



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**KÜMELEME ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE KARADENİZ
BÖLGESİ METEOROLOJİK VERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Gürkan KIR

Danışman
Doç. Dr. Ash ÜLKE KESKİN

SAMSUN
2021

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**KÜMELEME ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE KARADENİZ
BÖLGESİ METEOROLOJİK VERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Gürkan KIR

Danışman

Doç. Dr. Aşlı ÜLKE KESKİN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Gürkan KIR tarafından, **Doç. Dr. Aslı ÜLKE KESKİN** danışmanlığında hazırlanan “**Kümeleme Analiz Yöntemleri ile Karadeniz Bölgesi Meteorolojik Verilerinin Değerlendirilmesi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 14.10.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan (Danışman)	Doç. Dr. Aslı ÜLKE KESKİN Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Turgay PARTAL Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Neslihan BEDEN Samsun Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Dönem Projesi tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi? Evet ☐ Hayır ☒

İmza

14/10/2021

Gürkan KIR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Kümeleme Analiz Yöntemleri ile Karadeniz Bölgesi Meteorolojik Verilerinin Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 27.09.2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 14

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza

27/09/2021

Doç. Dr. Aslı ÜLKE KESKİN

ÖZET

KÜMELEME ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE KARADENİZ BÖLGESİ METEOROLOJİK VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gürkan KIR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Ekim/2021

Danışman: Doç. Dr. Aslı ÜLKE KESKİN

Son yıllarda küresel iklim değişikliği etkilerinden kaynaklanan afet sayılarında hissedilebilir bir artış görülmektedir. Bu kapsamda iklim değişikliği etkilerini azaltmak amacıyla ülkemizde ve dünyada çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. İklim değişikliğinden etkilenen bölgelerin iklim parametreleri bakımından benzer sınıflara ayrılması bu bölgelerde yapılacak olan çalışmalarda benzer yöntemlerin uygulanması açısından önemlidir. Böylece iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak amacıyla yapılacak olan çalışmalarda doğru bir stratejinin belirlenmesi sağlanacaktır.

Çalışma kapsamında değerlendirilen gözlem kayıtları Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait Karadeniz Bölgesinde yer alan 31 istasyondan periyodu 1982-2020 yılları arasını kapsayacak şekilde yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serileri olarak temin edilmiştir. Çalışmada öncelikle Mutlak Homojenlik Testleri (SNHT, BST, PT ve VNOT) ile verilerin homojenlikleri tespit edilmiştir. Sonrasında homojenlik sağlamayan istasyonlarda eğilim olup olmadığını araştırmak amacıyla Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ile trend analizi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra maksimum küme sayısı 5 olarak tespit edilen çalışmada veriler yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı ve bu üç veri birlikte matris oluşturacak şekilde 4 farklı parametreye göre 2, 3, 4 ve 5 küme sayısı için Bulanık C-Ortalamalar ve K-Ortalamalar yöntemleri kullanılarak kümeleme analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda optimum küme sayısı Siluet indeks analizi ile tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yağış serileri için en uygun sınıflandırma, küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir. Sıcaklık serileri için en uygun sınıflandırma, küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir. Rüzgâr hızı serileri için en uygun sınıflandırma, küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir. Yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızının birlikte değerlendirildiği veri matrisi için en uygun sınıflandırma, küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Küresel İklim Değişikliği, Yağış, Sıcaklık, Rüzgâr Hızı, Mutlak Homojenlik Testleri, Mann-Kendall Testi, Spearman'ın Rho Testi, Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi, K-Ortalamalar Yöntemi, Siluet İndeks Analizi.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE METEOROLOGICAL DATA OF THE BLACK SEA REGION USING CLUSTERING ANALYSIS METHODS

Gürkan KIR

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Civil Engineering

Master, October/2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aslı ÜLKE KESKİN

In recent years, there has been a noticeable increase in the number of disasters caused by the effects of global climate change. In this context, various studies are carried out in Turkey and in the world in order to reduce the effects of climate change. The classification of regions affected by climate change into similar classes in terms of climate parameters is important for the application of similar methods in studies to be carried out in these regions. Thus, a correct strategy will be determined in the studies to be carried out to reduce the effects of climate change.

Observation records evaluated within the scope of the study were obtained from 31 stations of the General Directorate of Meteorology in the Black Sea Region, covering the period between 1982 and 2020, as the series of annual total precipitation, annual average temperature and annual average wind speed. Primarily in the study, the homogeneity of the data was determined by Absolute Homogeneity Tests (SNHT, BST, PT and VNOT). Afterwards, trend analysis was carried out by Mann-Kendall and Spearman's Rho tests in order to investigate whether there is a trend in the stations that do not provide homogeneity. Then, in the study, the maximum number of clusters was determined as 5; Clustering analysis study was carried out by using Fuzzy C-Means and K-Means methods for 2, 3, 4 and 5 cluster numbers according to 4 different parameters in a way that precipitation, temperature, wind speed and these three data together form a matrix. The determination of the optimum cluster numbers was carried out by Silhouette index analysis.

As a result, the most appropriate classification for the precipitation series was obtained by using the Fuzzy C-Means method by choosing the number of clusters as 4. The most suitable classification for temperature series was obtained by K-Means method by choosing the cluster number as 5. The most suitable classification for the wind speed series was obtained by the K-Means method by choosing the number of clusters as 5. For the data matrix where precipitation, temperature and wind speed are evaluated together, the most appropriate classification was obtained by K-Means method by choosing the number of clusters as 4.

Keywords: Global Climate Change, Precipitation, Temperature, Wind Speed, Absolute Homogeneity Test, Man-Kendall Test, Spearman's Rho Test, Fuzzy C-Means Method, K-Means Method, Silhouette Index Analysis.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Kümeleme Analiz Yöntemleri ile Karadeniz Bölgesi Meteorolojik Verilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışma, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım süresince ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan, bilgi ve tecrübelerini içtenlikle aktaran, insani değerleri ile örnek edindiğim ve öğrencisi olmaktan onur duyduğum değerli danışman hocam Doç. Dr. Aslı ÜLKE KESKİN’e en içten şükranlarımı sunarım.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenim hayatımda bilgi ve birikimini hiçbir zaman benden esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Turgay PARTAL’a teşekkür ederim.

Tez savunma jürimde bulunmasından onur duyduğum, kısa sürede önemli katkılar veren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Neslihan BEDEN’e teşekkür ederim.

Verdiği ilham verici fikirler ve göstermiş olduğu destek için Öğr. Gör. Dr. Utku ZEYBEKOĞLU’na teşekkür ederim.

Değerli arkadaşlarım Hakan ORDU ve Tayfun TEKNECİ’ye bu süreçte yanımda oldukları için ayrıca teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi her anlamda yanımda olan, göstermiş oldukları fedakârlıklar ile beni hep duygulandıran, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim annem Semra ÖZDEMİR KIR’a ve babam Sedat Kır’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca varlıklarıyla bana güç veren isimlerini tek tek sayamadığım geniş ailemin her bir ferdine bu süreçte göstermiş oldukları destek için çok teşekkür ederim.

Her daim yokluğunu hissettiğim rahmetli eniştem Öğr. Gör. Barış YİĞİT’e saygı ve özlemle...

Gürkan KIR

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amaç ve Kapsamı	3
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI	4
2.1. Homojenlik ve Trend Analizi Üzerine Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Kümeleme Analizi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	13
3. MATERYAL	16
3.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri.....	16
3.2. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Veriler	19
4. YÖNTEM.....	24
4.1. Homojenlik Analizi.....	24
4.1.1. Mutlak Homojenlik Testleri.....	25
4.1.1.1. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT).....	25
4.1.1.2. Buishand Sıra Testi (BST)	26
4.1.1.3. Pettitt Testi (PT).....	26
4.1.1.4. Von Neumann Oran Testi (VNOT)	27
4.2. Trend (Eğilim) Analizi.....	27
4.2.1. Mann-Kendall Yöntemi	28
4.2.2. Spearman'ın Rho Yöntemi.....	29
4.3. Kümeleme Analizi	29
4.3.1. K-Ortalamalar Yöntemi	30
4.3.2. Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi.....	32
4.4. Optimum Küme Sayısının Belirlenmesi	33
4.4.1. Siluet İndeks Analizi.....	34
5. ÇALIŞMA BULGULARI	35
5.1. Homojenlik Analizi Bulguları.....	35
5.2. Trend (Eğilim) Analizi Bulguları.....	39
5.3. Kümeleme Analizi Bulguları	43
5.3.1. Yağış Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları	44

5.3.2. Sıcaklık Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları	50
5.3.3. Rüzgâr Hızı Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları	56
5.3.4. Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları	63
5.4. Siluet İndeks Analizi Bulguları	71
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	74
KAYNAKÇA	76
EKLER	82
ÖZ GEÇMİŞ	97



SİMGELER VE KISALTMALAR

'	: Dakika
"	: Saniye
K	: Kuzey
D	: Doğu
C°	: Santigrat
km	: Kilometre
m	: Metre
sn	: Saniye
mm	: Milimetre
H ₀	: Sıfır hipotezi
H ₁	: Alternatif hipotez
$\bar{y}$	: Verilerin ortalaması
y _i	: Her bir yıl için gözlenen veri
s	: Standart sapma
N	: Veri sayısı
T(k)	: Standart Normal Homojenlik Testi istatistiği
S _k [*]	: Buishand Sıra Testi istatistiği
$\hat{R}$	: Buishand Sıra Testi düzeltme oranı
X _k	: Pettitt Testi istatistiği
$\hat{N}$	: Von Neumann Oran Testi istatistiği
$\hat{S}$	: Mann-Kendall Testi istatistiği
X _i	: X eksenine konulacak tarihsel olarak sıralı ilk veriler
X _j	: Y eksenine konulacak tarihsel olarak sıralı son veriler
r _s	: Spearman'ın Rho Testi istatistiği
Z	: Standart normal değişken
d	: Değişken sayısı
C	: Küme sayısı
X	: Veri seti
S	: Küme merkezlerini içeren matris
J(S:X)	: K-Ortalamlar yöntemi amaç fonksiyonu
d _{ik} ²	: Öklit mesafe ölçütü
R ^d	: d boyutlu Euclidean uzayı
U	: Üyelik fonksiyonu
V	: Küme merkezlerini içeren çözüm vektörü
J _m (U, V)	: Bulanık C-Ortalamlar yöntemi amaç fonksiyonu
m	: Bulanıklaştırma katsayısı
ζ	: Tolerans değeri
S	: Siluet değeri
z	: standardize değer
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
SNHT	: Standart Normal Homojenlik Testi
BST	: Buishand Sıra Testi
PT	: Pettitt Testi
VNOT	: Von Neumann Oran Testi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	2020 yılı Türkiye şiddetli yağış ve sel afeti dağılımı (Erkan vd., 2021).....	2
Şekil 1.2.	2020 yılı Türkiye kuraklık haritası (Erkan vd., 2021)	2
Şekil 1.3.	2020 yılı Türkiye fırtına afeti dağılımı (Erkan vd., 2021)	3
Şekil 3.1.	Karadeniz Bölgesi (Saygılı, 2020).....	16
Şekil 3.2.	Karadeniz Bölgesi bölümleri (Saygılı, 2020)	17
Şekil 3.3.	Karadeniz Bölgesi fiziki haritası (Saygılı, 2015).....	17
Şekil 3.4.	Meteoroloji gözlem istasyonlarının dağılımı (Google,2021).....	19
Şekil 5.1.	Kümeleme analizinde kullanılan istasyonların coğrafyadaki dağılımı	43
Şekil 5.2.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (yağış)	44
Şekil 5.3.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (yağış)	45
Şekil 5.4.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)	46
Şekil 5.5.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)	47
Şekil 5.6.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)	48
Şekil 5.7.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)	49
Şekil 5.8.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)	50
Şekil 5.9.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)	51
Şekil 5.10.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)	52
Şekil 5.11.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)	53
Şekil 5.12.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)	54
Şekil 5.13.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)	55
Şekil 5.14.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)	56
Şekil 5.15.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı) ..	57
Şekil 5.16.	Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı).....	58
Şekil 5.17.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı) .	59

Şekil 5.18.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı).....	60
Şekil 5.19.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı) .	61
Şekil 5.20.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı).....	62
Şekil 5.21.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı).....	63
Şekil 5.22.	Küme sayısı 2 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)	64
Şekil 5.23.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı).....	65
Şekil 5.24.	Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)	66
Şekil 5.25.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı).....	67
Şekil 5.26.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)	68
Şekil 5.27.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı).....	69
Şekil 5.28.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)	70

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	İstasyon bilgileri	20
Tablo 3.2.	Yıllık toplam yağış verilerinin temel istatistikleri	21
Tablo 3.3.	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin temel istatistikleri.....	22
Tablo 3.4.	Yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin temel istatistikleri.....	23
Tablo 4.1.	Veri sayısına (N) bağlı %99 güven düzeyinde T_0 kritik değerleri (Jaruskova, 1996; Wijngaard vd., 2003)	25
Tablo 4.2.	Veri sayısına (N) bağlı %99 güven düzeyinde $\hat{R}\sqrt{N}$ kritik değerleri (Buishand, 1982; Wijngaard vd., 2003)	26
Tablo 4.3.	Veri sayısına (N) bağlı %99 güven düzeyinde X_E kritik değerleri (Wijngaard vd., 2003)	27
Tablo 4.4.	Veri sayısına (N) bağlı %99 güven düzeyinde $\hat{N}$ kritik değerleri (Buishand, 1982, Owen, 1962, Wijngaard vd., 2003)	27
Tablo 5.1.	Yıllık toplam yağış serilerinin homojenlik analizi sonuçları	36
Tablo 5.2.	Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin homojenlik analizi sonuçları	37
Tablo 5.3.	Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin homojenlik analizi sonuçları.....	38
Tablo 5.4.	Yıllık toplam yağış serilerinin trend analizi sonuçları	40
Tablo 5.5.	Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin trend analizi sonuçları	41
Tablo 5.6.	Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin trend analizi sonuçları.....	42
Tablo 5.7.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)	44
Tablo 5.8.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)	45
Tablo 5.9.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)	46
Tablo 5.10.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)	47
Tablo 5.11.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)	48
Tablo 5.12.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)	49
Tablo 5.13.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)	50
Tablo 5.14.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)	51

Tablo 5.15.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)	52
Tablo 5.16.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)	53
Tablo 5.17.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)	54
Tablo 5.18.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)	55
Tablo 5.19.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	56
Tablo 5.20.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	57
Tablo 5.21.	Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	58
Tablo 5.22.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	59
Tablo 5.23.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	60
Tablo 5.24.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	61
Tablo 5.25.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)	62
Tablo 5.26.	Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	63
Tablo 5.27.	Küme sayısı 2 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	64
Tablo 5.28.	Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	65
Tablo 5.29.	Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	66
Tablo 5.30.	Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	67
Tablo 5.31.	Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	68
Tablo 5.32.	Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	69
Tablo 5.33.	Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)	70
Tablo 5.34.	K-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış)..	71

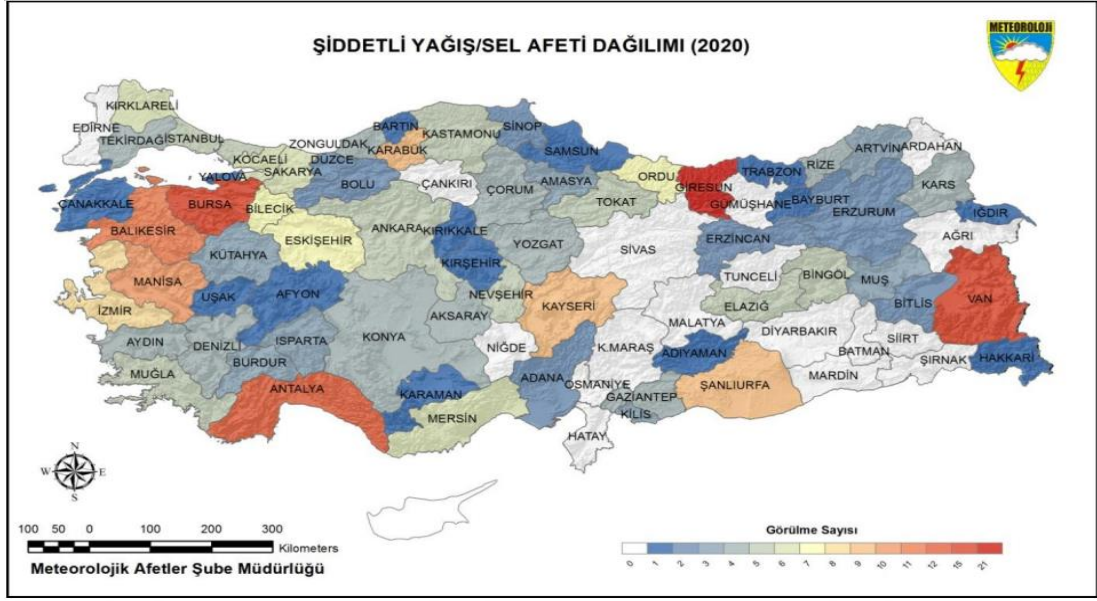
Tablo 5.35.	Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış)	71
Tablo 5.36.	K-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (sıcaklık)	72
Tablo 5.37.	Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (sıcaklık)	72
Tablo 5.38.	K-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (rüzgâr hızı)	72
Tablo 5.39.	Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (rüzgâr hızı)	72
Tablo 5.40.	K-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı)	72
Tablo 5.41.	Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı).....	73

1. GİRİŞ

Yağış, sıcaklık ve rüzgâr gibi çeşitli meteorolojik parametrelerin ekstrem değerleri olarak tanımlanan iklim, belirli bir zaman aralığında belirli bir konum için atmosferin kolektif durumudur (Demircan vd., 2017). Bu kolektif yapıya ait parametrelerin uzun dönem ortalamalarında 1950’li yılların ortalarına kadar değişim olmadığı kabul edilmekteydi. 20. yüzyıla doğru ilerlerken sanayi alanında yaşanan hızlı gelişmeler; doğal kaynakların plansızca tüketilmesine, çevre kirliliğinin insan sayısıyla orantılı olarak artmasına ve atmosfere yoğun miktarda sera gazı salınımına neden olmuştur. Bu doğrultuda atmosferde ısı tutma özelliğine sahip sera gazı, zamanla iklim parametrelerinde değişiklikler meydana getirmeye başlamıştır. İklim parametrelerinde meydana gelen bu değişiklikler küresel iklim değişikliği olarak adlandırılmaktadır. (Özkoca, 2015; Türkeş, 2010).

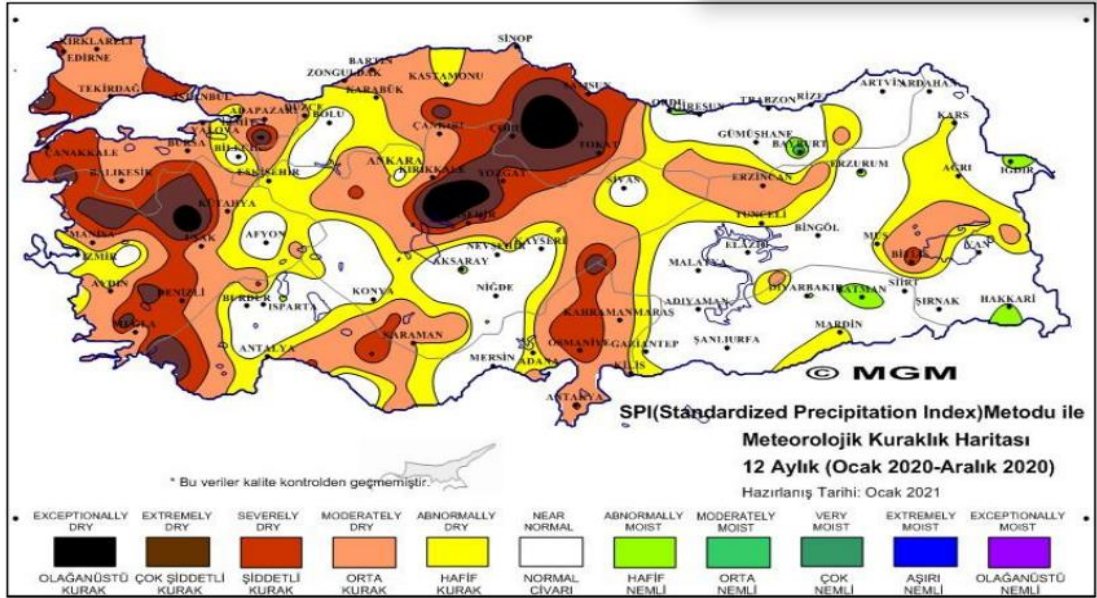
Küresel ölçekte gerçekleşen iklim değişikliği yerelde etkilerini taşkın, sel, kuraklık ve fırtına gibi farklı afetler şeklinde göstermektedir. Son yıllarda birçok makaleye konu olan küresel iklim değişikliğinin gün geçtikçe etkisini arttırması insan hayatını ekonomik ve sosyal alanda olumsuz etkilemektedir. Bu doğrultuda iklim değişikliğini anlamak ve bu kapsamda önlemler almak için gerçekleştirilen çalışmalar da giderek önem kazanmaktadır.

Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye değişken bir topoğrafyaya sahiptir. Bu nedenle Türkiye iklim özellikleri bakımından karmaşık bir yapıya sahip olup iklim değişikliğinden farklı şekillerde etkilenmektedir. Ülkemiz, dünyada iklim değişikliğinden etkilenen ülkeler arasında üst sıralarda yer almaktadır (Öztürk, 2002). Küresel ölçekte yaşanan iklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki etkileri göz önüne alındığında son yıllarda sel, taşkın, fırtına ve kuraklık afetlerinin hissedilebilir bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. Bu kapsamda yağış, sıcaklık ve rüzgâr parametrelerinin uzun dönem istatistiksel analiz çalışmaları iklim değişikliğinin etkilerini anlamak ve alınabilecek önlemleri belirlemek açısından oldukça önemlidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün 2021 yılında sunduğu ‘‘Meteorolojik afetler değerlendirmesi’’ adlı raporunda belirtilen Türkiye’de 2020 yılında meydana gelen sel, kuraklık ve fırtına afetlerinin illere göre dağılımı Şekil 1.1, Şekil 1.2 ve Şekil 1.3’de sunulmaktadır.



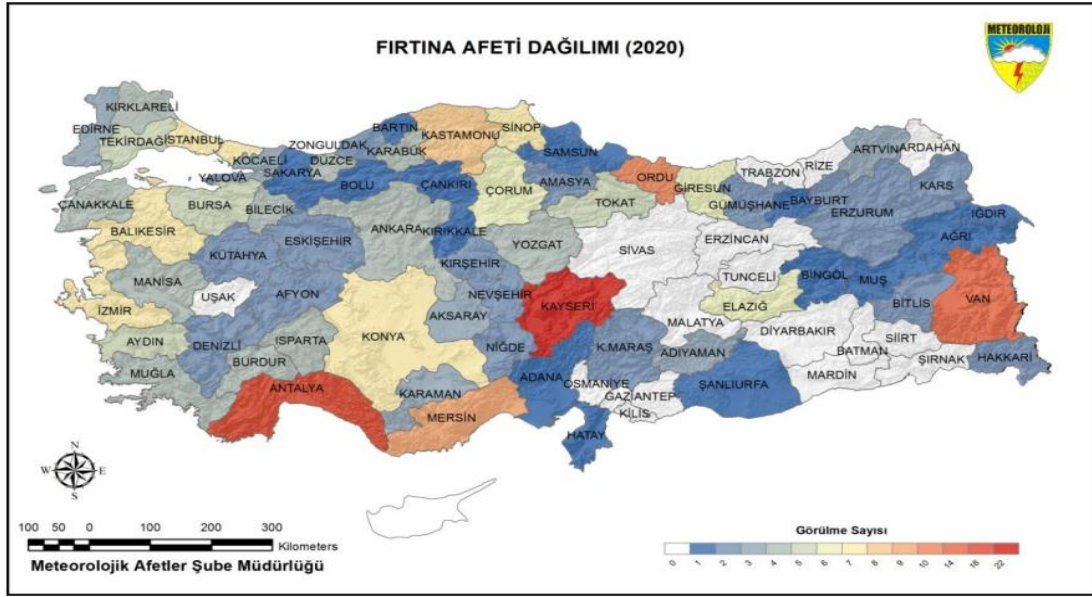
Şekil 1.1. 2020 yılı Türkiye şiddetli yağış ve sel afeti dağılımı (Erkan vd., 2021)

Şekil 1.1 Karadeniz Bölgesi özelinde değerlendirildiğinde 2020 yılında bölgede çok sayıda taşkın olayının yaşandığı görülmekle birlikte en fazla sel afeti Giresun'da meydana gelmiştir. Bölgede ayrıca Karabük ve Ordu illerinde de çok sayıda sel afeti yaşandığı görülmektedir.



Şekil 1.2. 2020 yılı Türkiye kuraklık haritası (Erkan vd., 2021)

Şekil 1.2 Karadeniz Bölgesi özelinde değerlendirilecek olursa, özellikle Batı ve Orta Karadeniz'in iç bölgelerinin kuraklıktan oldukça etkilendiği görülmektedir. Bu doğrultuda Çorum, Amasya ve Tokat civarı kuraklığın en şiddetli yaşandığı yerler olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 1.3. 2020 yılı Türkiye fırtına afeti dağılımı (Erkan vd., 2021)

Şekil 1.3’de Karadeniz Bölgesinde yer alan iller göz önüne alındığında 2020 yılında fırtına afetinin en fazla Kastamonu, Sinop, Çorum, Tokat, Ordu ve Giresun illerinde meydana geldiği görülmektedir.

1.1. Tezin Amaç ve Kapsamı

İklim parametreleri bakımından benzerlik gösteren bölgelerin sınıflara ayrılması; iklim değişikliği ile mücadele, su kaynaklarının korunması ve arazi kullanımının planlanması gibi farklı çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda tezin amacı Karadeniz Bölgesi yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı serilerini farklı kümeleme analiz yöntemleri ile benzer sınıflara ayırmaktır. Çalışmada kullanılan veriler Meteoroloji genel müdürlüğüne ait 31 gözlem istasyonundan temin edilen ve periyodu 1982-2020 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinden oluşmaktadır.

Çalışma kapsamında öncelikle, verilerin kalitesi mutlak homojenlik yöntemleri ile tespit edilmiştir. Sonrasında homojenliğin bozulmasıyla parametrelerin eğilim gösterip göstermediğini araştırmak için Mann-Kendall ve Spearman’ın Rho testleri ile iklim parametrelerinin eğilimleri tespit edilmiştir. Verilerin ön istatistiksel analizi tamamlandıktan sonra yağış, sıcaklık ve rüzgâr serileri Bulanık C-Ortalamalar ve K-Ortalamalar yöntemleri ile sınıflandırılmıştır. Son olarak en doğru sınıflandırma sonuçları Siluet indeks analizi ile belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI

Bu tez çalışmasında homojenlik analizi, trend analizi ve kümeleme analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde dünyada ve ülkemizde homojenlik, trend ve kümeleme üzerine yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır. Yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı vb. gibi meteorolojik veriler kullanılarak yapılan çalışmalarından bazıları iki başlık altında incelenmiştir.

2.1. Homojenlik ve Trend Analizi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Partal (2003), Türkiye genelinde bulunan 96 adet yağış gözlem istasyonuna ait 1929 ve 1993 yılları arasını kapsayan yağış verilerinin eğilimini belirlemek için parametrik olmayan Mann-Kendall ve Sen'in T testlerinden yararlanmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde, Türkiye'nin batı ve güney bölgesi ile Karadeniz kıyı şeridi öncelikli olmak üzere genellikle azalış eğilimleri tespit edilmiştir.

Büyükyıldız (2004), Sakarya havzasında bulunan 25 adet yağış gözlem istasyonuna ait aylık ortalama yağışların eğilimini belirlemek amacıyla trend analizi çalışmıştır. 1960 ve 2000 yılları arasını kapsayan bu çalışmada yöntem olarak parametrik olmayan Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testlerinden yararlanılmıştır. Sonuç ve bulgular incelendiğinde söz konusu istasyonların yarısında %95 önem seviyesinde 44 ayda eğilimler tespit edilmiştir. Tespit edilen eğilimlerin %20'si artan, %80'i ise azalan yönde olarak belirlenmiştir.

Em (2005), Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bölgesinde yer alan 15 adet gözlem istasyonundan temin edilen ve periyodu 1970-2003 yılları arasını kapsayan günlük yağış verileri ile homojenlik ve trend çalışmaları yapmıştır. Çalışmada homojenlik yöntemi olarak Grafiksel analiz ve Run (Swed-Eisenhart) testinden yararlanılmıştır. Kullanılan trend yöntemleri ise parametrik olan t testi ve parametrik olmayan Mann-Kendall testlerinden oluşmaktadır. Elde edilen bulgulara bakıldığında, Batman ve Diyarbakır illerinin homojen olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca 15 istasyondan 10'unda artış eğilimi, 5'inde ise azalış eğilimi görülmektedir.

Partal ve Kahya (2006), Türkiye'nin yağış verilerini Mann-Kendall trend testi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmada veri olarak 96 adet meteorolojik gözlem

istasyonundan alınan ve periyodu 1929-1993 yıllarını kapsayan yağış serileri kullanılmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde, yıllık toplam yağış serilerinde azalan trendler tespit edilmiştir. Ayrıca Ocak, Şubat ve Eylül aylarında önemli azalan trendler belirlenmiştir. Azalan bu trendler daha çok Türkiye'nin batı ve güney kesimlerinde görülmektedir.

Longobardi ve Villani (2010), güney İtalya'daki Campania bölgesinde yer alan 211 adet ölçüm istasyonundan temin edilen ve 1918-1999 yılları arasını kapsayan yağış serilerinin eğilimini incelemişlerdir. Verilerin homojenliğini araştırmak amacıyla T testi, Ward metodu ve meta veri analizlerinden yararlanılmıştır. Trend yöntemi olarak ise Mann-Kendall ve t testinden faydalanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; 160 adet istasyona ait veriler homojen, 42 adet istasyondaki verilerin homojenliği şüpheli, 9 adet istasyondaki verilerin ise homojen olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca toplam istasyonların %9'unda artan yönde, %27'sinde ise azalan yönde trendler tespit edilmiştir.

Çiflik (2012), Ege Bölgesindeki yağış verilerini analiz etmiştir. Çalışmada veri olarak 49 adet istasyona ait 1962-2005 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış serileri kullanılmıştır. Yöntem olarak parametrik T testi ile parametrik olmayan Mann-Kendall, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon, Spearman'ın Rho testleri ile Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır. Çalışma bulguları incelendiğinde, 49 adet istasyona ait yıllık toplam yağışların azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Bu istasyonların 17'sinde %95 önem seviyesinde azalan yönde, kalan istasyonların ise büyük bir kısmında %90 güven düzeyinde yine azalan yönde eğilimlerin olduğu tespit edilmiştir.

Çoban (2013), Türkiye'deki 80 adet gözlem istasyonuna ait ve periyodu 1971-2010 yılları arasını kapsayan yağış verilerinin trendini analiz etmiştir. Yöntem olarak Mann-Kendall, Regresyon ve Şen Eğilim testleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, 13 adet istasyonda kullanılan her bir yöntem için artan bir eğilim tespit edilmiştir.

Ay ve Kişi (2014), Samsun, Trabzon, Ankara, Yozgat, Antalya ve Adana illerinde bulunan yağış gözlem istasyonlarına ait aylık toplam yağış verilerinin eğilimini analiz etmişlerdir. Verilerin periyodu 1970 ve 2011 yılları arasını kapsamaktadır. Yöntem olarak Mann-Kendall ve Şen'in trend yöntemleri tercih edilmiştir. Çalışma bulgularına göre Samsun ve Trabzon istasyonları genel olarak

anlamalı bir artış trendine sahiptir. Ankara, Yozgat ve Adana istasyonlarında ise istatistiksel olarak anlamalı bir eğilim tespit edilememiştir. Ayrıca Antalya istasyonunda Şubat ayı için azalış trendi gözlemlenirken, Nisan ayı için artış trendi gözlemlenmektedir.

Sayemuzzaman ve Jha (2014), Kuzey Carolina eyaletindeki yağışların trendini incelemişlerdir. Çalışmada veri olarak bölgede bulunan 249 adet gözlem istasyonuna ait ve periyodu 1950-2009 yılları arasını kapsayan yağış serileri kullanılmıştır. Mann-Kendall, Theil-Sen yaklaşımı ve Sıralı Mann-Kendall testleri çalışmada trend yöntemi olarak uygulanmıştır. Mevsimsel olarak incelenen yağış serilerinde kış aylarında 229 adet istasyonda negatif eğilim, sonbahar aylarında 202 adet istasyonda pozitif eğilim, yaz aylarında 155 adet istasyonda pozitif eğilim; 92 adet istasyonda ise negatif eğilim tespit edilmiştir. Pozitif eğilimlerin büyük bir kısmı bölgenin güneydoğusunda, negatif eğilimlerin büyük bir kısmı ise bölgenin orta ve batı kesimlerinde gözlemlenmiştir.

Adarsh ve Reddy (2014), Güney Hindistan bölgesinde yer alan Kerala, Tamil Nadu, Kuzey İç Karnataka ve Telangana eyaletlerinin yağış verilerini analiz etmişlerdir. 1476 adet istasyondan temin edilen ve 1871-2011 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış verileri çalışma kapsamında kullanılmıştır. Lineer regresyon, parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Sen'in Trend Eğim metodu çalışmada yöntem olarak tercih edilmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde; Tamil Nadu, Kuzey İç Karnataka ve Telangana eyaletlerindeki istasyonlara ait verilerin trend sonuçları artan, Kerala eyaletinde yer alan istasyonlara ait verilerin trend sonuçları ise azalan bir eğilim göstermektedir.

Emek (2014), Doğu Anadolu Bölgesine ait yağış verilerinin trend analizi üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada 46 adet istasyon kullanılmış olup veri periyodu 1960-2013 yılları arasını kapsamaktadır. Verilerin homojenliği Run ve Pettitt testleri ile belirlenmiştir. Trend yöntemi olarak Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testinden yararlanılmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde, 46 adet istasyondan 38 adet istasyonun homojen olduğu belirlenmiştir. Trend sonuçları değerlendirildiğinde, Doğu Anadolu bölgesinin kuzey kesiminde genellikle artan trendler tespit edilirken güney ve batı kesimlerinde azalan yönde trendler tespit edilmiştir.

Swain vd. (2015), Hindistan'ın Chhattisgarh eyaletinin Raipur bölgesine ait aylık yağış verileri üzerine trend analizi çalışmışlardır. Araştırmada Periyodu 1901-

2002 yılları arasını kapsayan yağış verilerine Mann-Kendall testi ve Sen'in Trend Eğim metodu uygulanmıştır. Çalışma bulguları; Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları için yağış verilerinde azalma eğilimi olduğunu ortaya koymaktadır.

Elouissi vd. (2016), Cezayir'in Macda havzasına ait yağış verilerini analiz etmişlerdir. Çalışmada periyodu 1970-2011 yılları arasını kapsayan 25 adet meteoroloji istasyonuna ait aylık yağış verileri kullanılmıştır. Yenilikçi Eğilim Analiz yöntemi ile istasyonların trendleri belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Macda havzasının Akdeniz kıyılarına yakın kuzey kesimlerinde azalan, güney kesimlerinde ise artan yönde eğilimlerin olduğu görülmektedir.

Odabaşı (2016), İstanbul'da konumlanan 72 adet meteoroloji istasyonuna ait ve periyodu 1984-2015 yılları arasını kapsayan günlük toplam yağış; günlük minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık verileri ile trend çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada Mann-Kendall, Sen'in T testi, Mevsimsel Mann-Kendall ve parametrik bir test olan lineer eğilim yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bulgular incelendiğinde, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin artış eğilimine sahip olduğu, yıllık ortalama yağış değerlerinde ise yalnızca Kireçburnu ve Göztepe istasyonlarında artış eğilimi olduğu görülmektedir. Mevsimsel bazda değerlendirilen sıcaklık verilerinde sonbahar ve yaz mevsimlerinde artış eğilimine rastlanırken; kış mevsiminde bazı istasyonlarda artış, bazı istasyonlarda ise azalma eğilimleri görülmektedir. Mevsimsel bazda yağış verilerine bakıldığında ise kış mevsiminde en fazla artış eğilimi Bahçeköy ve Şile istasyonlarında görülürken, sonbahar mevsiminde Kireçburnu, Kumköy ve Bahçeköy istasyonlarında görülmektedir.

