	1.265	1.458	1.635	1.854	2.009	2.477
3	0.805	0.414	0.119	0.954	1.374	1.622	1.841	2.097	2.271	2.754
4	0.817	0.306	-0.021	0.930	1.283	1.522	1.754	2.060	2.294	3.089
5	0.877	0.286	0.169	0.978	1.255	1.411	1.544	1.693	1.790	2.041
6	0.767	0.277	-0.212	0.873	1.257	1.567	1.914	2.450	2.927	5.113
7	0.783	0.305	-0.121	0.897	1.284	1.572	1.873	2.304	2.660	4.077
8	0.857	0.247	-0.003	0.947	1.228	1.414	1.594	1.826	2.001	2.580
9	0.739	0.203	-0.421	0.820	1.165	1.502	1.944	2.755	3.610	9.122
10	0.770	0.154	-0.487	0.832	1.110	1.399	1.796	2.566	3.422	9.588
11	0.887	0.197	0.002	0.959	1.182	1.329	1.470	1.652	1.788	2.238
12	0.806	0.398	0.097	0.949	1.360	1.609	1.831	2.097	2.280	2.806
13	0.728	0.382	-0.122	0.871	1.356	1.716	2.094	2.635	3.083	4.866
14	0.775	0.348	-0.066	0.904	1.324	1.620	1.917	2.325	2.647	3.824
15	0.845	0.284	0.034	0.949	1.261	1.461	1.648	1.884	2.056	2.597
16	0.825	0.251	-0.108	0.919	1.234	1.465	1.705	2.044	2.322	3.402
17	0.819	0.310	-0.007	0.933	1.287	1.523	1.750	2.046	2.269	3.015
18	0.817	0.317	0.000	0.933	1.293	1.531	1.759	2.055	2.276	3.010
19	0.749	0.335	-0.150	0.875	1.312	1.646	2.002	2.525	2.967	4.804
20	0.675	0.435	-0.147	0.839	1.406	1.836	2.296	2.969	3.537	5.889
21	0.952	0.357	0.693	1.068	1.285	1.359	1.401	1.432	1.446	1.463
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.920	1.279	1.532	1.792	2.164	2.479	3.898
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.916	1.275	1.523	1.769	2.097	2.348	3.172

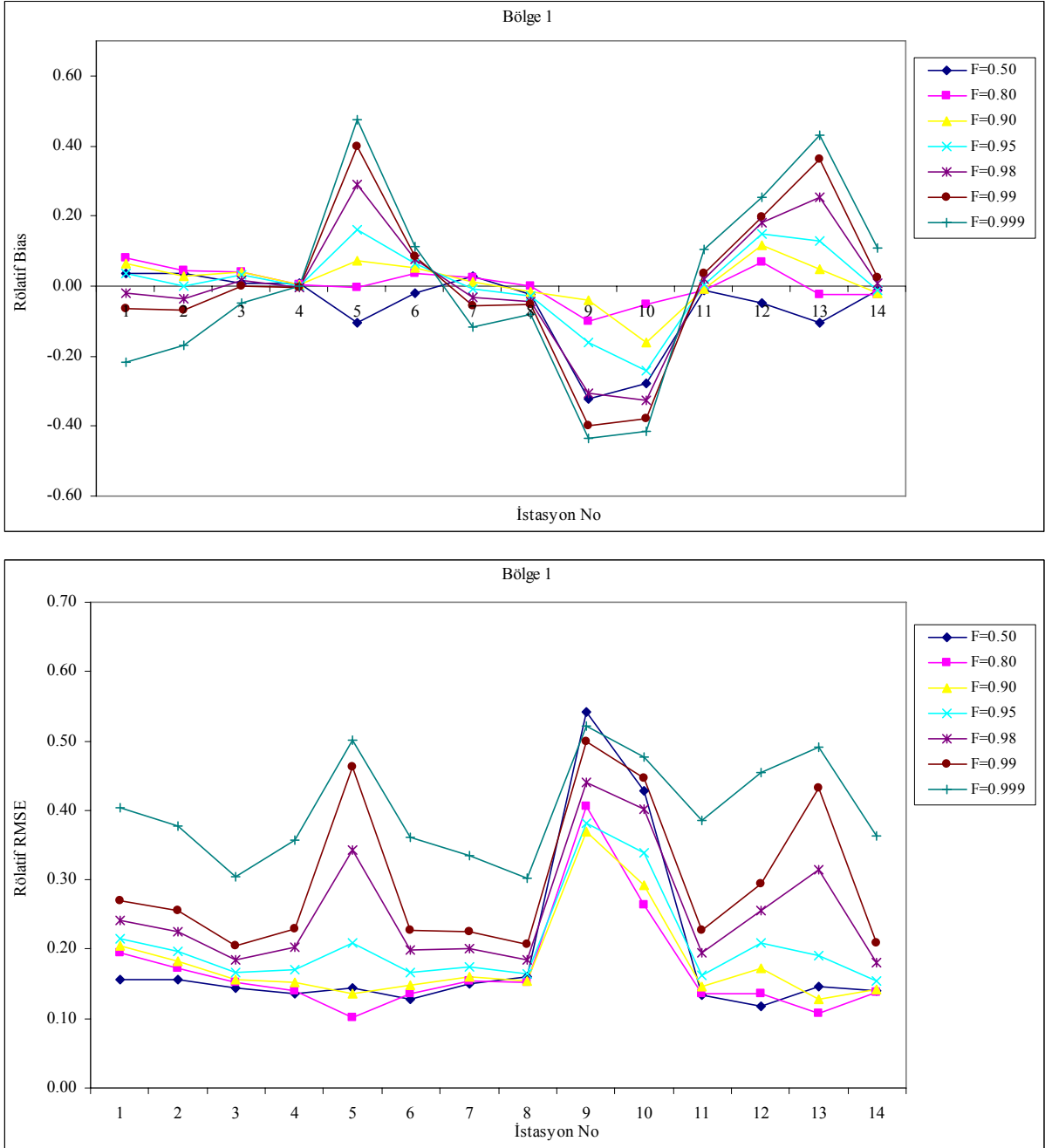
Tablo 162. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	0.787	0.307	-0.107	0.902	1.286	1.568	1.860	2.273	2.610	3.922
2	0.783	0.320	-0.093	0.902	1.298	1.584	1.877	2.288	2.619	3.880
3	0.685	0.346	-0.255	0.818	1.317	1.736	2.222	2.998	3.714	7.232
4	0.858	0.314	0.140	0.970	1.282	1.463	1.620	1.801	1.922	2.246
5	0.845	0.347	0.149	0.969	1.311	1.508	1.677	1.871	2.000	2.342
6	0.786	0.423	0.077	0.939	1.385	1.660	1.909	2.212	2.425	3.054
7	0.814	0.325	0.005	0.933	1.300	1.541	1.773	2.071	2.293	3.023
8	0.747	0.372	-0.096	0.885	1.347	1.681	2.025	2.507	2.897	4.388
9	0.830	0.366	0.125	0.961	1.330	1.547	1.737	1.959	2.109	2.522
10	0.821	0.350	0.070	0.947	1.319	1.550	1.760	2.017	2.199	2.741
11	0.842	0.364	0.165	0.971	1.325	1.525	1.696	1.888	2.015	2.342
12	0.831	0.359	0.120	0.960	1.324	1.539	1.728	1.950	2.101	2.518
13	0.824	0.375	0.122	0.959	1.339	1.563	1.759	1.989	2.145	2.575
14	0.800	0.391	0.072	0.942	1.357	1.613	1.847	2.131	2.333	2.930
15	0.758	0.326	-0.144	0.881	1.304	1.625	1.966	2.465	2.885	4.614
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.929	1.322	1.580	1.830	2.161	2.418	3.355
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.927	1.321	1.577	1.819	2.125	2.347	3.036

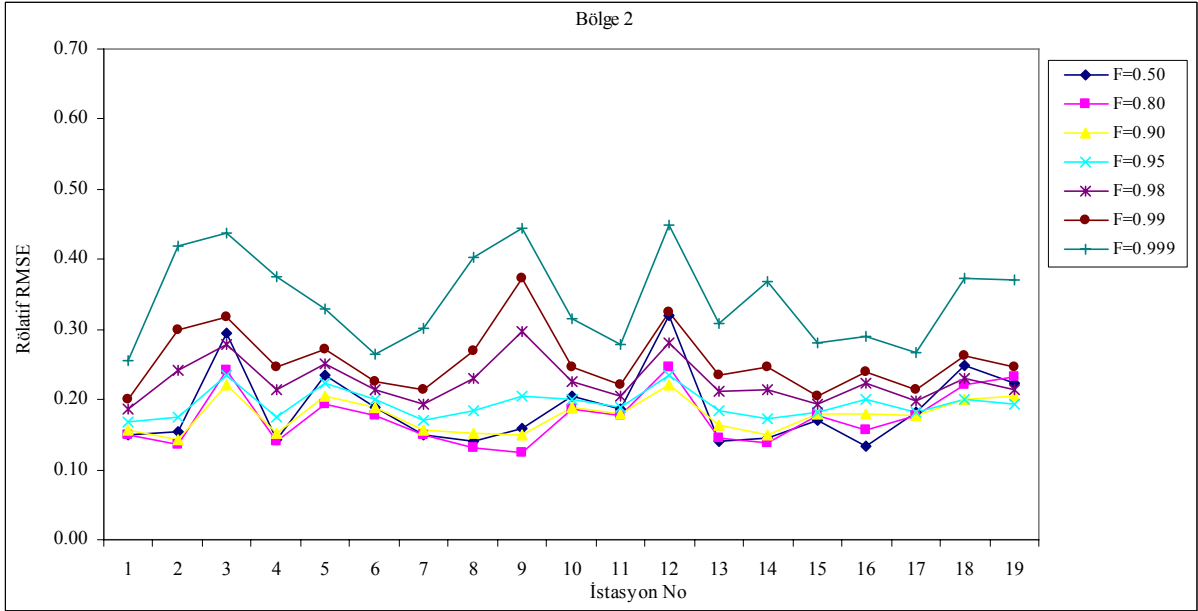
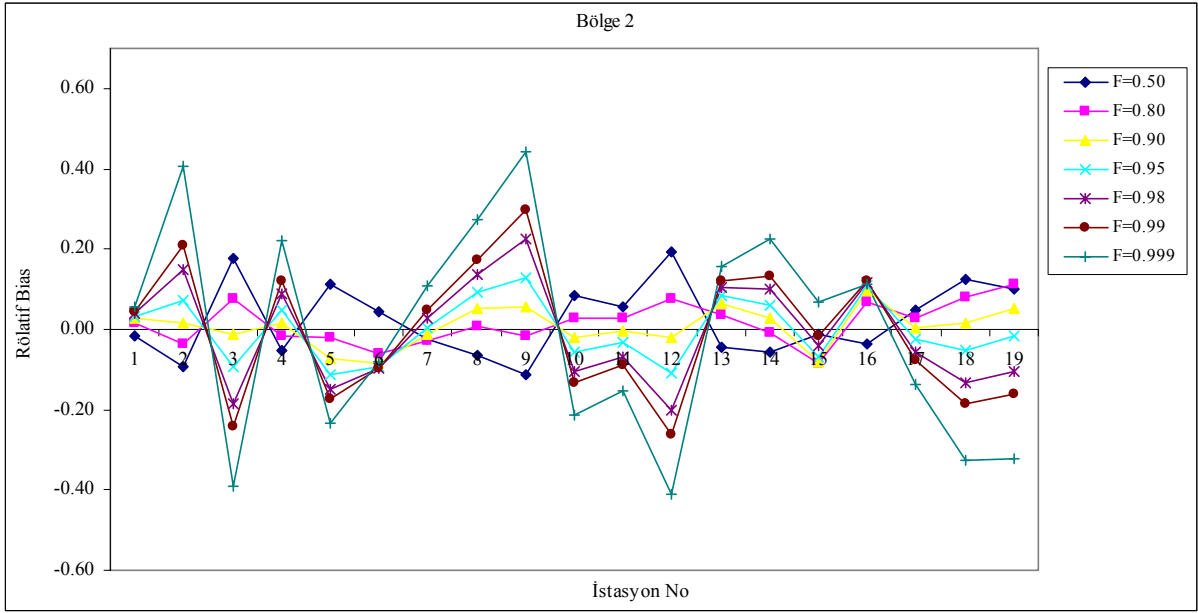
Tablo 163. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7 için dağılım parametreleri, büyüklükler ve L-Moment oranları

İstasyon No	Dağılım Parametreleri			Büyüklükler						
	$\xi$	$\alpha$	$K$	0.500	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
1	1.000	0.478	-0.006	1.000	1.402	1.612	1.785	1.979	2.109	2.472
2	1.000	0.413	0.628	0.957	1.329	1.550	1.745	1.981	2.147	2.652
3	1.000	0.344	1.995	0.895	1.210	1.449	1.687	2.002	2.241	3.032
4	1.000	0.642	1.447	0.851	1.448	1.857	2.249	2.749	3.119	4.314
5	1.000	0.633	1.488	0.849	1.438	1.844	2.233	2.733	3.102	4.300
6	1.000	0.445	0.551	0.959	1.357	1.590	1.794	2.039	2.210	2.727
7	1.000	0.452	1.107	0.918	1.337	1.606	1.857	2.170	2.397	3.117
8	1.000	0.393	0.236	0.985	1.325	1.512	1.672	1.856	1.982	2.347
9	1.000	0.607	1.128	0.888	1.450	1.813	2.152	2.575	2.883	3.859
10	1.000	0.468	0.655	0.949	1.372	1.623	1.847	2.117	2.308	2.889
11	1.000	0.420	1.445	0.903	1.293	1.560	1.816	2.142	2.383	3.163
12	1.000	0.363	-0.134	1.008	1.308	1.459	1.583	1.719	1.808	2.052
13	1.000	0.468	1.339	0.899	1.334	1.627	1.904	2.256	2.515	3.346
14	1.000	0.445	0.460	0.966	1.361	1.587	1.785	2.019	2.182	2.669
Bütün İstasyonlar için Ortalama (Aritmetik Ortalama)				0.931	1.355	1.621	1.865	2.167	2.385	3.067
Bölgesel Büyüme Eğrisi (Harmonik Ortalama)				0.928	1.352	1.611	1.845	2.128	2.329	2.934

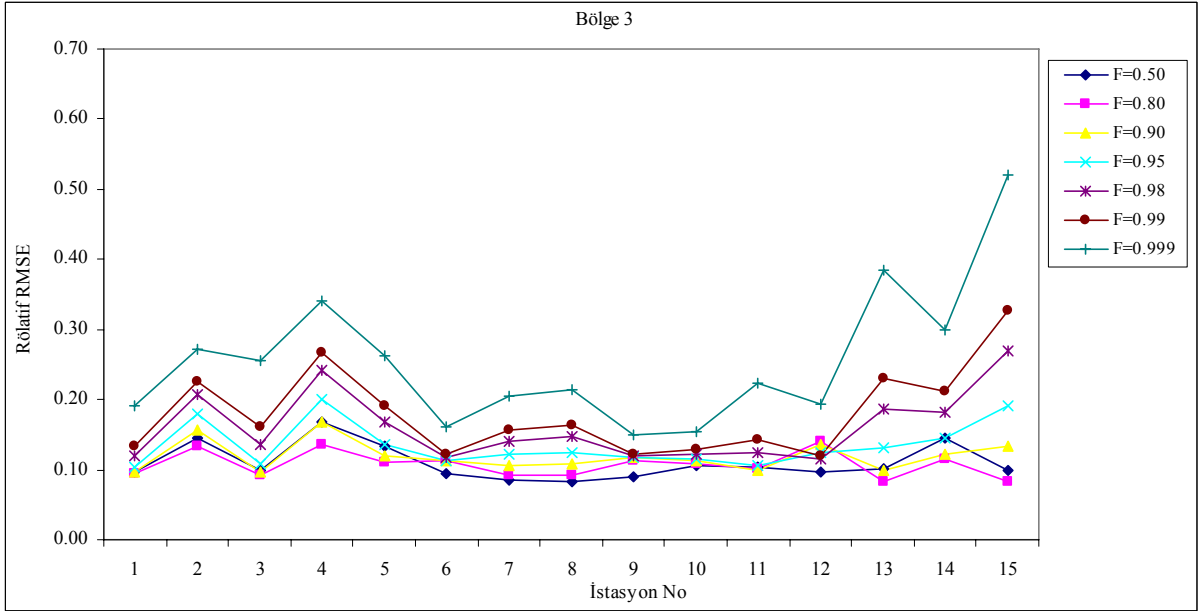
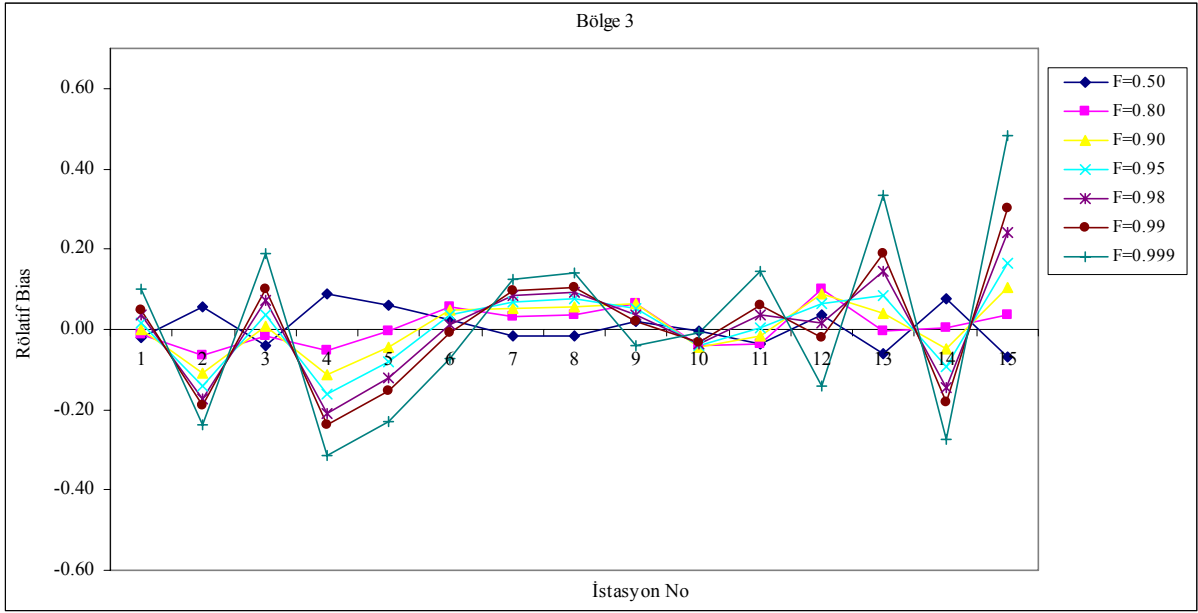
Tahmin sonuçlarını değerlendirmek hesaplanan ölçütlerin bölgesel ortalama değerleri yukarıdaki tablolarda detaylı bir şekilde verilmiştir. Burada ayrıca her bir bölgede yer alan istasyonlar için ölçütler hesaplanmıştır. Her bir bölgede yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi Şekil 118, 119, 120, 121, 122, 123 ve 124’te gösterilmiştir.