Zeybekoğlu (2016), Türkiye'deki 76 ile ait 207 adet meteoroloji gözlem istasyonundan elde edilen ve gözlem süresi en az 20 yıl olacak şekilde belirlenen farklı periyotlardaki yağış şiddeti verileri yardımıyla trend çalışması gerçekleştirmiştir. Eğilimler belirlenirken yöntem olarak Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho metotlarından faydalanılmıştır. Trend analizi sonuçları incelendiğinde, Mann-Kendall yöntemine göre 256 istasyon verisinde artış, 79 istasyon verisinde ise azalış trendi gözlemlenmiştir. Spearman'ın Rho yöntemine göre 266 istasyon verisinde artış, 79 istasyon verisinde ise azalış trendi tespit edilmiştir.

Nemli (2017), Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan 10 adet meteoroloji istasyonuna ait yıllık maksimum yağış değerlerinin eğilimini tespit etmek amacıyla

trend analizi yapmıştır. Veri setleri 1940 ve 2010 yılları arasını kapsayan çalışmada metot olarak parametrik olmayan Mann-Kendall, Spearman Rho ile parametrik bir yöntem olan Basit Lineer Regresyon Analizi yöntemleri tercih edilmiştir. Trend tespit edilen istasyonlar için trendin başladığı yılı tespit edebilmek amacıyla Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testinden faydalanılmıştır. Ayrıca verilerin homojenliği Run (Swed Eisenhart) testi ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda istasyonların genelinde artış eğilimi tespit edilmiştir.

Ercan ve Yüce (2017), Kızılırmak havzasında bulunan 36 adet meteoroloji istasyonundan temin edilen yağış ve sıcaklık verilerini analiz etmiştir. Veri seti olarak 1975 ve 2015 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık serileri kullanılmıştır. Çalışmada analiz yöntemi olarak parametrik olmayan Mann-Kendall testinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde, yıllık toplam yağış verileri için istasyonlarının büyük bir kısmında anlamlı trendlere rastlanmamıştır. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde ise %95 güven düzeyinde artan eğilimler tespit edilmiştir.

Hadi ve Tombul (2018), Türkiye’de il merkezlerinde bulunan 81 adet istasyondan temin edilen aylık yağış ve sıcaklık verileri ile trend analiz çalışması gerçekleştirmişlerdir. Periyodu 1901-2014 yılları arasını kapsayan veri setinin eğilimi Mann-Kendall trend testi ile belirlenmiştir. Trendin büyüklüğü Theil-Sen, değişim yılı ise Pettitt-Mann-Whitney testi yardımıyla tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Türkiye’nin tamamı için yıllık yağış verilerinde anlamlı olmayan artış trendi, yıllık sıcaklık verilerinde ise anlamlı artış trendi görülmektedir.

Ülke ve Özkoca (2018), ‘‘Sinop, Ordu, Samsun İllerinin Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi’’ başlıklı çalışmalarında Mann-Kendall ve Sen’in Trend Eğim testlerinden yararlanmışlardır. 13 adet meteoroloji istasyonundan alınan sıcaklık verileri 1975-2013 yılları arasını kapsamaktadır. Veri setlerinin homojenliği ise Standart Normal Homojenlik ve Pettitt testleri yardımıyla belirlenmiş olup yalnızca Çarşamba istasyonu homojen olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen illerdeki sıcaklık verilerinde artış eğilimi olduğu belirtilmektedir.

Yüce vd. (2018), Seyhan havzasındaki 12 istasyona ait periyodu 1964-2016 yılları arasını kapsayan yağış verileri ile trend analiz çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada yöntem olarak Mann-Kendall , Spearman’ın Rho, Mann-Kendall Mertebe

Korelasyon ve Sen'in Eğim Analiz testlerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre %95 ve %85 güven düzeylerinde gerçekleştirilen çalışmada Pınarbaşı istasyonunda her iki güven düzeyi için, Çamardı istasyonunda ise yalnızca %85 güven güven düzeyinde azalan trendler belirlenmiştir. Diğer istasyonlarda trend tespit edilememiştir.

Zeybekoğlu ve Partal (2018), Sinop ilinde bulunan meteoroloji istasyonundan temin edilen ve 1966-2015 gözlem aralığındaki aylık toplam, yıllık ortalama ve standart süreli yağış şiddeti verileri ile trend analiz çalışması gerçekleştirmişlerdir. Yöntem olarak Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Sen T, Sen'in Eğilim ve Yenilikçi Eğilim zmlemesi yöntemlerinden yararlanılmıştır. %95 güven düzeyinde gerçekleştirilen çalışma bulguları incelendiğinde, veri setinde istatistiksel anlamda artış eğilimi tespit edilmiştir. Mart ayındaki yağışların artış trendi tespit edilen bu artış eğiliminin ana kaynağı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Atabey (2018), küresel iklim değişikliğinin Bitlis ve Muş illerine etkisini araştırmak amacıyla çok sayıda iklim parametresi kullanarak trend analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Veri setleri 1982-2010 yılları arasını kapsayan aylık açık gün, aylık bulutlu gün, aylık kapalı gün, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama bulutluluk, aylık toplam yağış, aylık ortalama rüzgâr hızı, aylık maksimum sıcaklık ve aylık toplam güneşlenme süresi serilerinden oluşmaktadır. Bu alışmada Zaman Serisi Analizi ve şen'in Trend Analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulgular incelendiğinde, Bitlis ili için açık gün sayısında azalma, bulutlu gün sayısında artma, kapalı gün sayısında azalma, ortalama sıcaklıklarda artma, ortalama bulutluluk oranında azalma, toplam yağış miktarında azalma, ortalama rüzgâr hızında azalma, maksimum sıcaklıklarda artma, toplam güneşlenme sresinde azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Muş iline ait sonuçlar değerlendirildiğinde ise açık gün sayısı ve bulutlu gün sayısı Bitlis iline ait sonuçların tam zıttı yönde eğilim görülmesiyle birlikte diğer tüm parametrelere ait seriler Bitlis iline ait sonuçlarla aynı yönde eğilim göstermektedir.

Kankal ve Akçay (2019), araştırmalarında Trabzon ili yağış verilerinin eğilimini analiz etmişlerdir. Veri seti olarak Trabzon ve Akçaabat meteoroloji istasyonlarına ait periyodu sırasıyla 1948-2017 ve 1964-2017 yılları arasını kapsayan yıllık, mevsimlik ve aylık yağış serileri kullanılmıştır. Verilerin homojenliği Standart Normal Homojenlik ve Von-Neuman testleri ile belirlenmiş ve her iki istasyonunda homojen olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca trend analizi için Mann-Kendall ve şen'in

Yenilikçi Eğilim yöntemleri tercih edilmiştir. Trend sonuçları değerlendirildiğinde, iki istasyon için ilkbahar ve sonbahar aylarında artan, yaz aylarında ise Akçaabat istasyonunda azalan eğilimler tespit edilmiştir. Ayrıca yıllık yağış verilerinin analizinde Trabzon istasyonunda artan eğilimler görülürken Akçaabat istasyonunda değişmeyen eğilimler tespit edilmiştir.

Özyıldırım (2019), çalışmasında İç Anadolu Bölgesinde yer alan 13 meteoroloji istasyonuna ait periyodu 1960-2018 yılları arasını kapsayan aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri ile trend analizi yapmıştır. Çalışmada metot olarak ise Mann-Kendall, Şen'in eğilim ve Lineer Regresyon yöntemleri tercih edilmiştir. Verilerin homojenliği Run (Swed-Eisenhart) testi ile belirlenmiş olup %99 güven düzeyinde bütün istasyonlarda aylık yağış ve sıcaklık serilerinin homojen olmadığı tespit edilmiştir. Trend analizi sonuçlarına göre bölgenin genelinde sıcaklıkların artış eğiliminde olduğu saptanmıştır. Yağışların ise İç Anadolu Bölgesinin batı ve güneybatı kesimlerinde azalma eğilimine, iç kesimlerde ise değişmeyen bir eğilime sahip olduğu belirlenmiştir.

Aytulun (2019), küresel iklim değişikliğinin Susurluk ve Van Gölü havzalarına etkisini araştırmak amacıyla 13 adet meteoroloji istasyonundan temin edilen yıllık ortalama yağış, sıcaklık, nem, açık yüzey buharlaşması ve yıllık maksimum kar yüksekliği verileri ile trend analizi çalışmıştır. Veri setinin periyodu 1970 ve 2017 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışmada metot olarak Mann-Kendall, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon, Spearman'ın Rho ve Yenilikçi Şen yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma bulguları incelendiğinde, yağış ve nem parametrelerinde bazı istasyonlarda azalma bazı istasyonlarda ise değişmeyen eğilimler gözlemlenmiştir. Sıcaklık parametrelerinde ise artan eğilimler tespit edilmiştir. Bulgulardan yola çıkarak Türkiye'nin doğusu ve batısının küresel ölçekte iklim değişikliğinden benzer şekilde etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Çakmak (2019), Büyük Menderes Havzasında yer alan 40 adet yağış gözlem istasyonundan temin edilen 1962-2009 yılları arasını kapsayan aylık ve yıllık toplam yağış verileri ile trend analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Metot olarak çalışmada Mann-Kendall ve Doğrusal Regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucuna veri setlerinde havza kapsamında anlamlı eğilimler olmadığı tespit edilmiştir.

Dalkılıç (2019), çalışma olarak seçtiği Gümüşhane, Erzincan, Bayburt illerinde

bulunan 3 adet meteoroloji istasyonundan temin edilen aylık yağış verilerinin eğilimini araştırmıştır. Periyodu 1978-2018 yılları arasında olan veri setlerinin eğilimi Şen Eğilim Testi, Spearman Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall yöntemleri ile belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde; yaz döneminde bazı ayların yağış eğiliminde azalma, kış döneminde ise bazı ayların yağış eğiliminde artma tespit edilmiştir.

Şenocak ve Emek (2019), Doğu Anadolu Bölgesinin yağış verilerini analiz etmişlerdir. Analiz yöntemi olarak Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen'in Eğilim metodları tercih edilmiştir. Veri setleri 46 adet meteoroloji istasyonundan alınmış olup periyodu 1960-2013 yılları arasında kapsamaktadır. Verilerin homojenliği Run ve Pettitt testleri yardımı ile belirlenmiştir. 46 adet istasyondan 38 tanesinin homojen olduğu tespit edilmiştir. Bulgular incelendiğinde, yağışlarda yaz döneminde genellikle artan yönde trendlerin, kış döneminde ise azalan yönde trendlerin olduğu sonucuna varılmıştır.

Tokgöz (2020), ‘‘Karadeniz Bölgesinde Yağış ve Sıcaklık Verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi ile Trend Analizi’’ adlı çalışmasında Karadeniz'deki 16 meteoroloji istasyonundan elde edilen periyodu 1960-2015 yılları arasında kapsayan yıllık yağış ve sıcaklık verileri ile trend analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada metod olarak Yenilikçi Şen yöntemi, Mann-Kendall ve Spearman Rho testleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda %95 güven düzeyinde yıllık toplam yağış verilerinde Yenilikçi Şen yöntemine göre 15 istasyonda artış, 1 istasyonda ise azalış eğilimi görülmektedir. Mann-Kendall ve Spearman Rho testlerinde ise 6 istasyonda artış eğilimi görülmektedir. %95 güven düzeyinde yıllık ortalama sıcaklık verilerinde Yenilikçi Şen yöntemine göre tüm istasyonlarda artış, Mann-Kendall testine göre 7 istasyonda artış, Spearman'ın Rho testinde ise 11 istasyonda artış eğilimleri görülmektedir.

Terzi ve İlker (2020), Kızılırmak Havzasında yer alan 8 ile ait sıcaklık verilerinin eğilimini analiz etmişlerdir. Veri seti olarak 8 adet istasyondan temin edilen periyodu 1980-2017 yılları arasında kapsayan aylık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Çalışmada yöntem olarak Mann-Kendall testi kullanılmış olup değişim miktarı Sen'in Trend testi ile belirlenmiştir. Araştırma sonucunda aylık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık verileri için istasyonların genelinde artış eğilimleri tespit edilmiştir.

Ismael (2021), Kuzey Irak bölgesindeki 10 adet meteoroloji istasyonundan temin edilen ve periyodu 1979-2013 yılları arasını kapsayan yağış ve sıcaklık verileri ile trend analizi çalışmıştır. Çalışmada veri setlerinin eğilimi Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ile belirlenmiştir. Ayrıca Sen'in Trend Eğim metodu kullanılarak lineer eğimler hesaplanmıştır. Sonuç olarak hesaplanan eğimler incelendiğinde, küresel iklim değişikliğinin Kuzey Irak bölgesinde yağışların azalmasına ve sıcaklıkların artmasına sebep olduğu tespit edilmiştir.

Yükseler vd. (2021), küresel iklim değişikliğinin Bingöl iline etkisi araştırmak amacıyla bölgede bulunan 5 adet meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerinin eğilimini Mann-Kendall ve Şen'in Yenilikçi Yönelim Çözümleme yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Veri seti, periyodu 1960-2017 yılları arasını kapsayan yıllık ve mevsimsel yağış verilerinden oluşmaktadır. Çalışma sonuçları incelendiğinde bölgedeki yağış verilerinde azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Korkmaz ve Efe (2021), iklim değişikliğinin Samsun ilindeki yağışa etkisini araştırmak amacıyla trend analizi çalışmışlardır. Araştırmada veri olarak Samsun ve Bafra'da bulunan meteoroloji istasyonlarından alınan ve periyodu 1990-2019 yılları arasını kapsayan yağış serileri kullanılmıştır. Verilerin trend analizi Mann-Kendall ve Şen Yenilikçi Trend testleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda yağış verileri için Samsun istasyonunda istatistiksel kapsamda anlamlı olmayan artma, Bafra istasyonunda ise azalma tespit edilmiştir.

Yılmaz vd. (2021), Doğu Karadeniz Bölgesindeki 6 meteoroloji gözlem istasyonundan temin edilen ve periyodu 1960-2016 yılları arasını kapsayan yağış, sıcaklık, rüzgâr ve buharlaşma verileri ile trend analizi çalışmışlardır. Çalışmada metod olarak Lineer Trend ve Modifiye Mann-Kendall yöntemleri tercih edilmiştir. Bulgular değerlendirildiğinde sıcaklık ve yağış verilerinde tüm istasyonlarda artış trendi görülmektedir. Rüzgâr verilerinde Trabzon istasyonunda artan, Rize ve Bayburt istasyonlarında ise azalan yönde trendler görülmektedir. Buharlaşma verileri incelendiğinde Bayburt istasyonunda azalan trend görülürken artış trendleri Gümüşhane ve Trabzon istasyonlarında tespit edilmiştir.

Terzi ve İlker (2021), Kızılırmak Havzasında bulunan 10 il merkezine ait meteoroloji istasyonundan elde edilen ve periyodu 1980-2017 yılları arasını kapsayan yağış verileri ile trend analizi yapmışlardır. Yöntem olarak parametrik olmayan Mann-

Kendall testi kullanılmıştır. Lineer eğimler ise Sen'in Trend Eğim metodu ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda havzadaki yağış verilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir trendin olmadığı tespit edilmiştir.

Aydın ve Öz (2021), Van Gölü Havzasında yer alan 9 adet istasyonun yağış ve sıcaklık verilerine trend analizi uygulamışlardır. 1968-2017 yılları arasını kapsayan çalışmada yöntem olarak Şen'in Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi, Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri kullanılmıştır. Ayrıca Mann-Kendall Mertebe Korelasyon yöntemi ile eğilim başlangıç yılları belirlenmiştir. Sonuç olarak yağış verileri için sadece Erciş ve Ahlat istasyonlarında azalma eğilimi tespit edilmiş olup diğer istasyonlarda değişim görülmemektedir. Sıcaklık verilerinde ise Erciş ve Ahlat istasyonlarında değişim görülmemekle birlikte diğer tüm istasyonlarda artma eğilimi tespit edilmiştir.

2.2. Kümeleme Analizi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Erinç (1949), Thorntwaite yöntemiyle Türkiye'de bulunan 53 meteoroloji istasyonundan alınan yağış ve sıcaklık verilerini 4 farklı iklim bölgesi için sınıflandırmıştır. Bu çalışma ile Türkiye coğrafyasının yeterli veri ile bölgesel ve ayrıntılı sınıflandırılması ilk kez gerçekleştirilmiştir.

Türkeş (1996), Kraus tarafından 1977 yılında önerilen Normalizasyon Prosedürü yöntemi yardımıyla Türkiye'nin yağış verilerini sınıflandırmıştır. Toplam 91 istasyondan temin edilen aylık toplam yağış verilerinin periyodu 1930-1993 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışma sonucunda istasyonların yağış rejimine göre 7 farklı bölge tespit edilmiştir (Karadeniz, Marmara-Karadeniz Geçiş, Akdeniz, Karasal Akdeniz, Marmara-İç Anadolu Geçiş, Karasal İç Anadolu ve Karasal Doğu Anadolu).

Kulkarni ve Kripalani (1998), Bulanık C Ortalamalar yöntemi ile Hindistan yağış verilerinin benzerlik gösteren sınıflarını tespit etmişlerdir. Veri seti olarak Haziran ayından Eylül ayına kadar kaydedilen ve periyodu 1871-1984 yılları arasını kapsayan aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 306 meteoroloji gözlem istasyonundan elde edilen yağış verileri 4 farklı sınıfa ayrılmıştır.

Ünal vd. (2003), 5 farklı kümeleme yöntemi ile Türkiye'de yer alan ve periyodu 1951-1998 yılları arasını kapsayan sıcaklık ve yağış verilerinin benzerlik gösteren sınıflarını belirlemişlerdir. 113 adet istasyon verisi kullanılan bu çalışmada Tek Bağlantı, Tam Bağlantı, Merkez, Ward'ın Minimum Varyansı ve Ortalama Mesafe

yöntemlerinden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda bulgulara göre en etkili yöntemin Ward metodu olduğu belirtilmiştir.

Soltani ve Modarres (2006), İran'da bulunan 28 adet meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerini hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri yardımıyla benzerlik gösteren sınıflara ayırmışlardır. 8 farklı sınıfın belirlendiği çalışmada Ward metodu ve K-Ortalamları algoritması kullanılmıştır.

Sönmez ve Kömüşcü (2008), Türkiye'nin yağış bölgelerini belirledikleri çalışmalarında yöntem olarak hiyerarşik olmayan K-Ortalamları algoritmasından yararlanmışlardır. Veri seti 148 meteoroloji istasyonundan temin edilen ve 1977-2006 yılları arasını kapsayan aylık toplam yağış serilerinden oluşmaktadır. Çalışmada 6 farklı yağış bölgesi tespit edilmiştir.

Şahin (2009), Türkiye'nin benzer iklim sınıflarını belirlemek amacıyla 150 meteoroloji istasyonundan temin edilen aylık ortalama sıcaklık, aylık bağıl nem ve aylık toplam yağış verilerini kullanmıştır. Veri setinin periyodu 1974-2002 yılları arasını kapsayacak şekilde belirlenmiştir. Çalışmada yöntem olarak Ward, Kohonen Yapay Sinir Ağı ve Bulanık Yapay Sinir Ağı metotlarından yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda 7 farklı bölge tespit edilmiştir.

Dikbaş vd. (2011), Bulanık C Ortalamaları yöntemiyle Türkiye'nin yağış bölgelerini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan yağış serileri 188 istasyondan temin edilmiş olup periyodu 1967 ve 1998 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışma sonucunda 6 farklı yağış bölgesi tespit edilmiştir.

Şahin ve Cıgızoglu (2012), Ward metodu ve Bulanık Yapay Sinir Ağı yöntemlerini kullanarak Türkiye'nin alt iklim ve alt yağış rejimi sınıflarını belirlemişlerdir. Veri seti 232 meteoroloji istasyonundan temin edilen yağış, sıcaklık ve nem verilerinden oluşmakla birlikte periyodu 1974-2002 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışma sonucunda 7 yağış rejimi bölgesi ve 7 iklim bölgesi tespit edilmiştir.

Fırat vd. (2012), Türkiye'de bulunan 188 yağış gözlem istasyonunda ölçülmüş olan ve periyodu 1967-1998 yılları arası kapsayan yıllık toplam yağışların benzer özellik gösteren sınıflarını K-Ortalamları yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda 7 farklı benzer özellik gösteren bölge tespit edilmiştir.

İyigün vd. (2013), Ward metodu kullanarak yağış, sıcaklık ve bağıl nem verileri

ile kümeleme analiz çalışması yapmışlardır. Veriler Türkiye’de bulunan 244 adet meteoroloji istasyonundan temin edilmiş olup periyodu 1970-2010 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışma sonucunda 14 farklı küme tespit edilmiştir.

Rau vd. (2017), Peru Pasifik yamacı ve kıyısına ait yağış verilerini benzer özellik gösteren bölgelere ayırmışlardır. Veriler, 145 yağış gözlem istasyonundan 1964-2011 yılları arasını kapsayacak şekilde temin edilmiştir. Çalışmada metot olarak Bölgesel Vektör Yöntemi ve K-Ortalamları algoritmasından yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda 9 farklı yağış bölgesi tespit edilmiştir.

Zeybekoğlu (2018), Karadeniz Bölgesindeki 18 meteoroloji istasyonundan temin edilen maksimum yağış şiddeti verilerini standart süreli yağış şiddeti verilerine çevirerek homojen sınıflara ayırmıştır. Temin edilen maksimum yağış şiddeti verilerinin periyodu 1945 ve 2010 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışma sonucunda Bulanık C Ortalamaları algoritması yardımıyla 4 farklı sınıf tespit edilmiştir.

Zeybekoğlu ve Ülke Keskin (2020), Bulanık C Ortalamalar algoritmasını kullanarak yağış şiddeti serilerini gözlem istasyonlarına ait enlem, boylam ve yükseklik değerlerini de ekleyerek homojen sınıflara ayırmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye’de bulunan 95 adet meteoroloji gözlem istasyonundan periyodu 1938-2015 yılları arasını kapsayacak şekilde temin edilmiştir. Araştırma sonucuna göre 5 farklı homojen bölge tespit edilmiştir.

İklim sınıflarının belirlenmesi üzerine yurt içinde ve yurt dışında pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde iklim parametresi olarak daha çok yağış ve sıcaklıklar üzerinde durulduğu görülmektedir. Küresel iklim değişikliği etkilerini özellikle Karadeniz Bölgesinde sel, taşkın, kuraklık ve şiddetli fırtınalar gibi afetlerle göstermektedir. Buradan yola çıkarak yağış ve sıcaklık parametrelerinin yanına rüzgâr hızı parametresini de dahil ederek oluşturulan matris ile yapılan sınıflandırma, Karadeniz Bölgesi için ilk kez gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında Bulanık C-Ortalamlar ve K-Ortalamlar yöntemlerinin birlikte kullanılarak elde edilen sonuçların Siluet analizi ile değerlendirilmesine iklim çalışmalarında çok fazla rastlanmamaktadır. Bu tez çalışmasının literatüre olan bir başka katkısı ise en güncel veri periyodunun Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından temin edilerek homojenlik, trend ve kümeleme çalışmalarının yapılmış olmasıdır.

3. MATERYAL

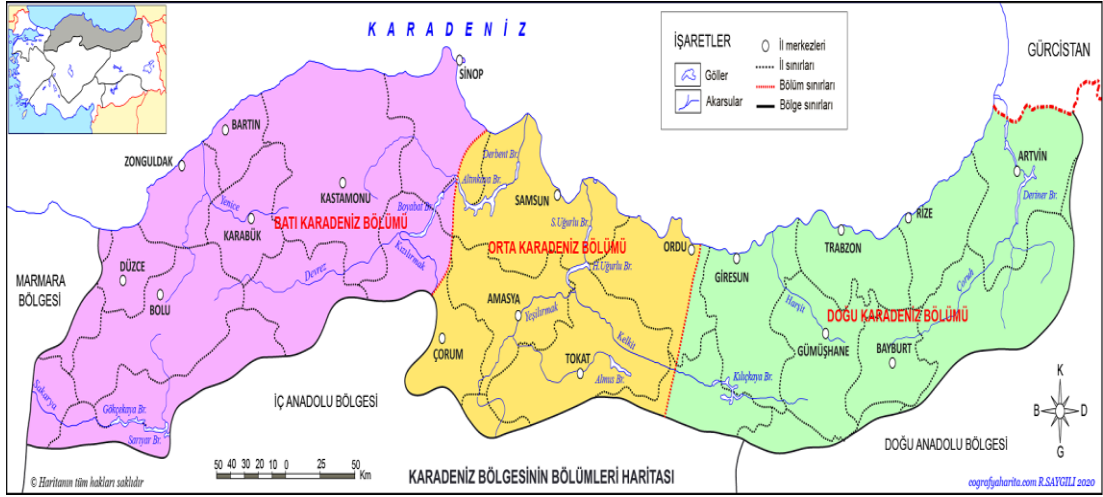
3.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Bu tez çalışmasında yararlanılan meteoroloji istasyonlarının yer aldığı Karadeniz Bölgesi konum olarak Türkiye sınırları içerisinde 40°-42° Kuzey paralelleri ile 30°-42,5° Doğu meridyenleri arasında bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesinin yaklaşık yüzölçümü 135.000 km² olmakla beraber Türkiye yüzölçümünün %18'lik bölümünü kapsamaktadır. Adapazarı Ovası ile Gürcistan sınırı arasında yer alan Karadeniz Bölgesi, 1000 km'lik uzantısı ile Türkiye'nin batı-doğu doğrultusunda en uzun bölgesidir (Turak vd., 2011). Karadeniz Bölgesinin Türkiye üzerindeki konumu ve kapsadığı iller Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



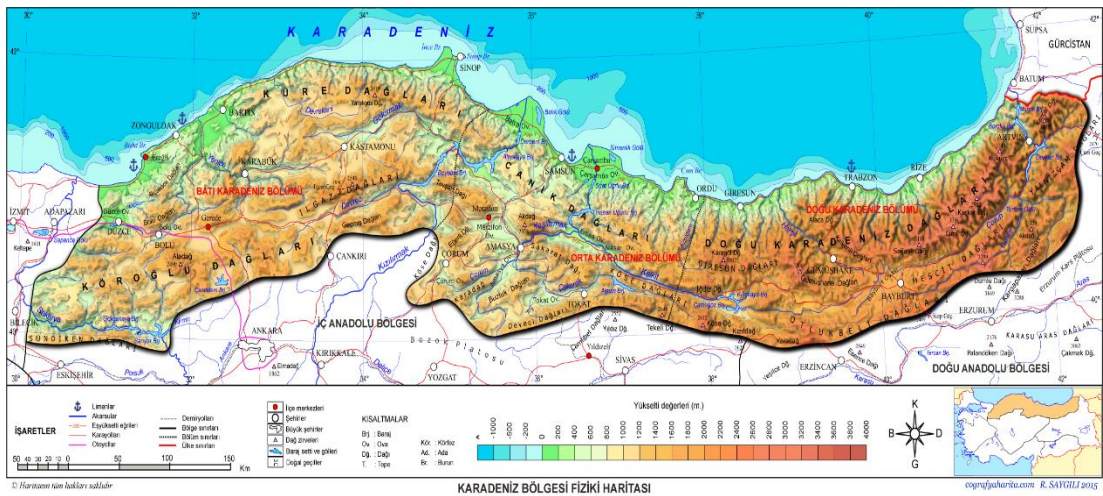
Şekil 3.1. Karadeniz Bölgesi (Saygılı, 2020)

Karadeniz Bölgesi iklim, yer şekilleri, tarım, yerleşme ve ekonomik faaliyetlerine göre Batı, Orta ve Doğu Karadeniz olmak üzere 3 farklı bölüme ayrılmıştır. Batı Karadeniz bölümü; Düzce, Bolu, Zonguldak, Bartın, Karabük, Kastamonu ve Sinop illerini kapsarken Orta Karadeniz bölümü; Çorum, Amasya, Samsun, Tokat ve Ordu illerini kapsamaktadır. Doğu Karadeniz bölümü ise; Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Bayburt, Rize ve Artvin illerini kapsamaktadır. Karadeniz Bölgesinin bölümleri Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Karadeniz Bölgesi bölümleri (Saygılı, 2020)

Karadeniz Bölgesinin genel özelliklerini kıyıya paralel olarak uzanan Kuzey Anadolu Dağları belirlemektedir. Bölgenin doğusunda bulunan Kaçkar Zirvesi 3932 m yüksekliği ile Kuzey Anadolu Dağlarının en yüksek noktasıdır. Karadeniz Bölgesinde dağların kıyıya paralel olarak uzanması; kıyılardaki girinti çıkıntıların az olmasına ve dağların güney - kuzey yamaçları arasındaki iklim karakterlerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Bölgenin kıyı kesimlerinde deniz faktöründen kaynaklı nem oranı yüksek olup ısı farkları artış göstermemektedir. Kuzey Anadolu Dağlarının yükseltisi sebebiyle deniz etkisinin ulaşamadığı iç kesimlerde ise nem oranı düşük olup ısı farklarında artış görülmektedir. Ancak Orta Karadeniz’de yükseltinin azalmasından kaynaklı deniz etkisi iç kesimlere de ulaşabilmektedir (Turak vd., 2011). Karadeniz Bölgesinin fiziki özellikleri Şekil 3.3’te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Karadeniz Bölgesi fiziki haritası (Saygılı, 2015)

Karadeniz ikliminde yaz ve kış dönemleri arasındaki sıcaklık farkı yüksek değildir. Yaz ayları bölgede nispeten serin geçmektedir. Kış aylarında ise kıyı bölgelerde ılık, yüksek bölgelerde ise soğuk ve karlı hava meydana gelmektedir. Yağış rejimi kuzey – güney doğrultusunda olan Karadeniz Bölgesinde her mevsim yağış görülmektedir. Birbirine yakın alanlarda yağış rejimi oldukça büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin tez çalışması kapsamında kullanılan ve 1982-2020 yılları arasını kapsayan meteorolojik parametreler göz önüne alınırsa; bölgenin en fazla yağış alan illerinden birisi olan Rize’de ortalama yıllık yağış miktarı 2284 mm iken hemen yanındaki Trabzon’da ortalama yıllık yağış miktarı 846 mm’dir. Karadeniz Bölgesinin yağış oranı doğuda yüksekken (Rize’de 2284 mm; Hopa’da 2329 mm gibi) Orta Karadeniz’de yükseltinin de azalmasıyla birlikte yağış oranı düşmektedir (Samsun’da 716 mm; Amasya’da 465mm; Çorum’da 450 mm gibi). Batı Karadeniz’de ise yükseltiyle birlikte yağış oranı tekrardan artmaktadır (Zonguldak’ta 1227 mm; Bartın’da 1051 mm gibi). Ayrıca çalışma kapsamında kullanılan veriler değerlendirildiğinde, Karadeniz Bölgesinin ortalama yıllık yağışı 901 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 12,9 °C, yıllık ortalama rüzgâr hızı ise 1,82 m/sn’dir. Bölgenin doğal bitki örtüsüne bakıldığında kıyı kesimlerinde yetişen geniş yapraklı ormanlardan ve yüksek kesimlerinde yetişen iğne yapraklı ormanlardan oluşmaktadır.

2020 yılında nüfusu yaklaşık 7.696.132 olan Karadeniz Bölgesinin gelişmişlik düzeyi değerlendirildiğinde ilk dikkat çeken iller liman kentleri olan Samsun ve Trabzon’dur. Karadeniz Bölgesinin dağlık ve eğimli yamaçlarında dağınık yerleşme görülmektedir. Büyük kentler ise genellikle ovalarda yoğunlaşmaktadır. Bölgede yapılmakta olan fındık ve çay tarımı daha çok Orta ve Doğu Karadeniz’de görülmektedir. Karadeniz Bölgesi ayrıca oldukça zengin su kaynaklarına sahiptir. Kızılırmak, Yeşilırmak ve Çoruh başlıca büyük debili nehirleridir. Batıda yer alan Abant ve Yedigöller bölgenin önemli turizm potansiyelidir. Doğuda ise Uzungöl, Borçka-Karagöl ve Şavşat-Karagöl en çok bilinen heyelan gölleridir (Turak vd., 2011; İB, 2021).

Karadeniz Bölgesi meydana gelen taşkın, sel ve heyelan gibi afetlerle zaman zaman gündeme gelmektedir. Bu kapsamda 1950-2019 yılları arası göz önüne alındığında bölgede sel ve taşkından en çok etkilenen iller Giresun (170 kez) ve Trabzon (175 kez), heyelandan en çok etkilenen iller ise Trabzon (1673 kez) ve Rize’dir (1319 kez) (AFAD, 2020).

3.2. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Veriler

Bu tez çalışmasında Karadeniz Bölgesine homojen olarak dağılmış 31 gözlem istasyonuna ait veri setleri kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilen veri setleri yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızından oluşmakta ve periyodları 1982-2020 (39 yıl) yılları arasını kapsamaktadır. Temin edilen verilerin istatistiki açıdan yeterli olabilmesi için en az 30 yıl kayıt uzunluğuna sahip olmasına dikkat edilmiştir (Kite, 1991). Çalışmada kullanılan gözlem istasyonları Karadeniz Bölgesindeki 17 farklı ilde yer almaktadır. İstasyonlardan 11 tanesi Batı Karadeniz’de (Düzce, Akçakoca, Bolu, Zonguldak, Bartın, Amasra, Kastamonu, İnebolu, Kastamonu/Bozkurt, Tosya, Sinop), 10 tanesi Orta Karadeniz’de (Samsun Bölge, Bafra, Çorum, Osmancık, Amasya, Merzifon, Tokat, Zile, Ordu, Ünye), geriye kalan 10 tanesi ise Doğu Karadeniz’de yer almaktadır (Giresun, Şebinkarahisar, Trabzon Bölge, Akçaabat, Gümüşhane, Bayburt, Rize, Rize/Pazar, Artvin, Hopa). Karabük ilinde yer alan istasyonlara ait veriler eksik görülmesi sebebi ile çalışma kapsamından çıkarılmıştır. İstasyonların coğrafyadaki dağılımı Şekil 3.4’te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Meteoroloji gözlem istasyonlarının dağılımı (Google,2021)

İstasyonlara ait bilgiler ve kayıt aralığı Tablo 3.1’de, veri setlerinin temel istatistikleri ise Tablo 3.2, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.1. İstasyon bilgileri

İstasyon Adı	İstasyon No	Enlem (K)	Boylam(D)	Rakım (m)	Kayıt Aralığı
Düzce	17072	40°50'37,3"	31°08'55,7"	146	1982-2020
Akçakoca	17015	41°05'22,2"	31°08'14,6"	10	1982-2020
Bolu	17070	40°43'58,4"	31°36'07,9"	743	1982-2020
Zonguldak	17022	41°26'57,3"	31°46'40,5"	135	1982-2020
Bartın	17020	41°37'29,3"	32°21'24,8"	33	1982-2020
Amasra	17602	41°45'09,4"	32°22'57,7"	73	1982-2020
Kastamonu	17074	41°22'15,6"	33°46'32,2"	800	1982-2020
İnebolu	17024	41°58'44,0"	33°45'49,0"	64	1982-2020
Kastamonu/Bozkurt	17606	41°57'34,9"	34°00'13,3"	167	1982-2020
Tosya	17650	41°00'47,5"	34°02'12,1"	870	1982-2020
Çorum	17084	40°32'46,0"	34°56'10,3"	776	1982-2020
Osmancık	17652	40°58'43,3"	34°48'04,0"	419	1982-2020
Sinop	17026	42°01'47,6"	35°09'16,2"	32	1982-2020
Amasya	17085	40°40'00,5"	35°50'07,1"	409	1982-2020
Merzifon	17083	40°52'45,5"	35°27'30,6"	754	1982-2020
Samsun Bölge	17030	41°20'39,0"	36°15'23,0"	4	1982-2020
Bafra	17622	41°33'05,4"	35°55'28,9"	103	1982-2020
Tokat	17086	40°19'52,3"	36°33'27,7"	611	1982-2020
Zile	17681	40°17'45,6"	35°53'25,8"	719	1982-2020
Ordu	17033	40°59'01,7"	37°53'08,9"	5	1982-2020
Ünye	17624	41°08'34,8"	37°17'34,8"	16	1982-2020
Giresun	17034	40°55'21,7"	38°23'16,1"	38	1982-2020
Şebinkarahisar	17682	40°17'13,9"	38°25'09,5"	1364	1982-2020
Gümüşhane	17088	40°27'35,3"	39°27'55,1"	1216	1982-2020
Trabzon Bölge	17037	40°59'54,6"	39°45'53,6"	25	1982-2020
Akçaabat	17626	41°01'57,0"	39°33'41,4"	3	1982-2020
Bayburt	17089	40°15'16,9"	40°13'14,5"	1584	1982-2020
Rize	17040	41°02'24,0"	40°30'04,7"	3	1982-2020
Rize/Pazar	17628	41°10'39,7"	40°53'57,5"	78	1982-2020
Artvin	17045	41°10'30,7"	41°49'07,3"	613	1982-2020
Hopa	17042	41°24'23,4"	41°25'58,8"	33	1982-2020

Tabla 3.1 incelendiğinde çalışma alanının en doğusunda Artvin (41°49' D), en batısında Akçakoca (31°08' D), en kuzeyinde Sinop (42°01' K), en güneyinde ise Bayburt (40°15' K) istasyonları yer almaktadır. Ayrıca kayıt uzunluğu 39 yıl olan istasyonlardan rakımı en düşük olan 3 metre ile Akçaabat ve Rize istasyonlarıdır. En yüksek rakımlı istasyon ise 1584 metre yükseklik ile Bayburt istasyonudur.

Tablo 3.2. Yıllık toplam yağış verilerinin temel istatistikleri

İstasyon	Ortalama (mm)	S.Sapma (mm)	Min. Yağış (mm)	Mak. Yağış (mm)	Varyasyon Katsayısı	Çarpıklık Katsayısı
Düzce	818,43	124,54	527,0	1084,9	0,15	0,05
Akçakoca	1127,62	175,42	742,6	1460,7	0,16	-0,06
Bolu	562,52	87,20	382,5	754,5	0,16	0,05
Zonguldak	1226,74	187,03	818,8	1740,1	0,15	0,76
Bartın	1051,11	161,86	753,1	1350,3	0,15	0,14
Amasra	981,62	180,33	660,6	1412,6	0,18	0,53
Kastamonu	521,17	119,95	338,2	870,5	0,23	0,93
İnebolu	1053,78	136,43	728,0	1330,0	0,13	-0,26
Kastamonu/Bozkurt	1185,50	238,58	498,2	1595,7	0,20	-1,00
Tosya	476,32	100,40	250,8	735,5	0,21	0,34
Çorum	450,19	88,94	242,9	633,8	0,20	0,06
Osmancık	423,41	117,67	234,6	794,4	0,28	0,82
Sinop	718,52	133,87	333,3	1008,1	0,19	-0,30
Amasya	465,32	88,68	293,4	682,0	0,19	0,58
Merzifon	444,35	93,29	225,1	703,3	0,21	0,50
Samsun Bölge	716,47	93,16	562,8	999,1	0,13	0,86
Bafra	763,16	162,47	424,0	1141,4	0,21	0,37
Tokat	444,26	72,10	313,3	593,0	0,16	0,09
Zile	444,82	90,04	237,4	639,0	0,20	0,25
Ordu	1058,36	128,71	787,2	1433,8	0,12	0,64
Ünye	1185,51	160,85	906,6	1532,8	0,14	0,44
Giresun	1308,07	170,71	970,7	1743,4	0,13	1,09
Şebinkarahisar	568,64	91,91	345,8	741,9	0,16	-0,12
Gümüşhane	472,08	84,11	311,0	651,0	0,18	0,34
Trabzon Bölge	846,55	111,99	594,4	1044,6	0,13	-0,39
Akçaabat	721,37	111,71	494,0	1017,4	0,15	0,32
Bayburt	464,34	75,35	318,2	614,6	0,16	-0,03
Rize	2284,35	273,76	1694,0	3097,1	0,12	0,73
Rize/Pazar	2105,38	360,58	1326,8	2905,0	0,17	0,34
Artvin	721,41	132,51	425,1	1005,9	0,18	-0,12
Hopa	2329,73	372,30	1685,3	3379,5	0,16	1,07

Tablo 3.2 incelendiğinde yıllık toplam yağışların en düşük ortalamasına sahip istasyon 423,41 mm ile Osmancık istasyonudur. En yüksek yıllık toplam yağış ortalamasına sahip istasyon ise 2329,73 mm ile Hopa istasyonudur.

Tablo 3.3. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin temel istatistikleri

İstasyon	Ortalama (°C)	S.Sapma (°C)	Min. Yağış (°C)	Mak. Yağış (°C)	Varyasyon Katsayısı	Çarpıklık Katsayısı
Düzce	13,38	0,95	11,45	15,35	0,07	0,28
Akçakoca	13,21	0,93	11,59	15,26	0,07	0,34
Bolu	10,68	0,87	8,70	12,78	0,08	0,15
Zonguldak	13,82	0,84	12,59	15,66	0,06	0,49
Bartın	12,88	0,78	11,36	14,59	0,06	0,30
Amasra	13,98	0,85	12,74	15,73	0,06	0,21
Kastamonu	9,85	0,75	8,33	11,47	0,08	0,20
İnebolu	13,50	1,04	11,98	16,89	0,08	1,19
Kastamonu/Bozkurt	13,39	0,83	12,14	15,46	0,06	0,37
Tosya	11,37	0,89	9,57	13,35	0,08	0,34
Çorum	10,79	0,98	9,00	13,17	0,09	0,63
Osmancık	13,64	0,80	12,17	15,50	0,06	0,50
Sinop	14,46	0,92	13,02	16,70	0,06	0,55
Amasya	13,63	0,95	11,78	15,85	0,07	0,45
Merzifon	11,58	0,86	9,76	13,45	0,07	0,20
Samsun Bölge	14,73	0,90	13,27	16,58	0,06	0,31
Bafra	13,96	0,84	12,47	15,75	0,06	0,20
Tokat	12,60	1,01	10,66	14,90	0,08	0,40
Zile	11,90	1,00	9,96	13,93	0,08	0,13
Ordu	14,73	0,87	13,23	16,63	0,06	0,20
Ünye	14,55	0,88	12,99	16,47	0,06	0,25
Giresun	14,83	0,91	13,31	16,85	0,06	0,47
Şebinkarahisar	9,38	1,07	6,93	12,17	0,11	0,32
Gümüşhane	9,60	1,01	7,33	12,05	0,10	0,65
Trabzon Bölge	15,01	0,91	13,55	16,95	0,06	0,39
Akçaabat	14,65	0,86	13,21	16,57	0,06	0,31
Bayburt	7,23	1,16	4,65	10,08	0,16	0,45
Rize	14,69	0,89	13,14	16,83	0,06	0,30
Rize/Pazar	13,79	0,89	12,02	15,92	0,06	0,46
Artvin	12,24	0,99	10,00	14,53	0,08	0,36
Hopa	14,77	0,98	13,15	16,96	0,07	0,41

Tablo 3.3 incelendiğinde en düşük yıllık ortalama sıcaklık değerine sahip istasyon 7,23 °C ile Bayburt istasyonudur. En yüksek yıllık ortalama sıcaklık değerine sahip istasyon ise 15,01 °C ile Trabzon Bölge istasyonudur.

Tablo 3.4. Yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin temel istatistikleri

İstasyon	Ortalama (m/sn)	S.Sapma (m/sn)	Min. Yağış (m/sn)	Mak. Yağış (m/sn)	Varyasyon Katsayısı	Çarpıklık Katsayısı
Düzce	0,98	0,14	0,69	1,18	0,14	-0,45
Akçakoca	1,86	0,25	1,38	2,48	0,14	0,52
Bolu	1,31	0,14	0,63	1,48	0,11	-3,32
Zonguldak	2,34	0,22	1,92	2,94	0,09	0,16
Bartın	1,29	0,17	0,97	1,67	0,13	0,44
Amasra	4,78	0,46	4,03	5,59	0,10	-0,01
Kastamonu	1,34	0,16	1,08	1,76	0,12	0,82
İnebolu	3,56	0,51	2,64	4,33	0,14	-0,32
Kastamonu/Bozkurt	2,21	0,25	1,57	2,89	0,11	0,45
Tosya	1,93	0,36	1,02	3,73	0,19	2,86
Çorum	1,73	0,21	1,18	2,21	0,12	-0,04
Osmancık	1,06	0,47	0,03	1,72	0,45	-1,00
Sinop	2,84	0,35	1,97	3,61	0,12	-0,09
Amasya	1,57	0,32	1,08	1,99	0,20	-0,25
Merzifon	0,95	0,39	0,23	1,55	0,41	-0,26
Samsun Bölge	2,14	0,31	1,48	2,67	0,15	-0,36
Bafra	2,19	0,46	0,71	3,23	0,21	-1,09
Tokat	2,19	0,16	1,87	2,56	0,07	0,62
Zile	0,51	0,36	0,13	1,18	0,72	0,76
Ordu	1,47	0,22	1,13	1,91	0,15	0,18
Ünye	1,62	0,22	1,25	2,12	0,14	0,75
Giresun	1,24	0,20	0,63	1,47	0,16	-1,56
Şebinkarahisar	0,92	0,49	0,18	1,72	0,53	-0,09
Gümüşhane	1,70	0,15	1,31	1,93	0,09	-1,02
Trabzon Bölge	2,28	0,26	1,52	3,10	0,11	0,05
Akçaabat	1,76	0,37	0,95	2,27	0,21	-0,82
Bayburt	1,67	0,35	1,12	2,21	0,21	-0,16
Rize	1,19	0,22	0,80	1,50	0,19	-0,60
Rize/Pazar	1,84	0,31	1,04	2,28	0,17	-0,93
Artvin	1,71	0,24	0,84	1,98	0,14	-2,81
Hopa	2,32	0,21	1,78	2,72	0,09	-0,41

Tablo 3.4 incelendiğinde en düşük yıllık ortalama rüzgâr hızına sahip olan istasyon 0,51 m/sn ile Zile istasyonudur. En yüksek yıllık ortalama rüzgâr hızına sahip istasyon ise 4,78 m/sn ile Amasra istasyonudur.

4. YÖNTEM

4.1. Homojenlik Analizi

Meteorolojik veri setlerinin homojen olarak tanımlanabilmesi için yalnızca iklim değişimlerinden kaynaklanan farklılıklar göstermesi gerekmektedir. Eğer veri setlerindeki değişimler ölçüm cihazlarının arızalanması, istasyon konumlarının değiştirilmesi, çevresel faktörlerin etkileri, alet ve ayar hataları gibi nedenlerden kaynaklanıyor ise homojenliğin bozulduğu kabul edilir (Peterson vd., 1998). Bu nedenle iklim değişikliği çalışmalarında öncelikli olarak meteorolojik veri setlerinin homojenliği incelenmelidir (Alexandersson ve Moberg, 1997).

Homojenlik incelemesi yapılırken mutlak ve göreceli olmak üzere iki farklı yöntem kullanılabilmektedir. Birbirine uzak ve farklı çevresel koşullara sahip olan istasyonlarda daha iyi sonuçlar verdiği düşünüldüğü için bu çalışmada verilerin homojenliği mutlak homojenlik testleri olarak adlandırılan Standart Normal Homojenlik (Alexandersson, 1986), Buishand Sıra (Buishand, 1982), Pettitt (Pettitt, 1979) ve Von Neumann Oran (Von Neumann, 1941) testleri ile incelenmiştir. Bu dört yöntemden yalnızca Von Neumann Oran testi homojenliğin bozulduğu nokta hakkında bilgi vermez (Wijngaard vd., 2003).

Mutlak homojenlik testleri ile veri setindeki her bir verinin ortalamadan sapmasını analiz edilerek homojen olup olmadığı sonucuna varılmaktadır. Veri setinin homojen tespit edilmesi halinde verilerin homojen olmasına dayanan “ H_0 ” hipotezi kabul edilmiş olur. Veri seti homojen değil ise “ H_0 ” hipotezi reddedilir ve verilerin homojenliğini reddeden “ H_1 ” hipotezi kabul edilmiş olur.

Mutlak homojenlik testlerinin sonuçlarına göre veri setinin homojenliği 3 farklı sınıf ile değerlendirilmektedir (Schonwiese ve Rapp, 1997; Wijngaard vd., 2003). Bu sınıflar:

- Sınıf 1: Homojen (Belirlenen güven düzeyinde 0 veya 1 test H_0 hipotezini reddederse)
- Sınıf 2: Şüpheli (Belirlenen güven düzeyinde 2 test H_0 hipotezini reddederse)
- Sınıf 3: Oldukça şüpheli (Belirlenen güven düzeyinde 3 veya 4 test H_0 hipotezini reddederse)

Bu tez çalışmasında periyodu 1982- 2020 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinde homojenlik analizi yapılmış olup güven düzeyi %99 seviyesinde seçilmiştir.

4.1.1. Mutlak Homojenlik Testleri

4.1.1.1. Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)

1986 yılında Alexandersson tarafından geliştirilen bu yöntem pek çok hidro-meteorolojik çalışmada veri setinin homojenliğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. SNHT testi serinin başındaki ve sonundaki kırılmaları tespit etmekte hassas bir yöntemdir (Wijngaard vd., 2003). Bu yöntemde incelenen veri setinin bir ‘‘k’’ noktası referans alınarak seri iki parçaya ayrılır. Daha sonra Denklem 4.1 ile $T(k)$ değeri hesaplanır. Hesaplanan ‘‘ $T(k)$ ’’ değeri test istatistiği olarak adlandırılmaktadır. Hesaplarda kullanılan $\bar{y}$ gözlenen verilerin ortalamasını, y_i her bir yıl için gözlenen verileri, s ise standart sapmayı ifade etmektedir.

$$T(k) = k \bar{z}_1^2 + (N-k) \bar{z}_2^2 \quad k=1, 2, 3, \dots, N \quad (4.1)$$

Burada serinin iki parçası olarak ifade edilen $\bar{z}_1$ ve $\bar{z}_2$ değerleri Denklem 4.2 ve Denklem 4.3 ile hesaplanmaktadır.

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}) / s \quad (4.2)$$

$$\bar{z}_2 = \frac{1}{N-k} \sum_{i=k+1}^N (y_i - \bar{y}) / s \quad (4.3)$$

Kırılmanın meydana geldiği ‘‘k’’ yılında $T(k)$ test istatistiği maksimum değerini alır. Bu durumda Denklem 4.4 ile T_0 test istatistiği hesaplanır.

$$T_0 = \max_{1 \leq k \leq N} T(k) \quad (4.4)$$

Tablo 4.1 yardımı ile veri sayısına bağlı olarak değişen kritik değer tespit edilir. Eğer T_0 , kritik tablo değerini aşmazsa H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seri homojendir.

Tablo 4.1. Veri sayısına (N) bağlı %99 güven düzeyinde T_0 kritik değerleri (Jaruskova, 1996; Wijngaard vd., 2003)

N	20	30	40	50	70	100
%99	9,56	10,45	11,01	11,38	11,89	12,32

4.1.1.2. Buishand Sıra Testi (BST)

Buishand tarafından 1982 yılında önerilen bu yöntem serinin ortalarındaki kırılmaları tespit etmekte daha hassastır (Wijngaard vd., 2003). Öncelikle kısmi toplamlar Denklem 4.5 ile hesaplanır. Hesaplarda kullanılan $\bar{y}$ gözlenen verilerin ortalamasını, y_i her bir yıl için gözlenen verileri, s ise standart sapmayı ifade etmektedir.

$$S^* = 0 \text{ ve } S^*_k = \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}) \quad k=1, 2, 3, \dots, N \quad (4.5)$$

Veri seti homojen olduğunda S^* değeri 0 olacaktır çünkü y_i 'nin sistematik sapmasının olmayacaktır.

Daha sonra düzeltme oranı ' $\dot{R}$ ', Denklem 4.6 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\dot{R} = (\max_{0 \leq k \leq N} S^*_k - \min_{0 \leq k \leq N} S^*_k) / s \quad (4.6)$$

Son olarak hesaplanan $\dot{R}\sqrt{N}$ değeri Tablo 4.2'den veri sayısına bağlı olarak elde edilen kritik değeri aşmazsa H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seri homojendir.

Tablo 4.2. Veri sayısına (N) bağlı %99 güven düzeyinde $\dot{R}\sqrt{N}$ kritik değerleri (Buishand, 1982; Wijngaard vd., 2003)

N	20	30	40	50	70	100
%99	1,60	1,70	1,74	1,78	1,81	1,86

4.1.1.3. Pettitt Testi (PT)

Bu yöntem Pettitt tarafından 1979 yılında önerilmiştir. Pettitt testi serinin ortalarındaki kırılmaları tespit etmekte daha hassas bir yöntemdir. Aykırı değerlerden minimum seviyede etkilenen bu testte her bir yıl için gözlenen y_i ($y_1, y_2, \dots, y_N$) değerleri $r_1, r_2, \dots, r_N$ olarak sıralanıp test istatistiği ' X_k ' Denklem 4.7 ile hesaplanır.

$$X_k = 2 \sum_{i=1}^k r_i - k(N+1) \quad k=1, 2, 3, \dots, N \quad (4.7)$$

Kırılmanın meydana geldiği ' E ' yılında test istatistiği X_k mutlak en büyük değerini alır (Denklem 4.8).

$$X_E = \max_{1 \leq k \leq N} |X_k| \quad (4.8)$$

Eğer hesaplanan X_E , Tablo 4.3 ile veri sayısına bağlı olarak elde edilen kritik değeri aşmazsa H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seri homojendir.

Tablo 4.3. Veri sayısına (N) bağı %99 güven düzeyinde X_E kritik değerleri (Wijngaard vd., 2003)

N	20	30	40	50	70	100
%99	71	133	208	293	488	841

4.1.1.4. Von Neumann Oran Testi (VNOT)

1941 yılında Von Neumann tarafından geliştirilen bu yöntemde test istatistiği “ $\dot{N}$ ”, Denklem 4.9 ile hesaplanır. Hesaplarda kullanılan $\bar{y}$ gözlenen verilerin ortalamasını, y_i ise her bir yıl için gözlenen verileri ifade etmektedir.

$$\dot{N} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (y_i - y_{i+1})^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (4.9)$$

Hesaplanan $\dot{N}$ değerinin Tablo 4.4 ile veri sayısına bağı olarak elde edilen kritik değeri aşması halinde H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seri homojendir.

Tablo 4.4. Veri sayısına (N) bağı %99 güven düzeyinde $\dot{N}$ kritik değerleri (Buishand, 1982, Owen, 1962, Wijngaard vd., 2003)

N	20	30	40	50	70	100
%99	1,04	1,20	1,29	1,36	1,45	1,54

4.2. Trend (Eğilim) Analizi

İklim serilerindeki gözlem değerleri zamana bağı olarak artış veya azalış eğilimleri gösterebilmektedir ve bu eğilimler “trend” olarak adlandırılmaktadır (Helsel ve Hirsch, 1992). Trend çalışmalarında kullanılan yöntemler parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Lineerlik, normal dağılım ve bağımsızlık gibi kabullere dayanan parametrik yöntemler iklim değişikliği üzerine yapılan istatistiki çalışmalarda çok fazla tercih edilmezler. Çünkü iklim serileri genellikle içerisinde eksik veri bulunduran, kısa süreli ve çarpık dağılıma sahip verilerdir. Bu nedenle iklim değişikliği çalışmalarında genellikle serbest dağılımlı (dağılımdan bağımsız) yani parametrik olmayan yöntemler tercih edilmektedir (Partal, 2003).

Bu çalışmada periyodu 1982-2020 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin eğilimini incelemek amacıyla parametrik olmayan Mann-Kendall ve Spearman’ın Rho trend testlerinden yararlanılmıştır. Güven düzeyleri %95 ve %99 seviyelerinde seçilen çalışma sonucunda veri setinde eğilim tespit edilmesi halinde trendin yokluğu üzerine kurulan “ H_0 ” hipotezi reddedilir.

4.2.1. Mann-Kendall Yöntemi

Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilmiş parametrik olmayan bir yöntemdir. Bu yöntemde ilk olarak test istatistiği olarak adlandırılan “ $\hat{S}$ ” değeri hesaplanır. Bu amaç doğrultusunda “ N ” zaman serisinin uzunluğunu ifade etmek üzere gözlem değerleri ilk ölçülen tarihten son ölçülen tarihe kadar sıralanmalıdır ($i=1, \dots, N-1$ ’ e kadar sıralanmış x_i veri sütunu ile $j=i+1, \dots, N$ ’ e kadar sıralanmış x_j veri sütunlarını oluşturacak biçimde). Daha sonra x_i veri sütunu başlangıç olacak şekilde diğer veri sütunu olan x_j ile Denklem 4.10’daki signum fonksiyonu kullanılarak Denklem 4.11’de ifade edilen $\hat{S}$ değeri hesaplanır.

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1; & \text{Eğer } x_j > x_i \\ 0; & \text{Eğer } x_j = x_i \\ -1; & \text{Eğer } x_j < x_i \end{cases} \quad (4.10)$$

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (4.11)$$

Veri sayısı 10’dan büyük olan serilerde ($N > 10$) varyans hesabı yapılmaktadır (Denklem 4.12).

$$\text{Var}(\hat{S}) = \frac{N(N-1)(2N+5) - \sum_{i=1}^P t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (4.12)$$

Denklem 4.12’ de,

P ; serideki sayısal değeri eşit olan grupların sayısını,

t_i , serideki sayısal değeri eşit olan grupların eleman sayılarını ifade etmektedir.

Varyans değeri hesaplandıktan sonra, Denklem 4.13 ile $\hat{S}$ değerinin işaretine göre “ Z ” hesaplanır.

$$Z = \begin{cases} \frac{\hat{S}-1}{\sqrt{\text{Var}(\hat{S})}}; & \text{Eğer } \hat{S} > 0 \\ 0; & \text{Eğer } \hat{S} = 0 \\ \frac{\hat{S}+1}{\sqrt{\text{Var}(\hat{S})}}; & \text{Eğer } \hat{S} < 0 \end{cases} \quad (4.13)$$

Daha sonra standart normal dağılım tablosu yardımıyla bu çalışmada seçilen %95 ve %99 güven düzeylerine karşılık gelen kritik Z değerleri tespit edilir (Ek 1).

Denklem 4.13 ile elde edilen Z değerinin mutlak değeri, kritik tablo değerinden küçükse H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seride eğilimin olmadığı anlamını taşımaktadır (Mann, 1945; Kendall, 1975).

4.2.2. Spearman'ın Rho Yöntemi

Bu yöntem lineer trend varlığının araştırılmasında kullanılan pratik bir yöntemdir. Sıra istatistiği olarak adlandırılan “ $R(x_i)$ ”, gözlem serisindeki verilerin büyükten küçüğe ya da küçükten büyüğe doğru sıralanması ile tespit edilir. r_s test istatistiği Denklem 4.14 ile hesaplanmaktadır (Gümüş, 2006; Kahya ve Kalaycı, 2004).

$$r_s = 1 - 6 \left[\sum_{i=1}^N (R(x_i) - i)^2 \right] / (N^3 - N) \quad (4.14)$$

Burada,

N; toplam gözlem sayısını

i; verilerin gözlem sırasını

30'dan fazla verinin bulunduğu serilerde ($N > 30$) r_s dağılımının normale yaklaşacağı düşünülmektedir. Bu sebeple normal dağılım tabloları kullanılabilir (Gümüş, 2006; İçağa, 1994). Buradan yola çıkarak Denklem 4.15 ile “Z” değeri hesaplanır.

$$Z = r_s \sqrt{(N-1)} \quad (4.15)$$

Eğer $|Z|$ değeri, %95 ve %99 güven düzeylerinde standart normal dağılım tablosundan seçilen kritik Z değerinden (Ek 1) küçükse H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seride eğilimin olmadığı anlamını taşımaktadır (İçağa ve Harmancıoğlu, 1995; Sneyers, 1991).

4.3. Kümeleme Analizi

Kümeleme ya da sınıflandırma, bir veri setindeki birbiri ile benzer özellikteki değişkenleri bir araya toplamak ve benzer olamayan değişkenleri mümkün olduğunca ayırmak şeklinde tanımlanabilir (Sönmez ve Kömüşçü, 2008). Kümeleme analizi birçok iklim çalışmasında meteorolojik değişkenlerin benzer özellik gösteren sınıflarını belirlemek amacıyla kullanılan etkin bir istatistiksel yöntemdir (İyigün vd., 2013; Zeybekoğlu, 2021). Kümeleme metotları hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan yöntemler şeklinde iki başlığa ayrılmıştır. Hiyerarşik yöntemlerde, en düşük seviyede

oluşturulan sınıflar bir üst seviyede ortak sınıf içerisinde bulunacak şekilde sınıflandırma yöntemi tüm sınıflar en son tek bir sınıf içerisinde yer alana kadar sürdürülür. Optimum küme sayısını belirlemenin oldukça zor olduğu bu yöntemde küme sayısı araştırmacıya bırakılmıştır. Hiyerarşik olmayan yöntemlerde ise hedeflenen sınıf sayısı belli olacak şekilde birbiri ile benzer değişkenler aynı sınıf içerisinde toplanmaya çalışılır (Sönmez ve Kömüşcü, 2008).

Bu tez çalışmasında benzer özellik gösteren sınıfların belirlenmesinde hiyerarşik olmayan K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri tercih edilmiştir. Maksimum küme sayısı, istasyon sayısının karekökünden küçük olacak şekilde 5 seçilmiştir (Pal ve Bezdek, 1995; Zhang vd., 2008). Çalışmada Karadeniz Bölgesindeki istasyonlar 2’den başlayarak maksimum küme sayısı olarak seçilen 5’e kadar her bir küme sayısı için iki farklı yöntem ile sınıflandırılmıştır. İstasyonları sınıflandırmada seçilen parametreler şu şekildedir:

- İstasyonlar yıllık toplam yağış verilerine göre sınıflandırıldı.
- İstasyonlar yıllık ortalama sıcaklık verilerine göre sınıflandırıldı.
- İstasyonlar yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerine göre sınıflandırıldı.
- İstasyonlar yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verileri birlikte değerlendirilerek sınıflandırılmıştır.

4.3.1. K-Ortalamlar Yöntemi

K-Ortalamlar algoritması kümeyi, merkez olarak seçilen noktanın temsil etmesi fikrine dayanan bir yöntemdir (Işık ve Çamurcu, 2010). Bu yöntem bir X serisinde bulunan d adet değişkeni ve N adet özellik vektörünü C adet benzer özellik gösteren sınıfa dağıtma özelliğine sahiptir (Burn ve Goel, 2000; Fırat vd., 2012; Rao ve Srivinas, 2006). K-Ortalamlar yöntemine, daha önce tespit edilen C adet kümenin merkezi belirlenmesiyle başlanır ve tüm değişkenler benzerlik ölçütü kullanılarak en yakın küme merkezine atanır. Başlangıçtaki veri setine ait tüm değişkenlerin bir kümeye atanmasının ardından, küme merkezleri yeniden hesaplanır. Veri setindeki değişkenler hesaplanan bu yeni küme merkezlerinin yerleşimine göre tekrardan farklı kümelere atanabilmektedir. Yapılan bu işlemler kümelere ait üyelerde değişim olmadığı zaman tamamlanır (Fırat vd., 2012; Rao ve Srivinas, 2006). İncelenen veri seti, $X=\{x_k \mid k=1, 2, 3, \dots, N\}$ şeklinde tanımlanmaktadır. Burada ‘N’ özellik vektörü sayısını, d ise değişken sayısını ifade etmektedir.

Tanımlanan veri setinde k. özellik vektörü ise $x_k=[x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}, \dots, x_{kd}]$ şeklinde yazılabilmektedir (Fırat vd., 2012; Hall ve Minns, 1999). K-Ortalamlar yönteminde veriler farklı kümelere ayrılırken amaç fonksiyonunun minimize edilmesi hedeflenmektedir (Denklem 4.16). Böylelikle veriler benzerlik gösteren sınıflara ayrılmaktadır.

$$J(S:X)=\sum_{i=1}^C \sum_{k=1}^N d_{ik}^2(x_k, s_i) \quad (4.16)$$

Burada öklit mesafe ölçütü olarak tanımlanan d_{ik}^2 , Denklem 4.17 ile hesaplanır (Rao ve Srivinas, 2006).

$$d_{ik}^2 = \|x_k^{(i)} - s_i\|^2 \quad (4.17)$$

$$s_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k^{(i)} \quad (4.18)$$

Öklit mesafe ölçütünün matrisi denklem 4.19 ile gösterilmiştir.

$$\begin{bmatrix} d(1,1) & d(1,2) & d(1,3) & \dots & d(1,C) \\ d(2,1) & d(2,2) & . & \dots & . \\ d(3,1) & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ d(N,1) & d(N,2) & d(N,3) & \dots & d(N,C) \end{bmatrix} \quad (4.19)$$

Burada,

S; küme merkezlerini içeren bir matristir ($S=\{s_1, s_2, s_3, \dots, s_C\}$)

C; küme sayını

s_i ; i. küme merkezini

$x_k^{(i)}$; i. kümeye ait k. özellik vektörünü

d_{ik}^2 ; i. kümeye ait k. özellik vektörü ile i. küme merkezi arasındaki mesafeyi ifade etmektedir.

K-Ortalamlar yöntemi uygulanması basit bir yöntemdir ancak bu yöntemin performansı seçilen küme sayısına ve merkez noktalarına göre değişmektedir (Fırat vd., 2012).

4.3.2. Bulanık C-Ortalamlar Yöntemi

İlk olarak 1974 yılında Dunn tarafından tavsiye edilen bu yöntem, 1981 yılında Bezdek tarafından geliştirilip kullanılmıştır. Bu yöntemdeki amaç sınıflardaki benzerliği mümkün olduğunca maksimuma çıkarmak, sınıflar arasındaki benzerliği ise minimuma indirmektir. Dolayısıyla bu yöntem, belirlenen amaç fonksiyonun minimize edilmesine dayanmaktadır (Zeybekoğlu, 2021).

Bulanık C-Ortalamlar algoritması, elemanların birden fazla kümeye atanmasına imkân tanımaktadır (Kruse vd., 1999). Bu yöntemde elemanlar, ait oldukları kümelerle $[0,1]$ arasında belirlenen üyelik değerleri ile atanmaktadır. Üyelik değeri, verilerin atandığı kümenin merkezi ile uyumluluğunu ifade etmektedir. Yani 1'e yakın değerler uyumluluk derecesinin yüksek olduğunu göstermektedir (Işık ve Çamurcu, 2010).

Bulanık C-Ortalamlar yönteminin hesap adımları aşağıda belirtildiği gibidir:

$X=\{x_j\}_{j=1}^n \subseteq R^d$ olacak şekilde n adet veri d boyutlu Euclidean uzayından seçilerek veri matrisi oluşturulur (İsen, 2017). X veri setini n farklı sınıfa ayırmak için $c \times n$ boyutlu $U=[u_{ij}]$ üyelik fonksiyonunun matrisi rastgele oluşturulmaktadır (Zeybekoğlu, 2018). Burada u_{ij} üyelik değerlerini ifade etmektedir.

$$0 \leq u_{ij} \leq 1; i=1, 2, 3, \dots, c; j=1, 2, 3, \dots, n \quad (4.20)$$

$$\sum_{i=1}^c u_{ij}; j=1, 2, 3, \dots, n \quad (4.21)$$

$$\sum_{j=1}^n u_{ij} > 0; i=1, 2, 3, \dots, c \quad (4.22)$$

Oluşturulan üyelik değerleri ile Denklem 4.23'de ifade edilen amaç fonksiyonu minimize edilir.

$$J_m(U, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \|x_j - v_i\|^2 \quad (4.23)$$

“ m ” ifadesi bulanıklık katsayısı olarak adlandırılmaktadır. Üyeliklerin baskınlığını ayarlamakta kullanılan bulanıklık katsayısı 1,5 ile 2,5 arasında önerilmekte olup bu çalışmada “2” olarak seçilmiştir (Pal ve Bezdek, 1995).

$V=\{v_i\}_{i=1}^c \subset R^d$ ifadesi ise v_i küme merkezlerini içeren çözüm vektörü olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 4.23'ün V 'ye göre türevi sıfıra eşitlenerek küme merkezlerinin hesabı yapılmaktadır (Denklem 4.24).

$$V_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m} \quad i=1, 2, 3, \dots, c \quad (4.24)$$

Daha sonra Denklem 4.24 yardımıyla hesaplanan küme merkezlerine yeni uygunluk değerleri Denklem 4.23'ün U 'ya göre türevinin sıfıra eşitlenmesi ile hesaplanmaktadır (Denklem 4.25).

$$u_{ij} = \left(\sum_{k=1}^c \left(\frac{\|x_j - v_i\|}{\|x_j - v_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right)^{-1} \quad i=1, 2, 3, \dots, c; j=1, 2, 3, \dots, n \quad (4.25)$$

Bulanık C-Ortalamalar yönteminin işlem adımları Denklem 4.23 ile Denklem 4.25'deki işlemler aşağıdaki koşul sağlanıncaya kadar tekrarlanmaktadır.

$$\|V^{(j+1)} - V^{(j)}\| < \zeta \quad (4.26)$$

Burada, $V^{(j+1)}$ ve $V^{(j)}$ ifadeleri sırası ile $j+1$ ve j -inci tekrarlardaki kümelerin merkezlerini, ζ ifadesi ise iki tekrar arasındaki aşılması gereken hoşgörü değeridir (Karahan, 2012; Zeybekoğlu, 2021).

4.4. Optimum Küme Sayısının Belirlenmesi

Kümeleme analiz yöntemlerindeki en kritik nokta optimum yani en uygun küme sayısının belirlenmesidir. Bu sebeple optimum küme sayısını belirlemek amacıyla Siluet indeksi (Rousseeuw, 1987), Calinski ve Harabazs indeksi (Calinski ve Harabazs, 1974), Gap indeksi (Tibshirani vd., 2001) ve Wilks'in Lambda Dağılımı (Johnson ve Wichern, 1988) gibi çeşitli yöntemler öne sürülmüştür. Ancak literatürde henüz kesinliği kanıtlanmış bir çalışma yer almamaktadır (Günay Atbaş, 2008).

Bu tez çalışmasında oluşturulan kümelerin doğruluğunu analiz etmek ve optimum küme sayısını belirlemek için Siluet indeksinden yararlanılmıştır. Çalışmada K-Ortalamalar ve Bulanık C-Ortalamalar yöntemleri ile küme sayıları 2'den başlayarak 5'e kadar elde edilen her bir kümeleme sonucu için ortalama Siluet indeks

değerleri ve negatif Siluet indeks sayıları tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak optimum küme sayısı belirlenirken negatif Siluet indeksinin bulunmamasına ve ortalama Siluet indeks değerinin maksimum olmasına dikkat edilmiştir (Sönmez ve Kömüşçü, 2008).

4.4.1. Siluet İndeks Analizi

Rousseeuw (1987) tarafından geliştirilen bu yöntemde veri setindeki her bir elemanın atandığı kümeye uygunluğu $[-1, +1]$ arasında elde edilen siluet indeks değeri ile tanımlanmaktadır. Siluet indeks değerinin pozitif olması elemanın doğru kümeye atandığını, negatif olması ise elemanın yanlış kümeye atandığını ifade etmektedir. Siluet indeks değerinin miktarı ise elemanın atandığı kümeye olan üyelik derecesini göstermektedir (Örneğin tespit edilen Siluet indeks değeri +1 ise elemanın kesinlikle doğru kümeye atandığı, -1 ise elemanın kesinlikle yanlış kümeye atandığı anlaşılmaktadır). Siluet indeks değeri Denklem 4.27 ile hesaplanmaktadır (Günay Atbaş, 2008; Sönmez ve Kömüşçü, 2008).

$$S(i) = \frac{\min\{b(i,m) - a(i)\}}{\max\{a(i), \min(b(i,m))\}} \quad (4.27)$$

Burada ,

$a(i)$; i. nokta ile aynı kümede yer alan diğer tüm noktalar arasındaki ortalama mesafeyi,

$b(i,m)$; i. nokta ile m. kümede yer alan tüm noktalar arasındaki ortalama mesafeyi ifade etmektedir.