Şekil 118. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 1’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

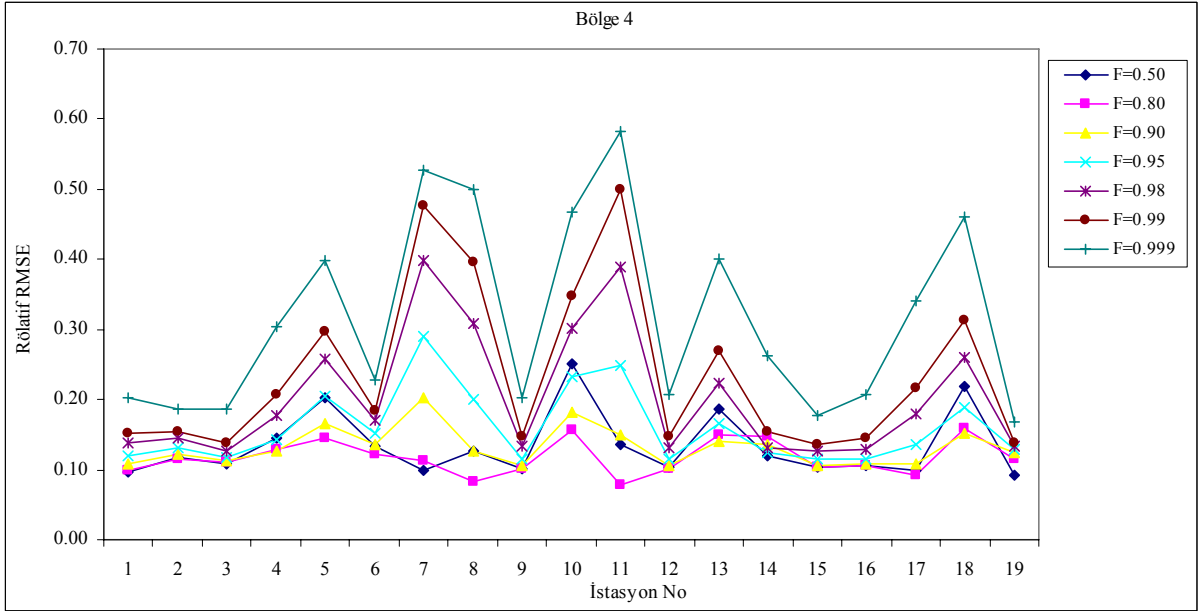
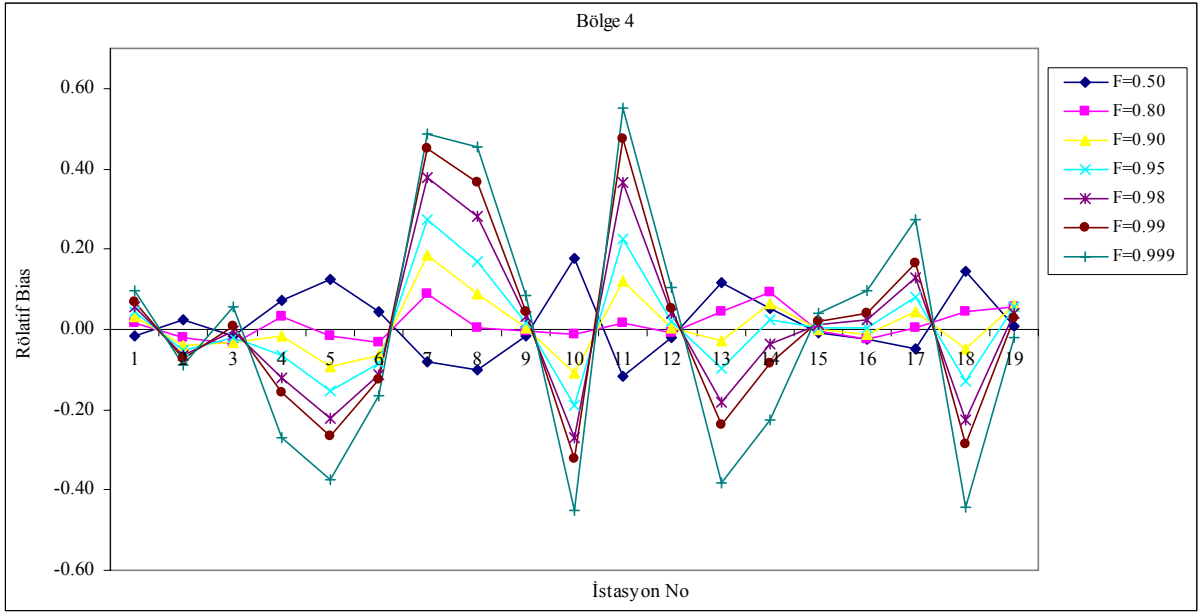


Şekil 119. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 2’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

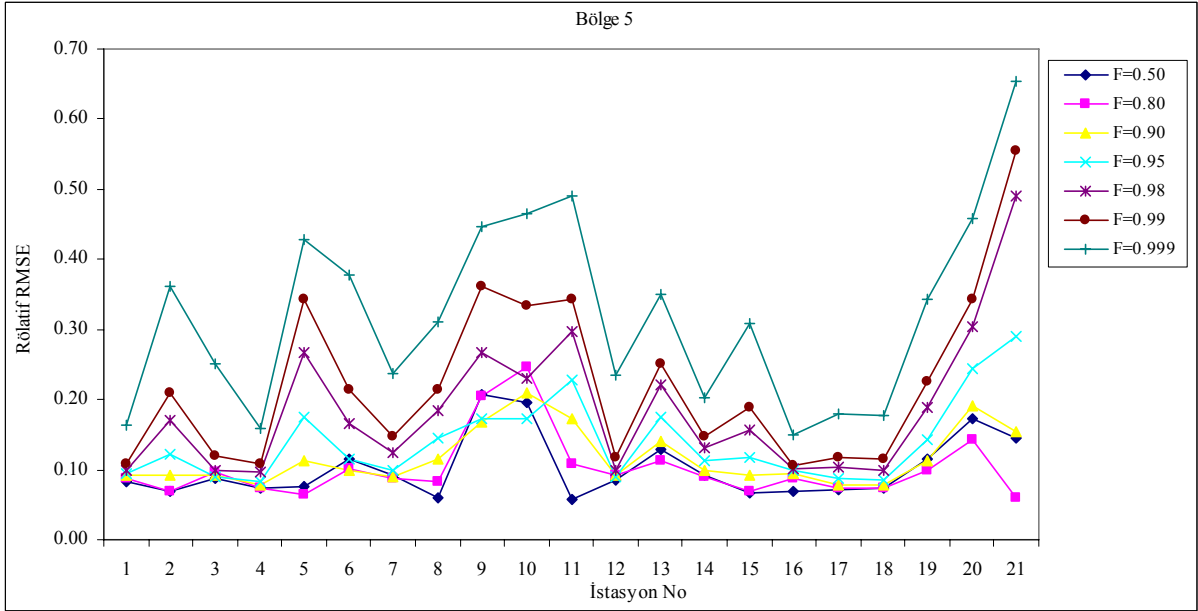
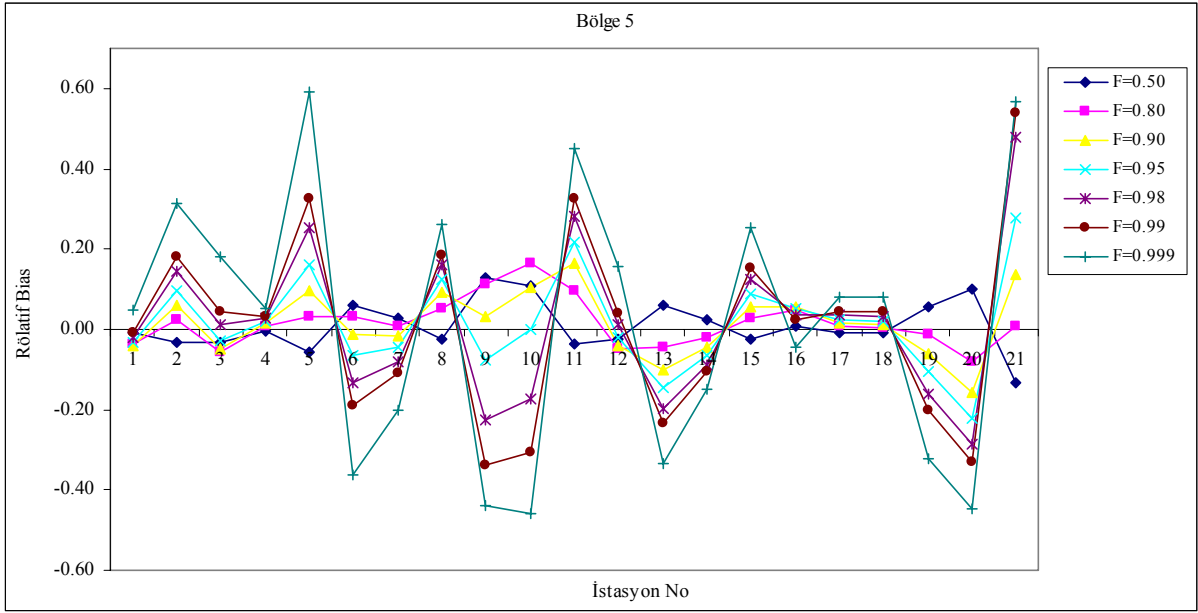


Şekil 120. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 3'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

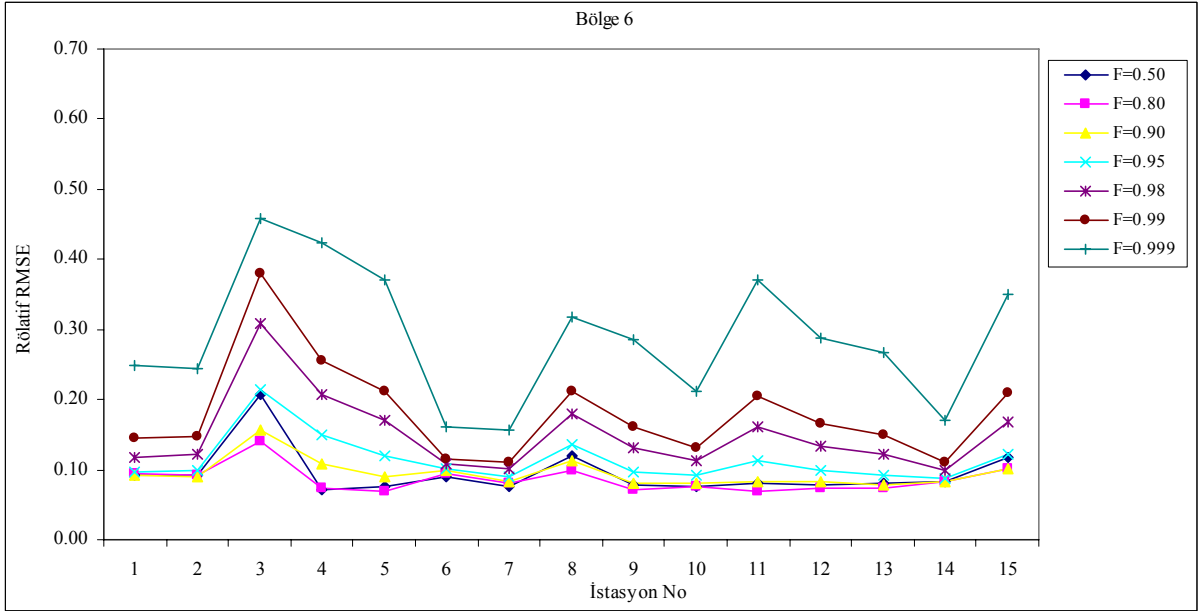
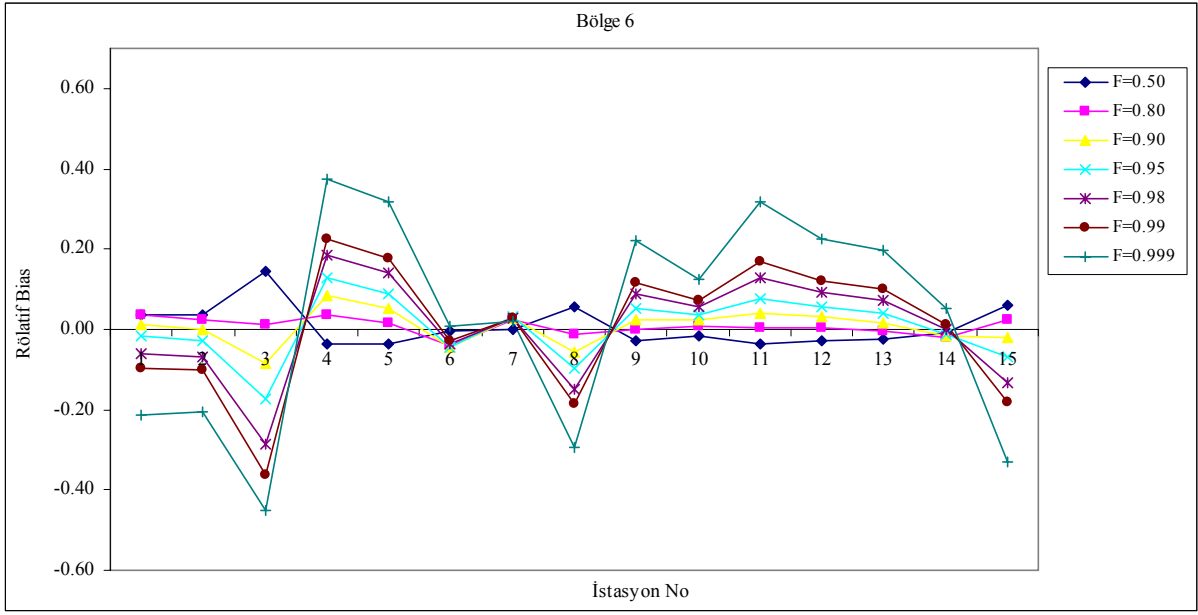




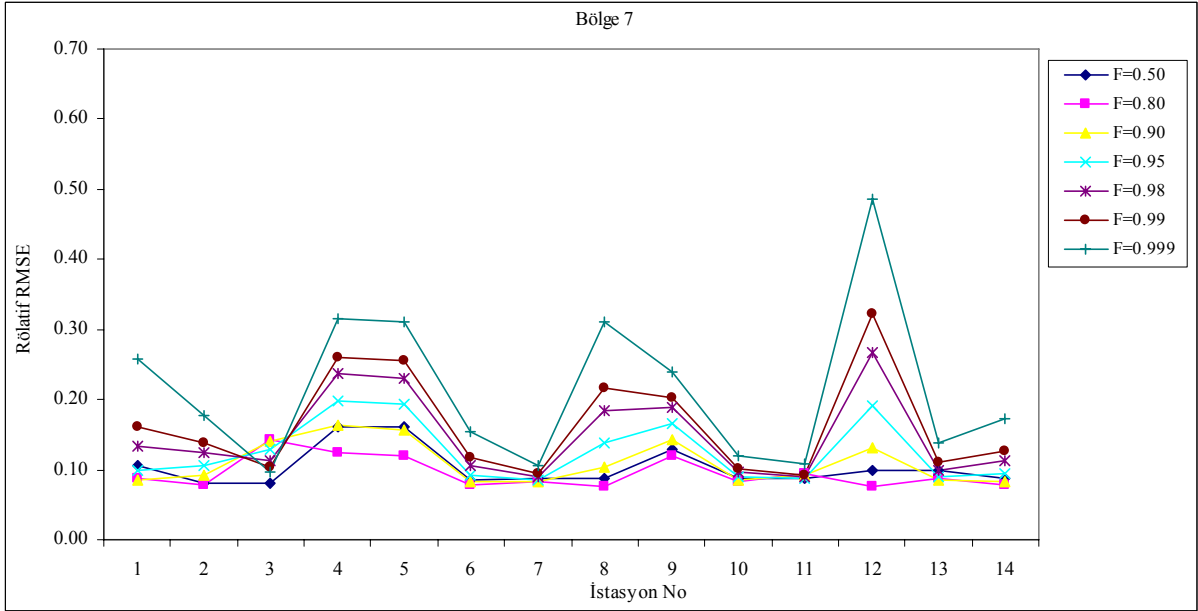
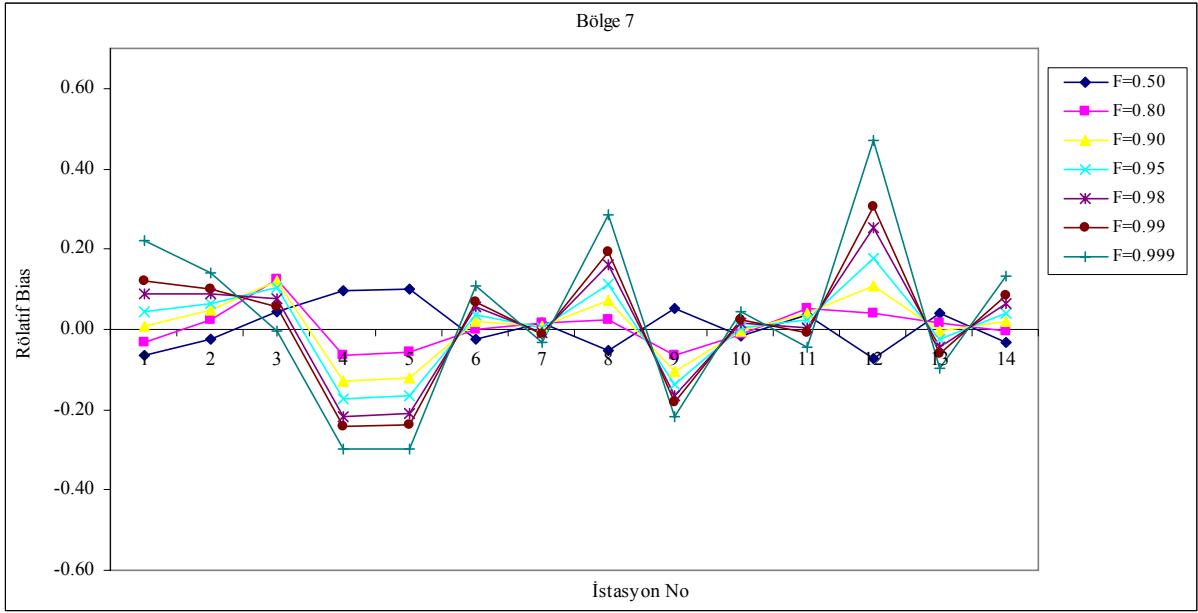
Şekil 121 SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 4'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 122. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 5'te yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 123. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 6'da yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi



Şekil 124. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen Bölge 7’de yer alan istasyonlar için hesaplanan rölatif bias ve rölatif RMSE değerlerinin değişimi

SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerde yer alan istasyonlar için verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, en düşük rölatif RMSE değerlerinin Bölge 7’de yer alan istasyonlara ait olduğu görülmektedir. Diğer taraftan istasyonlar için hesaplanan rölatif RMSE değerleri farklı aşılama yüzdeleri için karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin  $F = 0.999$  aşılama yüzdesi için hesaplandığı belirlenmiştir. Veri seti 2 kullanılarak SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri Tablo 164’te verilmiştir.

Tablo 164. SOM kümeleme yöntemi ile belirlenen her bir alt bölge için kabul edilen olasılık dağılımlarının %90 anlamlılık seviyesindeki parametreleri ve büyüme eğrisi değerleri

Bölge	Olasılık Dağılım	Dağılım Parametreleri			Büyüme Eğrisi Değerleri						
		$\xi$	$\alpha$	$K$	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	0.999
1	GEV	0.647	0.421	-0.211	0.796	1.400	1.891	2.445	3.305	4.076	7.658
2	GNO	0.749	0.582	-0.748	0.749	1.431	1.999	2.632	3.583	4.400	7.810
3	GNO	0.901	0.472	-0.402	0.901	1.374	1.693	2.002	2.409	2.719	3.795
4	GNO	0.869	0.477	-0.513	0.869	1.371	1.734	2.102	2.607	3.008	4.481
5	GEV	0.792	0.315	-0.078	0.92	1.293	1.550	1.804	2.146	2.411	3.347
6	GEV	0.931	0.413	-0.324	0.931	1.329	1.587	1.832	2.144	2.373	3.111
7	P3	1.000	0.473	0.801	0.932	1.357	1.621	1.861	2.156	2.368	3.027

## 8.5. Yıllık Maksimum Akımların Sınıflandırılmasında Farklı Kümeleme Yöntemleri ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

Türkiye havzalarında bölgesel taşkın frekans analizi için Bulanık kümeleme, SOM, K-Ortalamlar ve Ward kümeleme yöntemleri kullanılarak hidrolojik homojen bölgeler belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için Türkiye genelinde ölçüm değerine sahip 117 akım gözlem istasyonundan alınan yıllık maksimum akımlar, bu akımlara ait istatistikler ve istasyon bilgileri kullanılmıştır. Yıllık maksimum akım serilerinin sınıflandırılması amacıyla yukarıda detaylı bir şekilde verildiği gibi dört farklı yöntem ile farklı değişkenler kullanılarak çözüm yapılmıştır. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında en uygun küme sayısına ve en iyi sonuç veren yöntem karar vermek için bu dört farklı yöntemin sonuçları karşılaştırılmaktadır. Bu amaçla, oluşturulan farklı veri setleri kullanılarak yapılan sınıflandırma sonucunda belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi yapılmıştır. Bu veri setleri ve kümeleme analizleri ile ilgili detaylar önceki bölümlerde verildiği için burada sadece her bir yöntemin uygulanması ile en uygun sonucun elde edildiği veri setine ait detaylar verilmiştir.

Tablo 165'te, en uygun sonucu veren veri seti ve bu veri setine göre belirlenen en uygun küme sayıları verilmektedir. Tablo 165'teki sonuçlardan da görüldüğü gibi, bulanık kümeleme ile veri seti 2 kullanılarak en uygun çözüm elde edilmiş ve en uygun küme sayısı da 7 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, K-Ortalamlar ve Ward kümeleme yöntemleri ile yapılan sınıflandırmada en uygun sonuçlar Veri seti 3 için elde edilmiş ve küme sayıları da sırasıyla 7 ve 6 olarak tespit edilmiştir. Bu dört farklı yöntem ile belirlenen kümeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçları Tablo 166'da verilmiştir.

Tablo 165. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kümeleme yöntemleri ile belirlenen en uygun küme sayılarının karşılaştırılması

Veri Seti	Özellik Vektör Sayısı	Değişkenler	Kullanılan Yöntem			
			Bulanık Kümeleme	SOM	K-Ortalama	Ward
Veri Seti 2	117	Q Qdk E B	7	7	-	-
Veri Seti 3	117	Q Qdk Qskew E B	-	-	7	6

Tablo 166. Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kümeleme yöntemleri ile belirlenen bölgeler için uyumsuzluk ve bölgesel homojenlik testi sonuçlarının karşılaştırılması

Yöntem	Veri Seti	Bölge	İstasyon Sayısı	İstasyon-Yıl Sayısı	H Testi			İstasyon No (D Değeri)
					H1	H2	H3	
Bulanık Kümeleme	Veri Seti 2	1	19	589	1.570	1.814	1.624	-
		2	16	496	1.656	0.412	0.671	-
		3	14	434	0.693	-0.798	-1.509	-
		4	14	434	0.294	1.491	1.750	-
		5	15	465	1.635	2.098	1.612	713(3.05)
		6	21	651	1.700	1.262	0.897	1323(4.33) 2233(3.22)
		7	18	558	-0.530	0.208	0.306	-
SOM	Veri Seti 2	1	14	434	0.390	-0.951	-1.142	-
		2	19	589	-0.825	-0.375	-0.264	
		3	15	434	1.619	0.752	0.933	
		4	19	620	1.629	1.575	1.663	1323 (4.33)
		5	21	651	1.700	1.262	0.897	
		6	15	434	0.361	0.058	-0.554	
		7	14	465	1.835	1.525	1.312	713 (3.27)
K-Ortalamlar	Veri Seti 3	1	21	651	2.874	0.562	0.363	321 (3.04)
		2	17	527	1.743	0.048	-0.262	713 (3.78)
		3	14	434	1.010	-1.137	-2.199	-
		4	12	372	1.855	-0.848	-1.678	-
		5	24	744	1.953	0.808	0.321	2232 (3.42) 1323 (4.82)
		6	13	403	1.936	1.846	1.298	-
		7	16	496	0.533	0.008	-0.845	-
Ward	Veri Seti 3	1	22	682	1.715	0.448	0.007	-
		2	20	620	1.495	-0.176	-0.209	713(4.10)
		3	15	465	1.627	1.873	1.482	-
		4	22	682	2.419	0.635	0.004	1323(4.47)
		5	15	465	2.044	0.217	-1.143	2132(3.03)
		6	23	713	1.471	1.555	0.989	2232(3.44)

Tablodan bulanık kümeleme sonuçları incelendiğinde, 1323 (4.33), 2233 (3.22) ve 713(3.05) nolu istasyonlara ait D değerleri sınır değerden daha büyük çıkmıştır. H değerleri karşılaştırıldığında, bütün bölgelere ait H değerlerinin 2'den küçük çıktığı görülmektedir. Bölge 6, en büyük H1 (1.700) değerine sahip olup bu bölge için hesaplanan H2 (1.262) ve H3 (0.897) değerleri ise genel olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu için bölge 6, “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Hesaplanan H değerlerine göre bölge 3, 4 ve 7 “*homojen kabul edilir*”, bölge 1,2 ve 5 “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. K-Ortalamlar yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan H değerleri incelendiğinde, bölge 1'e ait H1 değeri 2'den büyük elde edilmiştir. Ancak bu bölge için hesaplanan H2 ve H3 değerlerinin ise 2'den küçük ve *kabul edilebilir* seviyede olduğu görülmektedir. Diğer taraftan bölge 5 ve 6'ya ait H1 değerleri 2'ye çok yakın çıkmakla birlikte “*homojen olabilir*” şeklinde değerlendirilebilir. Bu veri setine ait diğer bölgeler için hesaplanan H1 değerleri genel olarak kabul edilebilir seviyede olup “*homojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca Ward yöntemi ile belirlenen bölgelere ait homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında, bölge 4 ve 5'e H1 değeri 2'den büyük çıkmış ve *yeterli homojenliğe* sahip olmadığı görülmüştür. Diğer bölgeler için hesaplanan H1 değeri incelendiğinde genel olarak 2'den küçük ve kabul edilebilir seviyededir.

Diğer taraftan her üç yöntemle ait sonuçlar karşılaştırıldığında, genel olarak bulanık kümeleme ile elde edilen sonuçların diğer yöntemlere ait sonuçlara göre daha iyi seviyede olduğu görülmektedir. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bütün bölgelere ait H1 değerinin 2'den çıkmıştır. Diğer taraftan K-Ortalamlar yöntemi sonuçları incelendiğinde, bölge 1 için hesaplanan H1 değeri 2'den büyük çıkmış ve bu bölgenin homojen olmadığı görülmüştür. Benzer şekilde Ward yöntemi sonuçlarına bakıldığında, bölge 4 ve 5 için hesaplanan H1 değeri 2'den büyük çıktığı için bu bölgeler “*heterojen kabul edilir*” şeklinde değerlendirilmiştir. Sonuç olarak yıllık maksimum akımların için yapılan sınıflandırmada, en uygun sonuçların veri seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırma ile elde edildiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre, yıllık maksimum akım serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yönteminin başarılı sonuçlar verdiği yapılan değerlendirmeler ile tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan bu değerlendirmelere göre bulanık kümeleme ile yapılan sınıflandırmada belirlenen bölgelerin bölgesel homojenlik ve uyumsuzluk testlerinden geçtiği ve bölgesel taşkın frekans analizinde kullanılabilceği söylenebilir.



## 9. SONUÇLAR

Bu çalışmada Bulanık kümeleme yöntemi ile Türkiye akarsu havzalarının sınıflandırılması ve homojen bölgelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için; (i) yıllık toplam yağışlar (ii) yıllık maksimum akımlar temel alınarak sınıflandırma işlemi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında sınıflandırma işleminden önce, Türkiye genelindeki akım gözlem ve meteoroloji istasyonları detaylı bir şekilde incelenmiş ve en fazla gözlem uzunluğunun ve istasyonun elde edildiği zaman aralığı belirlenmiştir. Yapılan detaylı incelemeler sonucunda 01.10.1968–30.09.1998 aralığında 31 yıllık gözlem değerine sahip olan akım gözlem ve meteoroloji istasyonları uygulama için seçilmiştir. Bu gözlem aralığı için akım gözlem ve meteoroloji istasyonlarına ait kayıtlar incelenerek eksik veriler tespit edilmiştir. Tespit edilen bu eksik kayıtlar komşu istasyonlar kullanılarak EM yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Akım gözlem istasyonlarında eksik verisi olan istasyonlarda tahmin işlemi için aynı kol üzerinde bulunan ya da en yakın komşu akarsu kolu üzerinde yer alan akım gözlem istasyonundan alınan verilerden faydalanılmıştır. Meteoroloji istasyonlarında eksik veri için ise benzer şekilde en yakın komşu gözlem istasyonundan alınan kayıtlar kullanılmıştır. Türkiye genelinde 267 yağış gözlem istasyonu için yapılan eksik veri analizi sonucunda, 38 istasyon 5 yıl ve daha fazla gözlem kaydı olmadığı için çıkarılmış, 161 gözlem istasyonunda eksik veriye rastlanmaz iken, 68 istasyonda eksik yağış verileri için tamamlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan akım gözlem istasyonları için yapılan detaylı çalışmalar sonucunda toplam 23 istasyonda eksik akım verileri tamamlanmış ve 31 yıllık gözlem değerine sahip toplam 117 istasyon belirlenmiştir.

Akım gözlem ve meteoroloji istasyonları için eksik veri analizinden sonra homojenlik testi uygulanmıştır. Yağış gözlem istasyonlarında aylık veriler için SNHT ve yıllık seriler için ise SNHT ve Pettitt testleri uygulanmıştır. Akım gözlem istasyonları için ise RUN testi uygulanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, kümeleme analizlerinde kullanılmak üzere toplam 188 yağış gözlem istasyonu ve 117 akım gözlem istasyonu belirlenmiştir.

Bu proje kapsamında, Türkiye havzalarının sınıflandırılması için ilk önce yıllık toplam yağışlar dikkate alınmıştır. Bunun için toplam 188 yağış gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağışlar ve diğer değişkenler kullanılarak farklı giriş yapılarına sahip 8 farklı veri seti oluşturulmuş ve her bir veri seti için bulanık kümeleme yöntemi ile sınıflandırma analizi gerçekleştirilmiştir. Her bir veri seti için yapılan sınıflandırma analizi sonuçlarını değerlendirmek için çeşitli ölçütler hesaplanmış ve her bir veri seti için en uygun küme sayıları belirlenmiştir. Bu 8 farklı veri seti kullanılarak Bulanık kümeleme ile belirlenen bölgelerin homojenliğinin test edilmesi için bölgesel homojenlik testi uygulanmış ve en uygun sonuçların Veri Seti 2 kullanılarak tanımlanan bölgeler için elde edilmiştir.

Bu veri seti kullanılarak tanımlanan bölgeler için hesaplanan homojenlik testinden bütün bölgelere ait H1 değerinin sınır değerden ( $H1 < 2$ ) küçük ve kabul edilebilir seviyede çıktığı görülmüştür. Hesaplanan homojenlik testi sonuçlarına göre Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme ile tanımlanan bölgelerin homojen olduğu ve bulanık kümelemenin başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yöntem sonuçlarını değerlendirmek için, K-Ortalamalar, Ward ve SOM yöntemleri ile de kümeleme analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. K-Ortalamalar yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında en uygun sonuçlar Veri seti 1 kullanılarak elde edilmiş ve en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiştir. Bu yöntem ile belirlenen bölgeler için homojenlik testi uygulanmış ve sadece bölge 7 için tanımlanan bölgeye ait H1 değeri sınır değerden büyük, diğer bölgelere ait değerler genel olarak kabul edilebilir seviyede çıkmıştır.

Ward yöntemi ile yağış serilerinin sınıflandırılmasında en uygun sonuçlar Veri seti 2 kullanılarak elde edilmiştir. Bu yöntem kullanılarak belirlenen bölgeler için uygulanan homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında iki bölgeye ait H1 değerinin sınır değerden büyük çıktığı görülmüştür. SOM yöntemi ile yapılan sınıflandırmada belirlenen bölgeler için hesaplanan H1 değerlerinin genel olarak 2'den küçük çıktığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlara ve yapılan bu değerlendirmelere göre Türkiye yağış serilerinin sınıflandırılmasında bulanık kümeleme yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği ve bulanık kümeleme yönteminin hidrolojik değişkenlerin sınıflandırılmasında başarılı bir şekilde uygulanabileceği görülmüştür.

Bu proje kapsamında ikinci olarak bölgesel taşkın frekans analizi için bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bunun için farklı değişkenlerden oluşan 10 farklı veri seti oluşturulmuş ve bu veri setleri için bulanık kümeleme yöntemi ile alt bölgeler belirlenmiştir. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında olduğu gibi en uygun küme sayılarına karar vermek için çeşitli ölçütler hesaplanmış ve küme sayılarına göre değişimleri incelenmiştir. Bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgelerin bundan sonraki çalışmalarda kullanılabilmesi için bölgesel homojenlik testi uygulanarak homojenlikleri test edilmiş ve bu homojenlik testi sonuçları karşılaştırılarak en uygun bölgeler belirlenmiştir.

Homojenlik testi sonuçları değerlendirildiğinde en uygun sonuçların Veri Seti 2 kullanılarak bulanık kümeleme yöntemi ile yapılan sınıflandırmada belirlenen bölgeler için elde edilmiş ve küme sayısı 7 olarak belirlenmiştir. Bu veri seti kullanılarak belirlenen bölgeler için hesaplanan H1 değerleri genel olarak 2'den küçük çıkmıştır. Bölge 6, en büyük H1 (1.700) değerine sahip olup bu bölge için hesaplanan H2 (1.262) ve H3 (0.897) değerleri ise genel olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu için bölge 6, "*homojen olabilir*" şeklinde değerlendirilmiştir. Hesaplanan H değerlerine göre bölge 3, 4 ve 7 "*homojen kabul edilir*", bölge 1,2 ve 5 "*homojen olabilir*" şeklinde değerlendirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, bulanık kümeleme yöntemi ile yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında belirlenen 7 bölgenin bölgesel homojenlik testinden geçtiği ve belirlenen bölgelerin bölgesel homojenlik testinde kullanılabilceği söylenebilir.

Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında K-Ortalamlar yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan H değerleri incelendiğinde, bölge 1'e ait H1 değeri 2'den büyük, H2 ve H3 değerlerinin ise 2'den küçük ve kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Diğer taraftan bölge 2, 3, 4, 5 ve 6'ya ait H1 değerleri 1 ile 2 arasında çıkmış olup bu bölgeler "*homojen olabilir*" şeklinde değerlendirilmiştir. Ward yöntemi ile belirlenen bölgelere ait homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında, bölge 4 ve 5'e H1 değeri 2'den büyük, H2 ve H3 değerleri ise 1'den küçük ve kabul edilebilir seviyede çıkmıştır. Diğer bölgeler için hesaplanan H1 değeri 1 ile 2 arasında olup bu bölgeler homojen olabilir şeklinde değerlendirilmiştir. Son olarak SOM yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan homojenlik testi istatistiği değerlendirildiğinde genel olarak bütün bölgelerde 2'den küçük ve bulanık kümeleme yöntem sonuçlarına oldukça yakın çıkmıştır.

Yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında dört farklı yöntemin performansı karşılaştırıldığında, bulanık kümeleme ile belirlenen bölgelere ait bölgesel homojenlik testi sonuçlarının diğer yöntemler ile belirlenen bölgelere göre daha iyi seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında ve homojen bölgelerin belirlenmesinde bulanık kümeleme yöntemi diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar verdiği ve bu yöntem ile belirlenen bölgelerin bölgesel taşkın frekans analizinde kullanılabileceği söylenebilir.

Bu proje kapsamında son olarak yıllık maksimum akımların sınıflandırılmasında kümeleme yöntemleri ile belirlenen bölgeler için bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Bulanık kümeleme yöntemi ile veri seti 2 kullanılarak yapılan sınıflandırma sonucunda belirlenen 7 bölge için bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirilmiş ve performansı değerlendirilmiştir. Bölgesel taşkın frekans analizi yapılırken, her bir bölge için belirlenen en uygun olasılık dağılımları kullanılmış ve her bir bölge ve bu bölgelerde yer alan istasyonlar için büyüklükler hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarını değerlendirmek için hesaplanan bölgesel RMSE ve bias parametreleri incelendiğinde genel olarak kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Tekrarlanma periyodu arttıkça (aşılmama olasılığı büyüdükçe) hesaplanan bu bölgesel ve ya istasyon bazındaki bu parametrelerin değerlerinin büyüdüğü ve  $F=0.999$  için en büyük değerlerin elde edildiği görülmüştür. Hesaplanan bu değerlerin bölgenin homojenliğine bağlı olduğu, homojenlik istatistiğinin küçük elde edildiği bölgeler için hesaplanan RMSE ve bias değerlerinin de diğer bölgelere göre daha iyi seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bölgesel taşkın frekans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, bulanık kümeleme yöntemi ile belirlenen bölgeler için hesaplanan RMSE ve bias değerleri kabul edilebilir seviyede olup bulanık kümeleme yönteminin homojen bölgelerin belirlenmesi başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Benzer analizler diğer kümeleme yöntemleri ile belirlenen bölgeler için de gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, yıllık maksimum akımlar ve istasyona ait bilgiler kullanılarak sınıflandırma yapılmış ve bu sınıflandırma ile belirlenen bölgeler için bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, yeterli güvenilirlikte havzaya ait (havza alanı, ortalama eğimi, bitki örtüsü vb) veriler kullanılarak sınıflandırmanın yapılması ve bu sınıflandırma ile belirlenen bölgeler için bölgesel taşkın frekans analizinin gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

## **10. TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, 107Y318 nolu Araştırma Projesi kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür etmektedir. Bu projede kullanılan yağış ve sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşleri (DMI) Genel Müdürlüğü'nden ücretsiz olarak temin edilmiştir. Yazarlar, meteorolojik veri ve bilgi noktasında desteklerinden dolayı DMI Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerini sunmaktadır.

## 11. KAYNAKLAR

ABIDA, H., Ellouze, M., Probability Distribution of Flood Flows in Tunisia, *Hydrology and Earth System Sciences*, 12, 703–714, (2008).

ACAR, R., Şenocak, S., Erzurum için Aylık Kar Örtüsü Yüksekliği Trendleri. 5. *Dünya Su Forumu DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları Kar Hidrolojisi Konferansı*, 112–122, (2008).

ACREMAN, M. C. and Sinclair, C. D., Classification of Drainage Basins According to Their Physical Characteristics; An Application for Flood Frequency Analysis in Scotland, *Journal of Hydrology*, 84(3-4), 365-380, (1986).

ANDRADE, E.M., Regionalization of Small Watersheds in Arid and Semiarid Regions: Cluster and Andrews' curve Approaches, *Eng. Agric.*, 18(4), 3CB9-52, (1999).

ADELOYE, A.J., Montaseri, M., Preliminary Streamflow Data Analyses Prior to Water Resources Planning Study, *Hydrological Sciences Journal*, 47(5), 679-692, (2002).

AKSOY, H., Unal, N.E., İtibar, M.D., Streamflow Characteristics of European Part of Turkey. BALWOIS 2004. 1-9. Ohrid, FY Republic of Macedonia, (2004), 1-9.

AKSOY, H., Hydrological Variability of the European Part of Turkey. *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering*, 31 ( B2), 225-236, (2007).

AKSOY, H., Unal, N.E., Alexandrov, V., Dakova, S., Yoon, J., Hydrometeorological Analysis of Northwestern Turkey with Links to Climate Change. *International Journal of Climatology*, 28, 1047–1060, (2008).

ALEXANDERSSON, H., A homogeneity Test Applied to Precipitation Data. *Journal of Climate*, 6, 661–675, (1986).

ALEXANDERSSON, H., Moberg, A., Homogenization of Swedish Temperature Data Part I: Homogeneity Test for Linear Trends, *International Journal of Climatology*, 17, 25–34, (1997).

ATIEM, A., Harmancioglu, N.B., Assessment of Regional Floods using L-moments Approach: the Case of the River Nile, *Water Resources Management*, 20, 723–747, (2006).

BAL, C., Özdamar, K., Eksik Gözlem Sorununun Türetilmiş Veri Setleri Yardımıyla Çözümlemesi, *Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(2), 67-76, (2004).

BEZDEK, J.C., Cluster validity with fuzzy sets. *Journal of Cybernetics*, 3 (3), 58–72, 1974.

BEZDEK, J.C., *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. Plenum Press, New York, (1981).

BURN, D.H., Cluster Analysis as Applied to Regional Flood Frequency, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 115, 567–582, (1989).

BURN, D.H., ZRINJI, Z., KOWALCHUK, M., Regionalization of Catchments for Regional Flood Frequency Analysis. *Journal of Hydrologic Engineering*, 2 (2), 76–82, (1997)

BURN, D.H., Goel, N.K., The Formation of Groups for Regional Flood Frequency Analysis, *Hydrological Sciences Journal*, 45(1), 97-112, (2000).

CANNAROZZO, M., Noto, L.V., Viola, F., La Loggia, G., Annual Runoff Regional Frequency Analysis in Sicily, *Physics and Chemistry of the Earth*, 34, 679–687, (2009).

CORNE, S., Murray, T., Openshaw, S., See, L., Turton, I., Using Computational Intelligence Techniques to Model Subglacial Water Systems, *Journal of Geographical Systems*, 1, 37- 60, (1999).

CRANEL, R.G., Hewitson, B.C., Clustering and Upscaling of Station Precipitation Records to Regional Patterns using Self-Organizing Maps (SOMs), *Climate Research*, 25: 95-107, (2003).

DALRYMPLE, T., *Flood frequency analyses*. Water Supply Paper 1543-A, U.S. Geological Survey, Reston, Va, (1960).

DEMIREL, M.C., *Cluster Analysis of Streamflow Data over Turkey*, (Master of Science Thesis), İstanbul Technical University, (2004).

DEMIREL, M.C., Mariano, A.J., Kahya, E., Performing K-Means Analysis to Drought Principal Components of Turkish Rivers, *Hydrology Days*, (2007), 145-151.

DEMPSTER, A.P., Laird, N.M., Rubin, D.B., Maximum Likelihood From Incomplete Data Via the EM Algorithm, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 39(1), 1- 38, (1977).

DUCRE-ROBITAILLE, J.F., Vincent, L.A., Boulet, G., Comparison of Techniques for Detection of Discontinuities in Temperature Series, *International Journal of Climatology*, 23, 1087–1101, (2003).

DUNN, J.C., A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and its Use in Detecting Compact, Well-Separated Clusters, *Journal of Cybernetics*, 3 (3), 32–57, (1974).

EİE. Su Akımları Aylık Ortalamalar (1935-2000), Ankara, (2003).

EM, A., Hamidi, N., Toprak, Z.F., GAP Bölgesinde Yıllık Toplam Yağışların Değişimi ve Homojenlik Analizi. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, (2007), 379-393.

FREIWAN, M., Kadioğlu, M. 2008. Climate Variability in Jordan, *International Journal of Climatology*, 28, 69–89, (2008).



GAN, G., Ma, C., Wu, J., *Data Clustering Theory, Algorithms, and Applications*. ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability, SIAM, Philadelphia, ASA, Alexandria, VA, (2007).

GONZALEZ-ROUCO, J.F., Jimenez, J.L., Quesada, V., Valero, F., Quality Control and Homogeneity of Precipitation Data in the Southwest of Europe. *Journal of Climate*, 14, 964-978, (2000).

GÖKTÜRK, O.M., Bozkurt, D., Şen, Ö.L., Karaca, M., Quality Control and Homogeneity of Turkish Precipitation Data, *Hydrological Processes*, 22, 3210–3218, (2008).

GUTTMAN, N.B., The use of L-moments in the Determination of Regional Precipitation Climates. *Journal of Climate*, 6, 2309-2325, (1993).

HALL, M.J., Minn, A.W., Ashrafuzzaman, A.K.M., The Application of Data Mining Techniques for the Regionalization of Hydrological Variables, *Hydrology and Earth System Sciences*, 6(4), 685–694, (2002).

HANSEN-BAUER, I., Førland, E.J., Homogenizing Long Norwegian Precipitation Series, *Journal of Climate*, 7, 1001–1013, (1994).

HAYKIN, S., *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, (1999).

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, 105-24, (1990).

HOSKING, J.R.M., Fortran Routines for Use with the Method of L-Moments, Version 3. Research Report RC 20525, IBM Research Division, Yorktown Heights, N.Y. (1996).

HOSKING, J. R. M., Wallis, J. R., The Value of Historical Data in Flood Frequency Analysis. *Water Resources Research*, 22, 1606-1612, (1986).

HOSKING, J.R.M., Wallis, J.R., Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis. *Water Resources Research*, 29 (2), 271–281, (1993).

HOSKING, J.R.M., Wallis, J.R., *Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-moments*. Cambridge University Press, Cambridge, (1997).

JACOB, D., Reed, D.W., Robson, A.J., *Choosing a pooling-group. Chapter 6: In: Flood Estimation Handbook*, Vol: 3, Statistical Procedures for Flood Frequency Estimation, Institute of Hydrology, Wallingford, UK, (1999).

KAHYA, E., Demirel, M.C., A Comparison of Low-Flow Clustering Methods: Streamflow Grouping, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2 (3), 524-530, (2007a).