5. ÇALIŞMA BULGULARI

5.1. Homojenlik Analizi Bulguları

Çalışma kapsamında 31 adet istasyona ait periyodu 1982-2020 yılları arasında kapsayan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerine %99 güven düzeyinde mutlak homojenlik testleri uygulanmıştır. Veri sayısı her bir seri için 39 olmakla birlikte Tablo 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4 kullanılarak kritik değerler; SNHT için **10,82**, BST için **1,72**, PT için **198,52** ve VNOT için **1,26** olarak tespit edilmiştir. Homojenlik testlerinin sonuçları yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı serileri için sırasıyla Tablo 5.1, Tablo 5.2 ve Tablo 5.3'te verilmiştir. Söz konusu tablolarda H_0 hipotezi reddedilen test sonuçları kırmızı renk ile gösterilmiştir.

Tablo 5.1 incelendiğinde yağış serileri için yalnızca 1 istasyonun (Kastamonu/Bozkurt) homojenliği oldukça şüpheli bulunmuş geriye kalan istasyonların hepsi homojen olarak tespit edilmiştir. Kastamonu/Bozkurt istasyonundaki yağış serisinde yaşanan kırılmanın Tablo 5.4'de tespit edilen anlamlı azalış trendinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Türkeş vd., 2002, Sezen, 2018).

Tablo 5.2 incelendiğinde sıcaklık serileri için 2 istasyonun (Osmancık, Merzifon) homojenliği şüpheli bulunurken diğer tüm istasyonların homojenliği oldukça şüpheli olarak tespit edilmiştir. Bunun sebebinin Tablo 5.5'e bakıldığında sıcaklık serilerinde yaşanan anlamlı artış trendlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Türkeş vd., 2002, Sezen, 2018).

Tablo 5.3 incelendiğinde ise Rüzgâr hızı serileri için 3 istasyon (Bolu, Tosya, Hopa) homojen, 6 istasyonun (Düzce, Kastamonu/Bozkurt, Bafra, Gümüşhane, Trabzon Bölge, Artvin) homojenliği şüpheli ve geriye kalan tüm istasyonların homojenliği oldukça şüpheli olarak tespit edilmiştir. Akçakoca, Zonguldak, Bartın, Amasra, Kastamonu, İnebolu, Kastamonu/Bozkurt, Çorum, Osmancık, Sinop, Samsun Bölge, Tokat, Ordu, Ünye, Giresun, Şebinkarahisar, Bayburt ve Rize istasyonlarındaki homojenliklerin bozulması Tablo 5.6'da aynı istasyonlarda tespit edilen anlamlı artış veya azalış trendlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Düzce, Amasya, Merzifon, Bafra, Zile, Gümüşhane, Trabzon Bölge, Akçaabat, Rize/Pazar ve Artvin istasyonlarındaki kırılmaların ise yer değişikliği, alet ve ayar hataları, ölçüm hataları ve özellikle kıyı bölgelerde yer alan istasyonlarda meydana gelen deniz meltemleri gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Sezen, 2018; Türkeş, 1999).

Tablo 5.1. Yıllık toplam yağış serilerinin homojenlik analizi sonuçları

İstasyon Adı	SNHT	BST	PT	VNOT	Sonuç H ₀ : Red	Yorum
Düzce	4,38	1,40	74,00	1,84	0	Sınıf 1: Homojen
Akçakoca	8,44	1,40	148,00	1,98	0	Sınıf 1: Homojen
Bolu	5,80	1,17	172,00	1,78	0	Sınıf 1: Homojen
Zonguldak	3,16	1,32	130,00	1,98	0	Sınıf 1: Homojen
Bartın	3,98	1,36	104,00	1,92	0	Sınıf 1: Homojen
Amasra	3,36	1,50	82,00	1,96	0	Sınıf 1: Homojen
Kastamonu	7,96	1,57	148,00	1,30	0	Sınıf 1: Homojen
İnebolu	2,85	0,94	68,00	2,20	0	Sınıf 1: Homojen
Kastamonu/Bozkurt	21,23	1,86	220,00	1,01	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Tosya	5,31	0,79	74,00	1,52	0	Sınıf 1: Homojen
Çorum	3,01	0,74	88,00	2,27	0	Sınıf 1: Homojen
Osmancık	9,18	1,62	184,00	2,01	0	Sınıf 1: Homojen
Sinop	3,73	1,25	88,00	1,59	0	Sınıf 1: Homojen
Amasya	3,97	1,42	114,00	1,61	0	Sınıf 1: Homojen
Merzifon	5,82	1,15	62,00	1,94	0	Sınıf 1: Homojen
Samsun Bölge	4,52	1,41	110,00	1,72	0	Sınıf 1: Homojen
Bafra	12,59	1,60	190,00	1,45	1	Sınıf 1: Homojen
Tokat	9,68	1,64	136,00	1,81	0	Sınıf 1: Homojen
Zile	10,80	1,60	144,00	1,64	0	Sınıf 1: Homojen
Ordu	2,12	1,00	100,00	2,38	0	Sınıf 1: Homojen
Ünye	7,65	1,50	144,00	1,83	0	Sınıf 1: Homojen
Giresun	3,99	1,17	186,00	2,39	0	Sınıf 1: Homojen
Şebinkarahisar	9,55	1,33	140,00	1,97	0	Sınıf 1: Homojen
Gümüşhane	1,58	0,91	72,00	2,22	0	Sınıf 1: Homojen
Trabzon Bölge	2,27	1,09	124,00	1,68	0	Sınıf 1: Homojen
Akçaabat	6,50	1,07	214,00	1,69	1	Sınıf 1: Homojen
Bayburt	5,81	1,17	128,00	1,96	0	Sınıf 1: Homojen
Rize	4,61	1,22	76,00	1,76	0	Sınıf 1: Homojen
Rize/Pazar	4,89	1,15	112,00	1,85	0	Sınıf 1: Homojen
Artvin	6,79	1,37	92,00	2,07	0	Sınıf 1: Homojen
Hopa	3,97	1,09	126,00	2,00	0	Sınıf 1: Homojen

Tablo 5.1’de H₀ hipotezi 31 istasyondan 2’sinde yalnızca 1 testte reddedilmiş; istasyonların 1’inde ise 4 testin tümünde reddedilmiştir.

Tablo 5.2. Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin homojenlik analizi sonuçları

İstasyon Adı	SNHT	BST	PT	VNOT	Sonuç H ₀ : Red	Yorum
Düzce	20,22	2,06	318,00	0,80	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Akçakoca	23,37	2,14	338,00	0,77	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bolu	19,28	2,05	302,00	1,06	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Zonguldak	18,73	1,99	330,00	0,84	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bartın	18,96	1,98	326,00	1,05	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Amasra	20,94	2,08	328,00	0,84	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Kastamonu	19,05	1,81	304,00	1,24	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
İnebolu	18,63	1,90	328,00	0,63	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Kastamonu/Bozkurt	20,76	2,06	330,00	0,94	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Tosya	15,31	1,73	284,00	1,13	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Çorum	16,04	1,75	308,00	1,20	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Osmancık	12,12	1,55	252,00	1,73	2	Sınıf 2: Şüpheli
Sinop	19,52	2,01	304,00	0,77	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Amasya	17,91	1,87	306,00	1,16	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Merzifon	15,47	1,65	280,00	1,28	2	Sınıf 2: Şüpheli
Samsun Bölge	22,00	2,11	330,00	0,67	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bafra	21,55	2,21	330,00	0,77	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Tokat	18,07	1,80	298,00	1,16	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Zile	20,01	1,90	300,00	1,21	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Ordu	22,75	2,17	330,00	0,72	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Ünye	23,03	2,21	330,00	0,72	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Giresun	21,66	2,12	332,00	0,71	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Şebinkarahisar	17,82	1,91	322,00	1,08	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Gümüşhane	19,85	1,88	282,00	1,05	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Trabzon Bölge	20,50	2,06	316,00	0,76	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Akçaabat	22,96	2,19	346,00	0,77	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bayburt	18,79	1,80	316,00	0,97	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Rize	23,69	2,22	344,00	0,72	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Rize/Pazar	20,21	2,08	330,00	0,94	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Artvin	18,47	1,88	314,00	0,93	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Hopa	21,19	2,09	320,00	0,82	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli

Tablo 5.2’de H₀ hipotezi 31 istasyonun 2’sinde 2 testte reddedilmiş; istasyonların 29’unda ise 4 testin tümünde reddedilmiştir.

Tablo 5.3. Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin homojenlik analizi sonuçları

İstasyon Adı	SNHT	BST	PT	VNOT	Sonuç H ₀ : Red	Yorum
Düzce	10,73	2,09	128,00	0,47	2	Sınıf 2: Şüpheli
Akçakoca	20,37	1,63	216,00	0,29	3	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bolu	3,51	1,30	148,00	0,66	1	Sınıf 1: Homojen
Zonguldak	16,61	1,82	240,00	1,15	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bartın	17,09	2,33	294,00	0,37	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Amasra	20,58	2,53	264,00	0,99	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Kastamonu	21,60	2,36	266,00	0,71	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
İnebolu	28,78	2,72	374,00	0,16	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Kastamonu/Bozkurt	17,70	1,56	182,00	0,36	2	Sınıf 2: Şüpheli
Tosya	9,92	0,86	188,00	0,85	1	Sınıf 1: Homojen
Çorum	11,64	1,72	210,00	0,71	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Osmancık	15,40	2,31	324,00	0,38	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Sinop	18,62	1,69	266,00	0,76	3	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Amasya	16,05	2,92	154,00	0,26	3	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Merzifon	18,03	2,57	242,00	0,39	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Samsun Bölge	28,09	2,53	358,00	0,38	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bafra	8,07	1,95	156,00	0,97	2	Sınıf 2: Şüpheli
Tokat	24,64	2,17	280,00	0,92	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Zile	31,29	2,87	270,00	0,22	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Ordu	20,04	1,93	294,00	0,26	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Ünye	28,28	2,31	362,00	0,12	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Giresun	21,12	2,38	316,00	0,37	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Şebinkarahisar	23,42	2,75	308,00	0,19	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Gümüşhane	4,66	1,86	130,00	0,69	2	Sınıf 2: Şüpheli
Trabzon Bölge	9,00	1,89	234,00	1,32	2	Sınıf 2: Şüpheli
Akçaabat	23,56	2,37	170,00	0,28	3	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Bayburt	33,66	2,71	368,00	0,06	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Rize	33,21	2,49	342,00	0,13	4	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Rize/Pazar	20,04	2,55	142,00	0,38	3	Sınıf 3: Oldukça Şüpheli
Artvin	32,29	1,50	148,00	0,60	2	Sınıf 2: Şüpheli
Hopa	3,88	1,50	74,00	1,23	1	Sınıf 1: Homojen

Tablo 5.3’de H₀ hipotezi 31 istasyondan 3’ünde yalnızca 1 testte reddedilmiş; istasyonların 6’sında 2 testte reddedilmiş; istasyonların 5’inde 3 testte reddedilmiş; istasyonların 17’sinde ise 4 testin tümünde reddedilmiştir.

5.2. Trend (Eğilim) Analizi Bulguları

Çalışmada homojenlik sağlamayan yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı serilerinin eğilimini araştırmak için Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri kullanılarak trend analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler %95 ve %99 güven düzeylerinde ele alınmış olup kritik değerler sırasıyla normal dağılım tablosundan (Ek 1) **1,96** ve **2,58** olarak tespit edilmiştir. Trend analizi sonuçları Tablo 5.4, Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'da verilmiştir.

Mann-Kendall testi sonuçlarına göre yağış serileri için %95 güven düzeyinde Bolu, Osmancık ve Ünye istasyonlarında artış; Kastamonu/Bozkurt, Zile ve Şebinkarahisar istasyonlarında azalış trendleri belirlenirken %99 güven düzeyinde Osmancık ve Ünye istasyonlarında artış; Kastamonu/Bozkurt istasyonunda azalış trendleri belirlenmiştir. Spearman'ın Rho testi sonuçlarına göre yağış serileri için %95 güven düzeyinde Bolu, Osmancık ve Ünye istasyonlarında artış; Kastamonu/Bozkurt ve Zile istasyonlarında azalış trendleri belirlenirken %99 güven düzeyinde Kastamonu/Bozkurt istasyonunda azalış trendi belirlenmiştir.

Mann-Kendall testi sonuçlarına göre sıcaklık serileri için %95 ve %99 güven düzeylerinde tüm istasyonlarda artış trendleri belirlenmiştir. Spearman'ın Rho testi sonuçlarına göre sıcaklık serileri için %95 ve %99 güven düzeylerinde yine tüm istasyonlarda artış trendleri belirlenmiştir.

Mann-Kendall testi sonuçlarına göre rüzgâr hızı serileri için %95 güven düzeyinde Kastamonu, İnebolu, Tosya, Giresun ve Şebinkarahisar istasyonlarında artış; Akçakoca, Bartın, Amasra, Kastamonu/Bozkurt, Çorum, Osmancık, Sinop, Samsun Bölge, Ordu, Ünye, Bayburt ve Rize istasyonlarında azalış trendleri belirlenirken %99 güven düzeyinde Kastamonu, İnebolu ve Şebinkarahisar istasyonlarında artış; Akçakoca, Bartın, Amasra, Çorum, Osmancık, Sinop, Samsun Bölge, Ordu, Ünye, Bayburt ve Rize istasyonlarında azalış trendleri belirlenmiştir. Spearman'ın Rho testi sonuçlarına göre rüzgâr hızı serileri için %95 güven düzeyinde Kastamonu, İnebolu, Tosya, Tokat, Giresun ve Şebinkarahisar istasyonlarında artış; Akçakoca, Zonguldak, Bartın, Amasra, Çorum, Osmancık, Sinop, Samsun Bölge, Ordu, Ünye, Bayburt ve Rize istasyonlarında azalış trendleri belirlenirken %99 güven düzeyinde Kastamonu, İnebolu, Giresun ve Şebinkarahisar istasyonlarında artış; Akçakoca, Bartın, Amasra, Çorum, Osmancık, Samsun Bölge, Ordu, Ünye, Bayburt ve Rize istasyonlarında azalış trendleri belirlenmiştir.

Tablo 5.4. Yıllık toplam yağış serilerinin trend analizi sonuçları

İstasyon	Mann-Kendall				Spearman'ın Rho			
	%95		%99		%95		%99	
	Z	Karar	Z	Karar	Z	Karar	Z	Karar
DÜZCE	0,10	↔	0,10	↔	0,12	↔	0,12	↔
AKÇAKOCA	1,73	↔	1,73	↔	1,78	↔	1,78	↔
BOLU	2,10	↑	2,10	↔	2,15	↑	2,15	↔
ZONGULDAK	-0,48	↔	-0,48	↔	-0,69	↔	-0,69	↔
BARTIN	0,10	↔	0,10	↔	0,46	↔	0,46	↔
AMASRA	-0,34	↔	-0,34	↔	-0,28	↔	-0,28	↔
KASTAMONU	0,83	↔	0,83	↔	1,02	↔	1,02	↔
İNEBOLU	-0,44	↔	-0,44	↔	-0,52	↔	-0,52	↔
KASTAMONU/BOZKURT	-4,05	↓	-4,05	↓	-3,54	↓	-3,54	↓
TOSYA	-0,72	↔	-0,72	↔	-0,49	↔	-0,49	↔
ÇORUM	0,64	↔	0,64	↔	0,65	↔	0,65	↔
OSMANCIK	2,61	↑	2,61	↑	2,19	↑	2,19	↔
SİNOP	0,02	↔	0,02	↔	0,08	↔	0,08	↔
AMASYA	0,80	↔	0,80	↔	0,67	↔	0,67	↔
MERZİFON	0,26	↔	0,26	↔	0,19	↔	0,19	↔
SAMSUN BÖLGE	1,50	↔	1,50	↔	1,28	↔	1,28	↔
BAFRA	-1,63	↔	-1,63	↔	-1,67	↔	-1,67	↔
TOKAT	-1,46	↔	-1,46	↔	-1,46	↔	-1,46	↔
ZİLE	-2,32	↓	-2,32	↔	-2,04	↓	-2,04	↔
ORDU	0,64	↔	0,64	↔	0,51	↔	0,51	↔
ÜNYE	2,63	↑	2,63	↑	2,31	↑	2,31	↔
GİRESUN	1,83	↔	1,83	↔	1,62	↔	1,62	↔
ŞEBİNKARAHİSAR	-1,96	↓	-1,96	↔	-1,84	↔	-1,84	↔
GÜMÜŞHANE	0,23	↔	0,23	↔	0,32	↔	0,32	↔
TRABZON BÖLGE	0,52	↔	0,52	↔	0,44	↔	0,44	↔
AKÇAABAT	-1,75	↔	-1,75	↔	-1,86	↔	-1,86	↔
BAYBURT	1,63	↔	1,63	↔	1,68	↔	1,68	↔
RİZE	0,88	↔	0,88	↔	0,81	↔	0,81	↔
RİZE/PAZAR	1,26	↔	1,26	↔	1,19	↔	1,19	↔
ARTVİN	-0,41	↔	-0,41	↔	-0,52	↔	-0,52	↔
HOPA	1,78	↔	1,78	↔	1,87	↔	1,87	↔
Artan Trend (↑)	3		2		3		-	
Azalan Trend (↓)	3		1		2		1	
Trend Yok (↔)	25		28		26		30	

Tablo 5.5. Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin trend analizi sonuçları

İstasyon	Mann-Kendall				Spearman'ın Rho			
	%95		%99		%95		%99	
	Z	Karar	Z	Karar	Z	Karar	Z	Karar
DÜZCE	5,05	↑	5,05	↑	4,84	↑	4,84	↑
AKÇAKOCA	5,35	↑	5,35	↑	5,05	↑	5,05	↑
BOLU	4,82	↑	4,82	↑	4,55	↑	4,55	↑
ZONGULDAK	4,65	↑	4,65	↑	4,47	↑	4,47	↑
BARTIN	4,88	↑	4,88	↑	4,62	↑	4,62	↑
AMASRA	4,85	↑	4,85	↑	4,67	↑	4,67	↑
KASTAMONU	5,24	↑	5,24	↑	4,54	↑	4,54	↑
İNEBOLU	5,43	↑	5,43	↑	4,91	↑	4,91	↑
KASTAMONU/BOZKURT	5,09	↑	5,09	↑	4,72	↑	4,72	↑
TOSYA	4,67	↑	4,67	↑	4,39	↑	4,39	↑
ÇORUM	4,71	↑	4,71	↑	4,44	↑	4,44	↑
OSMANCIK	3,01	↑	3,01	↑	3,16	↑	3,16	↑
SİNOP	5,15	↑	5,15	↑	4,75	↑	4,75	↑
AMASYA	4,78	↑	4,78	↑	4,52	↑	4,52	↑
MERZİFON	4,59	↑	4,59	↑	4,15	↑	4,15	↑
SAMSUN BÖLGE	5,84	↑	5,84	↑	5,20	↑	5,20	↑
BAFRA	5,21	↑	5,21	↑	4,89	↑	4,89	↑
TOKAT	5,09	↑	5,09	↑	4,70	↑	4,70	↑
ZİLE	4,44	↑	4,44	↑	4,20	↑	4,20	↑
ORDU	6,11	↑	6,11	↑	5,19	↑	5,19	↑
ÜNYE	5,91	↑	5,91	↑	5,11	↑	5,11	↑
GİRESUN	5,54	↑	5,54	↑	5,18	↑	5,18	↑
ŞEBİNKARAHİSAR	5,44	↑	5,44	↑	4,76	↑	4,76	↑
GÜMÜŞHANE	4,67	↑	4,67	↑	4,38	↑	4,38	↑
TRABZON BÖLGE	5,51	↑	5,51	↑	5,13	↑	5,13	↑
AKÇAABAT	5,70	↑	5,70	↑	5,20	↑	5,20	↑
BAYBURT	4,89	↑	4,89	↑	4,64	↑	4,64	↑
RİZE	5,82	↑	5,82	↑	5,20	↑	5,20	↑
RİZE/PAZAR	5,08	↑	5,08	↑	4,49	↑	4,49	↑
ARTVİN	5,35	↑	5,35	↑	4,91	↑	4,91	↑
HOPA	4,54	↑	4,54	↑	4,44	↑	4,44	↑
Artan Trend (↑)	31		31		31		31	
Azalan Trend (↓)	-		-		-		-	
Trend Yok (↔)	-		-		-		-	

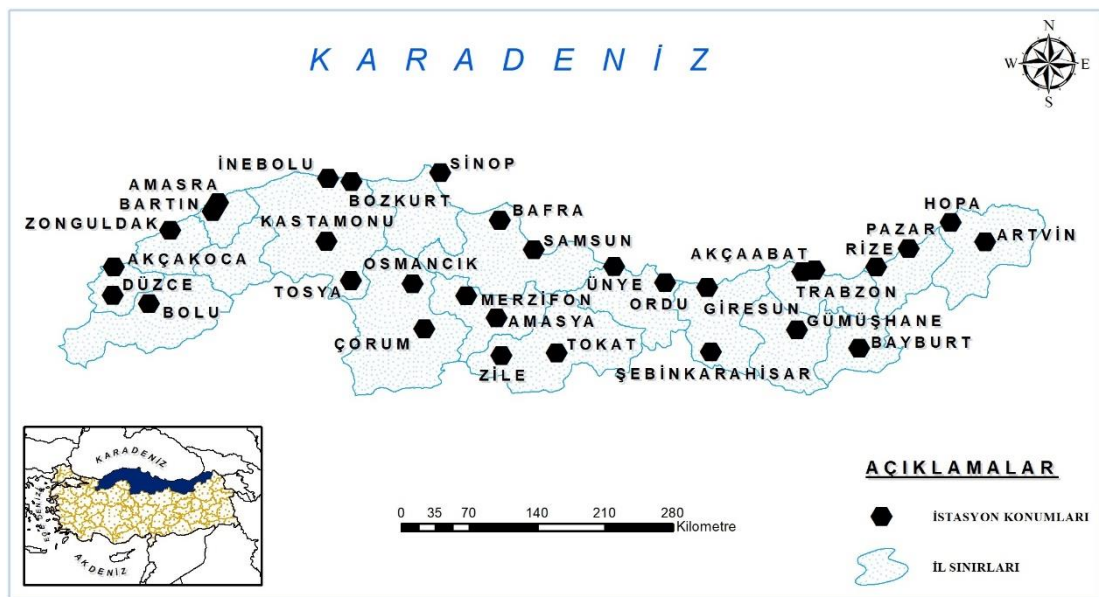
Tablo 5.6. Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin trend analizi sonuçları

İstasyon	Mann-Kendall				Spearman'ın Rho			
	%95		%99		%95		%99	
	Z	Karar	Z	Karar	Z	Karar	Z	Karar
DÜZCE	0,51	↔	0,51	↔	1,06	↔	1,06	↔
AKÇAKOCA	-3,22	↓	-3,22	↓	-2,99	↓	-2,99	↓
BOLU	0,16	↔	0,16	↔	0,31	↔	0,31	↔
ZONGULDAK	-1,73	↔	-1,73	↔	-2,00	↓	-2	↔
BARTIN	-4,98	↓	-4,98	↓	-4,15	↓	-4,15	↓
AMASRA	-3,91	↓	-3,91	↓	-3,39	↓	-3,39	↓
KASTAMONU	2,89	↑	2,89	↑	3,34	↑	3,34	↑
İNEBOLU	4,21	↑	4,21	↑	4,38	↑	4,38	↑
KASTAMONU/BOZKURT	-2,01	↓	-2,01	↔	-1,81	↔	-1,81	↔
TOSYA	2,16	↑	2,16	↔	2,42	↑	2,42	↔
ÇORUM	-3,68	↓	-3,68	↓	-3,15	↓	-3,15	↓
OSMANCIK	-3,65	↓	-3,65	↓	-3,39	↓	-3,39	↓
SİNOP	-2,63	↓	-2,63	↓	-2,47	↓	-2,47	↔
AMASYA	-0,52	↔	-0,52	↔	0,81	↔	0,81	↔
MERZİFON	1,00	↔	1	↔	1,55	↔	1,55	↔
SAMSUN BÖLGE	-5,47	↓	-5,47	↓	-4,94	↓	-4,94	↓
BAFRA	-0,92	↔	-0,92	↔	-0,92	↔	-0,92	↔
TOKAT	1,80	↔	1,8	↔	2,39	↑	2,39	↔
ZİLE	0,97	↔	0,97	↔	1,81	↔	1,81	↔
ORDU	-5,08	↓	-5,08	↓	-4,64	↓	-4,64	↓
ÜNYE	-6,71	↓	-6,71	↓	-5,46	↓	-5,46	↓
GİRESUN	2,29	↑	2,29	↔	3,42	↑	3,42	↑
ŞEBİNKARAHİSAR	2,88	↑	2,88	↑	3,26	↑	3,26	↑
GÜMÜŞHANE	-1,82	↔	-1,82	↔	-1,37	↔	-1,37	↔
TRABZON BÖLGE	-1,11	↔	-1,11	↔	-1,78	↔	-1,78	↔
AKÇAABAT	0,52	↔	0,52	↔	0,62	↔	0,62	↔
BAYBURT	-7,22	↓	-7,22	↓	-5,81	↓	-5,81	↓
RİZE	-5,93	↓	-5,93	↓	-5,21	↓	-5,21	↓
RİZE/PAZAR	0,31	↔	0,31	↔	0,16	↔	0,16	↔
ARTVİN	0,29	↔	0,29	↔	0,44	↔	0,44	↔
HOPA	-0,88	↔	-0,88	↔	-0,68	↔	-0,68	↔
Artan Trend (↑)	5		3		6		4	
Azalan Trend (↓)	12		11		12		10	
Trend Yok (↔)	14		17		13		17	

5.3. Kümeleme Analizi Bulguları

Bu tez çalışmasında 31 adet istasyona ait periyodu 1982-2020 yılları arasında kapsayan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin benzer özellik gösteren sınıflarını belirlemek amacıyla K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemlerinden yararlanılmıştır. Analizler bilgisayar ortamında MATLAB R2016a programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada maksimum küme sayısı istasyon sayısının karekökünden küçük olacak şekilde 5 seçilmiştir (Pal ve Bezdek, 1995; Zhang vd., 2008). Sınıflandırma ilk olarak yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızına göre ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu üç değişken birlikte değerlendirilerek sınıflandırma yapılmış ve böylece 4 farklı parametreye göre sınıflandırma bulguları elde edilmiştir. Yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı farklı ölçeklere sahip değişkenler olduğu için sınıflandırma yapılmadan önce bu veriler $z = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$ formülü kullanılarak standardize edilmiştir. Burada x_i ; i. sıradaki standardize edilen gözlem, $\bar{x}$; veri setinin ortalaması, s ; veri setinin standart sapması, z ise standardize değer olarak tanımlanmaktadır (Ünal vd., 2003).

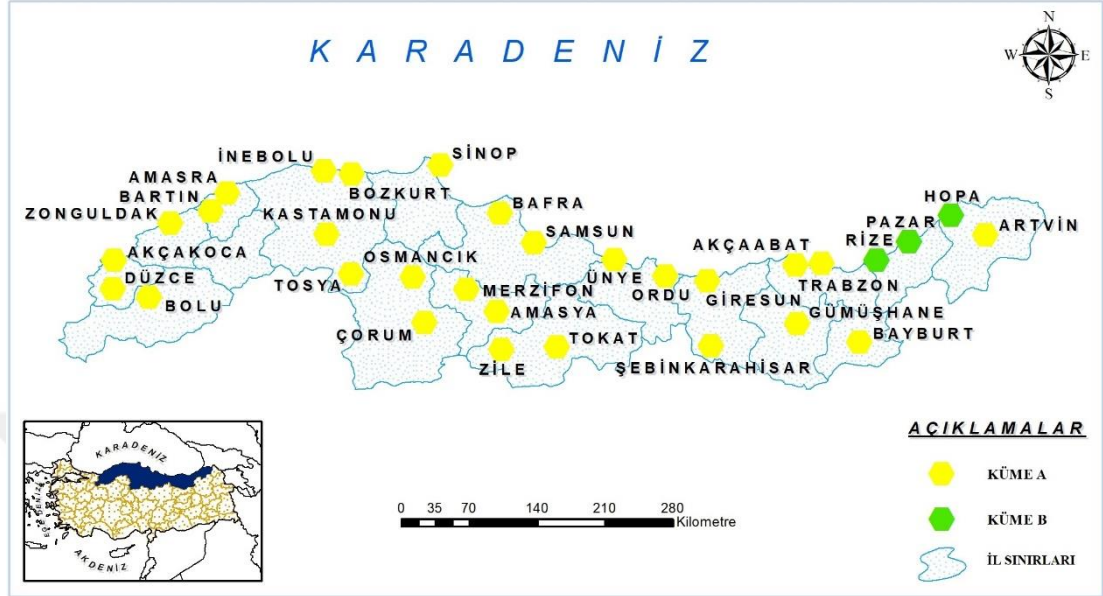
2'den başlayarak maksimum küme sayısı olarak belirlenen 5'e kadar her bir küme sayısı için yapılan sınıflandırmada kullanılan istasyonların coğrafyadaki dağılımı Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Haritalar ArcMap 10.7 programı kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 5.1. Kümeleme analizinde kullanılan istasyonların coğrafyadaki dağılımı

5.3.1. Yağış Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları

Karadeniz Bölgesi yağış serilerinin 2, 3, 4 ve 5 küme için iki farklı yöntem ile belirlenen sınıflandırma sonuçları bu bölümde verilmektedir.

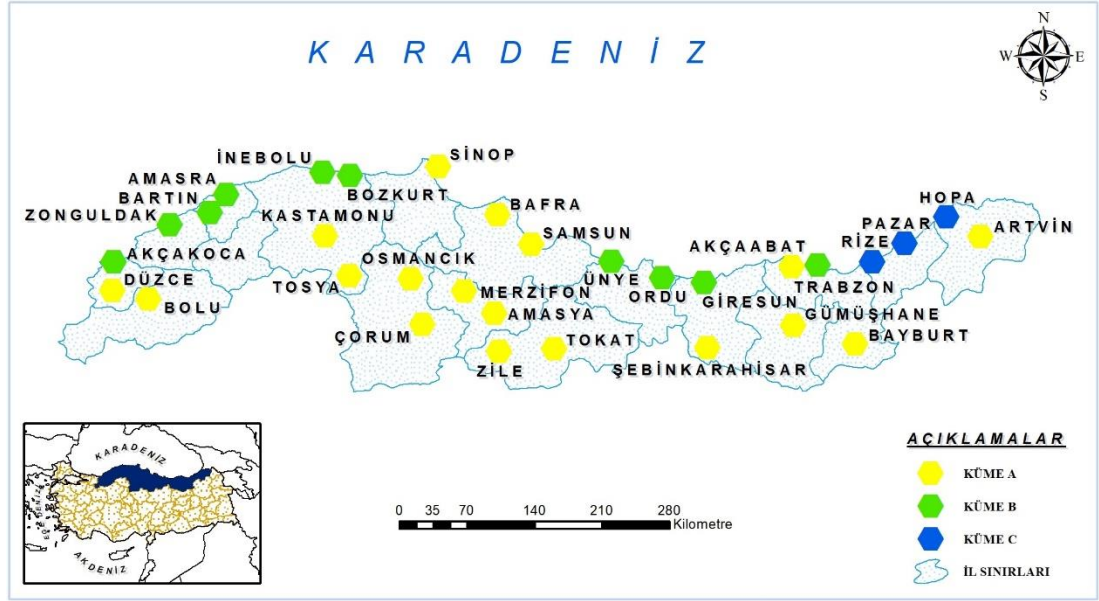


Şekil 5.2. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamalar ve Bulanık C-Ortalamalar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (yağış)

Yıllık toplam yağış serilerinin **K-Ortalamalar** ve **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemleri kullanılarak **küme sayısı 2** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları her iki yöntem için de aynı olup Şekil 5.2’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 28 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi ise yalnızca Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık toplam yağışların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.7’de sunulmaktadır.

Tablo 5.7. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamalar ve Bulanık C-Ortalamalar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	423,41	1308,07	757,92	293,15
B	2105,38	2329,73	2239,82	118,62

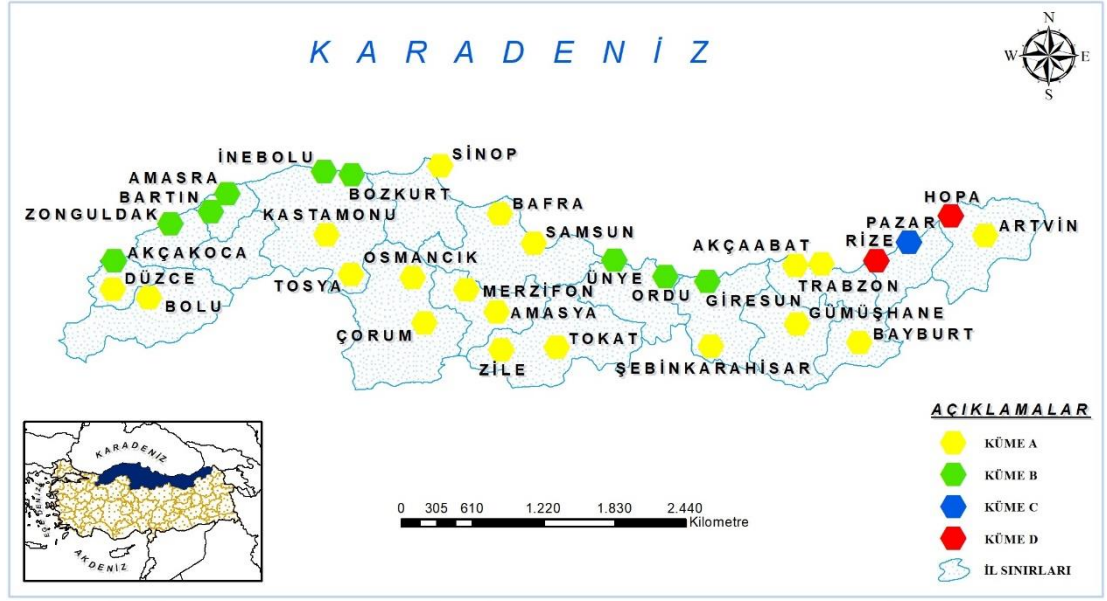


Şekil 5.3. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (yağış)

Yıllık toplam yağış serilerinin **K-Ortalamlar** ve **Bulanık C-Ortalamlar** yöntemleri kullanılarak **küme sayısı 3** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları her iki yöntem için de aynı olup Şekil 5.3'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A ve B kümelerinin bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin iki alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Bir önceki dağılıma göre bütünlüğünü koruyan Rize, Pazar ve Hopa istasyonlarının ise C kümesine atandığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 18 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 10 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise yalnızca Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık toplam yağışların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.8'de sunulmaktadır.

Tablo 5.8. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	423,41	818,43	566,49	135,95
B	846,55	1308,07	1102,49	133,00
C	2105,38	2329,73	2239,82	118,62

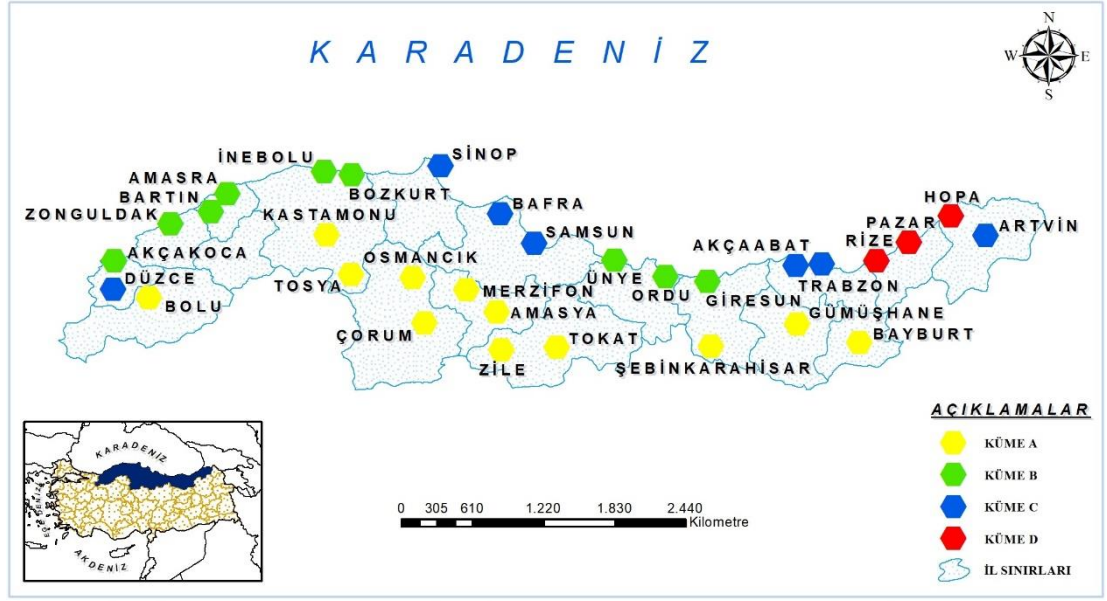


Şekil 5.4. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)

Yıllık toplam yağış serilerinin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.4'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C ve D kümelerinin bir önceki dağılımda yer alan C kümesinin iki alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Ayrıca bir önceki dağılımda B kümesinde yer alan Trabzon istasyonunun A kümesine atandığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 19 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. C ve D kümeleri ise yalnızca Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan sırasıyla 1 ve 2 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi yalnızca Pazar istasyonundan oluşmaktadır. D kümesi ise Rize ve Hopa istasyonlarından oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık toplam yağışların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.9'da sunulmaktadır.

Tablo 5.9. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	423,41	846,55	581,23	146,91
B	981,62	1308,07	1130,92	103,93
C	2105,38	2105,38	2105,38	-
D	2284,35	2329,73	2307,04	32,09

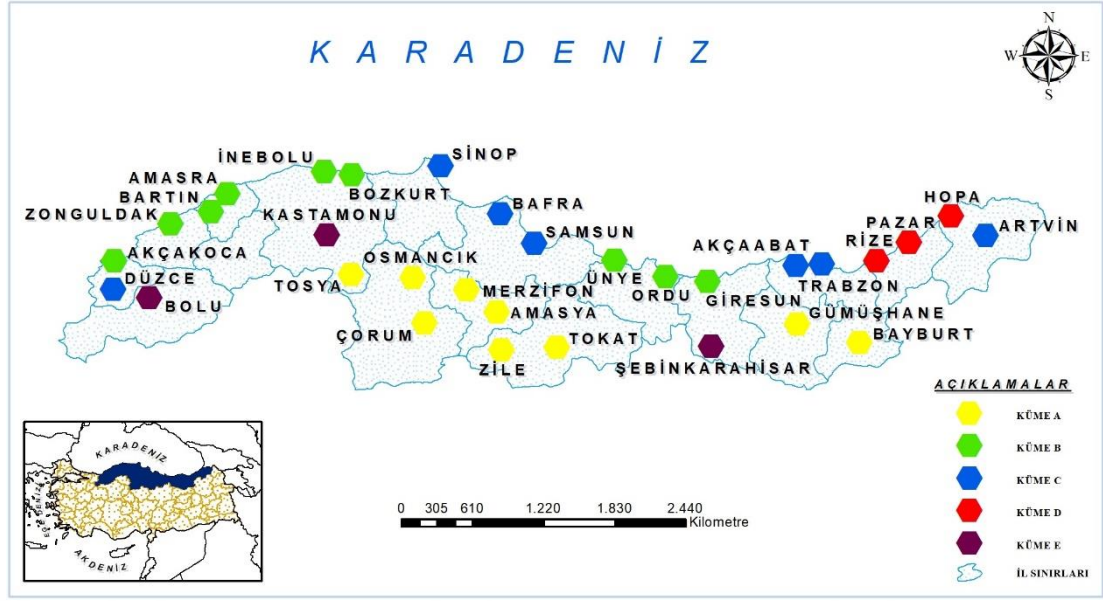


Şekil 5.5. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)

Yıllık toplam yağış serilerinin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.5'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde Rize, Pazar ve Hopa istasyonlarının bir önceki dağılımdaki bütünlüğünü koruyarak D kümesine atandığı görülmektedir. Burada A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 12 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 7 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi ise Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık toplam yağışların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.10'da sunulmaktadır.

Tablo 5.10. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	423,41	568,64	478,12	47,42
B	981,62	1308,07	1130,92	103,93
C	716,47	846,55	757,99	53,98
D	2105,38	2329,73	2239,82	118,62

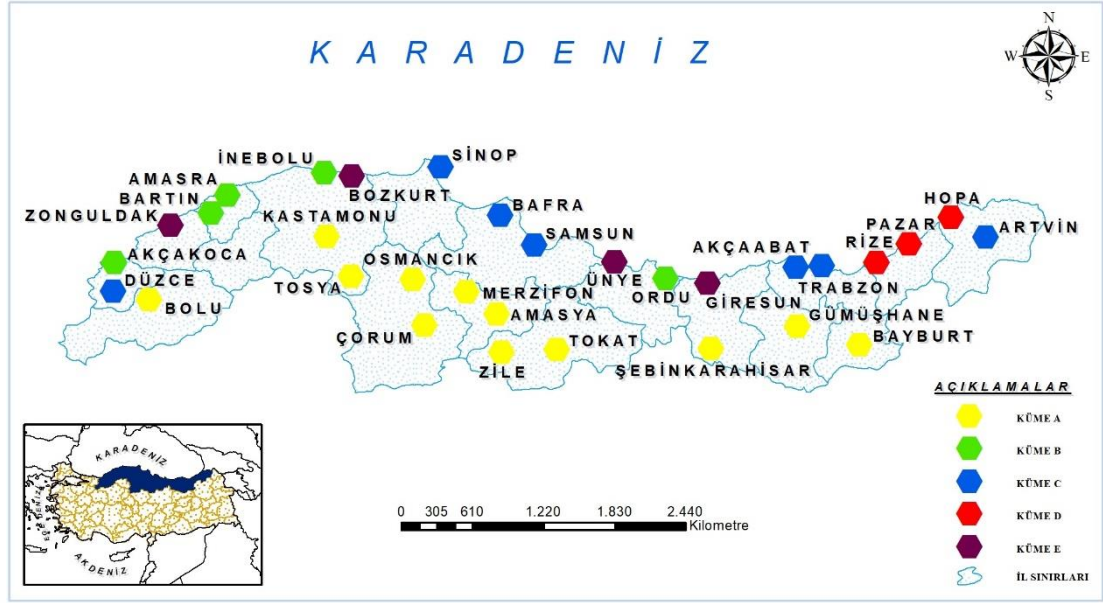


Şekil 5.6. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)

Yıllık toplam yağış serilerinin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.6’da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A, C ve E kümelerinin bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin üç alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Rize, Pazar ve Hopa istasyonları ise yeniden bütünlük göstererek D kümesini oluşturduğu görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 7 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Batı ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık toplam yağışların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.11’de sunulmaktadır.

Tablo 5.11. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	423,41	476,32	453,90	16,89
B	981,62	1308,07	1130,92	103,93
C	716,47	846,55	757,99	53,98
D	2105,38	2329,73	2239,82	118,62
E	521,17	568,64	550,78	25,82



Şekil 5.7. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış)

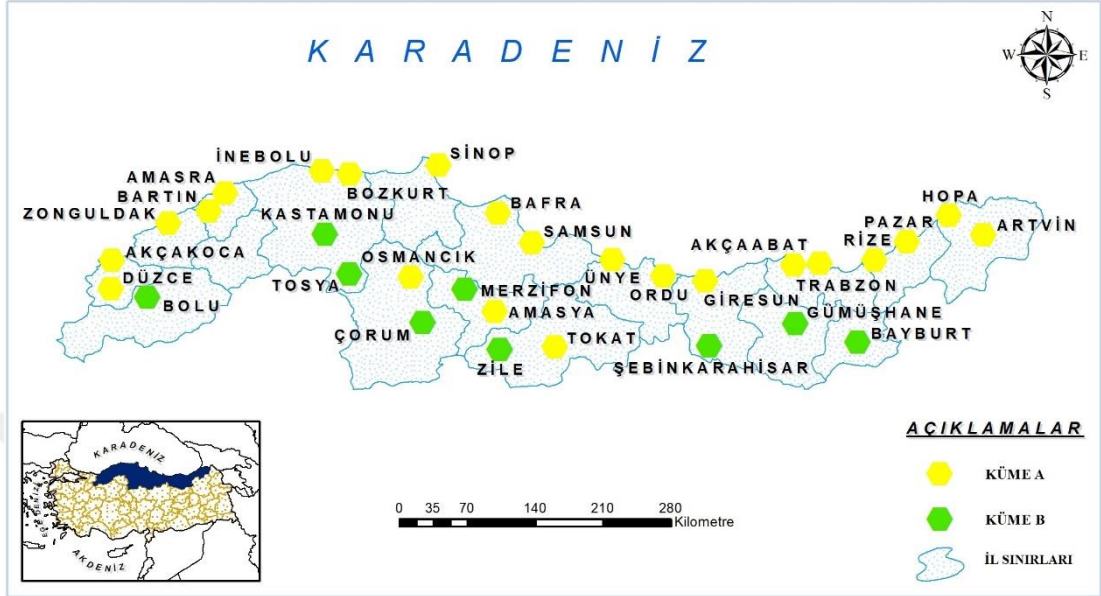
Yıllık toplam yağış serilerinin **Bulanık C-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.7’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde B ve E kümeleri bir önceki dağılımda yer alan B kümesinin iki alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 12 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı ve Orta Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 5 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 7 istasyonlardan oluşmaktadır. D kümesi Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 4 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık toplam yağışların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.12’de sunulmaktadır.

Tablo 5.12. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	423,41	568,64	478,12	47,42
B	981,62	1127,62	1054,50	51,68
C	716,47	846,55	757,99	53,98
D	2105,38	2329,73	2239,82	118,62
E	1185,50	1308,07	1226,46	57,78

5.3.2. Sıcaklık Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları

Karadeniz Bölgesi sıcaklık serilerinin 2, 3, 4 ve 5 küme için iki farklı yöntem ile belirlenen sınıflandırma sonuçları bu bölümde verilmektedir.



Şekil 5.8. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamalar ve Bulanık C-Ortalamalar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)

Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin **K-Ortalamalar** ve **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemleri kullanılarak **küme sayısı 2** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları her iki yöntem için de aynı olup Şekil 5.8’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 22 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi ise Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama sıcaklıkların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.13’te sunulmaktadır.

Tablo 5.13. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamalar ve Bulanık C-Ortalamalar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	12,24	15,01	13,93	0,79
B	7,23	11,90	10,27	1,44

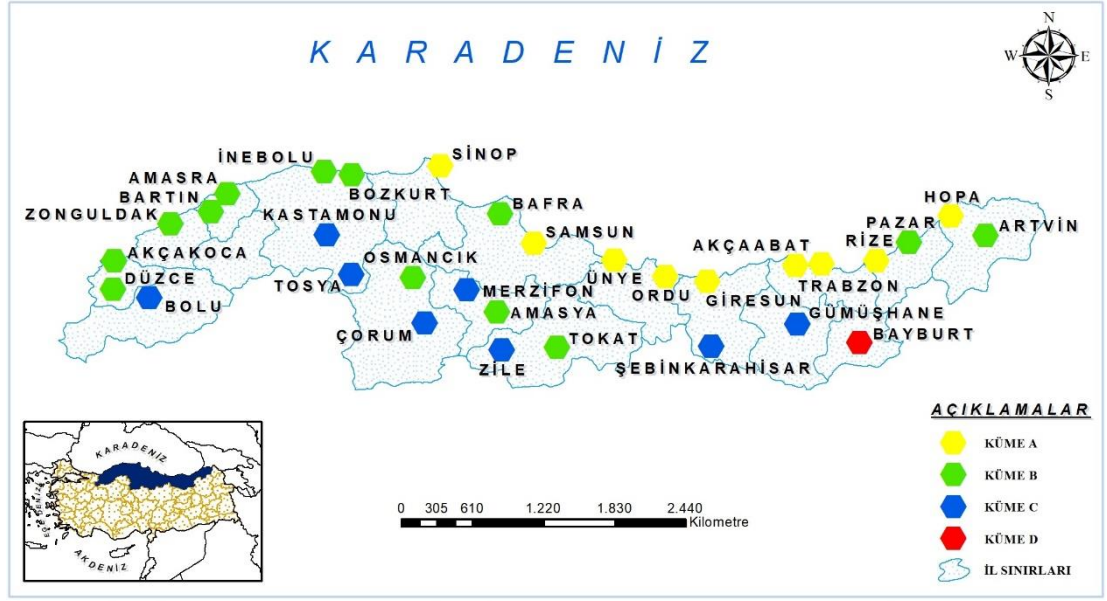


Şekil 5.9. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)

Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin **K-Ortalamlar** ve **Bulanık C-Ortalamlar** yöntemleri kullanılarak **küme sayısı 3** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları her iki yöntem için de aynı olup Şekil 5.9’da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde B ve C kümelerinin bir önceki dağılımda yer alan B kümesinin iki alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 19 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 8 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise Batı ve Doğu Karadeniz’de yer alan 4 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama sıcaklıkların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.14’te sunulmaktadır.

Tablo 5.14. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	13,21	15,01	14,14	0,60
B	10,68	12,88	11,76	0,80
C	7,23	9,85	9,02	1,21

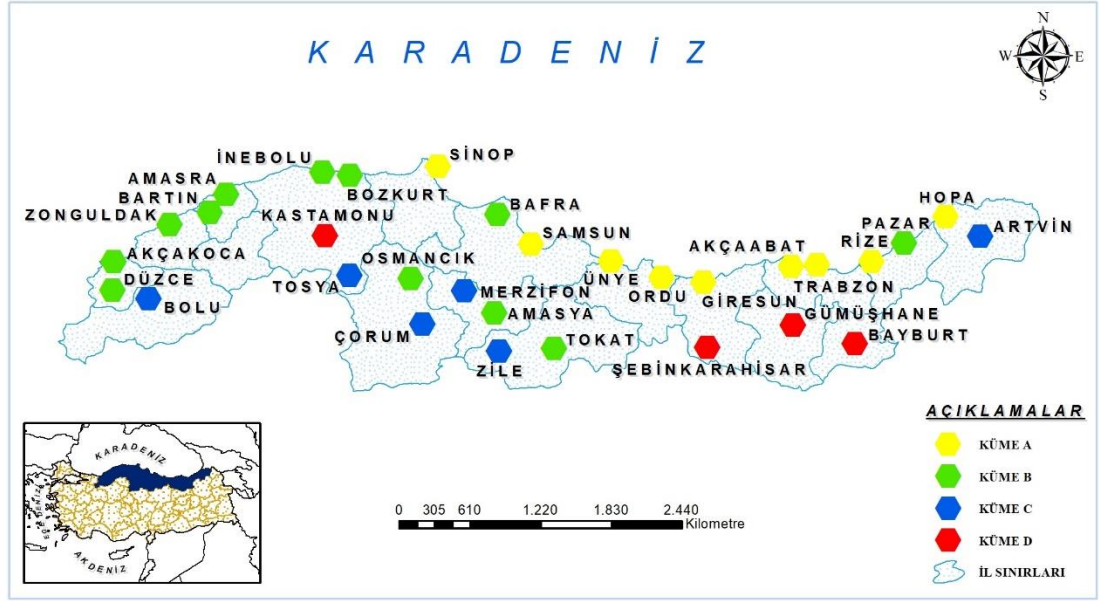


Şekil 5.10. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)

Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.10'da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde D kümesi bir önceki dağılımda yer alan C kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Burada A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 13 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 8 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi ise Doğu Karadeniz iç kesiminde yer alan 1 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama sıcaklıkların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.15'de sunulmaktadır.

Tablo 5.15. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	14,46	15,01	14,71	0,16
B	12,24	13,98	13,39	0,53
C	9,38	11,90	10,64	0,95
D	7,23	7,23	7,23	-

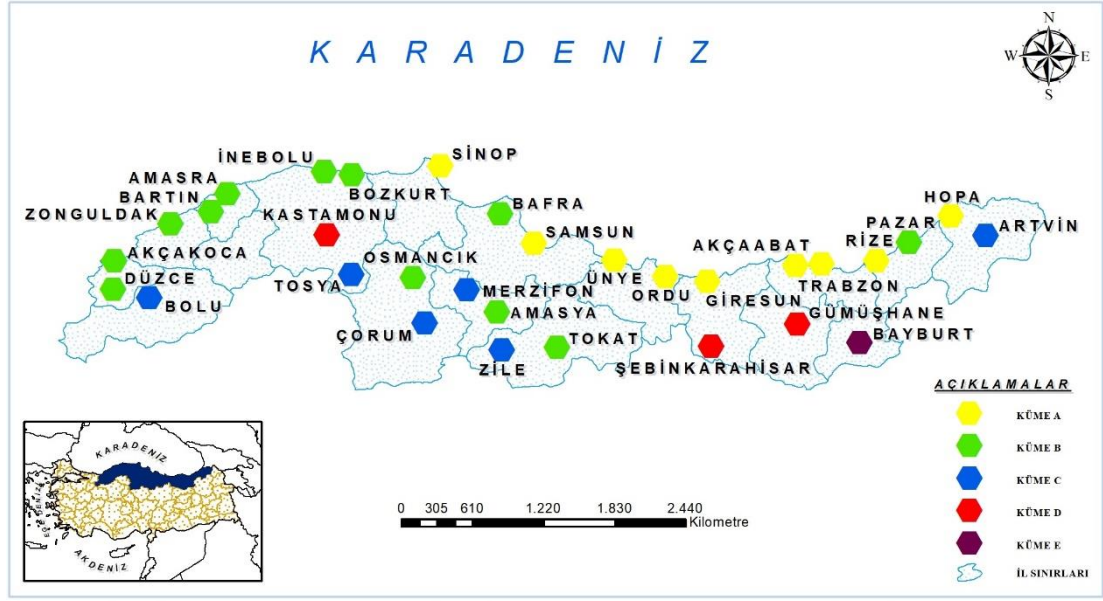


Şekil 5.11. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)

Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.11’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde Kastamonu, Şebinkarahisar, Gümüşhane ve Bayburt istasyonlarının bir önceki dağılımdaki bütünlüğünün bozulmadığı ve D kümesine atandığı görülmektedir. Burada A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. B ve C kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 12 ve 6 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Batı ve Doğu Karadeniz’de yer alan 4 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama sıcaklıkların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.16’da sunulmaktadır.

Tablo 5.16. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	14,46	15,01	14,71	0,16
B	12,60	13,98	13,48	0,42
C	10,68	12,24	11,43	0,61
D	7,23	9,85	9,02	1,21

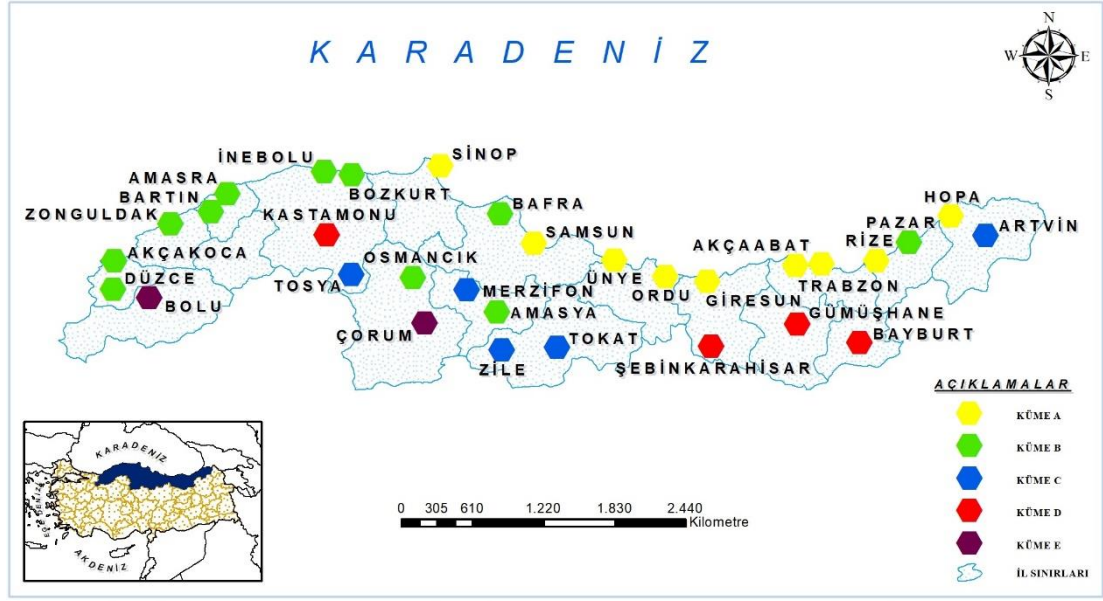


Şekil 5.12. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)

Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.12’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C ve D kümeleri bir önceki dağılımda yer alan C kümesinin iki alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Ayrıca A ve E kümelerinin bir önceki dağılımdaki bütünlüğünü koruduğu, Bayburt istasyonunun D kümesinden ayrılıp E kümesine atandığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 12 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 6 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi Batı ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Doğu Karadeniz iç kesiminde yer alan 1 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama sıcaklıkların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.17’de sunulmaktadır.

Tablo 5.17. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	14,46	15,01	14,71	0,16
B	12,60	13,98	13,48	0,42
C	10,68	12,24	11,43	0,61
D	9,38	9,85	9,61	0,24
E	7,23	7,23	7,23	-



Şekil 5.13. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (sıcaklık)

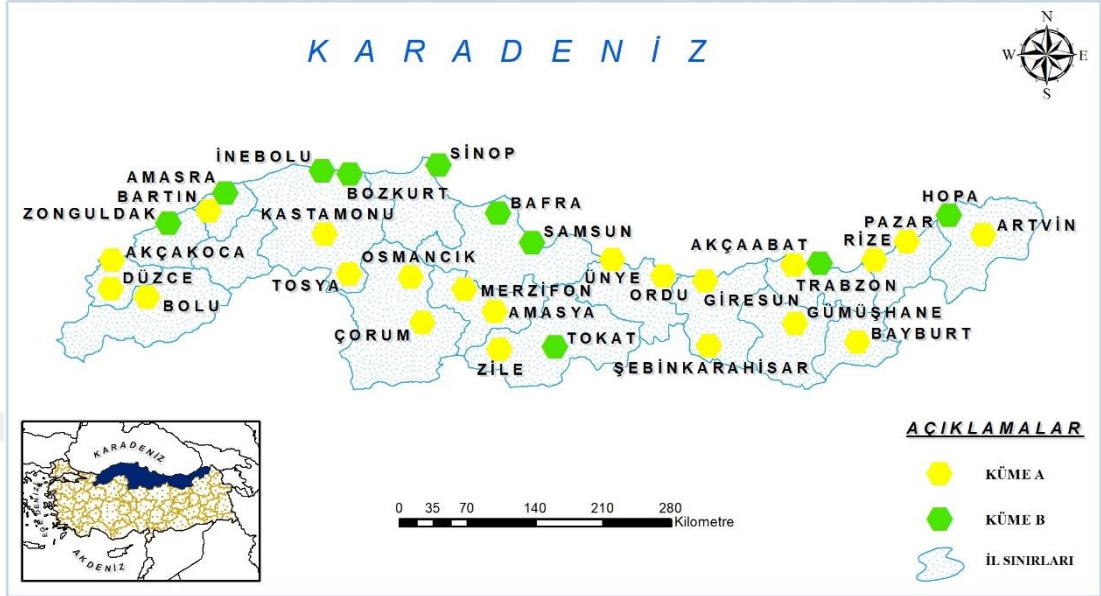
Yıllık ortalama sıcaklık serilerinin **Bulanık C-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.13'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A ve D kümelerinin bir önceki dağılımdaki bütünlüğünü koruduğu, E kümesinin ise bir önceki dağılımdaki C kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 11 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 5 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi Batı ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 4 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Batı ve Orta Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama sıcaklıkların maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.18'de sunulmaktadır.

Tablo 5.18. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (sıcaklık, °C)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	14,46	15,01	14,71	0,16
B	12,88	13,98	13,56	0,33
C	11,37	12,60	11,94	0,49
D	7,23	9,85	9,02	1,21
E	10,68	10,79	10,73	0,08

5.3.3. Rüzgâr Hızı Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları

Karadeniz Bölgesi rüzgâr hızı serilerinin 2, 3, 4 ve 5 küme için iki farklı yöntem ile belirlenen sınıflandırma sonuçları bu bölümde verilmektedir.

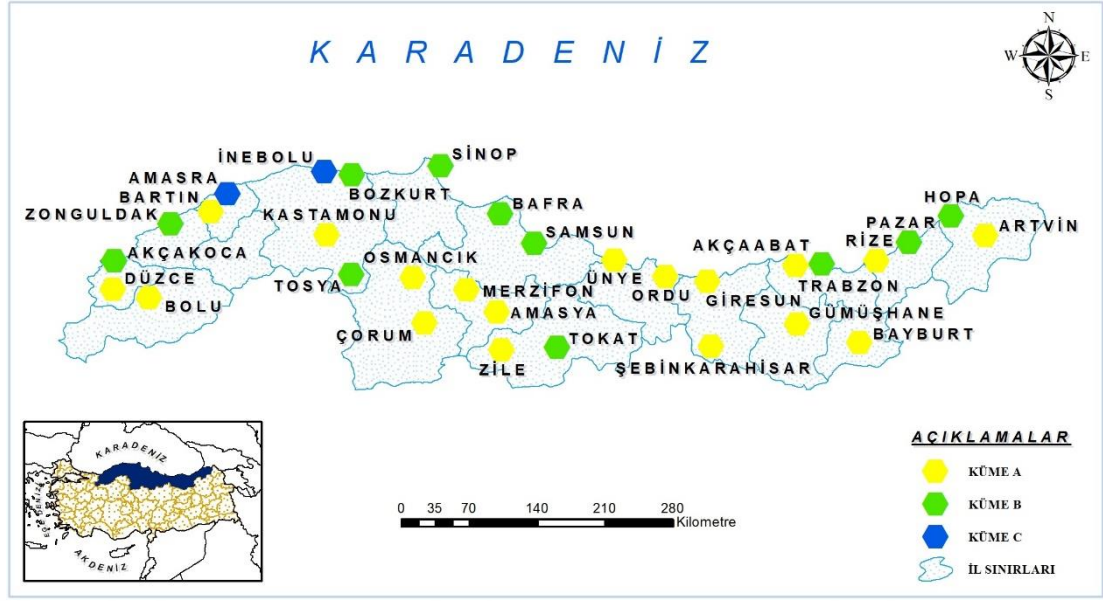


Şekil 5.14. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **K-Ortalamlar** ve **Bulanık C-Ortalamlar** yöntemleri kullanılarak **küme sayısı 2** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları her iki yöntem için de aynı olup Şekil 5.14'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 21 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi ise Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 10 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.19'da sunulmaktadır.

Tablo 5.19. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	0,51	1,93	1,41	0,38
B	2,14	4,78	2,68	0,86

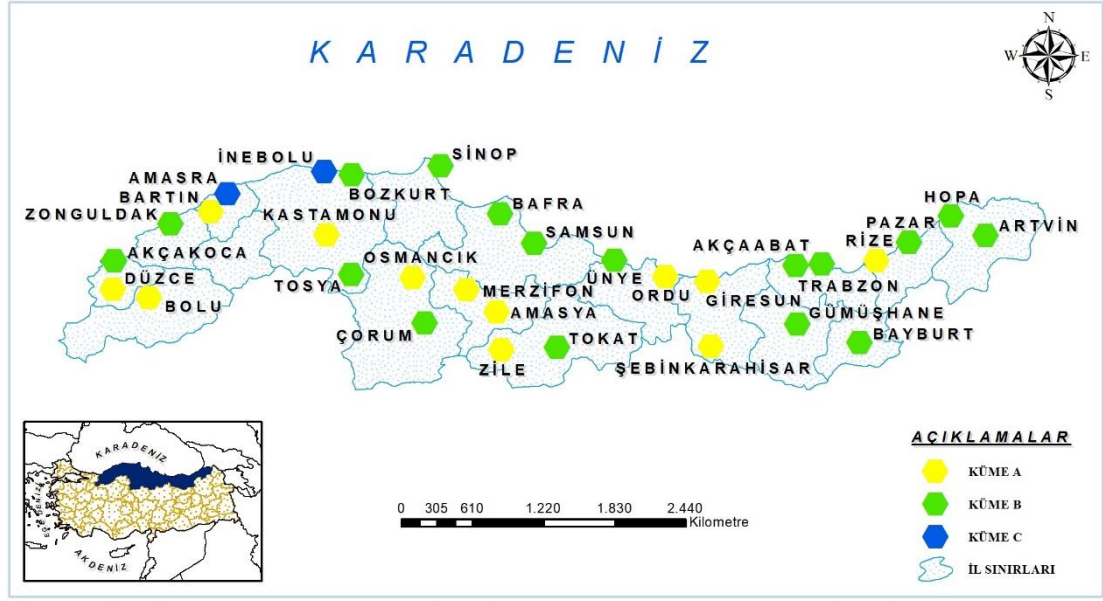


Şekil 5.15. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 3** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.15’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C kümesi bir önceki dağılımda yer alan B kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Burada A ve B kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 18 ve 11 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise Batı Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.20’de sunulmaktadır.

Tablo 5.20. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	0,51	1,76	1,33	0,35
B	1,84	2,84	2,19	0,28
C	3,56	4,78	4,17	0,86

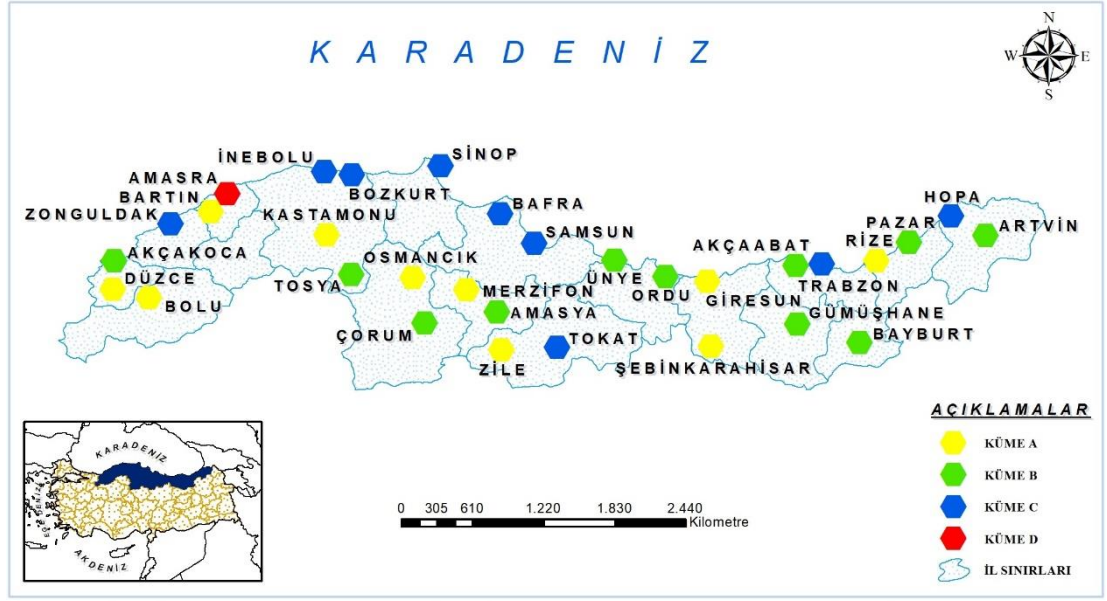


Şekil 5.16. Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 3** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.16’da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C kümesi bir önceki dağılımda yer alan B kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Burada A ve B kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 12 ve 17 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise Batı Karadeniz’de yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.21’de sunulmaktadır.

Tablo 5.21. Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	0,51	1,57	1,15	0,29
B	1,62	2,84	2,02	0,33
C	3,56	4,78	4,17	0,86

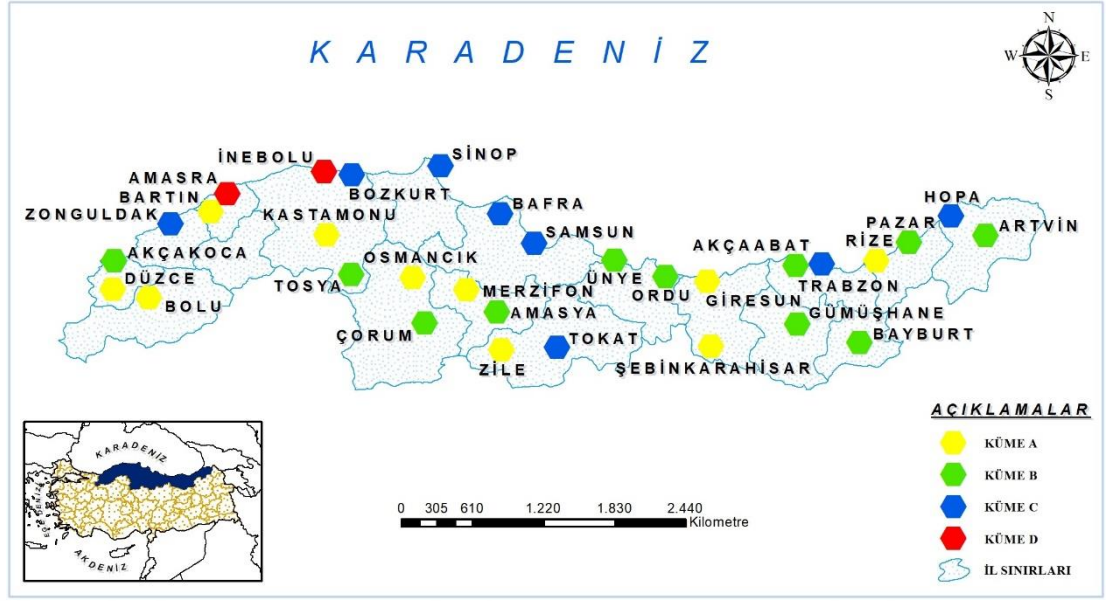


Şekil 5.17. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.17’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde D kümesinin bir önceki dağılımda yer alan C kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Burada A, B ve C kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 10, 11 ve 9 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi ise Batı Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 1 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.22’de sunulmaktadır.

Tablo 5.22. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	0,51	1,34	1,08	0,25
B	1,47	1,93	1,72	0,13
C	2,14	3,56	2,45	0,47
D	4,78	4,78	4,78	-

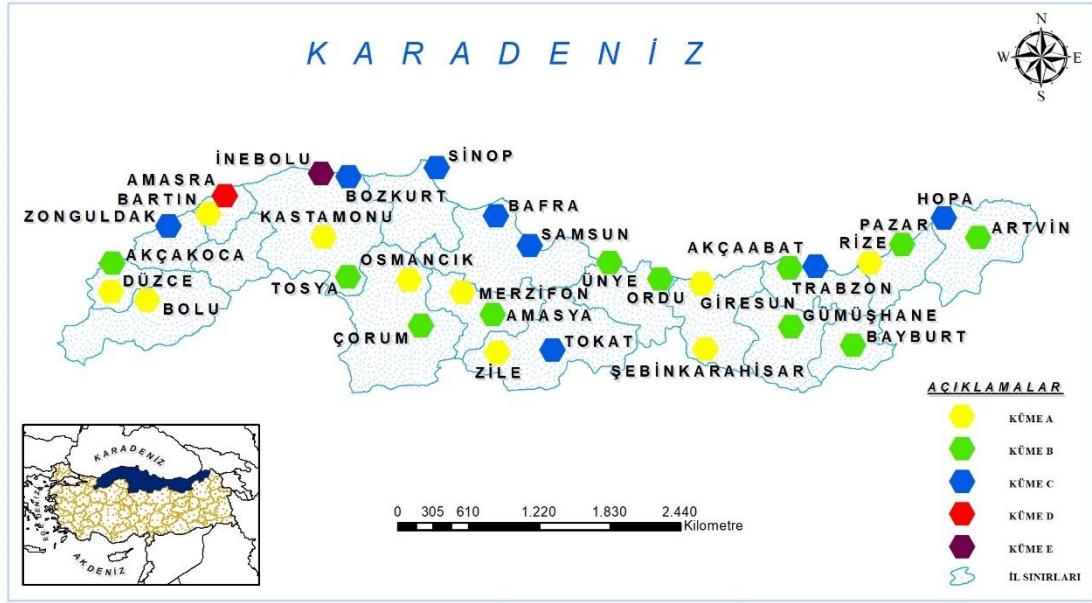


Şekil 5.18. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.18’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde Amasra ve İnebolu istasyonları bir önceki dağılımdaki bütünlüğünü koruyarak D kümesine atandığı görülmektedir. Burada A, B ve C kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 10, 11 ve 8 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi ise Batı Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.23’de sunulmaktadır.