KAHYA, E., Demirel, M.C., Piechota, T.C., Spatial Grouping of Annual Streamflow Patterns in Turkey. *Hydrology Days*, (2007b), 169-176.

KALTEH, A.M., Hjorth, P., Berndtsson, R., Review of the Self-Organizing Map (SOM) Approach in Water Resources: Analysis, Modeling and Application, *Environmental Modelling & Software*, 23, 835–845, (2008).

KARABÖRK, M.Ç., Kahya, E., Kömüçü, A.Ü., Analysis of Turkish Precipitation Data: Homogeneity and the Southern Oscillation Forcings on Frequency Distributions. *Hydrological Processes*, 21, 3203–3210, (2007).

KHALIQ, M.N., Quarda, T.B.M.J., Short Communication On the Critical Values of the Standard Normal Homogeneity Test (SNHT), *International Journal of Climatology*, 27, 681–687, (2007).

KLINGBJER, P., Moberg, A., A Composite Monthly Temperature Record from Tornedalen in Northern Sweden, 1802–2002, *International Journal of Climatology*, 23, 1465–1494, (2003).

KULKARNI, A., Kripalani, R.H., Rainfall Patterns over India: Classification with Fuzzy C-Means Method., *Theor. Appl. Climatol.*, 59, 137-146, (1998).

KOHONEN, T., Analysis of a Simple Self-Organizing Process. *Biological Cybernetics*, 44, 135-140, (1982a).

KOHONEN, T., Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps. *Biological Cybernetics*, 43, 59-69, (1982b).

KOHONEN, T., *Self-Organizing Maps*. Springer-Verlag, Berlin, (2001).

LAUZON, N., Anctil, F., Baxter, C.W., Clustering of Heterogeneous Precipitation Fields for the Assessment and Possible Improvement of Lumped Neural Network Models for Streamflow Forecasts, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 10, 485–494, (2006).

LECCE, S.A., Spatial Variations in the Timing of Annual Floods in the Southeastern United States, *Journal of Hydrology*, 235, 151–169, (2000).

LETTENMAIER, D.P., Potter, K.W., Testing Flood Frequency Estimation Methods using a Regional Flood Generation Model, *Water Resources Research*, 21(12):1903–1914, (1985).

LIN, G., Chen, L., Identification of Homogeneous Regions for Regional Frequency Analysis using the Self-Organizing Map, *Journal of Hydrology*, 324, 1–9, (2006).

LIN, G., Wu, M., A SOM-based Approach to Estimating Design Hyetographs of Ungauged Sites, *Journal of Hydrology*, 339, 216– 226, (2007).

LIM, Y.H., Lye, L.M., Regional Flood Estimation for Ungauged Basins in Sarawak, Malaysia. *Hydrol Science*, 48,1, (2003)

LIM, Y.H., Voeller, D.L., Regional Flood Estimations in Red River using L-Moment-Based Index-Flood and Bulletin 17B Procedures. *Journal of Hydrologic Engineering*, 14(9), 1002-1016, (2009).

- MICHAELIDES, S.C., Pattichis, C.S., Kleovoulou, G., Classification of Rainfall Variability by using Artificial Neural Networks, *International Journal of Climatology*, 21, 1401–1414, (2001).
- MIHAJLOVIC, D., 2006. Monitoring the 2003–2004 Meteorological Drought Over Pannonian Part of Croatia, *International Journal of Climatology*, 26, 2213–2225, (2006).
- MINGOTI, S.A., Lima, J.O., Comparing SOM Neural Network with Fuzzy C-means, K-Means and Traditional Hierarchical Clustering Algorithms. *European Journal of Operational Research, Stochastics and Statistics*, 174, 1742–1759, (2006).
- MODARRES, R., Regional Frequency Distribution Type of Low Flow in North of Iran by L-moments, *Water Resources Management*, 22, 823–841, (2008).
- MUNOZ-DIAZ, D., Rodrigo, F.S., Spatio-Temporal Patterns of Seasonal Rainfall in Spain (1912–2000) using Cluster and Principal Component Analysis: Comparison, *Annales Geophysicae*, 22, 1435–1448, (2004).
- NELWAMONDO, F. V., Mohamed, S., Marwala, T., Missing Data: A Comparison of Neural Network and Expectation Maximization Techniques, *Current Sciences*, 93(11), 1514-1521, (2007).
- PARIDA, B.P., Kachroo, R.K., Shrestha, D.B., Regional Flood Frequency Analysis of Mahi-Sabarmati Basin (subzone 3-a) using Index Flood Procedure with L-moments. *Water Resources Management*, 12, 1–12, (1998).
- POTTER, K. W., Lettenmaier, D.P., A Comparison of Regional Flood Frequency Estimation Methods using a Resampling Method. *Water Resources Research*, 26, 415-24, (1990).
- RAO, A.R., Hamed, K.H., Regional Frequency Analysis of Wabash River Flood Data by L-Moments, *Journal of Hydrologic Engineering*, 2 (4), 169–179, (1997).

RAO, A.R., SRINIVAS, V.V., Regionalization of Watersheds by Hybrid Cluster Analysis. *Journal of Hydrology*, 318, 37-56, (2006a).

RAO, A.R., SRINIVAS, V.V., Regionalization of Watersheds by Fuzzy Cluster Analysis. *Journal of Hydrology*, 318, 57-79, (2006b).

SCHNEIDER, T., Analysis of Incomplete Climate Data: Estimation of Mean Values and Covariance Matrices and Imputation of Missing Values, *Journal of Climate*, 14, 853-871, (2001).

SHU, C., Burn, D.H., Homogeneous Pooling Group Delineation for Flood Frequency Analysis using a Fuzzy Expert System with Genetic Enhancement, *Journal of Hydrology*, 291, 132-149, (2004).

SMITHERS, J.C., Schulze, R.E., A Methodology for the Estimation of Short Duration Design Storms in South Africa using a Regional Approach Based on L-moments, *Journal of Hydrology*, 241, 42-52, (2001).

SLONOSKY, V.C., Jones, P.D., Davies, T.D., Homogenization Techniques for European Monthly Mean Surface Pressure Series, *Journal of Climate*, 12(8), 2658-2672, (1999).

SOLTANI, S., Modarres, R., Classification of Spatio-Temporal Pattern of Rainfall in Iran Using A Hierarchical and Divisive Cluster Analysis, *Journal of Spatial Hydrology*, 6 (2), 1-12, (2006).

SÖNMEZ, İ., Kömüçü, A.Ü., K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi İle Türkiye Yağış Bölgelerinin Yeniden Tanımlanması ve Alt-Periyodlardaki Değişimleri, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, (2007), 360-393.

STEDINGER, J. R., Estimating a Regional Flood Frequency Distribution. *Water Resources Research*, 19, 503-510, (1983).

TAYANC, M., Dalfes, H.N., Karaca, M., Yenigun, O., A Comparative Assessment of Different Methods for Detecting Inhomogeneities in Turkish Temperature Data Set, *International Journal of Climatology*, 18, 561–578, (1998).

THANDAVESWARA, B.S., Sajikumar, N., Classification Of River Basins using Artificial Neural Network, *Journal of Hydrologic Engineering*, 5(3), 290-298, (2000).

TOMOZEIU, R., Busuioc, A., Marletto, V., Zinoni, F., Cacciamani, C., Detection of Changes in the Summer Precipitation Time Series of the Region Emilia-Romagna, Italy, *Theoretical and Applied Climatology*, 67, 193–200, (2000).

TOMOZEIU, R., Stefan, S., Busuioc, A., Winter Precipitation Variability and Large-Scale Circulation Patterns in Romania, *Theor. Appl. Climatol.*, 81, 193–201, (2005).

TUOMENVIRTA, H., Alexandersson, H., Drebs, A., Frich, P., Nordli, P.O., Trends in Nordic and Arctic temperature extremes and ranges, *Journal of Climate*, 13(5), 977–990, (2000).

TURAN, A., *Türkiye akarsu verimlerinin küme analizi ile sınıflandırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2005).

UNAL, Y., Kındap, T., Karaca, M., Redefining the Climate Zones of Turkey using Cluster Analysis, *International Journal of Climatology*, 23, 1045–1055, (2003).

VOGEL, R.M., Thomas, W.O., McMahon, T., A Flood-flow Frequency Model Selection in Southwestern United States, *Journal of Water Resour Planning Management*, 119(3), 353–366, (1993).

YILDIRIM, Y.E., Türkeş, M., Tekiner, M., Time series Analysis of Long-term Variations in Stream-flow Data of Some Stream-flow Stations over the Gediz Basin and in Precipitation of the Akhisar Station, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (1), 17-24, (2004).

WARD, J.H, Hierarchical Groupings to Optimize an Objective Function, *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236 – 244, (1963).

WATTS, M.J., Warner, S.P., Estimating the Risk of Insect Species Invasion: Kohonen self-organising Maps Versus K-means Clustering, *Ecological Modelling*, 220, 821-829, (2009).

WIJNGAARD, J.B., Klein Tank, A.M.G., Können, G.P., Homogeneity of 20<sup>th</sup> Century European Daily Temperature and Precipitation Series, 23, 679–692, (2003).

XIE, X.L., BENI, G., A Validity Measure for Fuzzy Clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 13 (8), 841–847, (1991).

ZADEH, L.A., Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8 (3),338–353, (1965).

[www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)

## 12. EKLER

### EK 1: Eksik Veri Analizinde Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları

Havza Adı	Akarsu Adı	AGİ No	AGİ Adı	Açılış Tarihi	Kapanış Tarihi	Doğu	Kuzey	Kot (m)	Y.Alanı (km2)	Eksik Verinin Olduğu Yıl	Eksik Veri Tamamlamada Kullanılan İstasyon
Meriç	Şeytan Deresi	101	Babaeski	06.09.1957		26.10	41.43	50	478.4	Eksik Yok	
Meriç	Meriç Hehri	103	Meriç Köprüsü	01.10.1968		26.55	41.66	35	27250.8	1968	101
Mütefferik Marmara Suları	Yakacık Deresi	209	Gürçeşme	01.01.1969		27.03	40.19	48	267.6	1968	212
Mütefferik Marmara Suları	Biga Çayı	212	Çınarköprü	30.09.1964		27.27	40.31	8	2095.6	Eksik Yok	
Susurluk	M.kemalpaşa Ç.	302	Döllük	24.03.1938		28.52	39.96	40	9629.2	Eksik Yok	
Susurluk	Orhaneli Çayı	311	Küçükilet	18.06.1944		29.46	39.63	795	1621.6	Eksik Yok	
Susurluk	Kocaçay	314	Kayaca	13.09.1952		27.97	40.08	25	2308.8	Eksik Yok	
Susurluk	Simav Çayı	316	Yahyaköy	01.05.1952		28.18	39.99	32	6454.0	Eksik Yok	
Susurluk	Kocadere	317	Akçasusurluk	16.09.1952		28.41	40.26	2	21611.2	Eksik Yok	
Susurluk	Nilüfer Çayı	321	Geçitköy	31.07.1953	30.09.2007	28.94	40.28	63	1290.8	Eksik Yok	
Mütefferik Ege Suları	Bakırçay	406	Eğrigöl	21.09.1960	08.11.1998	27.10	39.05	16	2887.6	1998	408
Mütefferik Ege Suları	Karamenderes	407	Aslanköprü	28.04.1961		26.33	39.83	20	1586.4	1998	408
Mütefferik Ege Suları	Havran Çayı	408	İnboğazı	01.01.1969		27.19	39.57	95	182	1968	324
Gediz	Medar Çayı	509	Kayalıoğlu	10.11.1951		27.77	38.89	77	901.6	Eksik Yok	
Gediz	Kum Çay	510	Killik	11.05.1951		27.67	38.77	54	3188.6	Eksik Yok	
Gediz	Selendi Çayı	514	Dereköy	12.04.1960		28.70	38.70	345	689.6	Eksik Yok	
Gediz	Deliiniş Dere	515	Topuzdamları	14.04.1960		28.55	38.72	376	739.6	Eksik Yok	
Gediz	Gediz Hehri	516	Gediz Köp.	24.06.1960		28.71	38.63	376	3265.2	Eksik Yok	
Gediz	Demirci Çayı	517	Saraycıkhamamı	26.06.1960		28.51	38.79	269	757.6	Eksik Yok	
Gediz	Gediz Hehri	518	Manisa Köp.	09.02.1962		27.44	38.64	23	15616.4	Eksik Yok	
Gediz	Gördes Çayı	520	Çömlekcı	01.10.1968		27.93	38.75	120	1470.4	1968	510
Küçük Menderes	Küçükmenderes	601	Selçuk	06.08.1952		27.38	37.98	4	3255.2	Eksik Yok	
Büyük Menderes	Çine Çayı	701	Kayırılı	15.07.1937		28.13	37.42	262	948.0	Eksik Yok	
Büyük Menderes	Büyükmenderes	706	Aydın Köp.	29.03.1950		27.84	37.83	25	19595.6	Eksik Yok	
Büyük Menderes	Büyükmenderes	713	Çitakköprüsü	12.05.1951		29.64	38.16	802	3945.6	Eksik Yok	



Mütf.Batı Akdeniz Suları	Başgöz Çayı	808	Çatallar	28.09.1955		30.07	36.49	342	770.0	Eksik Yok	
Mütf.Batı Akdeniz Suları	Eşençay	809	Kavaklıdere	02.07.1956		29.56	36.83	1115	546.8	Eksik Yok	
Mütf.Batı Akdeniz Suları	Dalaman Çayı	812	Akköprü	01.06.1963		28.93	36.92	128	4964.9	Eksik Yok	
Mütf.Batı Akdeniz Suları	Köprüçay	902	Beşkonak	05.12.1939		31.19	37.14	116	1942.4	Eksik Yok	
Mütf.Batı Akdeniz Suları	Manavgat	912	Sinanhoca	12.06.1963		31.61	36.98	245	625.6	Eksik Yok	
Mütf.Orta Akdeniz Suları	Alara Çayı	917	Alarahan	01.11.1968		31.72	36.69	19	879.3	1968	912
Afyon Suları Kapalı Havzası	Sivrikaya Deresi	1102	Gazlıgöl	02.06.1956		30.50	38.94	1049	360.8	Eksik Yok	
Afyon Suları Kapalı Havzası	Akarçay	1104	Bolvadin	01.10.1956	01.10.1998	31.05	38.66	965	4231.6	1990-1994	1102
Sakarya	Porsuk Çayı	1203	Beşdeğirmen	19.12.1935		30.05	39.53	855	3938.4	Eksik Yok	
Sakarya	Porsuk Çayı	1212	Sazılar	01.07.1943	31.10.1989	31.90	39.67	679	10822	1987-1988 1989	1248
Sakarya	Dinsiz Çayı	1219	Yağbasan	09.09.1952		30.60	40.78	25	410.8	1969-1970	1237
Sakarya	Sakarya nehri	1221	Doğançay	12.09.1952		30.33	40.63	41	52531.6	Eksik Yok	
Sakarya	Kocasu	1222	Rüstümköy	13.09.1952		29.77	40.26	198	2021.6	Eksik Yok	
Sakarya	Seydi Suyu	1223	Hamidiye	17.09.1952	01.12.1997	30.93	39.57	895	1636.3	1998	1224
Sakarya	Sakarya Nehri	1224	Aktaş	01.10.1952		31.34	39.32	837	4342.2	Eksik Yok	
Sakarya	Aladağ Çayı	1233	Karaköy	23.05.1954		31.66	40.19	505	2003.2	Eksik Yok	
Sakarya	Mudurnu Çayı	1237	Dokurcun	15.06.1955		30.86	40.58	286	1073.4	Eksik Yok	
Sakarya	Ova Çayı	1239	Eybek	22.07.1955	30.09.2003	32.92	40.28	1033	322.0	Eksik Yok	
Sakarya	Sakarya Nehri	1242	Kargı	21.09.1959	30.09.2003	31.74	39.97	493	33847.2	Eksik Yok	
Sakarya	Kirmir Çayı	1244	Mandra	27.09.1960	21.06.2001	32.65	40.43	913	886.0	1968-1969	1233
Sakarya	Kirmir Çayı	1245	Taksir Köp.	14.10.1961	30.11.2003	31.91	40.09	487	3941.6	1969-1970	1233
Mütefferik Batı Karadeniz	Büyükmelen	1302	Yakabaşı	08.09.1952		30.99	40.86	115	1988	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Devrekani Çayı	1307	Azdavay	14.11.1953		33.30	41.64	815	1097.6	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Soğanlı Çayı	1314	Karabük	24.01.1962		32.64	41.17	271	5086.8	Eksik Yok	

Mütefferik Batı Karadeniz	Mengen Çayı	1319	Gökcesu	30.06.1964		31.97	40.90	507	766.4	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Karasu	1323	Ramlı Köp.	18.09.1964		34.96	41.91	98	261.6	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Ulus	1327	Afatlar Köp.	10.05.1966		32.25	40.74	1142	953.6	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Yeniçiftlik Deresi	1330	M.şevketpaşa	01.10.1966		29.19	41.15	30	23.1	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Araç Çayı	1333	Karabük	31.08.1963	31.10.1998	32.62	41.20	262	2833.2	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Bolu Çayı	1334	Beşdeğirmenler	26.09.1966		31.93	40.89	541	1102.8	Eksik Yok	
Mütefferik Batı Karadeniz	Filyos Çayı	1335	Derecikviran	01.05.1963		32.08	41.55	2	13300.4	Eksik Yok	
Yeşilirmak	Kelkit Çayı	1401	Fatlı	29.03.1938		37.00	40.48	375	10048.8	Eksik Yok	
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1402	Kale	16.03.1938		36.51	40.77	190	33904.0	Eksik Yok	
Yeşilirmak	Çekerek Çayı	1409	Akçakeçili	18.06.1965	01.10.1997	35.64	40.16	730	5267.6	Eksik Yok	
Yeşilirmak	Çorum Çat Irm.	1412	Şeyhoğlu	08.08.1953		35.42	40.45	530	3668.8	1968	1409
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1413	Durucasu	04.07.1954		36.11	40.74	301	21667.2	Eksik Yok	
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1414	Sütlüce	02.04.1955		36.12	40.43	510	5409.2	Eksik Yok	
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1418	Gömelönü	15.02.1963		37.13	40.31	820	1608.0	Eksik Yok	
Kızılırmak	Kızılırmak	1501	Yamula	06.03.1938		35.26	38.89	995	15581.6	Eksik Yok	
Kızılırmak	Karanlık Deresi	1517	Şeffatli	02.08.1952		34.75	39.50	895	8592.4	Eksik Yok	
Kızılırmak	Gökırmak	1524	Kuyuş	07.11.1953	01.09.1999	34.34	41.59	475	4192.4	Eksik Yok	
Kızılırmak	Kızılırmak	1532	Gülşehirköprüsü	24.11.1959	30.09.1998	34.62	38.76	895	20622.0	Eksik Yok	
Kızılırmak	Kızılırmak	1535	Söğütlühan	27.05.1962		36.84	39.72	1243	6606.5	Eksik Yok	
Kızılırmak	Kızılırmak	1536	Avşar Köp.	28.10.1965	30.09.2002	34.43	41.10	310	60559.6	Eksik Yok	
Orta Anadolu Kapalı Havza	Çarşamba Suyu	1611	Bozkır	15.08.1955		32.21	37.17	1255	205.6	Eksik Yok	
Orta Anadolu Kapalı Havza	İbrala Suyu	1612	Denircik	16.08.1955		33.41	37.20	1055	267.7	1995	
Orta Anadolu Kapalı Havza	Peçeneközü D.	1614	Ş.koçhisar	23.09.1955		33.55	38.95	940	651.6	Eksik Yok	
Orta Anadolu Kapalı Havza	İnsuyu Deresi	1620	Cihanbeyli	26.10.1968		32.93	38.65	945	699.2	1970–1971	1623

Müte.Doğu Akdeniz Suları	Göksu Nehri	1712	Bucakkışla	22.09.1954		33.04	36.95	397	2689.2	Eksik Yok	
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Göksu Nehri	1714	Karahacılı	01.06.1961		33.76	36.40	24	10065.2	Eksik Yok	
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Lamas Çayı	1717	Kızılgeçit	24.05.1966		34.01	36.66	975	1005.2	Eksik Yok	
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Göksu Nehri	1720	Hamam	01.10.1965		33.37	36.64	127	4304.0	Eksik Yok	
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Anamur Çayı	1721	Alaköprü	31.10.1967		32.90	36.18	37	313.2	Eksik Yok	
Seyhan	Göksu Nehri	1801	Himmetli	03.10.1935		36.06	37.87	665	2596.8	Eksik Yok	
Seyhan	Göksu Nehri	1805	Gökdere	25.11.1938		35.61	37.62	312	4242.8	1995-1996	1818
Seyhan	Seyhan Nehri	1818	Üctepe	18.02.1966		35.45	37.42	148	13740.6	1980	1805
Hatay Suları	Afrin Deresi	1906	Müşröflü	26.08.1953		36.54	36.31	98	2764.4	Eksik Yok	
Ceyhan	Göksun	2006	Karahaşmet	13.12.1952		36.57	38.03	1324	739.2	Eksik Yok	
Ceyhan	Savrun Deresi	2008	Kadirli Köp.	01.10.1968		36.09	37.37	75	444	1968	2007
Ceyhan	Hurman Suyu	2015	Tanır	28.03.1956		36.92	38.42	1180	915.2	Eksik yok	
Ceyhan	Söğütlü Suyu	2016	Türkveren (Ambarcık)	28.03.1956		37.37	36.27	1215	846.8	1972	2006
Fırat - Dicle	Murat Suyu	2102	Palu	26.07.1936		39.93	38.69	852	25515.6	Eksik Yok	
Fırat - Dicle	Murat Nehri	2122	Tutak	09.09.1953		42.78	39.54	1552	5882.4	1968	2102
Fırat - Dicle	Tohma Suyu	2124	Yazıköy	01.09.1954		37.44	38.67	1193	1256.1	Eksik Yok	
Fırat - Dicle	Bey deresi	2131	Kılayık	07.09.1956		38.21	38.33	892	277.6	Eksik Yok	
Fırat - Dicle	Culap Suyu	2132	İncirli	10.09.1956	31.10.2001	39.03	37.16	470	464.5	1969	2123
Fırat - Dicle	Munzur Suyu	2133	Melekbağçe	31.07.1953		39.53	39.05	875	3284.8	1968 (3 ay)	2149
Fırat - Dicle	Bulam Çayı	2135	Fatopaşa	28.09.1957		38.24	37.99	1252	154.8	Eksik Yok	
Fırat - Dicle	Tohma Suyu	2145	Hisarcık	30.06.1962		37.69	38.48	933	5780.8	Eksik Yok	
Fırat - Dicle	Munzur Suyu	2149	Miskisağ	17.01.1963		39.54	39.11	896	1669	1989-1990	2133
Fırat - Dicle	Fırat Nehri	2151	Sansa DDY	13.06.1963		40.17	39.58	1355	8185.6	1970	2120