Tablo 5.23. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	0,51	1,34	1,08	0,25
B	1,47	1,93	1,72	0,13
C	2,14	2,84	2,31	0,22
D	3,56	4,78	4,17	0,86

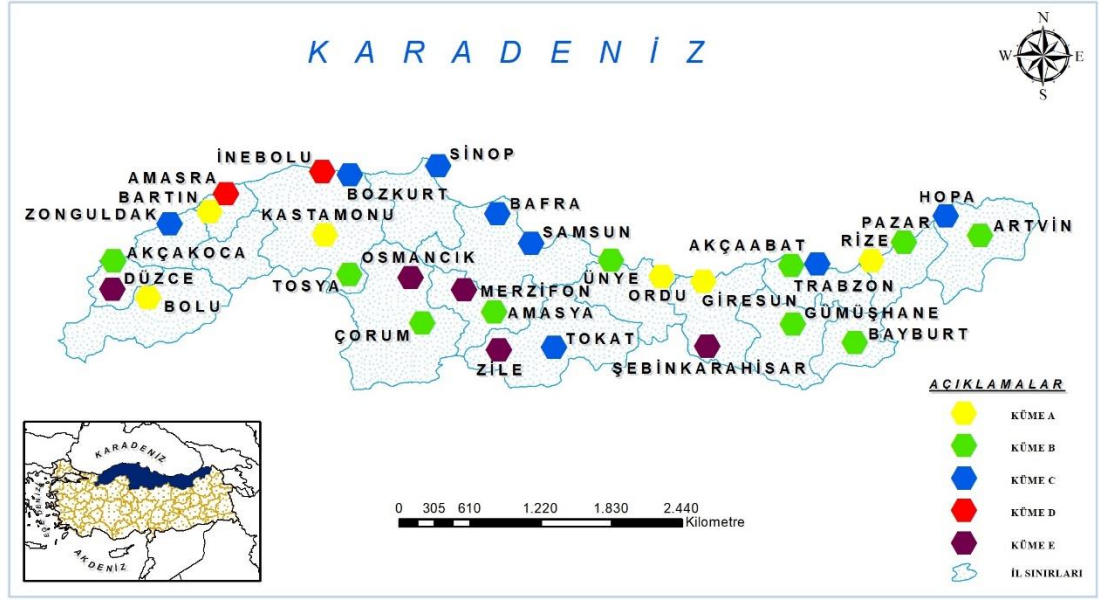


Şekil 5.19. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **K-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.19’da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A, B ve D kümelerinin bir önceki dağılımdaki bütünlüklerini korudukları, E kümesinin ise bir önceki dağılımda yer alan C kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A, B ve C kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 10, 11 ve 8 istasyondan oluşmaktadır. D ve E kümeleri Batı Karadeniz’de yer alan 1 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.24’te sunulmaktadır.

Tablo 5.24. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	0,51	1,34	1,08	0,25
B	1,47	1,93	1,72	0,13
C	2,14	2,84	2,31	0,22
D	4,78	4,78	4,78	-
E	3,56	3,56	3,56	-



Şekil 5.20. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (rüzgâr hızı)

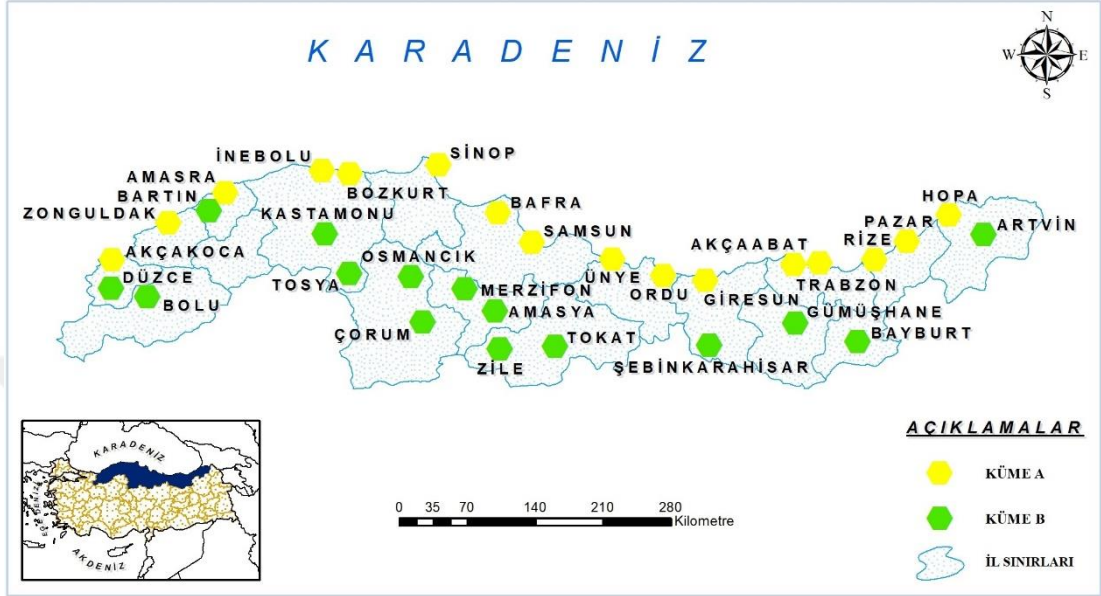
Yıllık ortalama rüzgâr hızı serilerinin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.20’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C ve D kümelerinin bir önceki dağılımdaki bütünlüklerini korudukları görülmektedir. E kümesinin ise bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A, B ve C kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 6, 10 ve 8 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi Batı Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 5 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelere ait yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.25’te sunulmaktadır.

Tablo 5.25. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
A	1,19	1,47	1,31	0,10
B	1,57	1,93	1,74	0,11
C	2,14	2,84	2,31	0,22
D	3,56	4,78	4,17	0,86
E	0,51	1,06	0,88	0,22

5.3.4. Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı Serilerinin Kümeleme Analizi Bulguları

Karadeniz Bölgesi yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı serilerinden oluşan matris kullanılarak 2, 3, 4 ve 5 küme için iki farklı yöntem ile gerçekleştirilen sınıflandırma sonuçları bu bölümde verilmektedir.

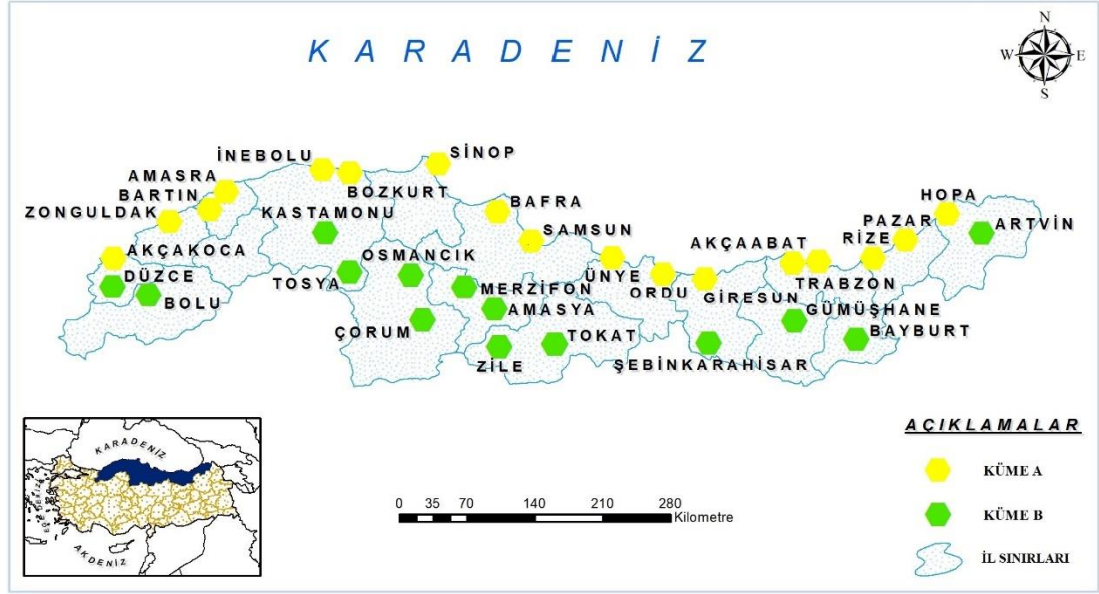


Şekil 5.21. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 2** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.21’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 16 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 15 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelerdeki istasyonlara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.26’da sunulmaktadır.

Tablo 5.26. Küme sayısı 2 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min.	Maks.	Ort.	S.Spm.	Min.	Maks.	Ort.	S.Spm.	Min.	Maks.	Ort.	S.Spm.
A	716,5	2329,7	1225,8	540,3	13,2	15,0	14,2	0,6	1,2	4,8	2,2	0,9
B	423,4	1051,1	555,2	177,1	7,2	13,6	11,4	1,8	0,5	2,2	1,4	0,5

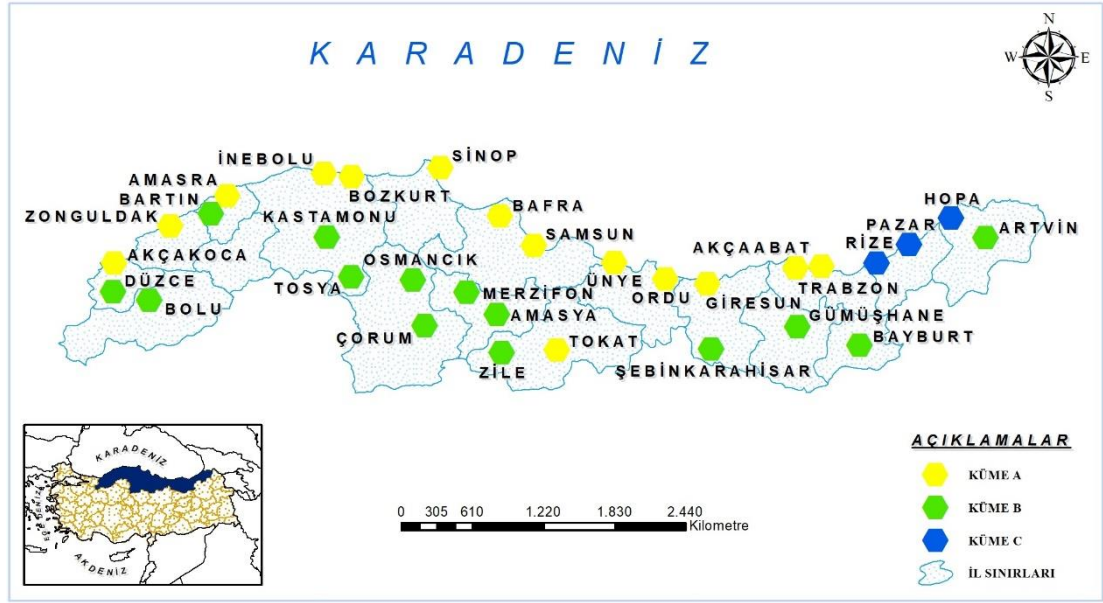


Şekil 5.22. Küme sayısı 2 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 2** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.22’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde yer alan 17 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi ise Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 14 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelerdeki istasyonlara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.27’de sunulmaktadır.

Tablo 5.27. Küme sayısı 2 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	716,5	2329,7	1215,5	524,9	12,9	15,0	14,2	0,7	1,2	4,8	2,2	0,9
B	423,4	818,4	519,8	116,2	7,2	13,6	11,3	1,8	0,5	2,2	1,4	0,5

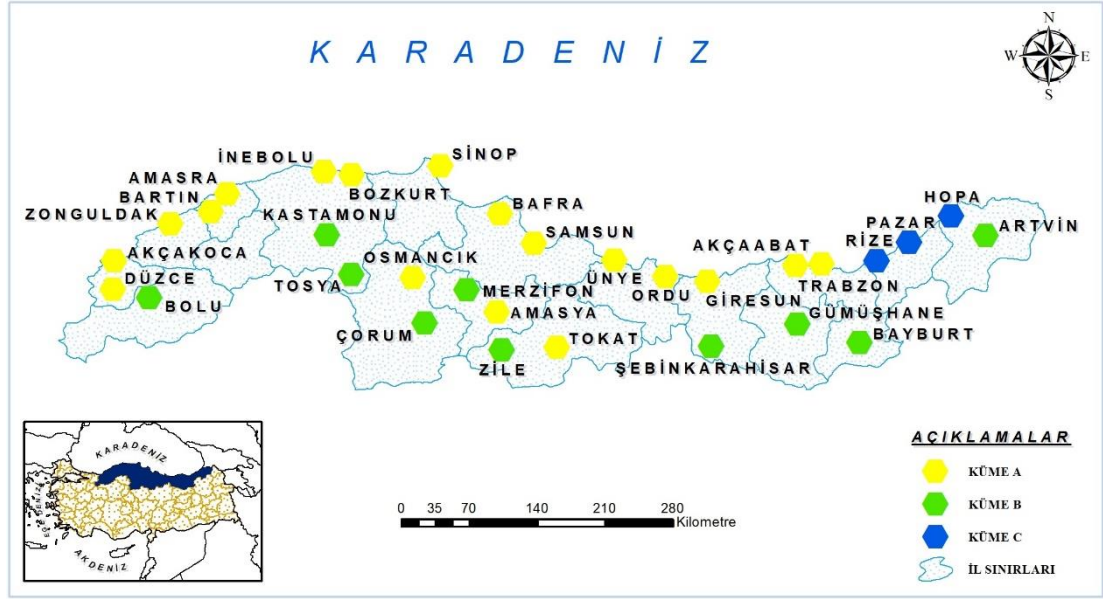


Şekil 5.23. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **K-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 3** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.23’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C kümesinin bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Burada A ve B kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 14 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelerdeki istasyonlara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.28’de sunulmaktadır.

Tablo 5.28. Küme sayısı 3 seçilerek K-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	444,3	1308,1	952,7	253,1	12,6	15,0	14,1	0,7	1,2	4,8	2,3	0,9
B	423,4	1051,1	563,2	181,0	7,2	13,6	11,3	1,9	0,5	1,9	1,3	0,4
C	2105,4	2329,7	2239,8	118,6	13,8	14,8	14,4	0,5	1,2	2,3	1,8	0,6

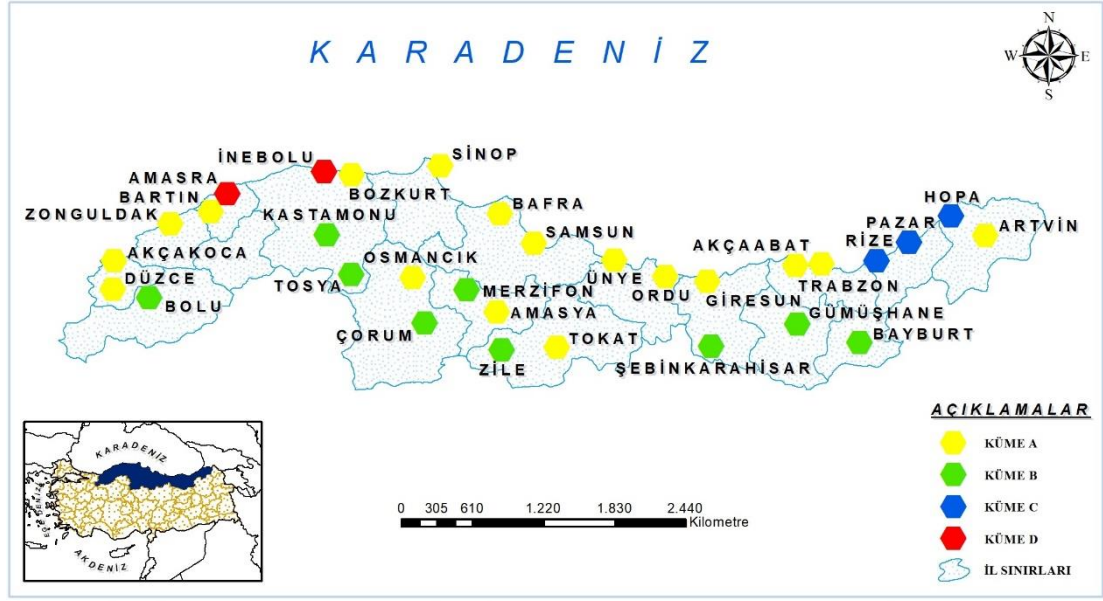


Şekil 5.24. Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 3** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.24'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde C kümesi bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 18 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 10 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelerdeki istasyonlara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.29'da sunulmaktadır.

Tablo 5.29. Küme sayısı 3 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	423,4	1308,1	894,2	278,3	12,6	15,0	13,9	0,7	1,0	4,8	2,1	0,9
B	444,4	721,4	512,6	86,8	7,2	12,2	10,5	1,5	0,5	1,9	1,4	0,5
C	2105,4	2329,7	2239,8	2239,8	13,8	14,8	14,4	14,4	1,2	2,3	1,8	1,8

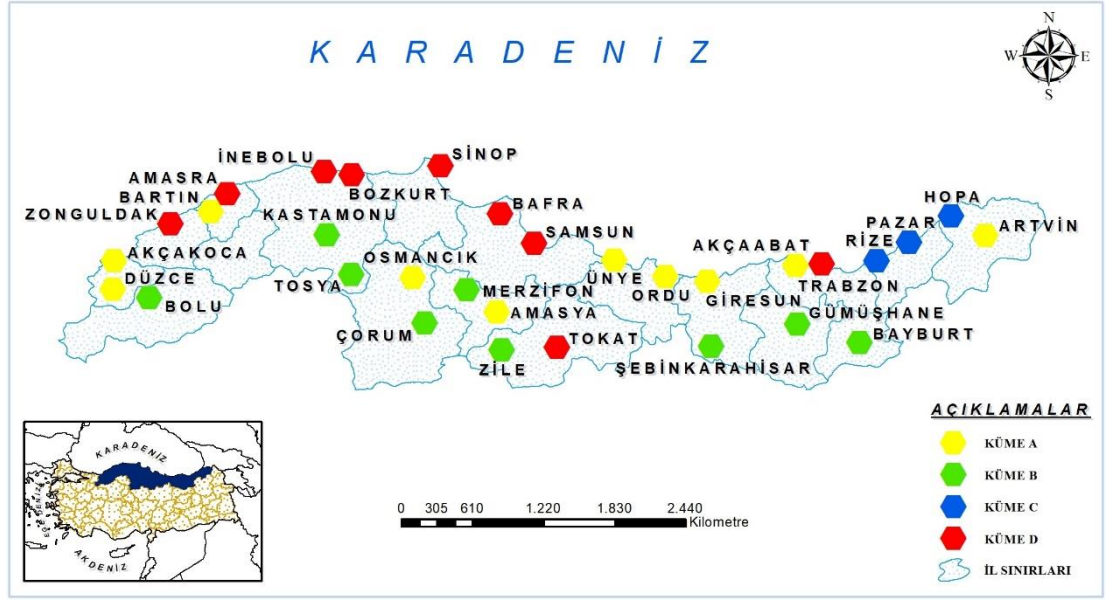


Şekil 5.25. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.25'te gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde D kümesinin bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Ayrıca C kümesinin bir önceki dağılımda yer alan bütünlüğünü koruduğu görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz'de yer alan 17 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. C ve D kümeleri ise sırasıyla Batı ve Doğu Karadeniz kıyı kesimlerinde bulunan 2 ve 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelerdeki istasyonlara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.30'da sunulmaktadır.

Tablo 5.30. Küme sayısı 4 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	423,4	1308,1	869,5	285,3	12,2	15,0	13,9	0,8	1,0	2,8	1,8	0,5
B	444,4	568,6	489,4	49,1	7,2	11,9	10,3	1,4	0,5	1,9	1,3	0,5
C	2105,4	2329,7	2239,8	118,6	13,8	14,8	14,4	0,5	1,2	2,3	1,8	0,6
D	981,6	1053,8	1017,7	51,0	13,5	14,0	13,7	0,3	3,6	4,8	4,2	0,9

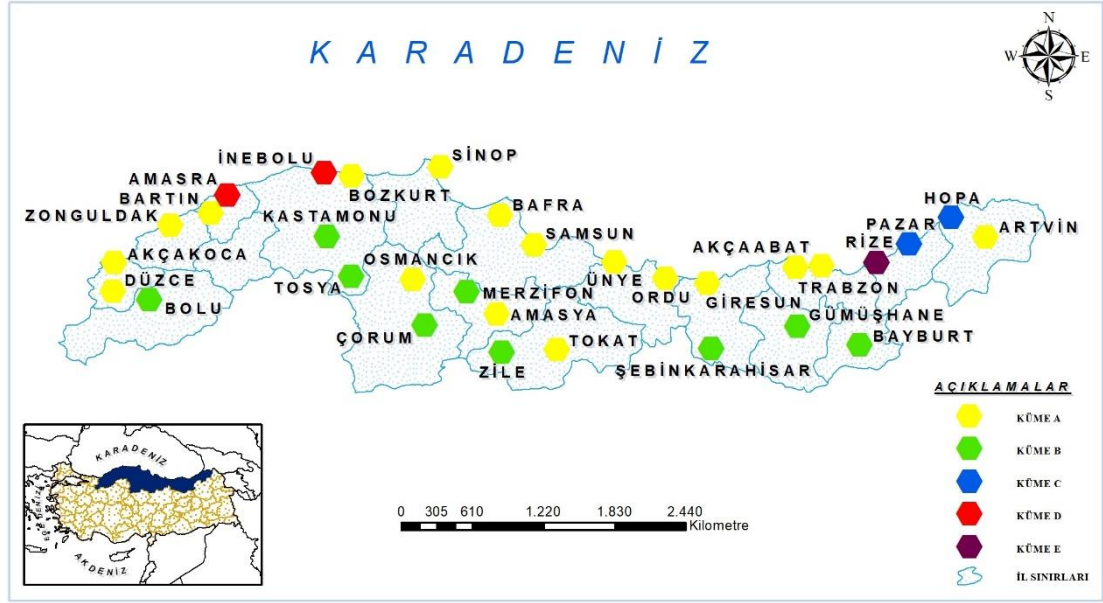


Şekil 5.26. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 4** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.26’da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde Rize, Pazar ve Hopa istasyonlarının bütünlüğünü koruduğu görülmektedir. D kümesinin ise bir önceki dağılımda yer alan A kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A ve D kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan sırasıyla 10 ve 9 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi ise Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen kümelerdeki istasyonlara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.31’de sunulmaktadır.

Tablo 5.31. Küme sayısı 4 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	423,4	1308,1	888,1	304,2	12,2	14,8	13,8	0,9	1,0	1,9	1,5	0,3
B	444,4	568,6	489,4	49,1	7,2	11,9	10,3	1,4	0,5	1,9	1,3	0,5
C	2105,4	2329,7	2239,8	118,6	13,8	14,8	14,4	0,5	1,2	2,3	1,8	0,6
D	444,3	1226,7	881,8	252,9	12,6	15,0	13,9	0,7	2,1	4,8	2,7	0,9

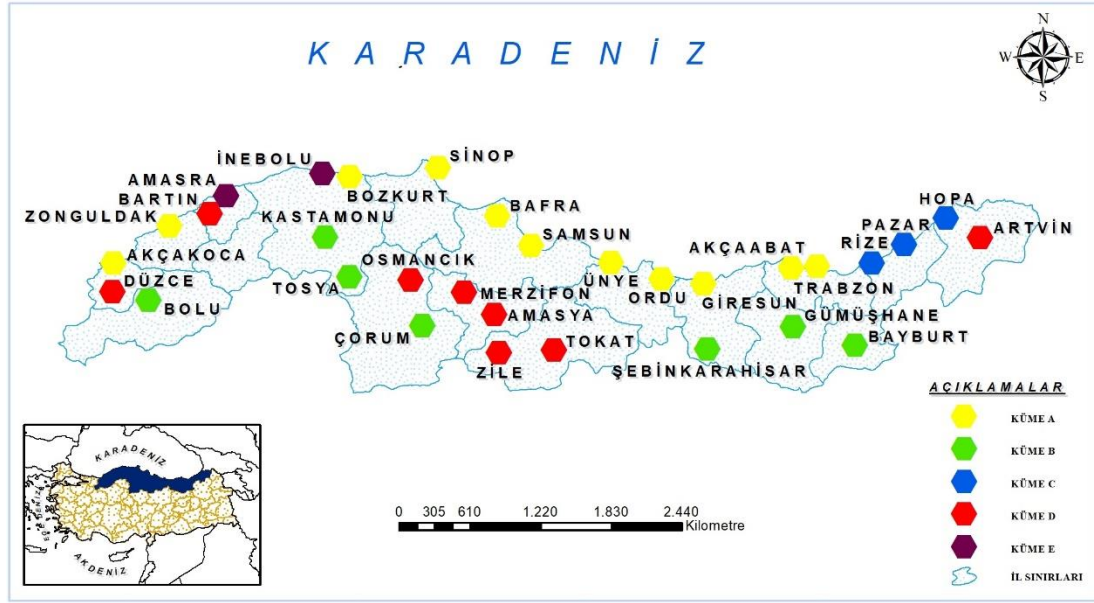


Şekil 5.27. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **K-Ortalamlar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.27’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde E kümesinin bir önceki dağılımda yer alan C kümesinin bir alt kümesi olarak ayrıldığı görülmektedir. Böylece A kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz’de yer alan 17 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 9 istasyondan oluşmaktadır. C ve E kümeleri Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan sırasıyla 2 ve 1 istasyondan oluşmaktadır. D kümesi ise Batı Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen sınıflara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.32’de sunulmaktadır.

Tablo 5.32. Küme sayısı 5 seçilerek K-Ortalamlar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	423,4	1308,1	869,5	285,3	12,2	15,0	13,9	0,8	1,0	2,8	1,8	0,5
B	444,4	568,6	489,4	49,1	7,2	11,9	10,3	1,4	0,5	1,9	1,3	0,5
C	2105,4	2329,7	2217,6	158,6	13,8	14,8	14,3	0,7	1,8	2,3	2,1	0,3
D	981,6	1053,8	1017,7	51,0	13,5	14,0	13,7	0,3	3,6	4,8	4,2	0,9
E	2284,4	2284,4	2284,4	-	14,7	14,7	14,7	-	1,2	1,2	1,2	-



Şekil 5.28. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflar (yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı)

Yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değişkenlerinden oluşan serilerin **Bulanık C-Ortalamalar** yöntemi kullanılarak **küme sayısı 5** seçildiğinde elde edilen sınıflandırma sonuçları Şekil 5.28’de gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde yalnızca C kümesinin bütünlüğünü koruduğu görülmektedir. Burada A ve D kümeleri Batı, Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan sırasıyla 11 ve 8 istasyondan oluşmaktadır. B kümesi Batı, Orta ve Doğu Karadeniz iç kesimlerinde yer alan 7 istasyondan oluşmaktadır. C kümesi Doğu Karadeniz kıyı kesiminde yer alan 3 istasyondan oluşmaktadır. E kümesi ise Batı Karadeniz’de yer alan 2 istasyondan oluşmaktadır. Belirlenen sınıflara ait yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı verilerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 5.33’te sunulmaktadır.

Tablo 5.33. Küme sayısı 5 seçilerek Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile oluşturulan sınıflara ait değerlerin özeti (yağış, mm; sıcaklık, °C; rüzgâr hızı, m/sn)

Küme	Yağış				Sıcaklık				Rüzgâr Hızı			
	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.	Min	Maks	Ort	S.Spm.
A	716,5	1308,1	987,1	234,5	13,2	15,0	14,3	0,6	1,2	2,8	2,0	0,5
B	450,2	568,6	502,2	48,5	7,2	11,4	9,8	1,4	0,9	1,9	1,5	0,3
C	2105,4	2329,7	2239,8	118,6	13,8	14,8	14,4	0,5	1,2	2,3	1,8	0,6
D	423,4	1051,1	601,6	235,4	11,6	13,6	12,7	0,8	0,5	2,2	1,3	0,5
E	981,6	1053,8	1017,7	51,0	13,5	14,0	13,7	0,3	3,6	4,8	4,2	0,9

5.4. Siluet İndeks Analizi Bulguları

Çalışma kapsamında 31 istasyona ait ve periyodu 1982-2020 yılları arasını kapsayan yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serileri ile kümeleme analiz çalışması yapılmıştır. 2’den başlayıp maksimum küme sayısı olarak belirlenen 5’e kadar her bir küme sayısı için K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri kullanılarak sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunu analiz etmek ve optimum küme sayısını belirlemek için Siluet indeks analizinden yararlanılmıştır. Buradan yola çıkarak öncelikle her bir küme sayısı için elde edilen sonuçların Siluet indeks değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra her bir küme sayısı için ortalama Siluet indeks değerleri ve negatif Siluet indeks sayıları belirlenmiştir. Optimum küme sayısı, ortalama Siluet indeks değerinin maksimum olması ve negatif Siluet indeks değerinin bulunmaması koşuluna göre tespit edilmiştir (Sönmez ve Kömüşçü, 2008).

Yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı serileri kullanılarak K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile 2 küme sayısından 5 küme sayısına kadar belirlenen her bir sınıflandırma için ortalama Siluet indeks değerleri ve negatif siluet indeks sayıları Tablo 5.34, 5.35, 5.36, 5.37, 5.38, 5.39, 5.40 ve 5.41’de verilmiştir. Tablolarda Optimum küme sayıları kırmızı renk ile belirtilmektedir. Ayrıca yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı serileri için seçilen en uygun sınıflandırma altı çizili olarak kalın punto ile gösterilmiştir. Analizler bilgisayar ortamında MATLAB R2016a programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.34. K-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,893	0,837	0,844	0,875
Negatif Siluet İndeks Sayısı	-	-	1	-

Tablo 5.35. Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,893	0,837	0,895	0,878
Negatif Siluet İndeks Sayısı	-	-	-	-

Tablo 5.36. K-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (sıcaklık)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,818	0,768	0,705	<u>0,778</u>
Negatif Siluet İndeks Sayısı	1	1	3	-

Tablo 5.37. Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (sıcaklık)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,818	0,768	0,749	0,665
Negatif Siluet İndeks Sayısı	1	1	-	3

Tablo 5.38. K-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (rüzgâr hızı)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,618	0,653	0,584	<u>0,758</u>
Negatif Siluet İndeks Sayısı	5	2	5	-

Tablo 5.39. Bulanık C-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (rüzgâr hızı)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,618	0,703	0,733	0,719
Negatif Siluet İndeks Sayısı	5	-	-	1

Tablo 5.40. K-Ortalamlar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,518	0,539	<u>0,641</u>	0,608
Negatif Siluet İndeks Sayısı	-	2	-	-

Tablo 5.41. Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile yapılan sınıflandırmaların Siluet indeks sonuçları (yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı)

Küme sayısı	2	3	4	5
Ortalama Siluet İndeks Değeri	0,510	0,535	0,464	0,542
Negatif Siluet İndeks Sayısı	1	2	6	-

Tablolar incelendiğinde yağış serileri için optimum küme sayısı 4 tespit edilmiş olup en uygun sınıflandırma sonucu Bulanık C-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir. Sıcaklık serisi için optimum küme sayısı 5 tespit edilmiş olup en uygun sınıflandırma sonucu K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir. Rüzgâr hızı serisi için optimum küme sayısı 5 tespit edilmiş olup en uygun sınıflandırma sonucu K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir. Son olarak yağış-sıcaklık-rüzgâr hızı serisi için optimum küme sayısı 4 tespit edilmiş olup en uygun sınıflandırma sonucu K-Ortalamalar yöntemi ile elde edilmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar kümeleme algoritmaları kullanılarak Karadeniz Bölgesi meteorolojik parametrelerinin benzer özellik gösteren sınıfları belirlenmiştir. Meteorolojik parametre olarak yıllık toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı serileri kullanılan çalışmada öncelikle verilerin kalitesi mutlak homojenlik yöntemleri ile tespit edilmiş olup homojenliğin bozulmasıyla serilerin trend gösterip göstermediği Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri ile araştırılmıştır. Verilerin ön istatistiksel analizi yapıldıktan sonra yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı ve üç değişken birlikte değerlendirilecek şekilde 4 farklı parametreye göre sınıflandırma çalışması gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizi 2'den 5' e kadar 4 farklı küme sayısı için gerçekleştirilmiş olup optimum küme sayısı Siluet indeks analizi ile tespit edilmiştir.

Homojenlik analizi sonuçlarına göre yağış serilerinin 1 istasyon dışında tamamının homojenlik sağladığı görülmektedir. Sıcaklık serilerinin homojenlik sonuçları incelendiğinde hiçbir istasyonda homojenlik sağlanmadığı belirlenmiştir. Rüzgâr hızı serilerinde ise yalnızca 3 istasyonun homojenlik sağladığı tespit edilmiştir. İklim serilerinde yaşanan kırılmaların nedeni Sezen (2018) tarafından da ifade edildiği gibi artış veya azalış trendlerinden kaynaklanabileceği gibi istasyonlarda yaşanan ölçüm hataları, konum değişikliği ya da kıyı kesiminde yer alan istasyonların deniz melteminden etkilenmesi vb. sebeplerden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Trend analizi bulguları değerlendirildiğinde her iki yöntemle göre sıcaklık serilerinde belirlenen anlamlı artış trendleri, küresel iklim değişikliğinin bir etkisi olarak bölgenin zamanla ısınmaya başladığını göstermektedir. Elde edilen trend analizi bulguları Tokgöz (2020) tarafından gerçekleştirilen tez çalışmasına ait bulgular ile kıyaslandığında tercih edilen kayıt aralığı 2020 yılına yaklaştıkça yağış serilerinin trendinde azalma, sıcaklık serilerinin trendinde ise artma meydana geldiği görülmektedir. Bu doğrultuda Karadeniz Bölgesinde ilerleyen yıllarda kuraklığın giderek artacağı düşünülmektedir.

Kümeleme analiz bulgularına bakıldığında **yağış** serileri için en uygun sınıflandırma sonucu **Bulanık C-Ortalamlar** yöntemiyle **4 küme** sayısına göre yapılan sınıflandırma; **sıcaklık** serileri için en uygun sınıflandırma sonucu **K-Ortalamlar** yöntemiyle **5 küme** sayısına göre yapılan sınıflandırma; **rüzgâr hızı**

serileri için en uygun sınıflandırma sonucu **K-Ortalamlar** yöntemiyle **5 küme** sayısına göre yapılan sınıflandırma; **yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızı** serilerinin birlikte değerlendirildiği en uygun sınıflandırma sonucu ise **K-Ortalamlar** yöntemiyle **4 küme** sayısına göre yapılan sınıflandırma olarak tespit edilmiştir. Bulgular incelendiğinde K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar yöntemleri ile elde edilen sonuçların birbirine yakınlık gösterdiği görülmekle birlikte K-Ortalamlar yöntemi ile daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ayrıca elde edilen kümeleme analizi bulguları Zeybekoğlu (2021) tarafından gerçekleştirilen tez çalışmasına ait bulgular ile karşılaştırıldığında, yağış sınıfları bakımından Karadeniz Bölgesinin kıyı ve iç kesimleri her iki çalışma için de birbirinden ayrılmaktadır. Bu durumun deniz etkisinden ve dağların uzanış doğrultusundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Güncel iklim bilgilerini içeren bu tez çalışmasının; taşkın, sel, kuraklık ve fırtına gibi iklim değişikliğinden kaynaklanan afetlere karşı alınacak önlemlerde, arazi kullanımında, sulama sistemlerinin projelendirilmesi ve su kaynaklarının planlanması gibi pek çok mühendislik çalışmalarında konu ile ilgilenen araştırmacılar için başvurulacak bir kaynak olduğu düşünülmektedir.