Müte.Doğu Karadeniz Suları	Karadere	2202	Ağnas	12.11.1942		40.01	40.85	78	635.7	Eksik Yok	
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Aksu	2213	Dereli	15.09.1954	30.09.2004	38.45	40.75	248	713	Eksik Yok	
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Çamlidere	2215	Dereköy	01.12.1963		40.60	40.73	942	445.2	1991	2233
Müte.Doğu Karadeniz Suları	İyidere	2218	Şimşirli	25.09.1954		40.49	40.82	308	834.9	Eksik Yok	
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Fırtına Deresi	2232	Topluca	01.10.1962		41.01	41.07	237	763.2	Eksik Yok	
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Tozköy Deresi	2233	Tozköy	01.12.1963		40.58	40.67	1296	223.1	Eksik Yok	
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Melet Çayı	2238	Arıcalar	06.09.1964		37.68	40.55	949	1024.4	Eksik Yok	
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Melet Çayı	2247	Gocallı Köp.	10.02.1967		37.90	40.89	41	1859.2	Eksik Yok	
Çoruh	Çoruh Nehri	2304	Bayburt	03.09.1941		40.23	40.26	1545	1734	Eksik Yok	
Çoruh	Çoruh Nehri	2305	Peterek	11.09.1941		41.48	40.74	654	7272	Eksik Yok	
Çoruh	Çoruh Nehri	2315	Karşıköy	26.06.1964	15.07.2002	41.71	41.45	57	19654.4	Eksik Yok	
Çoruh	Çoruh Nehri	2316	İspir Köp.	01.10.1964		40.96	40.46	1170	5505.2	Eksik Yok	
Çoruh	Oltu Suyu	2323	İşhan Köprüsü	07.12.1962		41.70	40.78	572	6854	Eksik Yok	
Aras	Aras Nehri	2402	Kağızman	06.08.1953		43.15	40.18	1140	8872.8	1994,95, 96,97	2409
Aras	Kars Çayı	2409	Güvercinkaya	02.11.1959		43.18	40.72	1670	2928	Eksik Yok	
Van Gölü Kapalı Havzası	Bendimahi Çayı	2505	Göndürme	20.11.1964		43.79	39.08	1915	1373.4	1969,70, 93,94	
Van Gölü Kapalı Havzası	Hoşap Çayı	2509	Zernek Köp.	13.11.1968		43.62	38.36	1862	1598	68,69,70	
Fırat - Dicle (Dicle Nehri ve Kolları)	Garzan Çayı	2603	Beşiri	01.11.1945	30.09.2002	41.35	37.97	545	2450.4	Eksik Yok	
Fırat - Dicle (Dicle Nehri ve Kolları)	Bitlis Çayı	2610	Baykan	14.09.1954		41.78	38.16	910	640.4	Eksik Yok	
Fırat - Dicle (Dicle Nehri ve Kolları)	Batman Çayı	2612	Malabadiköprüsü	06.02.1957		41.20	38.15	597	4105.2	Eksik Yok	
Dicle	Ambar Çayı	2618	Köprübaşı	01.11.1968	01.10.1998	40.38	37.99	595	976	1968	2612

EK 2: Eksik Veri Durumu ve Eksik Verilerin Tamamlanmasında Kullanılan İstasyonlar

İncelenen İstasyon					Eksik Veri Durumu / Eksik Veri Tamamlamada Kullanılan İstasyon	
No	Ad	Yükseklik	Enlem	Boylam	Sıcaklık	Yağış
17020	BARTIN	32.52	41.63	32.33	Eksik Yok	Eksik Yok
17022	ZONGULDAK	135.35	41.45	31.80	Eksik Yok	Eksik Yok
17024	İNEBOLU	63.82	41.98	33.78	Eksik Yok	Eksik Yok
17026	SİNOP	32.00	42.03	35.17	Eksik Yok	Eksik Yok
17030	SAMSUN BÖLGE	4.00	41.35	36.25	Eksik Yok	Eksik Yok
17033	ORDU	4.13	40.98	37.90	17034	Eksik Yok
17034	GİRESUN	38.00	40.92	38.39	17033	Eksik Yok
17038	TRABZON MEY	38.83	41.00	39.76	Eksik Yok	Eksik Yok
17040	RİZE	8.60	41.04	40.50	Eksik Yok	Eksik Yok
17042	HOPA	32.56	41.41	41.43	Eksik Yok	Eksik Yok
17045	ARTVİN	628.35	41.18	41.82	Eksik Yok	Eksik Yok
17050	EDİRNE	51.19	41.68	26.55	17056	Eksik Yok
17052	KIRKLARELİ	231.50	41.73	27.22	17054	Eksik Yok
17054	ÇORLU	183.00	41.15	27.82	17056	17056
17056	TEKİRDAĞ	3.60	40.98	27.50	Eksik Yok	Eksik Yok
17059	KUMKOY-KİLYOS	38.18	41.25	29.03	Eksik Yok	Eksik Yok
17061	KİREÇBURNU	58.54	41.15	29.05	Eksik Yok	Eksik Yok
17062	İSTANBUL BÖLGE	32.98	40.97	29.08	Eksik Yok	Eksik Yok
17066	KOCAELİ-İZMİT	76.00	40.77	29.93	Eksik Yok	Eksik Yok
17069	SAKARYA	30.43	40.77	30.40	Eksik Yok	Eksik Yok
17070	BOLU	742.92	40.73	31.60	Eksik Yok	Eksik Yok
17072	DÜZCE	145.67	40.83	31.17	Eksik Yok	Eksik Yok
17074	KASTAMONU	799.91	41.37	33.78	Eksik Yok	Eksik Yok
17078	KARABÜK	259.31	41.20	32.63	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17080	ÇANKIRI	751.00	40.62	33.62	Eksik Yok	Eksik Yok
17083	MERZİFON	544.00	40.83	35.45	17085	17085
17084	ÇORUM	775.91	40.55	34.97	Eksik Yok	Eksik Yok
17085	AMASYA	411.69	40.65	35.85	17084	Eksik Yok
17086	TOKAT BÖLGE	607.60	40.30	36.57	Eksik Yok	Eksik Yok
17088	GÜMÜŞHANE	1219.00	40.47	39.47	Eksik Yok	Eksik Yok
17090	SİVAS	1285.00	39.75	37.02	Eksik Yok	Eksik Yok
17094	ERZİNCAN	1218.22	39.75	39.50	Eksik Yok	Eksik Yok
17096	ERZURUM MEY.	1758.18	39.95	41.17	Eksik Yok	Eksik Yok
17097	KARS BÖLGE	1775.00	40.62	43.10	Eksik Yok	Eksik Yok
17099	AĞRI	1632.00	39.72	43.05	17780	17780
17100	İĞDIR	858.00	39.92	44.05	Eksik Yok	17099
17110	GÖKÇEADA	79.00	40.18	25.90	Eksik Yok	Eksik Yok
17111	BOZCAADA	30.00	39.83	26.07	17110	17110
17112	ÇANAKKALE	5.50	40.13	26.40	17110	Eksik Yok
17114	BANDIRMA	63.00	40.32	27.98	17152	17674
17116	BURSA	100.32	40.22	29.00	Eksik Yok	Eksik Yok
17118	YENİŞEHİR MEY.	238.00	40.25	29.55	Eksik Yok	Eksik Yok
17119	YALOVA	3.81	40.67	29.28	Eksik Yok	Eksik Yok
17120	BİLECİK	539.19	40.15	29.98	Eksik Yok	Eksik Yok
17123	ESKİŞEHİR ANAD.	787.00	39.82	30.52	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	

17128	ESENBOĞA MEY.	959.33	40.12	33.00	Eksik Yok	Eksik Yok
17129	ETIMESGUT MEY.	806.15	39.95	32.68	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17130	ANKARA BÖLGE	890.52	39.95	32.88	Eksik Yok	Eksik Yok
17135	KIRIKKALE	750.89	39.85	33.52	17130	Eksik Yok
17140	YOZGAT	1298.43	39.82	34.80	Eksik Yok	Eksik Yok
17145	EDREMİT	20.66	39.60	27.02	Eksik Yok	Eksik Yok
17150	BALIKESİR MEY.	102.01	39.62	27.93	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17155	KÜTAHYA	969.28	39.42	29.97	Eksik Yok	Eksik Yok
17160	KIRŞEHİR BÖLGE	1007.17	39.15	34.17	Eksik Yok	Eksik Yok
17162	GEMEREK	1171.00	39.18	36.07	17760	Eksik Yok
17165	TUNCELİ	980.91	39.12	39.55	Eksik Yok	Eksik Yok
17172	VAN BÖLGE	1670.52	38.47	43.35	Eksik Yok	17812
17175	AYVALIK	3.55	39.32	26.70	Eksik Yok	Eksik Yok
17180	DİKİLİ	3.40	39.07	26.88	Eksik Yok	Eksik Yok
17184	AKHİSAR	92.03	38.90	27.82	Eksik Yok	17186
17186	MANİSA	71.00	38.62	27.43	17184	Eksik Yok
17188	UŞAK	919.22	38.68	29.40	Eksik Yok	Eksik Yok
17190	AFYON BÖLGE	1033.74	38.75	30.53	Eksik Yok	Eksik Yok
17191	CİHANBEYLİ	968.73	38.65	32.95	Eksik Yok	Eksik Yok
17192	AKSARAY	960.77	38.38	34.05	17250	17250
17193	NEVSEHİR	1259.54	38.62	34.70	Eksik Yok	Eksik Yok
17196	KAYSERİ BÖLGE	1092.00	38.72	35.49	Eksik Yok	Eksik Yok
17199	MALATYA BÖLGE	947.87	38.35	38.22	Eksik Yok	Eksik Yok
17201	ELAZIĞ BÖLGE	989.75	38.65	39.25	Eksik Yok	Eksik Yok
17203	BİNGÖL	1177.00	38.87	40.50	Eksik Yok	Eksik Yok
17204	MUŞ	1322.76	38.68	41.48	Eksik Yok	Eksik Yok
17205	TATVAN	1664.65	38.48	42.30	17848	17848
17210	SİİRT	895.54	37.92	41.95	Eksik Yok	Eksik Yok
17220	İZMİR BÖLGE	28.55	38.38	27.07	17221	Eksik Yok
17221	ÇEŞME	5.00	38.30	26.30	Eksik Yok	Eksik Yok
17232	KUŞADASI	25.00	37.87	27.25	17854	17854
17233	DİDİM	44.00	37.35	27.25	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17234	AYDIN	56.30	37.85	27.85	17237	Eksik Yok
17237	DENİZLİ	425.29	37.78	29.08	Eksik Yok	Eksik Yok
17238	BURDUR	957.00	37.72	30.30	Eksik Yok	17240
17240	ISPARTA BÖLGE	996.88	37.75	30.55	Eksik Yok	Eksik Yok
17244	KONYA MEYDAN	1030.61	37.98	32.55	Eksik Yok	Eksik Yok
17246	KARAMAN	1023.05	37.20	33.22	Eksik Yok	Eksik Yok
17248	EREĞLİ-KONYA	1042.00	37.53	34.05	Eksik Yok	Eksik Yok
17250	NİĞDE	1210.50	37.97	34.68	Eksik Yok	Eksik Yok
17255	K.MARAŞ	572.13	37.60	36.93	Eksik Yok	Eksik Yok
17261	GAZİANTEP	854.00	37.06	37.35	Eksik Yok	Eksik Yok
17265	ADIYAMAN	672.00	37.75	38.28	Eksik Yok	Eksik Yok
17270	ŞANLIURFA	547.19	37.16	38.79	Eksik Yok	Eksik Yok
17275	MARDİN	1050.00	37.30	40.73	17282	Eksik Yok
17280	D.BAKIR MEY.	674.01	37.90	40.20	17282	17282
17282	BATMAN	610.00	37.58	41.12	Eksik Yok	Eksik Yok
17285	HAKKARİ	1727.74	37.57	43.73	17920	17920
17290	BODRUM	26.47	37.05	27.43	17884	Eksik Yok
17292	MUĞLA	646.07	37.22	28.37	Eksik Yok	Eksik Yok
17294	DALAMAN	13.00	36.75	28.78	17296	Eksik Yok

17296	FETHİYE	3.00	36.62	29.12	Eksik Yok	Eksik Yok
17298	MARMARİS	16.19	36.85	28.25	17294	Eksik Yok
17300	ANTALYA MEY.	63.57	36.70	30.73	Eksik Yok	Eksik Yok
17310	ALANYA	5.88	36.55	32.00	17954	17954
17320	ANAMUR	3.94	36.08	32.83	Eksik Yok	Eksik Yok
17330	SİLİFKE	15.01	36.38	33.93	Eksik Yok	Eksik Yok
17340	MERSİN	3.40	36.80	34.63	Eksik Yok	Eksik Yok
17370	İSKENDERUN	3.59	36.58	36.17	Eksik Yok	Eksik Yok
17375	FİNİKE	2.02	36.30	30.15	Eksik Yok	Eksik Yok
17380	KAS-ANTALYA	153.39	36.20	29.65	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17602	AMASRA	73.00	41.75	32.38	17020	Eksik Yok
17604	CİDE	36.00	41.88	33.00	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17606	BOZKURT	167.00	41.95	34.02	Eksik Yok	Eksik Yok
17608	UZUNKÖPRÜ	51.69	41.25	26.68	17050	Eksik Yok
17610	ŞİLE	83.00	41.17	29.60	17062	Eksik Yok
17612	AKÇAKOCA	10.00	41.08	31.17	Eksik Yok	Eksik Yok
17618	DEVREKANI	1050.00	41.58	33.83	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17619	BAHÇEKÖY	129.63	41.17	28.98	Eksik Yok	Eksik Yok
17622	BAFRA	103.00	41.55	35.92	Eksik Yok	Eksik Yok
17624	ÜNYE	20.00	41.13	37.28	17033	Eksik Yok
17626	AKÇAABAT	6.00	41.03	39.56	17037	Eksik Yok
17628	PAZAR-RİZE	79.00	41.18	40.90	Eksik Yok	Eksik Yok
17630	ARDAHAN	1829.00	41.12	42.72	Eksik Yok	Eksik Yok
17631	LÜLEBURGAZ	46.00	41.40	27.35	Eksik Yok	Eksik Yok
17632	İPSALA	9.71	40.92	26.37	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17634	MALKARA	207.00	40.88	26.92	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17636	FLORYA	37.20	40.98	28.78	Eksik Yok	Eksik Yok
17646	ÇERKES	1126.00	40.82	32.90	17080	17080
17648	ILGAZ	885.00	40.92	33.63	17080	17080
17650	TOSYA	870.00	41.02	34.03	17074	Eksik Yok
17652	OSMANCIK	419.00	40.97	34.80	17083	17083
17656	ARPAÇAY	1688.00	40.85	43.33	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17658	ÇINARCIK	16.25	40.65	29.12	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17662	GEYVE A.F.P.	100.00	40.52	30.30	Eksik Yok	Eksik Yok
17664	KIZILCAHAMAM	1033.00	40.47	32.65	Eksik Yok	Eksik Yok
17666	İSPİR	1222.00	40.48	41.00	Eksik Yok	Eksik Yok
17668	OLTU	1322.00	40.55	41.98	17692	17688
17674	GÖNEN	37.00	40.10	27.65	17152	Eksik Yok
17676	ULUDAĞ-ZİRVE	1877.00	40.12	29.12	17116	17678
17679	NALLIHAN	650.00	40.18	31.37	17680	17680
17680	BEYPAZARI	682.00	40.17	31.93	17130	17130
17681	ZİLE	717.00	40.30	35.88	Eksik Yok	Eksik Yok
17682	SEBİNKARAHİSAR	1364.00	40.28	38.42	17684	17684
17683	TURHAL	529.73	40.40	36.08	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17684	SUŞEHRİ	1163.00	40.15	38.07	17682	17682
17686	BAYBURT	1584.00	40.25	40.23	Eksik Yok	Eksik Yok
17688	TORTUM	1572.00	40.30	41.55	Eksik Yok	Eksik Yok
17690	HORASAN	1540.00	40.05	42.17	17096	17096
17692	SARIKAMIŞ	2102.00	40.33	42.57	17097	Eksik Yok
17695	KELEŞ	1063.00	39.92	29.07	Eksik Yok	Eksik Yok

17700	DUR SUNBEY	637.00	39.58	28.62	17152	17700
17702	BOZÜYÜK	754.00	39.92	30.03	Eksik Yok	Eksik Yok
17704	TAVŞANLI	833.00	39.55	29.50	17155	Eksik Yok
17712	SORGUN	1110.00	39.81	35.18	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17716	ZARA	1347.00	39.90	37.75	17684	17090
17718	TERCAN	1425.00	39.78	40.38	17096	17096
17720	DOĞUBEYAZIT	1725.00	39.55	44.08	17152	17152
17722	BURHANIYE	20.00	39.50	26.97	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17726	SİVRİHİSAR	1070.00	39.45	31.53	Eksik Yok	17728
17728	POLATLI	886.00	39.58	32.15	17726	17726
17730	KESKİN	1140.00	39.68	33.58	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17732	ÇİÇEKDAĞI	900.00	39.62	34.42	17160	17160
17734	DİVRİĞİ	1120.00	39.37	38.12	17090	17090
17736	MAZGİRT	1400.00	39.03	39.60	Eksik Yok	17165
17740	HİNİS	1715.00	39.37	41.70	Eksik Yok	17096
17742	BERGAMA	53.00	39.13	27.18	17152	Eksik Yok
17746	DEMİRCİ	855.00	39.05	28.65	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17748	SİMAV	809.00	39.08	28.98	Eksik Yok	Eksik Yok
17750	GEDİZ	736.00	39.05	29.42	17155	17155
17752	EMİRDAĞ	983.00	39.02	31.15	Eksik Yok	Eksik Yok
17754	KULU	1010.00	39.08	33.08	17756	Eksik Yok
17756	KAMAN	1075.00	39.37	33.72	17754	Eksik Yok
17760	BOĞAZLIYAN	1067.00	39.20	35.25	17140	17140
17762	KANGAL	1541.00	39.23	37.38	17090	17090
17764	ARAPGİR	1200.00	39.05	38.50	Eksik Yok	Eksik Yok
17766	AĞIN	900.00	38.95	38.72	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17768	ÇEMİŞGEZEK	953.00	39.07	38.92	17165	17165
17774	KARAKOÇAN	1090.00	38.97	40.03	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17776	SOLHAN	1366.00	38.97	41.07	17204	Eksik Yok
17778	VARTO	1650.00	39.17	41.45	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17780	MALAZGİRT	1565.00	39.15	42.53	17810	17810
17784	ERCİŞ	1678.00	39.03	43.35	17786	Eksik Yok
17786	MURADIYE-VAN	1706.00	38.98	43.77	17784	17784
17789	MENEMEN KÖY H	10.00	38.60	27.07	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17790	BORNOVA	27.00	38.47	27.22	Eksik Yok	Eksik Yok
17792	SALİHLİ	111.00	38.48	28.13	Eksik Yok	Eksik Yok
17793	ÇAY	996.00	38.58	31.03	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17796	BOLVADIN	1018.00	38.73	31.05	17190	17190
17798	YUNAK	1140.00	38.82	31.73	17752	Eksik Yok
17802	PINARBAŞI	1500.00	38.72	36.40	17840	Eksik Yok
17804	KEBAN	808.00	38.80	38.75	Eksik Yok	Eksik Yok
17806	PALU	1000.00	38.72	39.97	Eksik Yok	Eksik Yok
17808	GENÇ	1250.00	38.75	40.57	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17810	AHLAT	1750.00	38.77	42.50	Eksik Yok	Eksik Yok
17812	ÖZALP	2100.00	38.67	43.98	Eksik Yok	17172
17820	SEFERİHİSAR	22.00	38.20	26.85	Eksik Yok	17221
17822	ÖDEMİŞ	111.00	38.23	27.97	Eksik Yok	Eksik Yok
17824	GÜNEY	825.00	38.15	29.07	17237	17237
17826	SENİRKENT	959.00	38.10	30.55	17862	17828
17828	YALVAÇ	1096.00	38.30	31.18	17862	17862
17830	AKŞEHİR	1002.00	38.35	31.42	17240	17240



17832	ILGIN	1034.00	38.28	31.90	17244	17244
17833	AVANOS	950.00	38.73	34.85	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17835	ÜRĞÜP	1060.00	38.63	34.92	Eksik Yok	Eksik Yok
17836	DEVELİ	1180.00	38.38	35.50	17196	Eksik Yok
17837	TOMARZA	1397.00	38.45	35.80	17196	17840
17840	SARIZ	1500.00	38.48	36.50	17802	Eksik Yok
17843	BASKIL	1300.00	38.57	38.82	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17844	SIVRICE	1240.00	38.45	39.32	Eksik Yok	17847
17846	MADEN-ELAZIĞ	1100.00	38.40	39.67	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17847	ERGANİ	1000.00	38.28	39.77	17912	Eksik Yok
17848	BİTLİS	1573.00	38.37	42.10	17204	17204
17850	SULTANHİSAR	73.00	37.88	28.15	Eksik Yok	17860
17852	GEVAŞ	1694.00	38.30	43.10	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17854	SELÇUK	17.00	37.95	27.37	Eksik Yok	Eksik Yok
17860	NAZİLLİ	84.00	37.92	28.33	17234	17850
17862	DİNAR	864.00	38.07	30.17	17238	Eksik Yok
17864	ULUBORLU	1025.00	38.08	30.45	17826	17826
17866	GOKSUN	1344.00	38.02	36.48	Eksik Yok	Eksik Yok
17868	AFŞIN	1180.00	38.25	36.92	17840	17840
17870	ELBİSTAN	1137.00	38.20	37.20	17866	17866
17871	GOLBAŞI	900.00	37.78	37.63	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17872	DOĞANŞEHİR	1280.00	37.87	38.10	17199	17199
17874	ÇERMİK	700.00	38.12	39.45	17270	17270
17880	BAŞKALE	2400.00	38.05	44.02	17172	17172
17882	EĞİRDİR	920.00	37.87	30.83	17240	Eksik Yok
17884	MİLAS	52.00	37.32	27.78	Eksik Yok	Eksik Yok
17886	YATAĞAN	365.00	37.35	28.13	Eksik Yok	Eksik Yok
17890	ACIPAYAM	941.00	37.42	29.33	17237	17237
17892	TEFENNİ	1142.00	37.32	29.77	17926	Eksik Yok
17896	BEYŞEHİR	1148.00	37.68	31.73	Eksik Yok	Eksik Yok
17898	SEYDİŞEHİR	1131.00	37.43	31.85	17896	Eksik Yok
17900	ÇUMRA	1013.00	37.58	32.78	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17902	KARAPINAR	1004.00	37.72	33.53	Eksik Yok	Eksik Yok
17906	ULUKIŞLA	1453.00	37.53	34.48	Eksik Yok	Eksik Yok
17908	KOZAN	109.00	37.45	35.82	Eksik Yok	Eksik Yok
17910	KAHTA	675.00	37.78	38.62	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17911	SAMSAT	605.00	37.50	38.50	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17912	SİVEREK	801.00	37.75	39.33	Eksik Yok	17914
17914	HİLVAN	589.31	37.58	38.95	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17920	YÜKSEKOVA	1877.00	37.57	44.28	17285	17285
17922	DATÇA	28.00	36.70	27.67	17296	17296
17924	KOYCEĞİZ	24.00	36.97	28.68	Eksik Yok	Eksik Yok
17926	KORKUTELİ	1017.00	37.05	30.18	17892	17892
17928	HADIM	1552.00	36.98	32.50	17246	Eksik Yok
17936	KARAİSALI	241.00	37.27	35.07	17934	Eksik Yok
17940	OSMANİYE	99.00	37.10	36.25	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17944	BOZOVA	618.80	37.37	38.51	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17948	NUSAYBİN	500.00	37.07	41.22	17275	Eksik Yok
17950	CİZRE	400.00	37.32	42.18	17210	Eksik Yok
17952	ELMALI	1095.00	36.75	29.92	17926	Eksik Yok
17954	MANAVGAT	38.00	36.78	31.43	Eksik Yok	Eksik Yok

17956	MUT	375.00	36.65	33.43	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17958	ERDEMLİ-ALATA	9.00	36.62	34.30	Eksik Yok	Eksik Yok
17960	CEYHAN	30.00	37.03	35.82	17908	17908
17962	DÖRTYOL	28.00	36.85	36.22	Eksik Yok	Eksik Yok
17964	ISLAHİYE	512.84	37.03	36.64	Eksik Yok	Eksik Yok
17966	BİRECİK	345.07	37.03	37.95	17261	Eksik Yok
17968	CEYLANPINAR	359.80	36.84	40.03	Eksik Yok	17270
17970	KALE-DEMRE	25.00	36.25	29.98	Eksik verisi çok olduğu için çıkarıldı	
17974	GAZİPASA	21.00	36.27	32.32	17320	Eksik Yok
17978	KİLİS	650.00	36.71	37.12	Eksik Yok	Eksik Yok
17979	YUMURTALIK	27.00	36.77	35.78	17981	Eksik Yok
17980	AKÇAKALE	360.77	36.73	38.95	17968	17270
17981	KARATAŞ	22.00	36.57	35.38	Eksik Yok	Eksik Yok
17986	SAMANDAG	4.00	36.08	35.97	Eksik Yok	Eksik Yok

EK 3: Yağış serileri için SNHT yöntemi ile homojen olarak belirlenen istasyonlar

Test İstasyonu					Homojenlik Testi için Referans İstasyonu
No	Ad	Kot (m)	Enlem	Boylam	
17020	BARTIN	32.52	41.63	32.33	17602
17022	ZONGULDAK BÖLGE	135.35	41.45	31.80	17612
17024	İNEBOLU	63.82	41.98	33.78	17026
17033	ORDU	4.13	40.98	37.90	17624
17034	GİRESUN	38.00	40.92	38.39	17033
17037	TRABZON BÖLGE	38.83	41.00	39.76	17040
17040	RİZE	8.60	41.04	40.50	17042
17042	HOPA	32.56	41.41	41.43	17628
17050	EDİRNE	51.19	41.68	26.55	17608
17052	KIRKLARELİ	231.50	41.73	27.22	17631
17054	ÇORLU	183.00	41.15	27.82	17631
17056	TEKİRDAĞ	3.60	40.98	27.50	17631
17059	KUMKÖY-KİLYOS	38.18	41.25	29.03	17062
17061	KİREÇBURNU	58.54	41.15	29.05	17059
17066	KOCAELİ-İZMİT	76.00	40.77	29.93	17072
17069	SAKARYA-ADAPAZARI	30.43	40.77	30.40	17612
17070	BOLU	742.92	40.73	31.60	17072
17072	DÜZCE	145.67	40.83	31.17	17070
17074	KASTAMONU	799.91	41.37	33.78	17650
17080	ÇANKIRI	751.00	40.62	33.62	17650
17083	MERZİFON	544.00	40.83	35.45	17084
17084	ÇORUM	775.91	40.55	34.97	17083
17085	AMASYA	411.69	40.65	35.85	17084
17086	TOKAT BÖLGE	607.60	40.30	36.57	17681
17088	GÜMÜŞHANE	1219.00	40.47	39.47	17037
17090	SİVAS	1285.00	39.75	37.02	17716
17094	ERZİNCAN	1218.22	39.75	39.50	17686
17097	KARS BÖLGE	1775.00	40.62	43.10	17668
17099	AĞRI	1632.00	39.72	43.05	17780
17100	IĞDIR	858.00	39.92	44.05	17720
17110	GÖKCEADA	79.00	40.18	25.90	17112
17111	BOZCAADA	30.00	39.83	26.07	17110
17112	ÇANAKKALE	5.50	40.13	26.40	17056
17114	BANDIRMA	63.00	40.32	27.98	17674
17116	BURSA	100.32	40.22	29.00	17119
17119	YALOVA	3.81	40.67	29.28	17116
17120	BİLECİK	539.19	40.15	29.98	17702
17128	ESENBOĞA MEYDAN	959.33	40.12	33.00	17680
17130	ANKARA BÖLGE	890.52	39.95	32.88	17135
17135	KIRIKKALE	750.89	39.85	33.52	17130
17140	YOZGAT	1298.43	39.82	34.80	17084
17145	EDREMİT	20.66	39.60	27.02	17152
17152	BALIKESİR BÖLGE	153.00	39.65	27.86	17695
17155	KÜTAHYA	969.28	39.42	29.97	17700
17160	KIRŞEHİR BÖLGE	1007.17	39.15	34.17	17732
17162	GEMEREK	1171.00	39.18	36.07	17760

17165	TUNCELİ	980.91	39.12	39.55	17738
17172	VAN BÖLGE	1670.52	38.47	43.35	17786
17175	AYVALIK	3.55	39.32	26.70	17145
17180	DIKİLİ	3.40	39.07	26.88	17175
17184	AKHİSAR	92.03	38.90	27.82	17792
17186	MANİSA	71.00	38.62	27.43	17792
17188	UŞAK	919.22	38.68	29.40	17750
17190	AFYON	1033.74	38.75	30.53	17796
17191	CİHANBEYLİ	968.73	38.65	32.95	17754
17192	AKSARAY	960.77	38.38	34.05	17250
17193	NEVŞEHİR	1259.54	38.62	34.70	17250
17196	KAYSERİ BÖLGE	1092.00	38.72	35.49	17193
17199	MALATYA BÖLGE	947.87	38.35	38.22	17764
17201	ELAZIĞ BÖLGE	989.75	38.65	39.25	17804
17203	BİNGÖL	1177.00	38.87	40.50	17848
17204	MUŞ	1322.76	38.68	41.48	17205
17205	TATVAN	1664.65	38.48	42.30	17204
17220	İZMİR BÖLGE	28.55	38.38	27.07	17180
17232	KUŞADASI	25.00	37.87	27.25	17854
17234	AYDIN	56.30	37.85	27.85	17860
17237	DENİZLİ	425.29	37.78	29.08	17860
17238	BURDUR	957.00	37.72	30.30	17240
17240	ISPARTA BÖLGE	996.88	37.75	30.55	17238
17246	KARAMAN	1023.05	37.20	33.22	17244
17250	NİĞDE	1210.50	37.97	34.68	17906
17255	K.MARAŞ	572.13	37.60	36.93	17261
17261	GAZİANTEP	854.00	37.06	37.35	17262
17262	KİLİS	650.00	36.71	37.12	17261
17265	ADİYAMAN	672.00	37.75	38.28	17270
17270	ŞANLIURFA BÖLGE	547.19	37.16	38.79	17966
17275	MARDİN	1050.00	37.30	40.73	17948
17280	DİYARBAKIR MEYDAN	674.01	37.90	40.20	17968
17282	BATMAN	610.00	37.58	41.12	17210
17285	HAKKARİ	1727.74	37.57	43.73	17950
17290	BODRUM	26.47	37.05	27.43	17884
17292	MUĞLA	646.07	37.22	28.37	17886
17294	DALAMAN	13.00	36.75	28.78	17296
17310	ALANYA	5.88	36.55	32.00	17974
17320	ANAMUR	3.94	36.08	32.83	17310
17330	SİLİFKE	15.01	36.38	33.93	17340
17340	MERSİN	3.40	36.80	34.63	17936
17372	ANTAKYA	87.00	36.20	36.16	17979
17375	FİNİKE	2.02	36.30	30.15	17296
17602	AMASRA	73.00	41.75	32.38	17020
17608	UZUNKÖPRÜ	51.69	41.25	26.68	17050
17610	ŞİLE	83.00	41.17	29.60	17062
17612	AKÇAKOCA	10.00	41.08	31.17	17022
17622	BAFRA	103.00	41.55	35.92	17030
17628	PAZAR-RİZE	79.00	41.18	40.90	17040
17631	LÜLEBURGAZ TAR.İŞL.	46.00	41.40	27.35	17052
17636	FLORYA	37.20	40.98	28.78	17610

17638	KARTAL	22.00	40.91	29.16	17119
17646	ÇERKE	1126.00	40.82	32.90	17080
17650	TOSYA	870.00	41.02	34.03	17074
17652	OSMANCIK	419.00	40.97	34.80	17085
17662	GEYVE A.F.P.	100.00	40.52	30.30	17116
17664	KIZILCAHAMAM	1033.00	40.47	32.65	17646
17668	OLTU	1322.00	40.55	41.98	17688
17674	GÖNEN	37.00	40.10	27.65	17114
17676	ULUDAĞ-ZİRVE	1877.00	40.12	29.12	17116
17680	BEYPAZARI	682.00	40.17	31.93	17664
17681	ZİLE	717.00	40.30	35.88	17086
17682	SEBİNKARAHİSAR	1364.00	40.28	38.42	17684
17684	SUŞEHRİ	1163.00	40.15	38.07	17682
17686	BAYBURT	1584.00	40.25	40.23	17094
17688	TORTUM	1572.00	40.30	41.55	17668
17690	HORASAN	1540.00	40.05	42.17	17688
17692	SARIKAMIŞ	2102.00	40.33	42.57	17097
17695	KELEŞ	1063.00	39.92	29.07	17152
17700	DURUNBEY	637.00	39.58	28.62	17695
17702	BOZÜYÜK	754.00	39.92	30.03	17120
17704	TAVŞANLI	833.00	39.55	29.50	17700
17716	ZARA	1347.00	39.90	37.75	17684
17718	TERCAN	1425.00	39.78	40.38	17094
17720	DOGUBEYAZIT	1725.00	39.55	44.08	17100
17726	SİVRİHİSAR	1070.00	39.45	31.53	17728
17728	POLATLI	886.00	39.58	32.15	17726
17734	DİVRİĞİ	1120.00	39.37	38.12	17764
17740	HINIS	1715.00	39.37	41.70	17776
17742	BERGAMA	53.00	39.13	27.18	17180
17748	SİMAV	809.00	39.08	28.98	17750
17750	GEDİZ	736.00	39.05	29.42	17155
17754	KULU	1010.00	39.08	33.08	17756
17756	KAMAN	1075.00	39.37	33.72	17135
17762	KANGAL	1541.00	39.23	37.38	17734
17764	ARAPGİR	1200.00	39.05	38.50	17804
17768	ÇEMİŞGEZEK	953.00	39.07	38.92	17764
17770	HOZAT	1550.00	39.11	39.22	17764
17776	SOLHAN	1366.00	38.97	41.07	17203
17780	MALAZGİRT	1565.00	39.15	42.53	17204
17786	MURADİYE-VAN	1706.00	38.98	43.77	17172
17792	SALİHLİ	111.00	38.48	28.13	17184
17796	BOLVADİN	1018.00	38.73	31.05	17190
17798	YUNAK	1140.00	38.82	31.73	17796
17802	PINARBAŞI-KAYSERİ	1500.00	38.72	36.40	17837
17804	KEBAN	808.00	38.80	38.75	17768
17810	AHLAT	1750.00	38.77	42.50	17784
17820	SEFERİHİSAR	22.00	38.20	26.85	17220
17822	ÖDEMİŞ	111.00	38.23	27.97	17792
17824	GÜNEY	825.00	38.15	29.07	17237
17826	SENİRKENT	959.00	38.10	30.55	17864
17828	YALVAÇ	1096.00	38.30	31.18	17882

17830	AKŞEHİR	1002.00	38.35	31.42	17796
17847	ERGANİ	1000.00	38.28	39.77	17265
17850	SULTANHİSAR	73.00	37.88	28.15	17860
17864	ULUBORLU	1025.00	38.08	30.45	17826
17866	GÖKSUN	1344.00	38.02	36.48	17868
17870	ELBİSTAN	1137.00	38.20	37.20	17255
17874	ÇERMİK	700.00	38.12	39.45	17912
17884	MİLAS	52.00	37.32	27.78	17290
17872	DOĞANŞEHİR	1280.00	37.87	38.10	17199
17880	BAŞKALE	2400.00	38.05	44.02	17920
17892	TEFENNİ	1142.00	37.32	29.77	17890
17898	SEYDİŞEHİR	1131.00	37.43	31.85	17896
17902	KARAPINAR	1004.00	37.72	33.53	17906
17908	KOZAN	109.00	37.45	35.82	17936
17912	SİVEREK	801.00	37.75	39.33	17270
17922	DATÇA	28.00	36.70	27.67	17290
17934	POZANTI	820.00	37.42	34.87	17936
17936	KARAİSALI	241.00	37.27	35.07	19340
17948	NUSAYBİN	500.00	37.07	41.22	17968
17952	ELMALI	1095.00	36.75	29.92	17926
17954	MANAVGAT	38.00	36.78	31.43	17974
17960	CEYHAN	30.00	37.03	35.82	17979
17964	ISLAHİYE	512.84	37.03	36.64	17262
17966	BİRECİK	345.07	37.03	37.95	17980
17968	CEYLANPINAR TAR.İŞL.	359.80	36.84	40.03	17270
17974	GAZİPASA	21.00	36.27	32.32	17954
17979	YUMURTALIK	27.00	36.77	35.78	17981
17980	AKÇAKALE	360.77	36.73	38.95	17966
17026	SİNOP	32.00	42.03	35.17	17606
17045	ARTVİN	628.35	41.18	41.82	17042
17244	KONYA MEYDAN	1030.61	37.98	32.55	17902
17030	SAMSUN BÖLGE	4.00	41.35	36.25	17622
17210	SİİRT	895.54	37.92	41.95	17282
17630	ARDAHAN	1829.00	41.12	42.72	17668
17752	EMIRDAG	983.00	39.02	31.15	17726
17760	BOĞAZLIYAN	1067.00	39.20	35.25	17196
17848	BİTLİS	1573.00	38.37	42.10	17205
17890	ACIPAYAM	941.00	37.42	29.33	17892
17906	ULUKIŞLA	1453.00	37.53	34.48	17250
17926	KORKUTELİ	1017.00	37.05	30.18	17952
17928	HADIM	1552.00	36.98	32.50	17246
17950	CİZRE	400.00	37.32	42.18	17948
17296	FETHİYE	3.00	36.62	29.12	17294
17920	YÜKSEKOVA	1877.00	37.57	44.28	17880

EK 4: Yağış serileri için SNHT ile homojen olmayan yapı tespit edilen istasyonlar

Test İstasyonu					Homojenlik Testi için Referans İstasyonu
No	Ad	Kot (m)	Enlem	Boylam	
17062	İSTANBUL BÖLGE	32.98	40.97	29.08	17059
17882	EGİRDİR	920.00	37.87	30.83	17828
17924	KOYCEĞİZ	24.00	36.97	28.68	17298
17886	YATAĞAN	365.00	37.35	28.13	17292
17860	NAZİLLİ	84.00	37.92	28.33	17850
17790	BORNOVA(EGE ÜN)	27.00	38.47	27.22	17186
17854	SELÇUK	17.00	37.95	27.37	17822
17298	MARMARİS	16.19	36.85	28.25	17292
17679	NALLIHAN	650.00	40.18	31.37	17680
17832	ILGIN	1034.00	38.28	31.90	17796
17806	PALU	1000.00	38.72	39.97	17847
17738	KIĞI	1536.00	39.314	40.346	17203
17784	ERÇİŞ	1678.00	39.03	43.35	17810
17626	AKÇAABAT	6.00	41.03	39.56	17037
17840	SARIZ	1500.00	38.48	36.50	17866
17837	TOMARZA	1397.00	38.45	35.80	17836
17624	ÜNYE	20.00	41.13	37.28	17033
17648	ILGAZ	885.00	40.92	33.63	17650
17606	BOZKURT	167.00	41.95	34.02	17024
17958	ERDEMLİ-ALATA	9.00	36.62	34.30	17330
17248	EREĞLİ-KONYA	1042.00	37.53	34.05	17246
17981	KARATAŞ	22.00	36.57	35.38	17340
17370	ISKENDERUN	3.59	36.58	36.17	17962
17619	BAHÇEKÖY OR.FAK.	129.63	41.17	28.98	17638
17666	İSPİR	1222.00	40.48	41.00	17686
17862	DİNAR	864.00	38.07	30.17	17190
17835	ÜRGÜP	1060.00	38.63	34.92	17193
17300	ANTALYA MEYDAN	63.57	36.70	30.73	17310
17962	DÖRTYOL	28.00	36.85	36.22	17979
17986	SAMANDAĞ	4.00	36.08	35.97	17370
17096	ERZURUM MEYDAN	1758.18	39.95	41.17	17686
17732	ÇİÇEKDAGI	900.00	39.62	34.42	17756
17812	ÖZALP	2100.00	38.67	43.98	17172
17868	AFŞİN	1180.00	38.25	36.92	17870
17221	ÇEŞME	5.00	38.30	26.30	17220
17836	DEVELİ	1180.00	38.38	35.50	17250
17896	BEYŞEHİR	1148.00	37.68	31.73	17898

EK 5: Sıcaklık serileri için SNHT yöntemi ile homojen olarak belirlenen istasyonlar