Öneriler:

- Homojenliğin bozulmasıyla anlamlı eğilimler göstermeyen istasyonların geçmişe dönük bilgilerinin araştırılması ve homojenliği bozan etmenlerin tespit edilmesi önerilmektedir.
- Yağış, sıcaklık ve rüzgâr hızına ek olarak akım, nem ve buharlaşma gibi hidro-meteorolojik parametreleri de dahil ederek literatürde yer almayan çeşitli kombinasyonlar ile iklim sınıflarının belirlenmesi önerilmektedir.
- Hiyerarşik olmayan yöntemlerin dışında Ward metodu gibi hiyerarşik yöntemlerin de dahil edildiği kümeleme çalışmalarının yapılması önerilmektedir.
- Kümeleme analizi çalışmasının Türkiye coğrafyasında yer alan diğer bölgeler için de gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adarsh, S. and Reddy, M. J. (2014). Trend analysis of rainfall in four meteorological subdivisions of southern India using nonparametric methods and discrete wavelet transforms. *International Journal of Climatology*. 35(6). 1107-1124.
- AFAD (2020). Afet yönetimi kapsamında 2019 yılına bakış ve doğa kaynaklı olay istatistikleri. *T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*, Ankara.
- Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology*. 6(6). 661-675.
- Alexandersson, H. and Moberg, A. (1997). Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*. 17(1). 25-34.
- Atabey, S. (2018). *Bitlis ve Muş illerinde iklim değişkenlerinin trend analizleri ve karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Ay, M. and Kişi, O. (2014). Investigation of trend analysis of monthly total precipitation by an innovative method. *Theoretical and Applied Climatology*. 120(3-4). 617-629.
- Aydın, M. ve Öz, A. (2021). Van Gölü Havzasında hidrometeorolojik verilerin eğilim analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 36(2). 441-456.
- Aytulun, U. (2019). *İklim değişikliğinin Susurluk ve Van Gölü havzalarının meteorolojik verilerine etkisinin trend analiz yöntemleri ile araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- Bezdek, J. C. (1981). Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms. *New York: Plenum Press*.
- Buishand, T. A. (1982). Some methods for testing of rainfall records. *Journal of Hydraulics*. 58. 11-27.
- Burn, D.H. and Goel, N. K. (2000). The Formation of Groups for Regional Flood Frequency Analysis. *Hydrological Sciences Journal*. 45(1). 97-112.
- Büyükyıldız, M. (2004). *Sakarya havzası yağışlarının trend analizi ve stokastik modellemesi*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Calinski, R.B. and Harabasz, J. (1974). A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics*. 3. 1-27.
- Çakmak, Ö. (2019). *Büyük Menderes Havzası örneğinde yağış verilerinde aylık ve yıllık eğilim analizleri*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Çiflik, D. (2012). *Ege Bölgesi DSİ istasyonlarında ölçülen yıllık toplam yağışların trend analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Çoban, E. (2013). *İklim değişikliğinin Türkiye genelindeki yağış eğilimlerine etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Dalkılıç, H. Y. (2019). Yağışların Trend Analizi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 12(3). 1537-1549.

- Demircan, M., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N. ve Çiçek, İ. (2017). “İklim değişikliği ve halk takvimi: Maksimum sıcaklık desenleri ve değişimi”. *IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul.
- Dikbas, F., Firat, M., Koc, A.C. and Gungor, M. (2011). Classification of precipitation series using fuzzy cluster method. *International Journal of Climatology*. 32(10). 1596-1603.
- Dunn, J. C. (1974). A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact, well-separated clusters. *Journal of Cybernetics*. 3(3). 32–57.
- Elouissi, A., Şen, Z. and Habi, M. (2016). Algerian rainfall innovative trend analysis and its implications to Macta watershed. *Arabian Journal of Geosciences*. 9. 303.
- Em, A. (2005). *Hidrolojik değişken yağışa göre GAP Bölgesindeki kuraklığın trend analizi bakımından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Emek, M.F. (2014). *Doğu Anadolu Bölgesi Yıllık ve Aylık Toplam Yağışların Trend Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ercan, B. and Yüce, M. İ. (2017). Trend analysis of hydro-meteorological variables of Kızılırmak basin. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 6. 333-340.
- Erinç, S. (1949). The climates of Turkey according to Thornthwaite’s classifications, *Ann. Assoc. Am. Geograp*. 39. 26–46.
- Erkan, M. A., Güser, Y., Odabaşı, E., Çamalan, G., Kılıç, G., Soydam, M. ve Çetin, S. (2021). *2020 yılı meteorolojik afetler değerlendirmesi*. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Firat, M., Dikbaş, F., Koç, A. C. and Güngör, M. (2012). Classification of annual precipitations and identification of homogeneous regions using k-means Method. *Technical Journal*. 23(113). 6037-6050.
- Google (2021). Karadeniz Bölgesi. *Google Earth Pro*. Erişim Tarihi: 01.09.2021, https://earth.google.com/web/@43.55787966,35.59443088,2783030.67909235a,0d,35y,0.6295h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=tr.
- Gümüş, V. (2006). *Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Günay Atbaş, A. C. (2008). *Kümeleme analizinde küme sayısının belirlenmesi üzerine bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Ankara.
- Hadi, S. J. and Tombul, M. (2018). Long-term spatiotemporal trend analysis of precipitation and temperature over Turkey. *Meteorological Applications*. 25(3). 445-455.
- Hall, M.J. and Minns, A.W. (1999). The Classification of Hydrologically Homogeneous Regions. *Hydrological Sciences Journal*. 44(5). 693-704.
- Helsel, D. R. and Hirsch, R. M. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Ismael, R. S. (2021). *Trend analysis of monthly meteorological data of North Iraq region*. Master of Science (MSc) Thesis. Harran University Graduate School of Natural & Applied Sciences Civil Engineering Department, Samsun, Turkey.
- Işık, M. ve Çamurcu, A.Y. (2010). K-Means ve Aşırı Küresel C-Means algoritmaları ile belge madenciliği. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 22. 1-18.

- İB (2021). Türkiye'nin Nüfus Haritası. *T.C. İçişleri Bakanlığı*. Erişim: 03 Eylül 2021, <https://www.icisleri.gov.tr/turkiyenin-nufus-haritasi-10072021#>
- İçağa, Y. (1994). *Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods*. MSc Thesis. Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey.
- İçağa, Y. ve Harmancıoğlu, N. (1995). ‘‘Yeşilirmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi’’. *Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi*, 20-22 Aralık, Ankara, Türkiye, 482-497.
- İsen, E. (2017). *Anfîs ve Bulanık C-Ortalamalar yöntemleri tabanlı çok kriterli envanter sınıflandırma modeli*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- İyigün, C., Türkeş, M., Batmaz, İ., Yozgatlıgil, C., Purutçuoğlu, V., Kartal Koç, E. and Öztürk, M. Z. (2013). Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method. *Theor Appl Climatol.* 114. 95-106.
- Jaruskova, D. (1996). Change-point detection in meteorological measurement. *Monthly Weather Review*, 124(7): 1535-1543. doi: [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1996\)1242.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1996)1242.0.CO;2).
- Johnson, A.R. and Wichern, D.W. (1988). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall International Editions. New Jersey, p.554.
- Kahya, E. and Kalaycı, S. (2004). Trend Analysis of Streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*. 289. 128-144.
- Kankal, M. ve Akçay, F. (2019). Trabzon ili yağışlarının eğilim analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 9(2). 318-331.
- Karahan, H. (2012). Determining rainfall-intensity duration frequency relationship using Particle Swarm Optimization. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 16(4). 667-675.
- Kendall, M., G. (1975). *Rank Correlation Methods*, Charles Griffin, London, 135p.
- Kite, G., (1991). ‘‘Looking for Evidence of Climatic Change in Hydrometeorological Time Series’’. *Western Snow Conference*. Washington, Alaska.
- Korkmaz, B. ve Efe, B. (2021). Samsun ve Bafra yağış verilerinin trend analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. (23). 844-850.
- Kruse, R., Borgelt, C. and Nauck, D. (1999). ‘‘Fuzzy Data Analysis: Challenges and Perspectives’’, *IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems 1999 (FUZZIEEE99)*, Seoul, 1211-1216.
- Kulkarni, A. and Kripalani, R. (1998). Rainfall patterns over India: Classification with fuzzy c-means method. *Theor. Appl. Climatol.* 59. 137–146.
- Longobardi, A. and Villani, P. (2010). Trend analysis of annual and seasonal rainfall time series in the Mediterranean area. *International Journal of Climatology*. 30(10). 1538-1546
- Mann, H., B. (1945). Non-parametric Tests against Trend. *The Econometric Society*. 13(3). 245-259.
- Nemli, M. Ö. (2017). *Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yıllık maksimum yağışların trend analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Odabaşı, D. (2016). *İstanbul’daki iklim değişikliğinin kanıtı için hidrometeorolojik veriler ile eğilim analizi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Owen, D. B. (1962). *Handbook of statistical tables*. Reading: Addison Wesley.

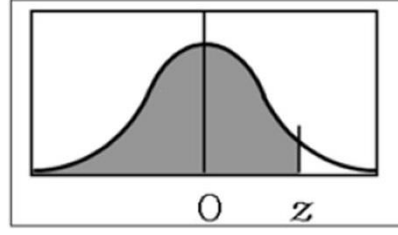
- Özkoca, T. (2015). *Orta Karadeniz kıyı illerinin hidrometeorolojik verilerinin trend analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22(1). 47-65.
- Özyıldırım, S. (2019). *İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağış değişkenlerinin eğilim analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yozgat.
- Pal, N.R. and Bezdek, J.C. (1995). On Cluster validity fort he fuzzy c-means model. *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*. 3. 370-379.
- Partal, T. (2003). *Türkiye yağış verilerinin trend analizi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Partal, T. and Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Proseses*. 20(9). 2011–2026.
- Peterson, T., C., Easterling, D., R., Karl, T., R., Groisman, P., Nicholls, N., Plummer, N., Torok, S., Auer, I., Boehm, R., Gullett, D., Vincent, L., Heino, R., Tuomenvirta, H., Mestre, O., Szentimrey, T., Salinger, J., Forland, E., J., Hanssen- Bauer, I., Alexandersson, H., Jones, P. and Parker, D. (1998). Homogeneity Adjustments of in Situ Atmospheric Climate Data: A Review. *International Journal of Climatol*. 18(13). 1493–1517.
- Pettitt, A. (1979). A non-parametric approach to the change-point detection. *Applied Statistics*. 28. 126-135.
- Rao, A. R. and Srinivas, V. V. (2006). Regionalization of watersheds by fuzzy cluster analysis. *Journal of Hydrology*. 318. 57–79
- Rau, P., Bourrel, L., Labat, D., Melo, P., Dewitte, B, Frappart, F., Lavado, W. and Felipe, O. (2017). Regionalization of rainfall over the Peruvian Pacific slope and coast. *International Journal of Climatology*. 37(1). 143-158.
- Rousseuw, P.J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 20.p.53-65.
- Sayemuzzaman, M. and Jha, M. K. (2014). Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina, United State. *Atmospheric Research*. 137. 183-194.
- Saygılı, R. (2015). Coğrafya harita. Erişim: 20 Ağustos 2021, <http://cografyaharita.com/index.html>.
- Saygılı, R. (2020). Coğrafya harita. Erişim: 20 Ağustos 2021, <http://cografyaharita.com/index.html>.
- Schonwiese C. D. and Rapp, J. (1997). Climate trend atlas of Europe Based on observations 1891–1990. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sezen, C. (2018). *Küresel Atmosferik İndislerin Türkiye'deki Sıcaklık ve Yağış Verilerine Olan Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Sneyers, R. (1991). On the statistical analysis of series of observations (No. 143). *World Meteorological Organization (WMO)*: Geneva; 192.
- Soltani, S. and Modarres, R. (2006). Classification of spatio temporal pattern of rainfall in Iran using a hierarchical and divisive cluster analysis. *Journal of Spatial Hydrology*. 6(2). 1-12.

- Sönmez, İ. and Kömüşçü, A. (2008). Redefinition rainfall regions using k-means clustering methodology and changes of sub period. *İklim Değişikliği ve Çevre*. 1. 38–49.
- Swain, S., Verma, M. and Verma, M. K. (2015). Statistical trend analysis of monthly rainfall for Raipur District, Chhattisgarh. *International Journal Advanced Engineering Research Studies*. 4(2). 87–89.
- Şahin, S. (2009). *Yapay sinir ağlarının iklim bölgelerinin belirlenmesinde kullanılması ve Ward metodu ile karşılaştırılması*. Doktora Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şahin, S. and Cıgızoğlu, H. K (2012). The sub-climate regions and the sub-precipitation regime regions in Turkey. *Journal of Hydrology*. 450-451. 180-189.
- Şenocak, S. ve Emek, M. F. (2019). Trend analizi yöntemleri kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi aylık yağış miktarlarının değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. (17). 807-822.
- Terzi, Ö. ve İlker, A. (2020). Kızılırmak Havzası'nda sıcaklık değerlerinin trend analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 24(3). 626-634.
- Terzi, Ö. ve İlker, A. (2021). Yağış verilerinin trend analizi: Kızılırmak Havzası örneği. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*. 9(2). 371-377.
- Tibshirani, R., Walther, G. and Hastie, T. (2001). Estimating the number of cluster in a data set via the gap statistic. *J. R. Statist. Soc. B*. 63(2). 441-423.
- Tokgöz, S. (2020). *Karadeniz Bölgesinde yağış ve sıcaklık verilerinin Yenilikçi Şen yöntemi ile trend analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Turak, A., Balkız, Ö., Ambarlı, D., Durmuş, M., Özkil, A., Yalçın, S., Özüt, D., Kınıkoğlu, Y., Meydan Kocaman, T., Cengiz, S., Albayrak, F., Kurt, B., Zeydanlı, U. ve Bilgin C. (2011). Doğa Koruma Merkezi (DKM) Karadeniz Bölgesi Sistemik Koruma Planlaması, Ankara.
- Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey, *Int. J. Climatol*. 16(9). 1057-1076.
- Türkeş, M. (1999). Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23(5): 363-380.
- Türkeş, M., Sumer, U. M. and Demir, İ. I. (2002). Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929– 1999. *International Journal of Climatology*. 22(8): 947-977. doi: 10.1002/joc.777
- Türkeş, M. (2010). “Küresel iklim değişikliği: Başlıca Nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler ve etkileri”. *Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu*, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ülke, A. ve Özkoca, T. (2018). Sinop, Ordu ve Samsun illerinin sıcaklık verilerinde trend analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 8(2). 455-463.
- Ünal, Y., Kındap, T. and Karaca, M. (2003). Redefining the climate zones of Turkey using cluster analysis. *Int. J. Climatol*. 23. 1045–1055.
- Von Neumann, J. (1941). Distribution of the ratio of the mean square successive difference to the variance. *Annals of Mathematical Statistics*. 13. 367– 395.
- Wijngaard, J., Klein, T. A. and Können, G. (2003). Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. *International Journal of Climatology*. 23(6). 679-692.

- Yılmaz, C. B., Demir, V. ve Sevimli, M. F. (2021). Doğu Karadeniz Bölgesi meteorolojik parametrelerinin trend analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. (24). 489-496.
- Yüce, Ş., Ercan, B., Eşit, M., Ünsal, M. ve Yüce, M. İ. (2018). Seyhan havzası yağış verilerinin eğilim analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*. 3(2). 47-54.
- Yükseler, U., Dursun, Ö. F. ve Alashan, S. (2021). Yağışların mevsimsel değişimlerinin trend analiz yöntemleri ile araştırılması: Bingöl ili örneği. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*. 8(1). 45-59.
- Zeybekoğlu U. (2016). *Standart süreli yağış şiddetlerinin eğilim analizi yöntemleriyle incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Zeybekoğlu, U. (2018). Bulanık C Ortalamalar yöntemi ile Karadeniz Bölgesi standart süreli yağış şiddetlerinin kümelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 8(1). 147-154.
- Zeybekoğlu, U. (2021). *Yağış şiddet süre frekans bağıntılarının sezgisel optimizasyon algoritmaları kullanılarak Türkiye ölçeğinde belirlenmesi*. Doktora Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Zeybekoğlu, U. and Ülke Keskin, A. (2020). Defining rainfall intensity clusters in Turkey by using the fuzzy c-means algorithm. *Geofizika*. 37(2). 181-195.
- Zeybekoğlu, U. ve Partal, T. (2018). Sinop iline ait aylık ve yıllık yağış yükseklikleri ile standart süreli yağış şiddetlerinin farklı trend analizi yöntemleriyle değerlendirilmesi. *İklim Değişikliği ve Çevre*. 3(1). 1-8.
- Zhang, Y., Wang, W., Zhang, X. and Li, Y. (2008). A cluster validity index for fuzzy clustering. *Information Sciences*. 178. 1205-1218

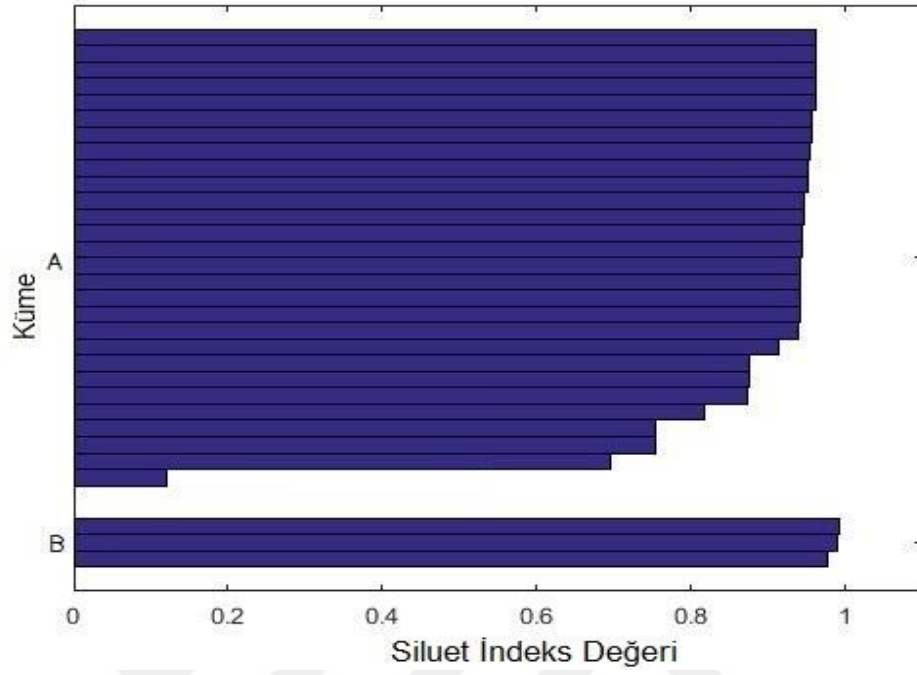
EKLER

Ek 1. Standart Normal Dağılım Tablosu

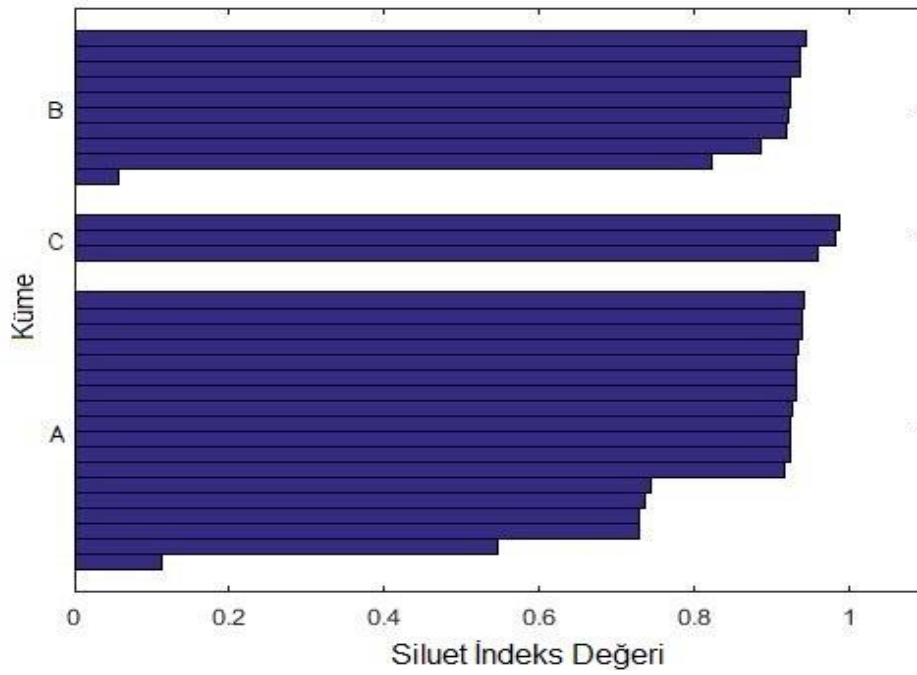


z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952

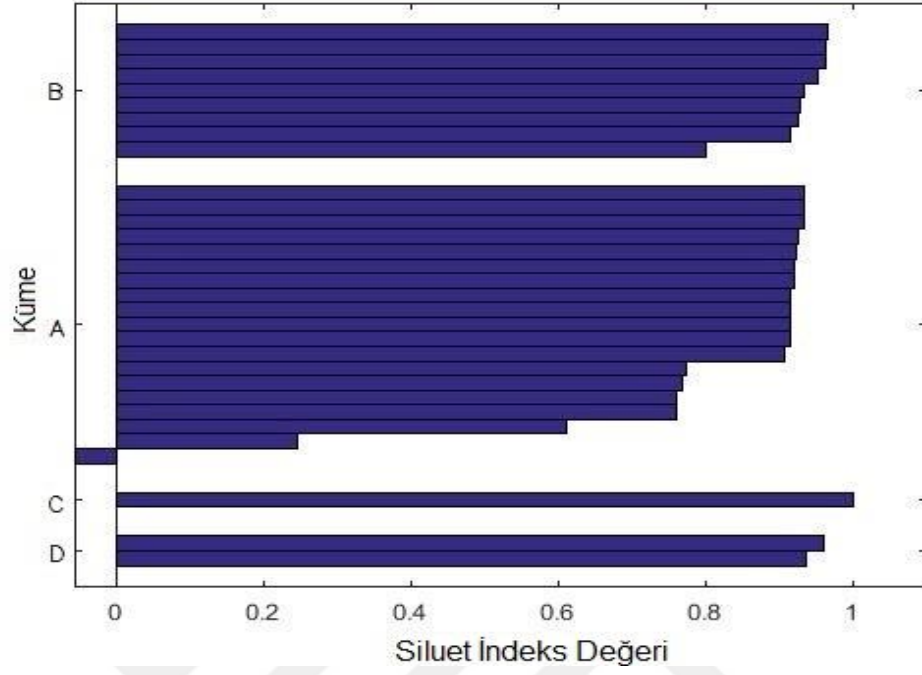
Ek 2. Küme Sayısı 2 Seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar Yöntemleri İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış)



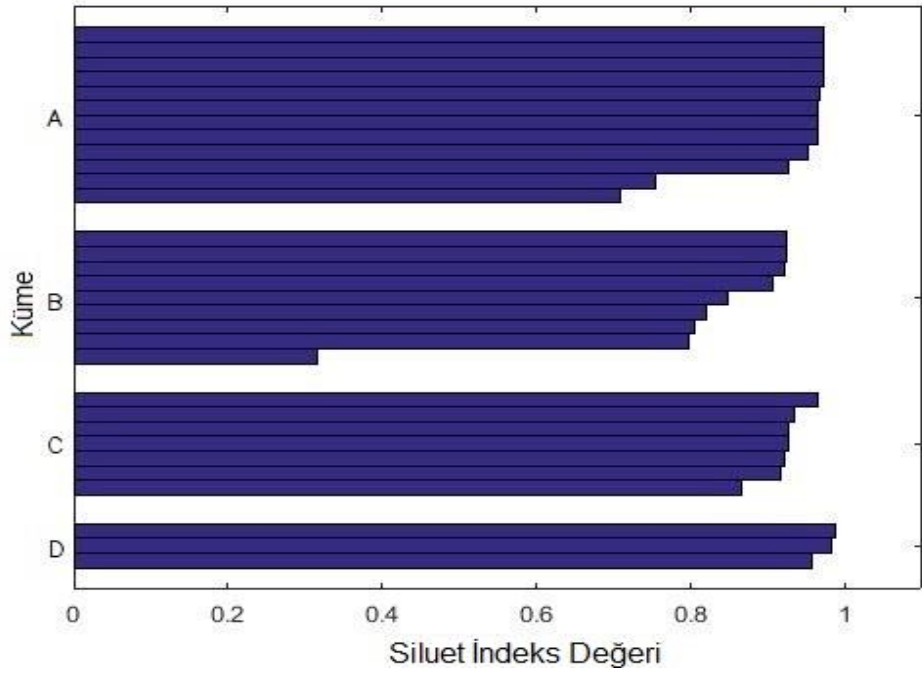
Ek 3. Küme Sayısı 3 Seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar Yöntemleri İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış)



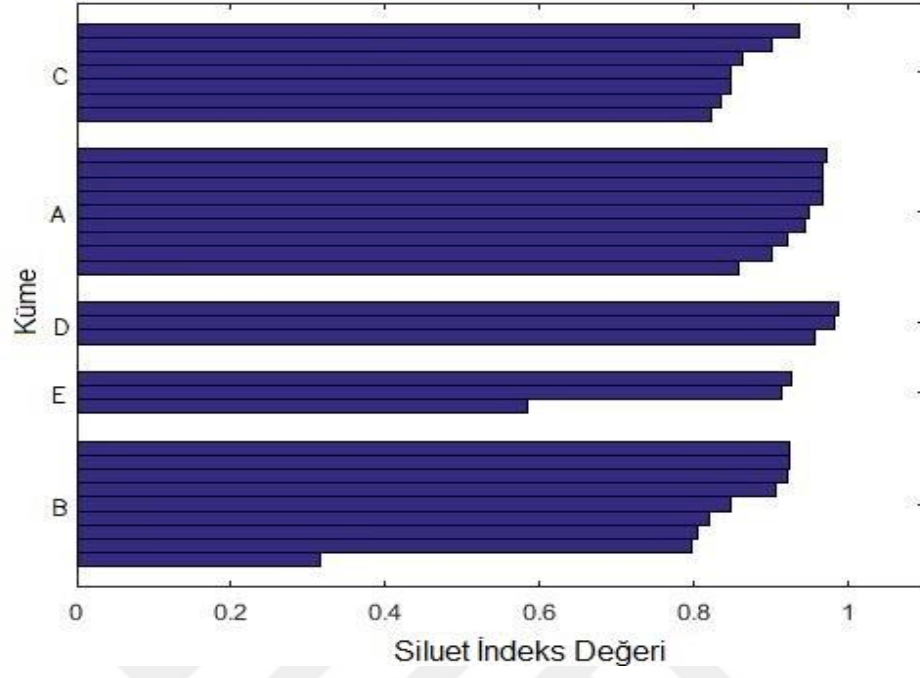
Ek 4. Küme Sayısı 4 Seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış)



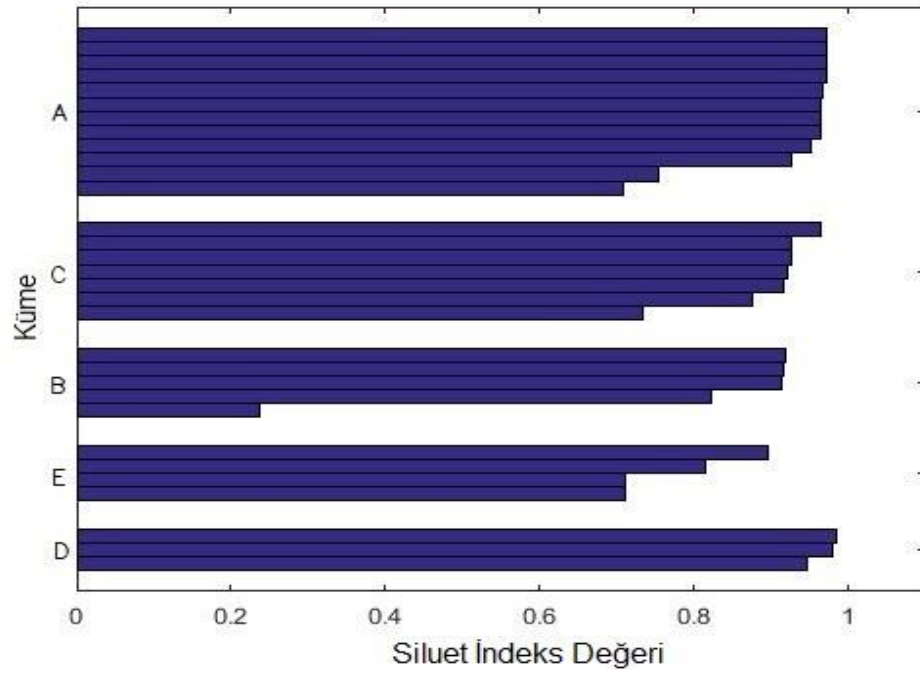
Ek 5. Küme Sayısı 4 Seçilerek Bulanık C-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış)



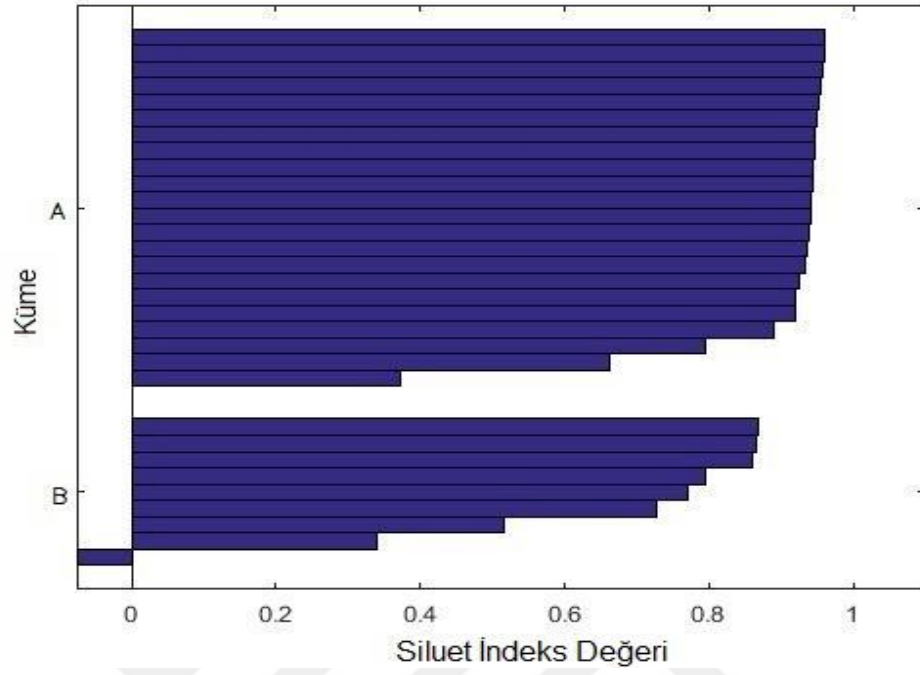
Ek 6. Küme Sayısı 5 Seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış)



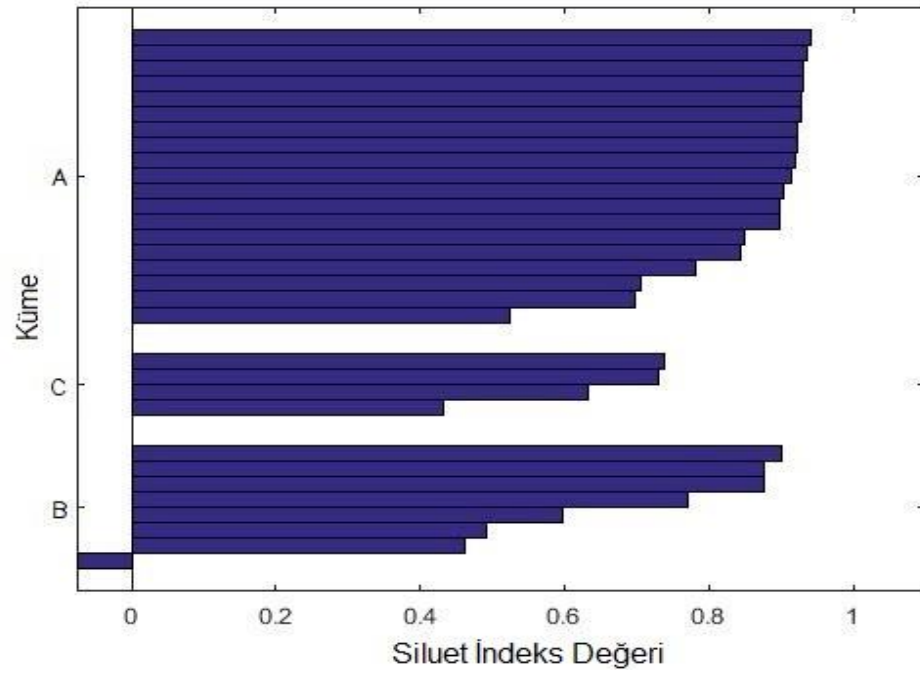
Ek 7. Küme Sayısı 5 Seçilerek Bulanık C-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış)



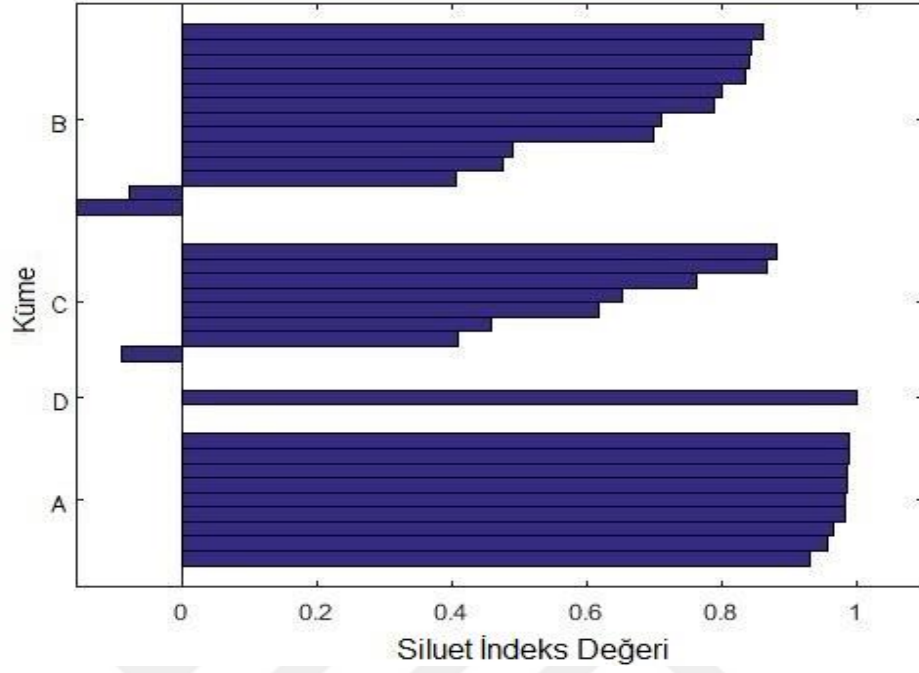
Ek 8. Küme Sayısı 2 Seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar Yöntemleri İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Sıcaklık)



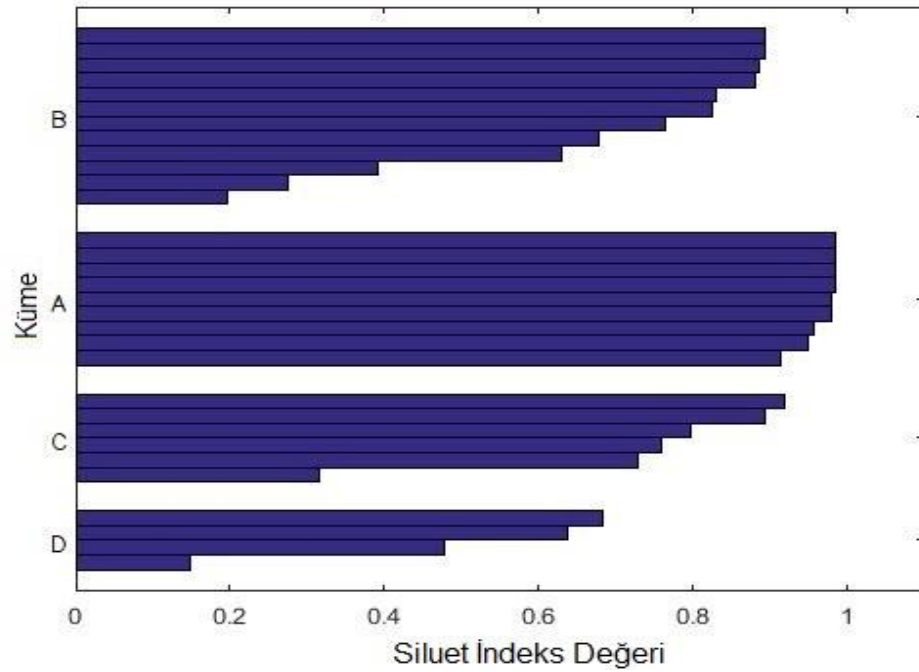
Ek 9. Küme Sayısı 3 Seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar Yöntemleri İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Sıcaklık)