Test İstasyonu					Homojenlik Testi için Referans İstasyonu
No	Ad	Kot (m)	Enlem	Boylam	
17020	BARTIN	32.52	41.63	32.33	17022
17022	ZONGULDAK BÖLGE	135.35	41.45	31.80	17020
17024	INEBOLU	63.82	41.98	33.78	17022
17026	SINOP	32.00	42.03	35.17	17024
17030	SAMSUN BÖLGE	4.00	41.35	36.25	17682
17034	GİRESUN	38.00	40.92	38.39	17682
17040	RİZE	8.60	41.04	40.50	17686
17042	HOPA	32.56	41.41	41.43	17686
17045	ARTVİN	628.35	41.18	41.82	17668
17050	EDİRNE	51.19	41.68	26.55	17608
17052	KIRKLARELİ	231.50	41.73	27.22	17054
17054	ÇORLU	183.00	41.15	27.82	17052
17056	TEKİRDAĞ	3.60	40.98	27.50	17052
17061	KİREÇBURNU	58.54	41.15	29.05	17052
17066	KOCAELİ-İZMİT	76.00	40.77	29.93	17676
17069	SAKARYA-ADAPAZARI	30.43	40.77	30.40	17676
17070	BOLU	742.92	40.73	31.60	17130
17072	DÜZCE	145.67	40.83	31.17	17612
17074	KASTAMONU	799.91	41.37	33.78	17664
17080	ÇANKIRI	751.00	40.62	33.62	17664
17083	MERZİFON	544.00	40.83	35.45	17090
17084	ÇORUM	775.91	40.55	34.97	17650
17085	AMASYA	411.69	40.65	35.85	17682
17086	TOKAT BÖLGE	607.60	40.30	36.57	17030
17088	GÜMÜŞHANE	1219.00	40.47	39.47	17034
17090	SİVAS	1285.00	39.75	37.02	17762
17094	ERZİNCAN	1218.22	39.75	39.50	17764
17097	KARS BÖLGE	1775.00	40.62	43.10	17099
17099	AĞRI	1632.00	39.72	43.05	17100
17100	IĞDIR	858.00	39.92	44.05	17099
17110	GÖKÇEADA	79.00	40.18	25.90	17112
17112	ÇANAKKALE	5.50	40.13	26.40	17110
17114	BANDIRMA	63.00	40.32	27.98	17110
17116	BURSA	100.32	40.22	29.00	17676
17119	YALOVA	3.81	40.67	29.28	17155
17120	BİLECİK	539.19	40.15	29.98	17676
17128	ESENBOĞA MEYDAN	959.33	40.12	33.00	17650
17130	ANKARA BÖLGE	890.52	39.95	32.88	17070
17135	KIRIKKALE	750.89	39.85	33.52	17080
17140	YOZGAT	1298.43	39.82	34.80	17681
17145	EDREMİT	20.66	39.60	27.02	17175
17155	KÜTAHYA	969.28	39.42	29.97	17119
17160	KIRŞEHİR BÖLGE	1007.17	39.15	34.17	17802
17162	GEMEREK	1171.00	39.18	36.07	17681
17165	TUNCELİ	980.91	39.12	39.55	17770
17175	AYVALIK	3.55	39.32	26.70	17145



17180	DİKİLİ	3.40	39.07	26.88	17221
17184	AKHİSAR	92.03	38.90	27.82	17188
17186	MANİSA	71.00	38.62	27.43	17792
17188	UŞAK	919.22	38.68	29.40	17184
17190	A.KARAHİSAR BÖLGE	1033.74	38.75	30.53	17896
17191	CİHANBEYLİ	968.73	38.65	32.95	17140
17193	NEVŞEHİR	1259.54	38.62	34.70	17802
17196	KAYSERİ BÖLGE	1092.00	38.72	35.49	17870
17199	MALATYA BÖLGE	947.87	38.35	38.22	17265
17203	BİNGÖL	1177.00	38.87	40.50	17716
17204	MUŞ	1322.76	38.68	41.48	17099
17210	SİİRT	895.54	37.92	41.95	17776
17220	İZMİR BÖLGE	28.55	38.38	27.07	17890
17221	ÇEŞME	5.00	38.30	26.30	17180
17232	KUŞADASI	25.00	37.87	27.25	17237
17234	AYDIN	56.30	37.85	27.85	17890
17237	DENİZLİ	425.29	37.78	29.08	17248
17238	BURDUR	957.00	37.72	30.30	17830
17240	ISPARTA BÖLGE	996.88	37.75	30.55	17824
17246	KARAMAN	1023.05	37.20	33.22	17862
17250	NİĞDE	1210.50	37.97	34.68	17958
17255	K.MARAŞ	572.13	37.60	36.93	17199
17262	KILIS	650.00	36.71	37.12	17372
17261	GAZİANTEP	854.00	37.06	37.35	17870
17265	ADİYAMAN	672.00	37.75	38.28	17199
17270	ŞANLIURFA BÖLGE	547.19	37.16	38.79	17255
17275	MARDİN	1050.00	37.30	40.73	17282
17280	DİYARBAKIR MEYDAN	674.01	37.90	40.20	17866
17282	BATMAN	610.00	37.58	41.12	17275
17285	HAKKARİ	1727.74	37.57	43.73	17812
17290	BODRUM	26.47	37.05	27.43	17952
17292	MUĞLA	646.07	37.22	28.37	17221
17294	DALAMAN	13.00	36.75	28.78	17234
17296	FETHİYE	3.00	36.62	29.12	17220
17310	ALANYA	5.88	36.55	32.00	17248
17320	ANAMUR	3.94	36.08	32.83	17958
17330	SİLİFKE	15.01	36.38	33.93	17372
17372	ANTAKYA	87.00	36.20	36.16	17330
17375	FİNİKE	2.02	36.30	30.15	17237
17602	AMASRA	73.00	41.75	32.38	17069
17608	UZUNKÖPRÜ	51.69	41.25	26.68	17050
17610	ŞİLE	83.00	41.17	29.60	17070
17612	AKÇAKOCA	10.00	41.08	31.17	17072
17622	BAFRA	103.00	41.55	35.92	17606
17628	PAZAR-RİZE	79.00	41.18	40.90	17088
17630	ARDAHAN	1829.00	41.12	42.72	17686
17636	FLORYA	37.20	40.98	28.78	17070
17638	KARTAL	22.00	40.91	29.16	17070
17646	ÇERKES	1126.00	40.82	32.90	17069
17650	TOSYA	870.00	41.02	34.03	17084
17652	OSMANCIK	419.00	40.97	34.80	17650

17662	GEYVE A.F.P.	100.00	40.52	30.30	17020
17664	KIZILCAHAMAM	1033.00	40.47	32.65	17080
17666	İSPİR	1222.00	40.48	41.00	17040
17668	OLTU	1322.00	40.55	41.98	17090
17674	GÖNEN	37.00	40.10	27.65	17050
17676	ULUDAĞ-ZİRVE	1877.00	40.12	29.12	17066
17680	BEYPAZARI	682.00	40.17	31.93	17652
17681	ZİLE	717.00	40.30	35.88	17162
17682	SEBİNKARAHİSAR	1364.00	40.28	38.42	17085
17684	SUŞEHRİ	1163.00	40.15	38.07	17088
17686	BAYBURT	1584.00	40.25	40.23	17718
17688	TORTUM	1572.00	40.30	41.55	17718
17690	HORASAN	1540.00	40.05	42.17	17204
17692	SARIKAMIŞ	2102.00	40.33	42.57	17812
17695	KELEİ	1063.00	39.92	29.07	17700
17700	DURUNBEY	637.00	39.58	28.62	17695
17702	BOZÜYÜK	754.00	39.92	30.03	17748
17704	TAVŞANLI	833.00	39.55	29.50	17742
17716	ZARA	1347.00	39.90	37.75	17088
17718	TERCAN	1425.00	39.78	40.38	17686
17720	DOĞUBEYAZIT	1725.00	39.55	44.08	17812
17726	SİVRİHİSAR	1070.00	39.45	31.53	17728
17728	POLATLI	886.00	39.58	32.15	17184
17734	DİVRİĞİ	1120.00	39.37	38.12	17762
17738	KİĞİ	1536.00	39.314	40.346	17806
17742	BERGAMA	53.00	39.13	27.18	17704
17748	SİMAV	809.00	39.08	28.98	17702
17750	GEDİZ	736.00	39.05	29.42	17116
17752	EMİRDAĞ	983.00	39.02	31.15	17674
17754	KULU	1010.00	39.08	33.08	17240
17756	KAMAN	1075.00	39.37	33.72	17760
17760	BOGAZLIYAN	1067.00	39.20	35.25	17756
17762	KANGAL	1541.00	39.23	37.38	17090
17764	ARAPGİR	1200.00	39.05	38.50	17762
17768	ÇEMİŞGEZEK	953.00	39.07	38.92	17762
17770	HOZAT	1550.00	39.11	39.22	17165
17776	SOLHAN	1366.00	38.97	41.07	17874
17780	MALAZGİRT	1565.00	39.15	42.53	17099
17786	MURADIYE-VAN	1706.00	38.98	43.77	17812
17792	SALİHLİ	111.00	38.48	28.13	17292
17796	BOLVADİN	1018.00	38.73	31.05	17184
17798	YUNAK	1140.00	38.82	31.73	17128
17802	PINARBAŞI-KAYSERİ	1500.00	38.72	36.40	17160
17806	PALU	1000.00	38.72	39.97	17738
17820	SEFERİHİSAR	22.00	38.20	26.85	17890
17822	ODEMİŞ	111.00	38.23	27.97	17145
17824	GÜNEY	825.00	38.15	29.07	17830
17826	SENİRKENT	959.00	38.10	30.55	17726
17828	YALVAC	1096.00	38.30	31.18	17726
17830	AKŞEHİR	1002.00	38.35	31.42	17862
17836	DEVELİ	1180.00	38.38	35.50	17870

17847	ERGANİ	1000.00	38.28	39.77	17734
17848	BİTLİS	1573.00	38.37	42.10	17786
17850	SULTANHİSAR	73.00	37.88	28.15	17188
17862	DİNAR	864.00	38.07	30.17	17830
17866	GÖKSUN	1344.00	38.02	36.48	17936
17870	ELBİSTAN	1137.00	38.20	37.20	17836
17874	ÇERMİK	700.00	38.12	39.45	17776
17880	BAŞKALE	2400.00	38.05	44.02	17812
17884	MİLAS	52.00	37.32	27.78	17890
17890	ACIPAYAM	941.00	37.42	29.33	17234
17892	TEFENNİ	1142.00	37.32	29.77	17290
17896	BEYŞEHİR	1148.00	37.68	31.73	17190
17898	SEYDİŞEHİR	1131.00	37.43	31.85	17926
17902	KARAPINAR	1004.00	37.72	33.53	17862
17906	ULUKIŞLA	1453.00	37.53	34.48	17936
17908	KOZAN	109.00	37.45	35.82	17802
17912	SİVEREK	801.00	37.75	39.33	17848
17920	YUKSEKOVA	1877.00	37.57	44.28	17880
17922	DATÇA	28.00	36.70	27.67	17886
17926	KORKUTELİ	1017.00	37.05	30.18	17898
17928	HADIM	1552.00	36.98	32.50	17862
17934	POZANTI	820.00	37.42	34.87	17837
17936	KARAİSALI	241.00	37.27	35.07	17906
17948	NUSAYBİN	500.00	37.07	41.22	17682
17950	CİZRE	400.00	37.32	42.18	17275
17952	ELMALI	1095.00	36.75	29.92	17290
17954	MANAVGAT	38.00	36.78	31.43	17120
17960	CEYHAN	30.00	37.03	35.82	17370
17964	ISLAHİYE	512.84	37.03	36.64	17837
17966	BİRECİK	345.07	37.03	37.95	17912
17968	CEYLANPINAR TAR.İŞL.	359.80	36.84	40.03	17802
17974	GAZİPASA	21.00	36.27	32.32	17862
17979	YUMURTALIK	27.00	36.77	35.78	17986
17980	AKÇAKALE	360.77	36.73	38.95	17966
17033	ORDU	4.13	40.98	37.90	17094
17037	TRABZON BÖLGE	38.83	41.00	39.76	17086
17059	KUMKOY-KILYOS	38.18	41.25	29.03	17050
17152	BALIKESİR BÖLGE	153.00	39.65	27.86	17748
17172	VAN BÖLGE	1670.52	38.47	43.35	17920
17192	AKSARAY	960.77	38.38	34.05	17870
17201	ELAZIĞ BÖLGE	989.75	38.65	39.25	17866
17205	TATVAN	1664.65	38.48	42.30	17165
17244	KONYA MEYDAN	1030.61	37.98	32.55	17802
17631	LÜLEBURGAZ TAR.İŞL.	46.00	41.40	27.35	17070
17740	HINIS	1678.00	39.03	43.35	17162
17810	AHLAT	1025.00	38.08	30.45	17688
17864	ULUBORLU	1280.00	37.87	38.10	17860
17062	İSTANBUL BÖLGE	32.98	40.97	29.08	17120
17248	EREĞLİ-KONYA	1042.00	37.53	34.05	17237
17298	MARMARİS	16.19	36.85	28.25	17890
17606	BOZKURT	167.00	41.95	34.02	17020

17619	BAHCEKÖY OR.FAK.	129.63	41.17	28.98	17676
17624	ÜNYE	20.00	41.13	37.28	17086
17626	AKÇAABAT	6.00	41.03	39.56	17682
17732	ÇİÇEKDAGI	900.00	39.62	34.42	17802
17790	BORNOVA(EGE UN)	27.00	38.47	27.22	17822
17812	ÖZALP	2100.00	38.67	43.98	17786
17832	ILGIN	1034.00	38.28	31.90	17828
17837	TOMARZA	1397.00	38.45	35.80	17762
17840	SARIZ	1500.00	38.48	36.50	17086
17854	SELÇUK	17.00	37.95	27.37	17145
17860	NAZİLLİ	84.00	37.92	28.33	17830
17868	AFŞİN	1180.00	38.25	36.92	17162
17886	YATAĞAN	365.00	37.35	28.13	17922
17924	KÖYCEĞİZ	24.00	36.97	28.68	17822
17958	ERDEMLİ-ALATA	9.00	36.62	34.30	17320
17962	DÖRTYOL	28.00	36.85	36.22	17836
17981	KARATAŞ	22.00	36.57	35.38	17908
17986	SAMANDAĞ	4.00	36.08	35.97	17979

EK 6: Sıcaklık serileri için SNHT ile homojen olmayan yapı tespit edilen istasyonlar

Test İstasyonu					Homojenlik Testi için Referans İstasyonu
No	Ad	Kot (m)	Enlem	Boylam	
17096	ERZURUM MEYDAN	1758.18	41.17	39.95	17740
17300	ANTALYA MEYDAN	63.57	30.73	36.70	17832
17370	İSKENDERUN	3.59	36.17	36.58	17960
17648	ILGAZ	885	33.63	40.92	17681
17679	NALLIHAN	650	31.37	40.18	17646
17784	ERCİŞ	808	38.75	38.80	17205
17835	ÜRGÜP	1060	34.92	38.63	17760
17882	EĞİRDİR	920	30.83	37.87	17300
17111	BOZCAADA	30	26.07	39.83	17114
17340	MERSİN	3.4	34.63	36.80	17248
17804	KEBAN	1750	42.50	38.77	17776
17872	DOĞANŞEHİR	1280.0	37.87	38.10	17204

EK 7: Sınıflandırma çalışmalarında kullanılması kararlaştırılan meteoroloji istasyonları

İstasyon No	İstasyon Adı	Kot (m)	Enlem	Boylam
17020	BARTIN	32.52	41.63	32.33
17022	ZONGULDAK BÖLGE	135.35	41.45	31.80
17024	İNEBOLU	63.82	41.98	33.78
17033	ORDU	4.13	40.98	37.90
17034	GİRESUN	38.00	40.92	38.39
17037	TRABZON BÖLGE	38.83	41.00	39.76
17040	RİZE	8.60	41.04	40.50
17042	HOPA	32.56	41.41	41.43
17050	EDİRNE	51.19	41.68	26.55
17052	KIRKLARELİ	231.50	41.73	27.22
17054	ÇORLU	183.00	41.15	27.82
17056	TEKİRDAĞ	3.60	40.98	27.50
17059	KUMKÖY-KİLYOS	38.18	41.25	29.03
17061	KIREÇBURNU	58.54	41.15	29.05
17066	KOCAELİ-İZMİT	76.00	40.77	29.93
17069	SAKARYA	30.43	40.77	30.40
17070	BOLU	742.92	40.73	31.60
17072	DÜZCE	145.67	40.83	31.17
17074	KASTAMONU	799.91	41.37	33.78
17080	ÇANKIRI	751.00	40.62	33.62
17083	MERZİFON	544.00	40.83	35.45
17084	ÇORUM	775.91	40.55	34.97
17085	AMASYA	411.69	40.65	35.85
17086	TOKAT BÖLGE	607.60	40.30	36.57
17088	GÜMÜŞHANE	1219.00	40.47	39.47
17090	SİVAS	1285.00	39.75	37.02
17094	ERZİNCAN	1218.22	39.75	39.50
17097	KARS BÖLGE	1775.00	40.62	43.10
17099	AĞRI	1632.00	39.72	43.05
17100	İĞDIR	858.00	39.92	44.05
17110	GÖKÇEADA	79.00	40.18	25.90
17112	ÇANAKKALE	5.50	40.13	26.40
17114	BANDIRMA	63.00	40.32	27.98
17116	BURSA	100.32	40.22	29.00
17119	YALOVA	3.81	40.67	29.28
17120	BİLECİK	539.19	40.15	29.98
17128	ESENBOĞA MEYDAN	959.33	40.12	33.00
17130	ANKARA BÖLGE	890.52	39.95	32.88
17135	KIRIKKALE	750.89	39.85	33.52
17140	YOZGAT	1298.43	39.82	34.80
17145	EDREMİT	20.66	39.60	27.02
17152	BALIKESİR BÖLGE	153.00	39.65	27.86
17155	KÜTAHYA	969.28	39.42	29.97
17160	KIRŞEHİR BÖLGE	1007.17	39.15	34.17
17162	GEMEREK	1171.00	39.18	36.07
17165	TUNCELİ	980.91	39.12	39.55
17172	VAN BÖLGE	1670.52	38.47	43.35

17175	AYVALIK	3.55	39.32	26.70
17180	DİKİLİ	3.40	39.07	26.88
17184	AKHİSAR	92.03	38.90	27.82
17186	MANİSA	71.00	38.62	27.43
17188	UŞAK	919.22	38.68	29.40
17190	AFYON	1033.74	38.75	30.53
17191	CİHANBEYLİ	968.73	38.65	32.95
17192	AKSARAY	960.77	38.38	34.05
17193	NEVSEHİR	1259.54	38.62	34.70
17196	KAYSERİ BÖLGE	1092.00	38.72	35.49
17199	MALATYA BÖLGE	947.87	38.35	38.22
17201	ELAZIĞ BÖLGE	989.75	38.65	39.25
17203	BİNGÖL	1177.00	38.87	40.50
17204	MUŞ	1322.76	38.68	41.48
17205	TATVAN	1664.65	38.48	42.30
17220	İZMİR BÖLGE	28.55	38.38	27.07
17232	KUŞADASI	25.00	37.87	27.25
17234	AYDIN	56.30	37.85	27.85
17237	DENİZLİ	425.29	37.78	29.08
17238	BURDUR	957.00	37.72	30.30
17240	ISPARTA BÖLGE	996.88	37.75	30.55
17246	KARAMAN	1023.05	37.20	33.22
17250	NİĞDE	1210.50	37.97	34.68
17255	K.MARAS	572.13	37.60	36.93
17261	GAZİANTEP	854.00	37.06	37.35
17262	KİLİS	650.00	36.71	37.12
17265	ADIYAMAN	672.00	37.75	38.28
17270	ŞANLIURFA BÖLGE	547.19	37.16	38.79
17275	MARDİN	1050.00	37.30	40.73
17280	DİYARBAKIR MEY.	674.01	37.90	40.20
17282	BATMAN	610.00	37.58	41.12
17285	HAKKARİ	1727.74	37.57	43.73
17290	BODRUM	26.47	37.05	27.43
17292	MUĞLA	646.07	37.22	28.37
17294	DALAMAN	13.00	36.75	28.78
17310	ALANYA	5.88	36.55	32.00
17320	ANAMUR	3.94	36.08	32.83
17330	SİLİFKE	15.01	36.38	33.93
17372	ANTAKYA	87.00	36.202	36.162
17375	FİNİKE	2.02	36.30	30.15
17602	AMASRA	73.00	41.75	32.38
17608	UZUNKÖPRÜ	51.69	41.25	26.68
17610	ŞİLE	83.00	41.17	29.60
17612	AKÇAKOCA	10.00	41.08	31.17
17622	BAFRA	103.00	41.55	35.92
17628	PAZAR-RİZE	79.00	41.18	40.90
17631	LÜLEBURGAZ	46.00	41.40	27.35
17636	FLORYA	37.20	40.98	28.78
17638	KARTAL	22.00	40.911	29.159
17646	ÇERKES	1126.00	40.82	32.90
17650	TOSYA	870.00	41.02	34.03

17652	OSMANCIK	419.00	40.97	34.80
17662	GEYVE A.F.P.	100.00	40.52	30.30
17664	KIZILCAHAMAM	1033.00	40.47	32.65
17668	OLTU	1322.00	40.55	41.98
17674	GÖNEN	37.00	40.10	27.65
17676	ULUDAĞ-ZİRVE	1877.00	40.12	29.12
17680	BEYPAZARI	682.00	40.17	31.93
17681	ZİLE	717.00	40.30	35.88
17682	SEBİNKARAHİSAR	1364.00	40.28	38.42
17684	SUŞEHRİ	1163.00	40.15	38.07
17686	BAYBURT	1584.00	40.25	40.23
17688	TORTUM	1572.00	40.30	41.55
17690	HORASAN	1540.00	40.05	42.17
17692	SARIKAMIŞ	2102.00	40.33	42.57
17695	KELEŞ	1063.00	39.92	29.07
17700	DUR SUNBEY	637.00	39.58	28.62
17702	BOZÜYÜK	754.00	39.92	30.03
17704	TAVŞANLI	833.00	39.55	29.50
17716	ZARA	1347.00	39.90	37.75
17718	TERCAN	1425.00	39.78	40.38
17720	DOGUBEYAZIT	1725.00	39.55	44.08
17726	SİVRİHİSAR	1070.00	39.45	31.53
17728	POLATLI	886.00	39.58	32.15
17734	DİVRİĞİ	1120.00	39.37	38.12
17740	HINIS	1715.00	39.37	41.70
17742	BERGAMA	53.00	39.13	27.18
17748	SİMAV	809.00	39.08	28.98
17750	GEDİZ	736.00	39.05	29.42
17754	KULU	1010.00	39.08	33.08
17756	KAMAN	1075.00	39.37	33.72
17762	KANGAL	1541.00	39.23	37.38
17764	ARAPGİR	1200.00	39.05	38.50
17768	CEMİSGEZEK	953.00	39.07	38.92
17770	HOZAT	1550.00	39.109	39.223
17776	SOLHAN	1366.00	38.97	41.07
17780	MALAZGİRT	1565.00	39.15	42.53
17786	MURADIYE-VAN	1706.00	38.98	43.77
17792	SALİHLİ	111.00	38.48	28.13
17796	BOLVADİN	1018.00	38.73	31.05
17798	YUNAK	1140.00	38.82	31.73
17802	PINARBAŞI	1500.00	38.72	36.40
17810	AHLAT	1750.00	38.77	42.50
17820	SEFERİHİSAR	22.00	38.20	26.85
17822	ÖDEMİŞ	111.00	38.23	27.97
17824	GÜNEY	825.00	38.15	29.07
17826	SENİRKENT	959.00	38.10	30.55
17828	YALVAC	1096.00	38.30	31.18
17830	AKŞEHİR	1002.00	38.35	31.42
17847	ERGANİ	1000.00	38.28	39.77
17850	SULTANHİSAR	73.00	37.88	28.15
17864	ULUBORLU	1025.00	38.08	30.45