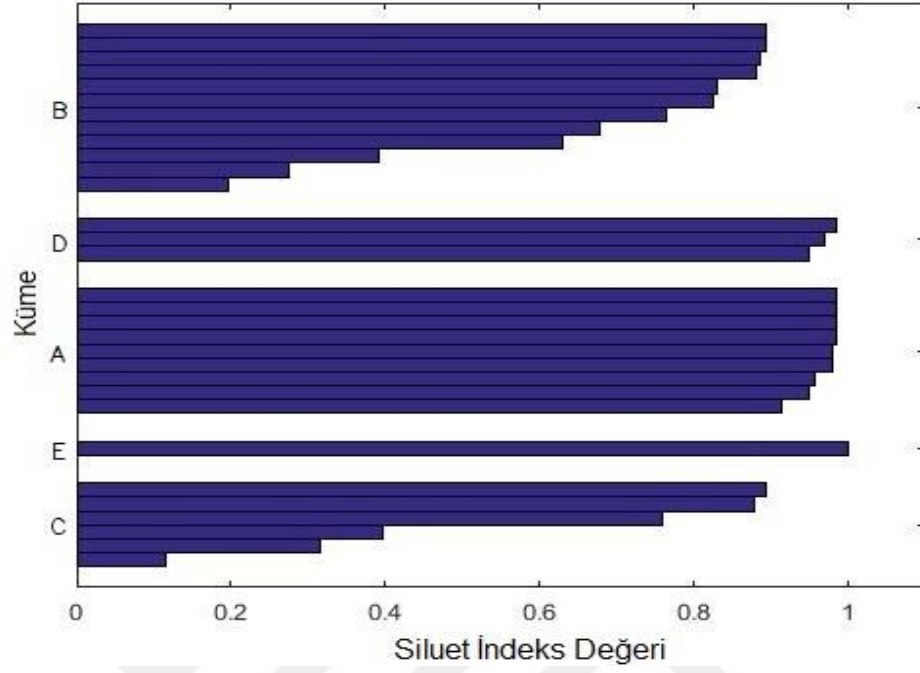
Ek 10. Küme Sayısı 4 Seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Sıcaklık)



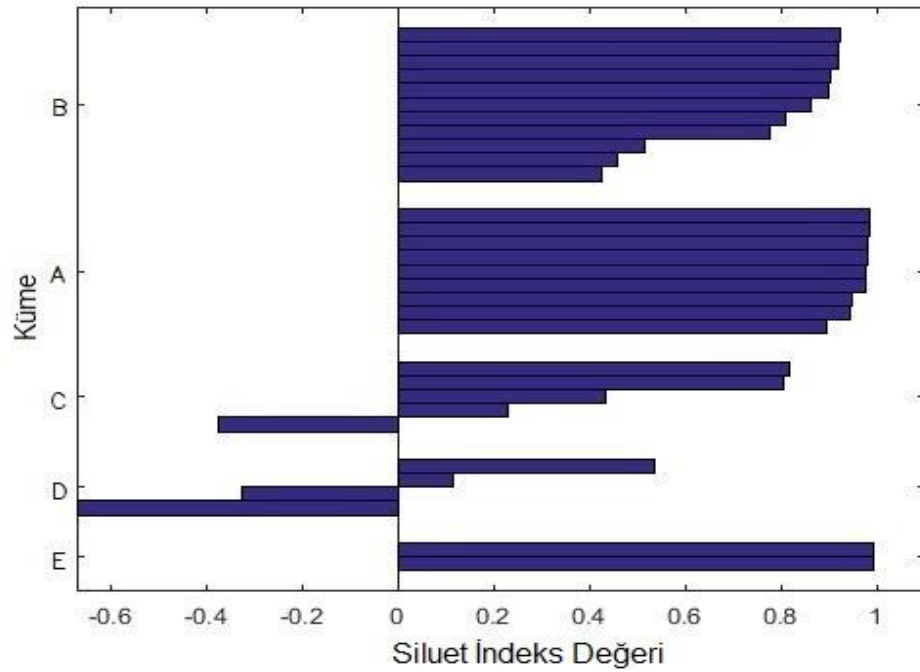
Ek 11. Küme Sayısı 4 Seçilerek Bulanık C-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Sıcaklık)



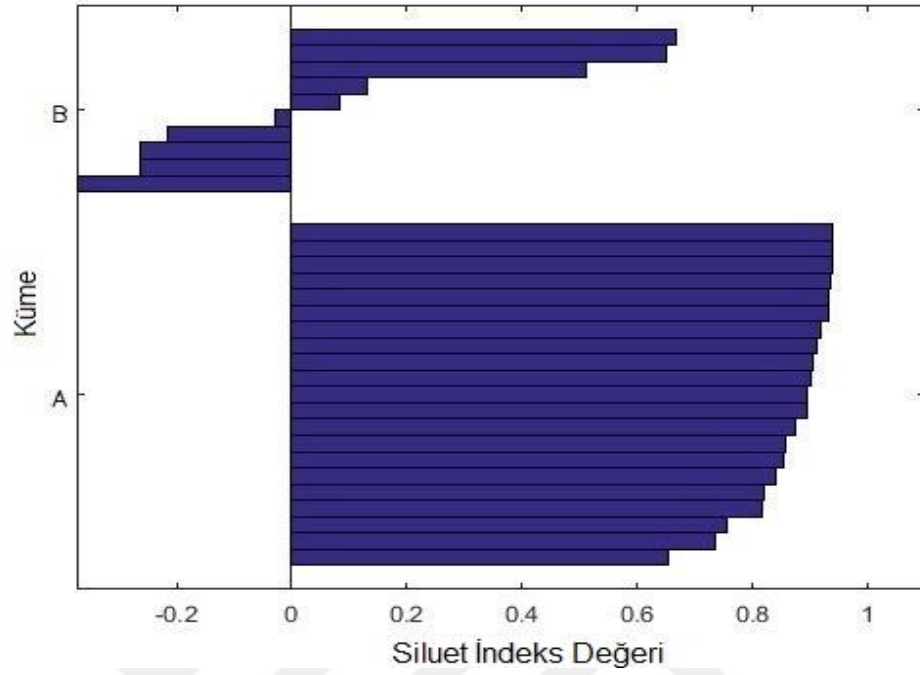
Ek 12. Küme Sayısı 5 Seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Sıcaklık)



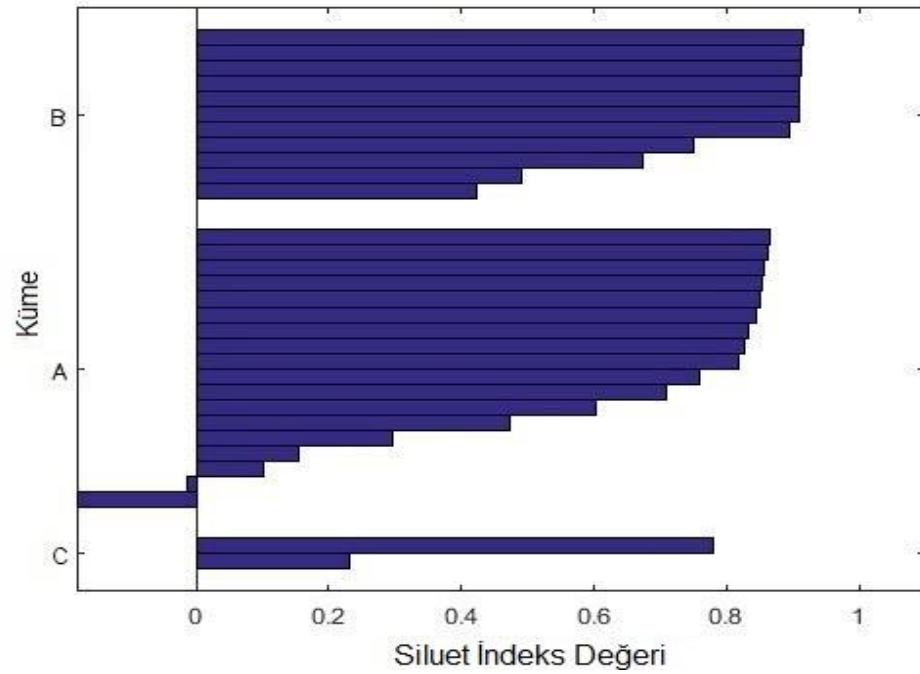
Ek 13. Küme Sayısı 5 Seçilerek Bulanık C-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Sıcaklık)



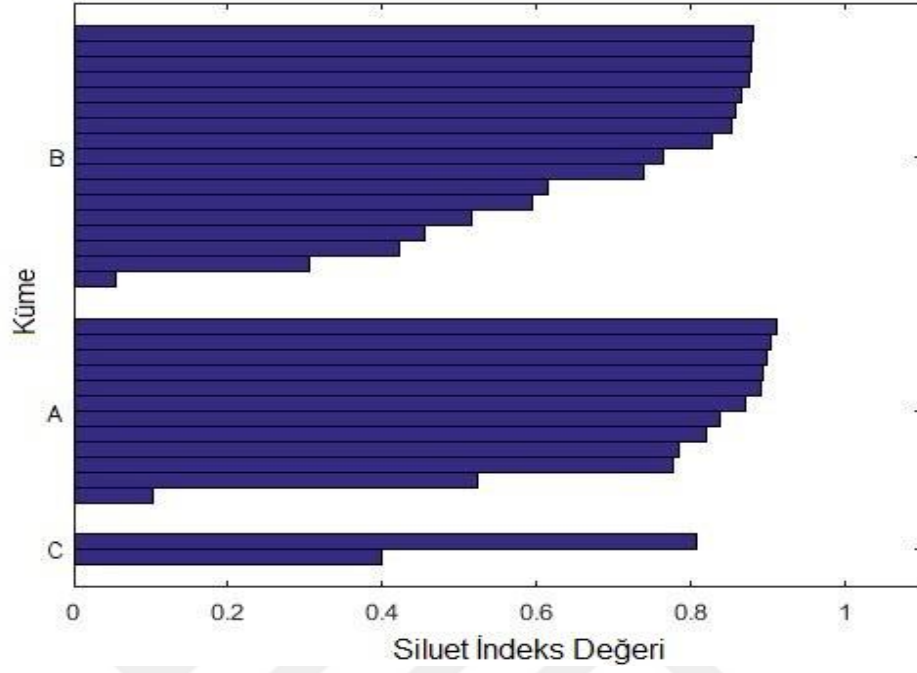
Ek 14. Küme Sayısı 2 Seçilerek K-Ortalamlar ve Bulanık C-Ortalamlar Yöntemleri İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



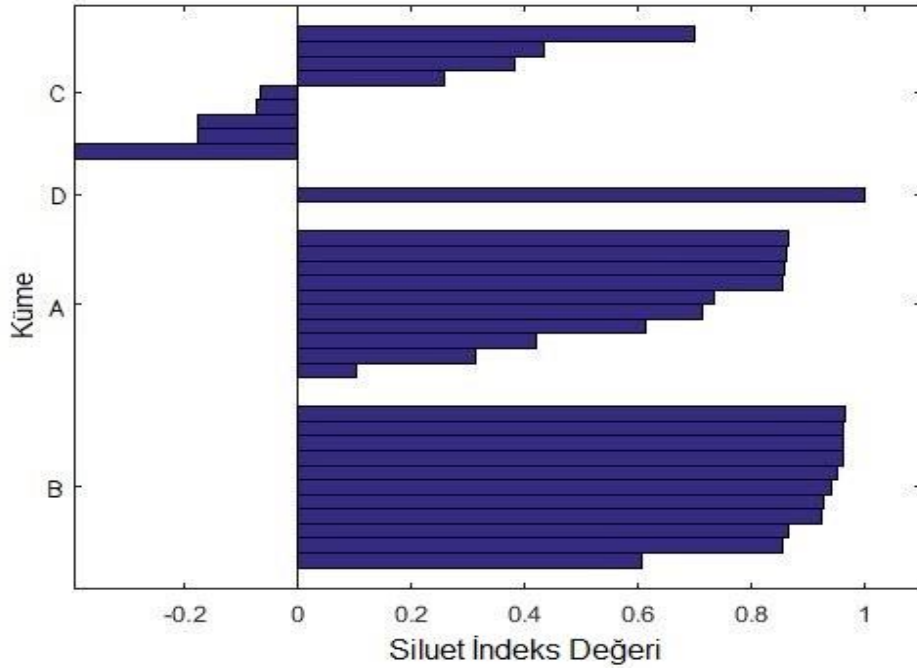
Ek 15. Küme Sayısı 3 Seçilerek K-Ortalamlar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



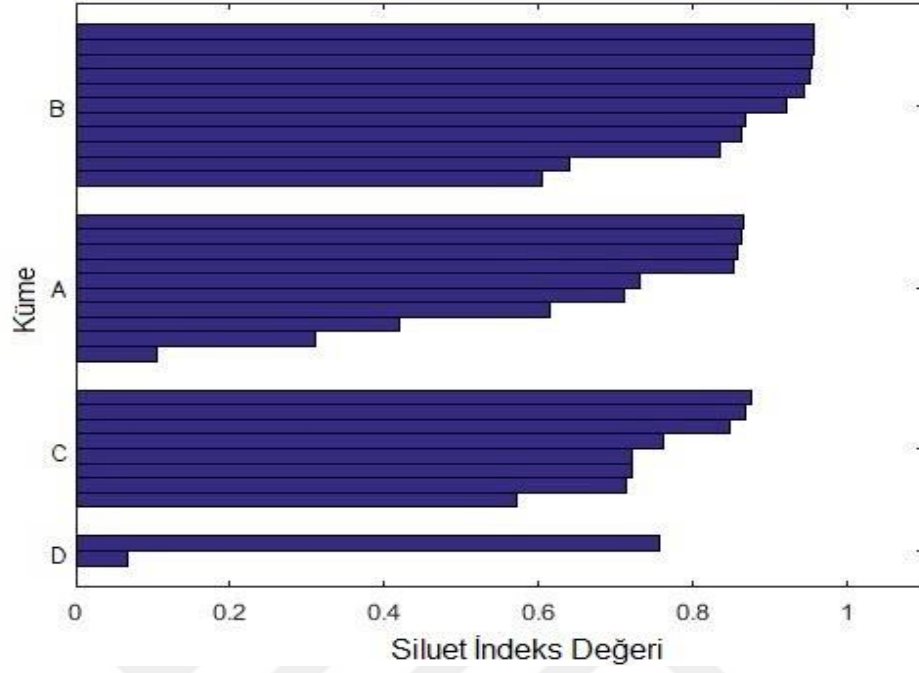
Ek 16. Küme Sayısı 3 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



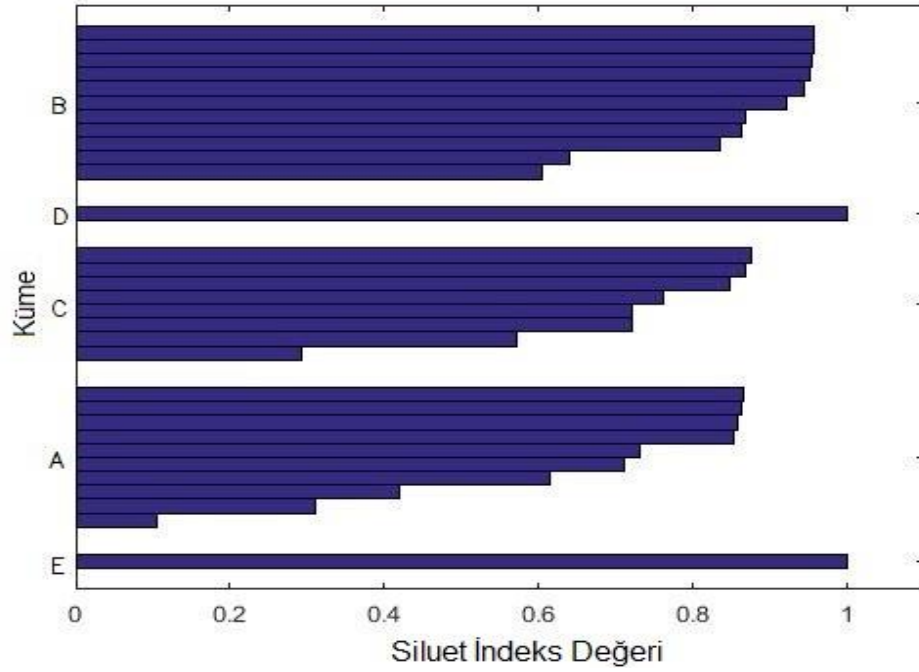
Ek 17. Küme Sayısı 4 Seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



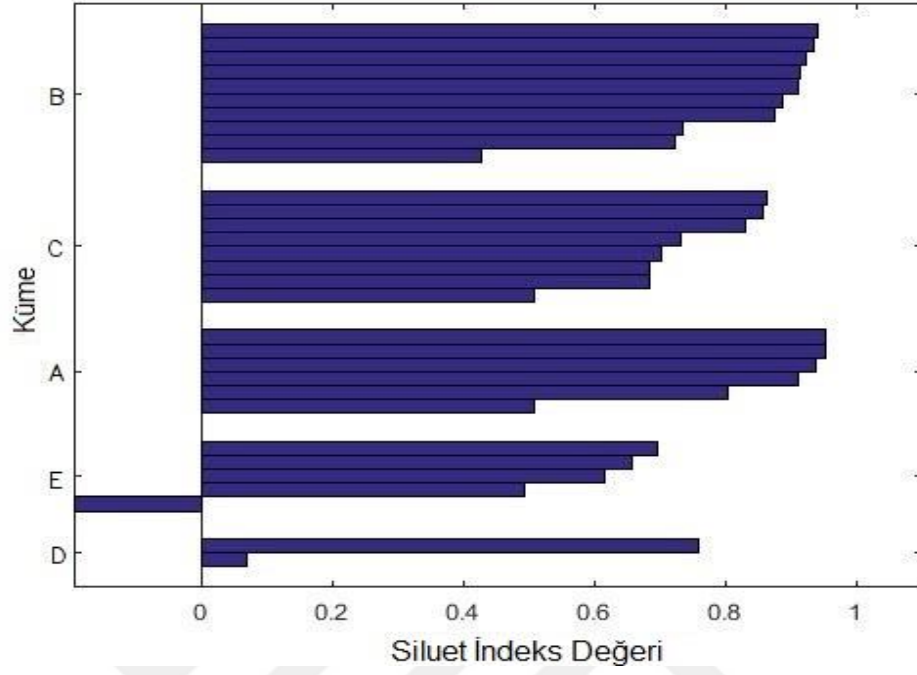
Ek 18. Küme Sayısı 4 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



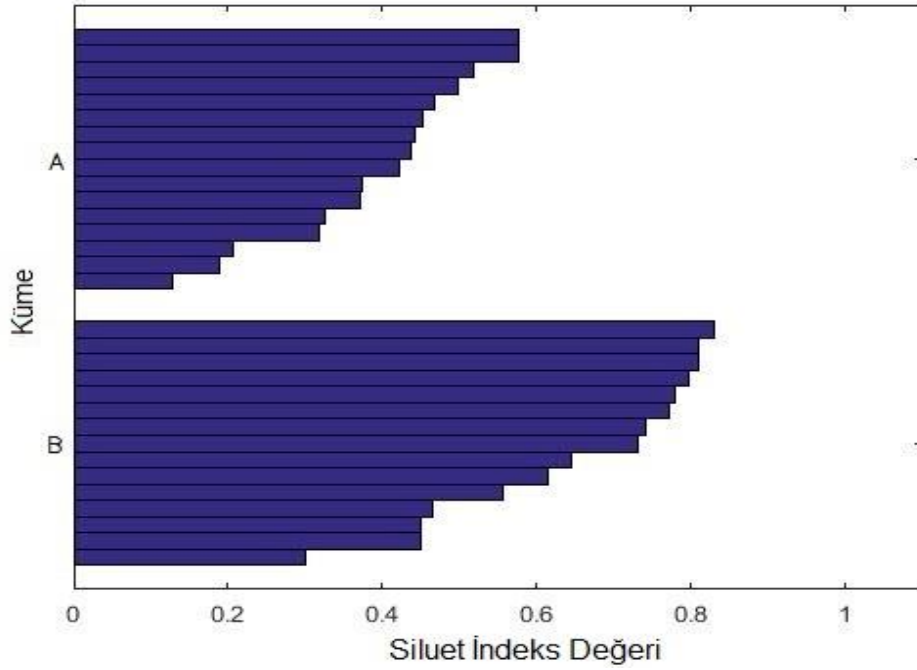
Ek 19. Küme Sayısı 5 Seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



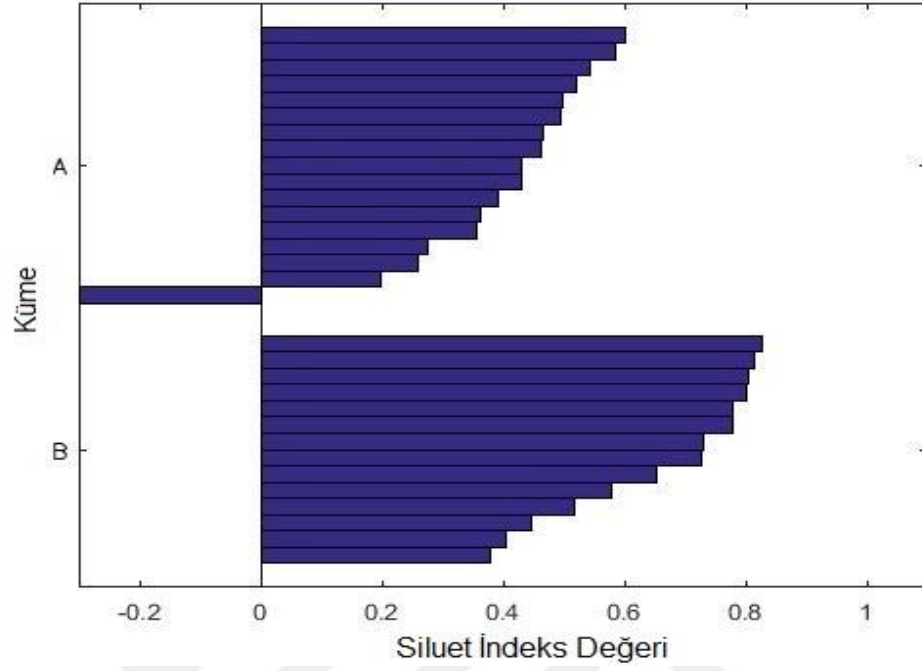
Ek 20. Küme Sayısı 5 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Rüzgâr Hızı)



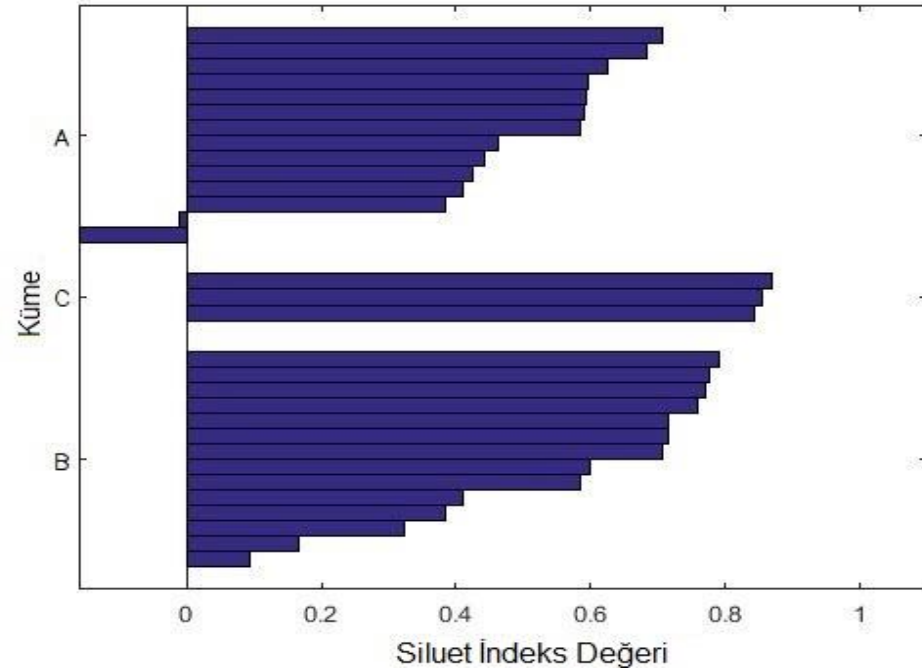
Ek 21. Küme Sayısı 2 Seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



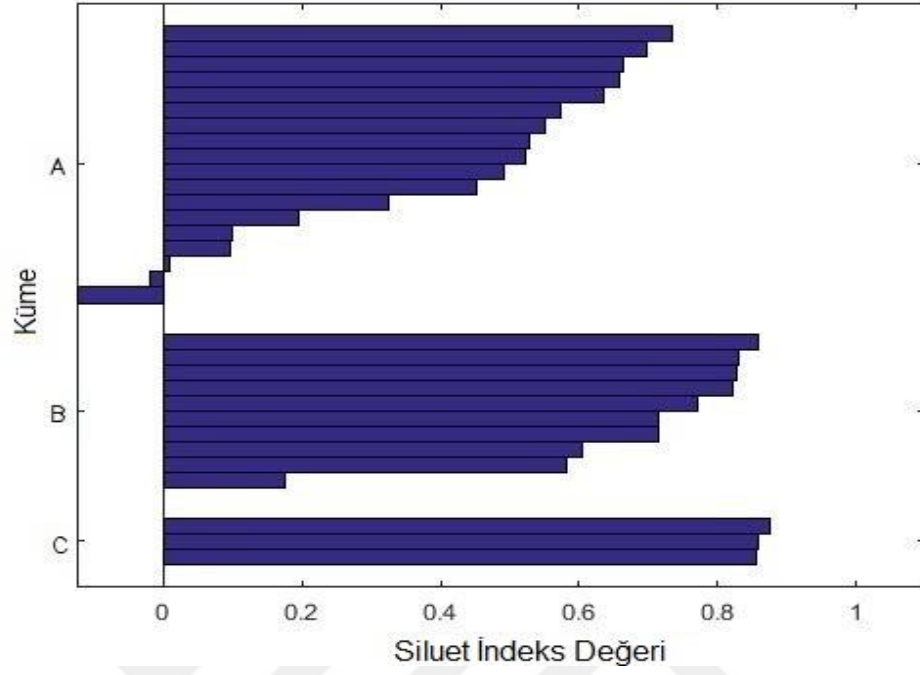
Ek 22. Küme Sayısı 2 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



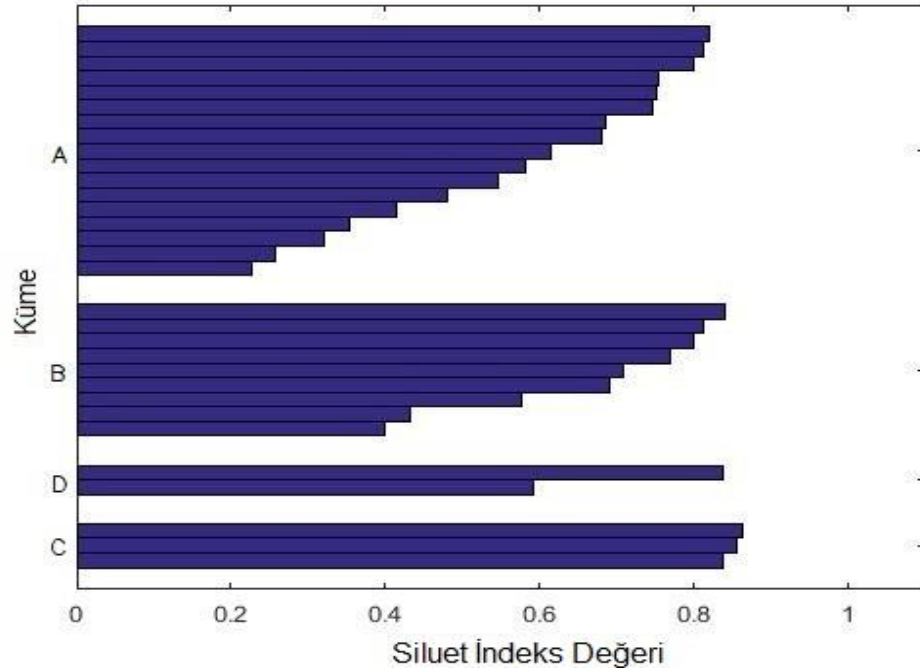
Ek 23. Küme Sayısı 3 Seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



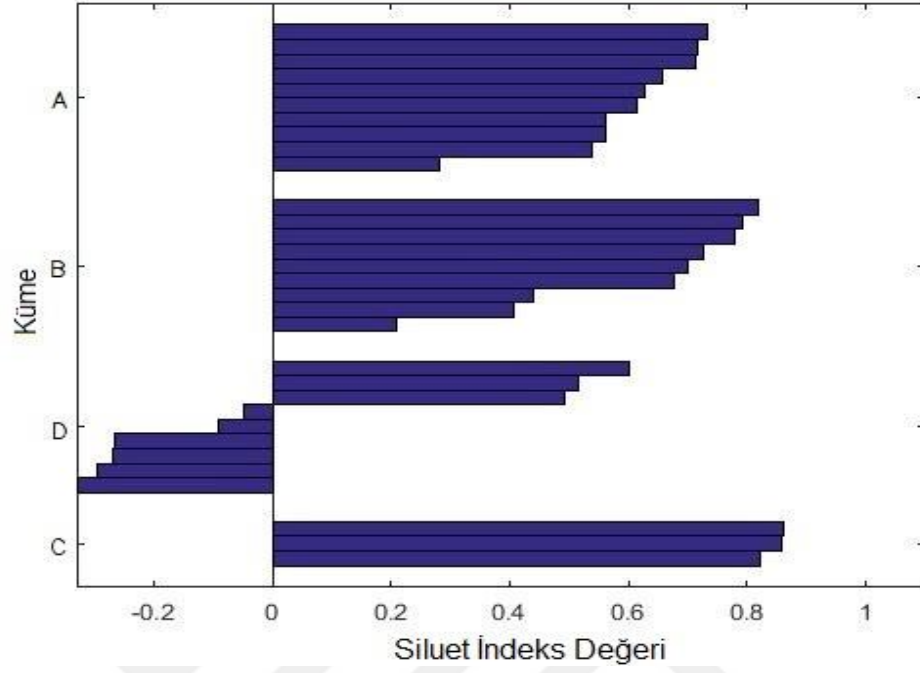
Ek 24. Küme Sayısı 3 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



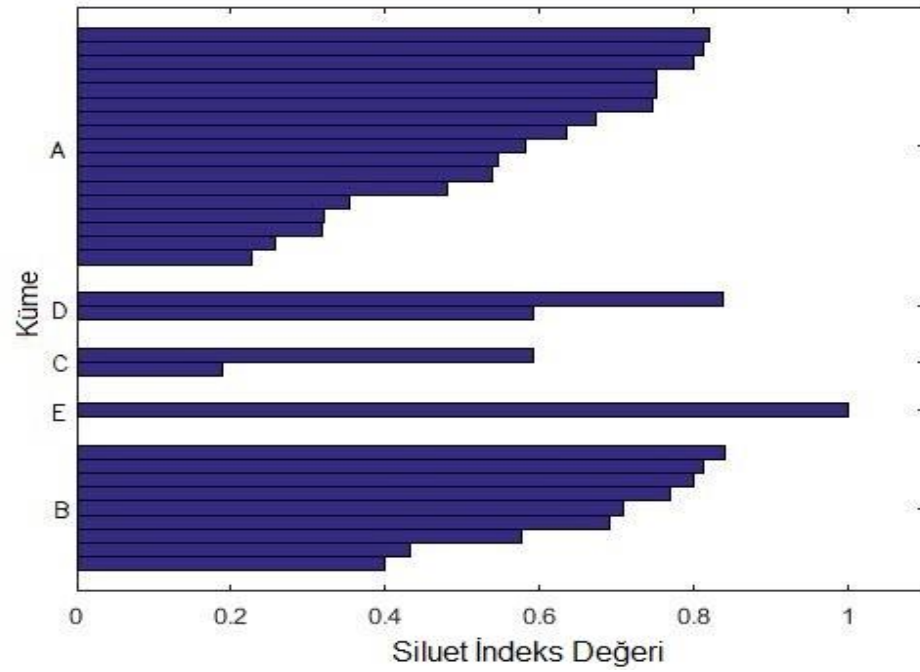
Ek 25. Küme Sayısı 4 Seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



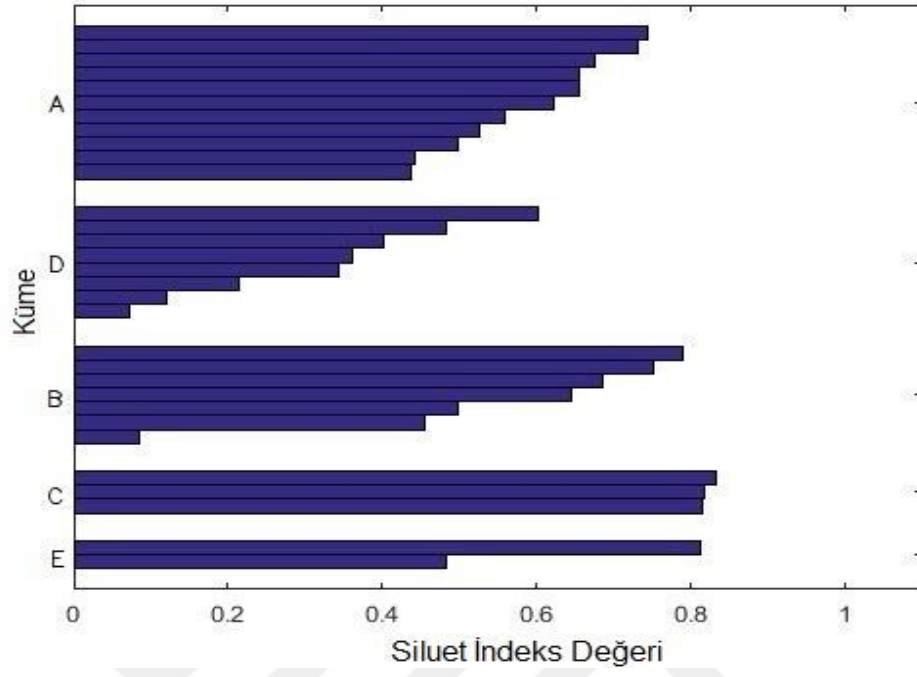
Ek 26. Küme Sayısı 4 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



Ek 27. Küme Sayısı 5 Seçilerek K-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



Ek 28. Küme Sayısı 5 Seçilerek Bulanık C-Ortalamalar Yöntemi İle Oluşturulan Sınıfların Siluet İndeks Grafiği (Yağış-Sıcaklık-Rüzgâr Hızı)



ÖZ GEÇMİŞ

Gürkan KIR, Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Fakültesi'nden 2016 yılında mezun oldu. 2018 yılında başladığı OMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Yüksek Lisans programını 2021 yılında bitirdi. Mezuniyetinden bu yana özel sektörde inşaat mühendisi olarak görev yapan Gürkan, orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8156-9431>

Yayınlanmış Çalışmalar:

Bildiriler:

- 1. Kır, G., Zeybekoğlu, U., Ülke Keskin, A. (2021).** Yağış, Sıcaklık ve Rüzgâr Hızı Serilerinin Homojenlik Analizi: Samsun Örneği. *5. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi*, Samsun.
- 2. Kır, G., Zeybekoğlu, U., Ülke Keskin, A. (2021).** İklim Parametrelerine Homojenlik ve Trend Analizleri: İnebolu Örneği. *Karadeniz Zirvesi 6. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, Sinop.
- 3. Kır, G., Zeybekoğlu, U., Ülke Keskin, A. (2021).** Mutlak Homojenlik Testleri ve Trend Analizi İçin Bir Uygulama: Sinop Örneği. *Karadeniz Zirvesi 6. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, Sinop.