17866	GÖKSUN	1344.00	38.02	36.48
17870	ELBİSTAN	1137.00	38.20	37.20
17874	ÇERMİK	700.00	38.12	39.45
17884	MİLAS	52.00	37.32	27.78
17880	BAŞKALE	2400.00	38.05	44.02
17892	TEFENNİ	1142.00	37.32	29.77
17898	SEYDİSEHİR	1131.00	37.43	31.85
17902	KARAPINAR	1004.00	37.72	33.53
17908	KOZAN	109.00	37.45	35.82
17912	SİVEREK	801.00	37.75	39.33
17922	DATÇA	28.00	36.70	27.67
17934	POZANTI	820.00	37.424	34.868
17936	KARAİSALI	241.00	37.27	35.07
17948	NUSAYBİN	500.00	37.07	41.22
17952	ELMALI	1095.00	36.75	29.92
17954	MANAVGAT	38.00	36.78	31.43
17960	CEYHAN	30.00	37.03	35.82
17964	ISLAHİYE	512.84	37.03	36.64
17966	BİRECİK	345.07	37.03	37.95
17968	CEYLANPINAR	359.80	36.84	40.03
17974	GAZİPASA	21.00	36.27	32.32
17979	YUMURTALIK	27.00	36.77	35.78
17980	AKÇAKALE	360.77	36.73	38.95
17026	SİNOP	32.00	42.03	35.17
17045	ARTVİN	628.35	41.18	41.82
17244	KONYA MEYDAN	1030.61	37.98	32.55
17030	SAMSUN BÖLGE	4.00	41.35	36.25
17210	SIIRT	895.54	37.92	41.95
17630	ARDAHAN	1829.00	41.12	42.72
17752	EMIRDAG	983.00	39.02	31.15
17760	BOGAZLIYAN	1067.00	39.20	35.25
17848	BITLİS	1573.00	38.37	42.10
17890	ACIPAYAM	941.00	37.42	29.33
17906	ULUKISLA	1453.00	37.53	34.48
17926	KORKUTELİ	1017.00	37.05	30.18
17928	HADİM	1552.00	36.98	32.50
17950	ÇİZRE	400.00	37.32	42.18
17296	FETHİYE	3.00	36.62	29.12
17920	YÜKSEKOVA	1877.00	37.57	44.28

EK 8: Sınıflandırma çalışması için kararlaştırılan akım gözlem istasyonları

Havza Adı	Akarsu Adı	AGİ No	AGİ Adı	Açılış Tarihi	Kapanış Tarihi	Doğu	Kuzey	Kot (m)	Y.Alanı (km2)
Meriç	Şeytan Deresi	101	Babaeski	06.09.1957		27.10	41.43	50	478.4
Meriç	Meriç Hehri	103	Meriç Köprüsü	01.10.1968		26.55	41.66	35	27250.8
Mütefferik Marmara Suları	Yakacık Deresi	209	Gürçeşme	01.01.1969		27.03	40.19	48	267.6
Mütefferik Marmara Suları	Biga Çayı	212	Çınarköprü	30.09.1964		27.27	40.31	8	2095.6
Susurluk	M.kemalpaşa Ç.	302	Döllük	24.03.1938		28.52	39.96	40	9629.2
Susurluk	Orhaneli Çayı	311	Küçükilet	18.06.1944		29.46	39.63	795	1621.6
Susurluk	Kocaçay	314	Kayaca	13.09.1952		27.97	40.08	25	2308.8
Susurluk	Simav Çayı	316	Yahyaköy	01.05.1952		28.18	39.99	32	6454.0
Susurluk	Kocadere	317	Akçasusurluk	16.09.1952		28.41	40.26	2	21611.2
Susurluk	Nilüfer Çayı	321	Geçitköy	31.07.1953	30.09.2007	28.94	40.28	63	1290.8
Mütefferik Ege Suları	Bakırçay	406	Eğrigöl	21.09.1960	08.11.1998	27.10	39.05	16	2887.6
Mütefferik Ege Suları	Karamenderes	407	Aslanköprü	28.04.1961		26.33	39.83	20	1586.4
Mütefferik Ege Suları	Havran Çayı	408	İnboğazi	01.01.1969		27.19	39.57	95	182
Gediz	Medar Çayı	509	Kayalıoğlu	10.11.1951		27.77	38.89	77	901.6
Gediz	Kum Çay	510	Killik	11.05.1951		27.67	38.77	54	3188.6
Gediz	Selendi Çayı	514	Dereköy	12.04.1960		28.70	38.70	345	689.6
Gediz	Deliiniş Dere	515	Topuzdamları	14.04.1960		28.55	38.72	376	739.6
Gediz	Gediz Hehri	516	Gediz Köp.	24.06.1960		28.71	38.63	376	3265.2
Gediz	Demirci Çayı	517	Saraycıkhamamı	26.06.1960		28.51	38.79	269	757.6
Gediz	Gediz Hehri	518	Manisa Köp.	09.02.1962		27.44	38.64	23	15616.4
Gediz	Gördes Çayı	520	Çömlekci	01.10.1968		27.93	38.75	120	1470.4
Küçük Menderes	Küçükmenderes	601	Selçuk	06.08.1952		27.38	37.98	4	3255.2
Büyük Menderes	Çine Çayı	701	Kayırlı	15.07.1937		28.13	37.42	262	948.0
Büyük Menderes	Büyükmenderes N.	706	Aydın Köp.	29.03.1950		27.84	37.78	25	19595.6
Büyük Menderes	Büyükmenderes N.	713	Çıtakköprüsü	12.05.1951		29.64	38.16	802	3945.6
Mütef.Batı Akdeniz Suları	Başgöz Çayı	808	Çatallar	28.09.1955		30.07	36.49	342	770.0
Mütef.Batı Akdeniz Suları	Eşençay	809	Kavaklıdere	02.07.1956		29.56	36.83	1115	546.8
Mütef.Batı Akdeniz Suları	Dalaman Çayı	812	Akköprü	01.06.1963		28.93	36.92	128	4964.9
Mütef.Batı Akdeniz Suları	Köprüçay	902	Beşkonak	05.12.1939		31.19	37.14	116	1942.4
Mütef.Batı Akdeniz Suları	Manavgat	912	Sinanhoca	12.06.1963		31.61	36.98	245	625.6

Mütef.Orta Akdeniz Suları	Alara Çayı	917	Alarahan	01.11.1968		31.72	36.69	19	879.3
Afyon Suları Kapalı Havz.	Sivrikaya Deresi	1102	Gazlıgöl	02.06.1956		30.50	38.94	1049	360.8
Afyon Suları Kapalı Havz.	Akarçay	1104	Bolvadin	01.10.1956	01.10.1998	31.05	38.66	965	4231.6
Sakarya	Porsuk Çayı	1203	Beşdeğirmen	19.12.1935		30.05	39.53	855	3938.4
Sakarya	Porsuk Çayı	1212	Sazılar	01.07.1943	31.10.1989	31.90	39.67	679	10822
Sakarya	Dinsiz Çayı	1219	Yağbasan	09.09.1952		30.60	40.78	25	410.8
Sakarya	Sakarya nehri	1221	Doğançay	12.09.1952		30.33	40.63	41	52531.6
Sakarya	Kocasu	1222	Rüstümköy	13.09.1952		29.77	40.26	198	2021.6
Sakarya	Seydi Suyu	1223	Hamidiye	17.09.1952	01.12.1997	30.93	39.57	895	1636.3
Sakarya	Sakarya Nehri	1224	Aktaş	01.10.1952		31.34	39.32	837	4342.2
Sakarya	Aladağ Çayı	1233	Karaköy	23.05.1954		31.66	40.19	505	2003.2
Sakarya	Mudurnu Çayı	1237	Dokurcun	15.06.1955		30.86	40.58	286	1073.4
Sakarya	Ova Çayı	1239	Eybek	22.07.1955	30.09.2003	32.92	40.28	1033	322.0
Sakarya	Sakarya Nehri	1242	Kargı	21.09.1959	30.09.2003	31.74	39.97	493	33847.2
Sakarya	Kirmir Çayı	1244	Mandra	27.09.1960	21.06.2001	32.65	40.43	913	886.0
Sakarya	Kirmir Çayı	1245	Taksir Köp.	14.10.1961	30.11.2003	31.91	40.09	487	3941.6
Mütefferik Batı Karadeniz	Büyükmelen	1302	Yakabaşı	08.09.1952		30.99	40.86	115	1988
Mütefferik Batı Karadeniz	Devrekani Çayı	1307	Azdavay	14.11.1953		33.30	41.64	815	1097.6
Mütefferik Batı Karadeniz	Soğanlı Çayı	1314	Karabük	24.01.1962		32.64	41.17	271	5086.8
Mütefferik Batı Karadeniz	Mengen Çayı	1319	Gökcesu	30.06.1964		31.97	40.90	507	766.4
Mütefferik Batı Karadeniz	Karasu	1323	Ramlı Köp.	18.09.1964		34.96	41.91	98	261.6
Mütefferik Batı Karadeniz	Ulus	1327	Afatlar Köp.	10.05.1966		32.25	40.74	1142	953.6
Mütefferik Batı Karadeniz	Yeniçiftlik Deresi	1330	M.şevketpaşa	01.10.1966		29.19	41.15	30	23.1
Mütefferik Batı Karadeniz	Araç Çayı	1333	Karabük	31.08.1963	31.10.1998	32.62	41.20	262	2833.2
Mütefferik Batı Karadeniz	Bolu Çayı	1334	Beşdeğirmenler	26.09.1966		31.93	40.89	541	1102.8
Mütefferik Batı Karadeniz	Filyos Çayı	1335	Derecikviran	01.05.1963		32.08	41.55	2	13300.4
Yeşilirmak	Kelkit Çayı	1401	Fatlı	29.03.1938		37.00	40.48	375	10048.8
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1402	Kale	16.03.1938		36.51	40.77	190	33904.0
Yeşilirmak	Çekerek Çayı	1409	Akçakeçili	18.06.1965	01.10.1997	35.64	40.16	730	5267.6
Yeşilirmak	Çorum Çat İrm.	1412	Şeyhoğlu	08.08.1953		35.42	40.45	530	3668.8
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1413	Durucasu	04.07.1954		36.11	40.74	301	21667.2
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1414	Sütlüce	02.04.1955		36.12	40.43	510	5409.2
Yeşilirmak	Yeşilirmak	1418	Gömelönü	15.02.1963		37.13	40.31	820	1608.0
Kızılırmak	Kızılırmak	1501	Yamula	06.03.1938		35.26	38.89	995	15581.6

Kızılırmak	Karanlık Deresi	1517	Şeffatli	02.08.1952		34.75	39.50	895	8592.4
Kızılırmak	Gökırmak	1524	Kuyuş	07.11.1953	01.09.1999	34.34	41.59	475	4192.4
Kızılırmak	Kızılırmak	1532	Gülşehirköprüsü	24.11.1959	30.09.1998	34.62	38.76	895	20622.0
Kızılırmak	Kızılırmak	1535	Sögütlühan	27.05.1962		36.84	39.72	1243	6606.5
Kızılırmak	Kızılırmak	1536	Avşar Köp.	28.10.1965	30.09.2002	34.43	41.10	310	60559.6
Orta Anadolu Kapalı Havza	Çarşamba Suyu	1611	Bozkır	15.08.1955		32.21	37.17	1255	205.6
Orta Anadolu Kapalı Havza	İbrala Suyu	1612	Denircik	16.08.1955		33.41	37.20	1055	267.7
Orta Anadolu Kapalı Havza	Peçeneközü D.	1614	Ş.koçhisar	23.09.1955		33.55	38.95	940	651.6
Orta Anadolu Kapalı Havza	İnsuyu Deresi	1620	Cihanbeyli	26.10.1968		32.93	38.65	945	699.2
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Göksu Nehri	1712	Bucakkışla	22.09.1954		33.04	36.95	397	2689.2
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Göksu Nehri	1714	Karahacılı	01.06.1961		33.82	36.40	24	10065.2
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Lamas Çayı	1717	Kızılgöçit	24.05.1966		34.01	36.66	975	1005.2
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Göksu Nehri	1720	Hamam	01.10.1965		33.37	36.64	127	4304.0
Müte.Doğu Akdeniz Suları	Anamur Çayı	1721	Alaköprü	31.10.1967		32.90	36.18	37	313.2
Seyhan	Göksu Nehri	1801	Himmetli	03.10.1935		36.06	37.87	665	2596.8
Seyhan	Göksu Nehri	1805	Gökdere	25.11.1938		35.61	37.62	312	4242.8
Seyhan	Seyhan Nehri	1818	Üctepe	18.02.1966		35.45	37.42	148	13740.6
Hatay Suları	Afrin Deresi	1906	Müşrüflü	26.08.1953		36.54	36.31	98	2764.4
Ceyhan	Göksun	2006	Karaahmet	13.12.1952		36.57	38.03	1324	739.2
Ceyhan	Savrun Deresi	2008	Kadirli Köp.	01.10.1968		36.09	37.37	75	444
Ceyhan	Hurman Suyu	2015	Tanır	28.03.1956		36.92	38.42	1180	915.2
Ceyhan	Sögütlü Suyu	2016	Türkveren	28.03.1956		37.37	38.27	1215	846.8
Fırat - Dicle	Murat Suyu	2102	Palu	26.07.1936		39.93	38.69	852	25515.6
Fırat - Dicle	Murat Nehri	2122	Tutak	09.09.1953		42.78	39.54	1552	5882.4
Fırat - Dicle	Tohma Suyu	2124	Yazıköy	01.09.1954		37.44	38.67	1193	1256.1
Fırat - Dicle	Bey deresi	2131	Kılayık	07.09.1956		38.21	38.33	892	277.6
Fırat - Dicle	Culap Suyu	2132	İncirli	10.09.1956	31.10.2001	39.03	37.16	470	464.5
Fırat - Dicle	Munzur Suyu	2133	Melekbağçe	31.07.1953		39.53	39.05	875	3284.8
Fırat - Dicle	Bulam Çayı	2135	Fatopaşa	28.09.1957		38.24	37.99	1252	154.8
Fırat - Dicle	Tohma Suyu	2145	Hisarcık	30.06.1962		37.69	38.48	933	5780.8
Fırat - Dicle	Munzur Suyu	2149	Miskisağ	17.01.1963		39.54	39.11	896	1669
Fırat - Dicle	Fırat Nehri	2151	Sansa DDY	13.06.1963		40.17	39.58	1355	8185.6
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Karadere	2202	Ağnas	12.11.1942		40.01	40.85	78	635.7
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Aksu	2213	Dereli	15.09.1954	30.09.2004	38.45	40.75	248	713

Müte.Doğu Karadeniz Suları	Çamlıdere	2215	Dereköy	01.12.1963		40.60	40.73	942	445.2
Müte.Doğu Karadeniz Suları	İyidere	2218	Şimşirli	25.09.1954		40.49	40.82	308	834.9
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Fırtına Deresi	2232	Topluca	01.10.1962		41.01	41.07	237	763.2
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Tozköy Deresi	2233	Tozköy	01.12.1963		40.58	40.67	1296	223.1
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Melet Çayı	2238	Arıcılar	06.09.1964		37.68	40.55	949	1024.4
Müte.Doğu Karadeniz Suları	Melet Çayı	2247	Gocallı Köp.	10.02.1967		37.90	40.89	41	1859.2
Çoruh	Çoruh Nehri	2304	Bayburt	03.09.1941		40.23	40.26	1545	1734
Çoruh	Çoruh Nehri	2305	Peterek	11.09.1941		41.48	40.74	654	7272
Çoruh	Çoruh Nehri	2315	Karşıköy	26.06.1964	15.07.2002	41.71	41.45	57	19654.4
Çoruh	Çoruh Nehri	2316	İspir Köp.	01.10.1964		40.96	40.46	1170	5505.2
Çoruh	Oltu Suyu	2323	İşhan Köprüsü	07.12.1962		41.70	40.78	572	6854
Aras	Aras Nehri	2402	Kağızman	06.08.1953		43.15	40.18	1140	8872.8
Aras	Kars Çayı	2409	Güvercinkaya	02.11.1959		43.18	40.72	1670	2928
Van Gölü Kapalı Havzası	Bendimahı Çayı	2505	Göndürme	20.11.1964		43.79	39.08	1915	1373.4
Van Gölü Kapalı Havzası	Hoşap Çayı	2509	Zernek Köp.	13.11.1968		43.62	38.36	1862	1598
Fırat - Dicle (Dicle Nehri ve Kolları)	Garzan Çayı	2603	Beşiri	01.11.1945	30.09.2002	41.35	37.97	545	2450.4
Fırat - Dicle (Dicle Nehri ve Kolları)	Bitlis Çayı	2610	Baykan	14.09.1954		41.78	38.16	910	640.4
Fırat - Dicle (Dicle Nehri ve Kolları)	Batman Çayı	2612	Malabadiköprüsü	06.02.1957		41.20	38.15	597	4105.2
Dicle	Ambar Çayı	2618	Köprübaşı	01.11.1968	01.10.1998	40.38	37.99	595	976

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

<b>Proje No:</b> 107Y318
<b>Proje Başlığı:</b> Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi ile Türkiye Havzalarının Sınıflandırılması, Homojen Hidrolojik Havzaların Belirlenmesi ve Bölgesel Frekans Analizi
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Yrd. Doç. Dr. Mahmut FIRAT (Proje Yürütücüsü: İnönü Üniversitesi) Yrd. Doç. Dr. Fatih DİKBAŞ (Araştırmacı: Pamukkale Üniversitesi) Yrd. Doç. Dr. Abdullah Cem KOÇ (Araştırmacı: Pamukkale Üniversitesi) Yrd. Doç. Dr. Mahmud GÜNGÖR (Danışman: Pamukkale Üniversitesi)
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> İnönü Üniversitesi İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ Yolu 15. km Kampus, Malatya
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b> Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Destek Grubu, TÜBİTAK
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 01.04.2008 – 01.10.2010
<b>Öz (en çok 70 kelime)</b> Bu çalışmada bulanık kümeleme yöntemi ile Türkiye yağış serilerinin ve yıllık maksimum akımlarının sınıflandırılması amaçlanmıştır. Yağış serilerinin sınıflandırılmasında en uygun küme sayısı 7 olarak belirlenmiş ve belirlenen bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulanarak homojenliği test edilmiştir. Bölgesel taşkın frekans analizi için yıllık maksimum akımlar sınıflandırılarak en uygun küme sayısı 7 olarak elde edilmiştir. Tanımlanan bölgeler için bölgesel homojenlik testi uygulandıktan sonra L-momentler yöntemi ile bölgesel taşkın frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Bulanık kümeleme yöntem sonuçlarını değerlendirmek için yağış ve yıllık maksimum akımlar sınıflandırılmasında SOM, K-Ortalamalar ve Ward yöntemleri de kullanılmıştır.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Yıllık toplam yağış, yıllık maksimum akım, hidrolojik homojen bölge, kümeleme analizi, bulanık kümeleme, bölgesel taşkın frekans analizi

**Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu?** Evet  Gerekli Değil

Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.

**Projeden Yapılan Yayınlar:**

**Uluslararası İndekslerde Taranan Dergilerde (SCI) Yayınlanan/Kabul Edilen Makaleler**

Firat, M., Dikbas, F., Koc, A.C., Gungor, M. Missing Data Analysis and Homogeneity Test for Turkish Precipitation Series, Sadhana - Academy Proceedings in Engineering Science. (in press) 2010

**Uluslararası İndekslerde Taranan Dergilerde (SCI) İncelemede Olan Makaleler**

Dikbas, F., Firat, M., Koc, A.C., Gungor, M. Classification of Precipitation Series using Fuzzy Clustering Method. International Journal of Climatology. (JOC-10-0273) (in review).

Identification of Homogeneous Regions using Fuzzy Clustering Method for Regional Flood Frequency Analysis. Natural Hazards. (NHAZ1329). (in review).

**Uluslararası Sempozyumda Sunulan Bildiriler**

Dikbas, F., Firat, M., Koc, A.C., Gungor, M. Homogeneity Test for Turkish Temperature Series. 4th BALWOIS 2010 International Conference, Macedonia, 25–29 May 2010

Firat, M., Dikbas, F., Koc, A.C., Gungor, M. Estimation of Missing River Flows By Using Expectation Maximization Method. 4th BALWOIS 2010 International Conference, Macedonia, 25–29 May 2010.

**Ulusal Sempozyumda Sunulan Bildiriler**

Koc, A.C., Firat, M., Dikbas, F., Gungor, M. Türkiye'deki Yağış Serileri İçin Homojenlik Testleri, VI. Ulusal Hidroloji Kongresi, 22-24 Eylül 2010