



**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAKARYA HAVZASI'NDA FARKLI KURAKLIK İNDİSLERİ
İLE KURAKLIK ANALİZİ VE PERFORMANS
DEĞERLENDİRMESİ**

**ABDULSAMED ÖZLÜ
İNŞAAT ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Gaye AKTÜRK**

KIRIKKALE- 2022



**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAKARYA HAVZASI'NDA FARKLI KURAKLIK İNDİSLERİ
İLE KURAKLIK ANALİZİ VE PERFORMANS
DEĞERLENDİRMESİ**

**ABDULSAMED ÖZLÜ
İNŞAAT ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Gaye AKTÜRK**

KIRIKKALE- 2022

Abdulsamed ÖZLÜ tarafından hazırlanan “SAKARYA HAVZASI’NDA FARKLI KURAKLIK İNDİSLERİ İLE KURAKLIK ANALİZİ VE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gaye AKTÜRK

İmza:

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Osman YILDIZ

İmza:

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. Hatice ÇITAKOĞLU

İmza:

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Erciyes Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 01 /07/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Abdulsamed ÖZLÜ

ÖZET

SAKARYA HAVZASI'NDA FARKLI KURAKLIK İNDİSLERİ İLE KURAKLIK ANALİZİ VE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gaye AKTÜRK

Temmuz 2022, 196 sayfa

Kuraklık, yağışların kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucunda arazi ve su kaynaklarının olumsuz yönde etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğal bir afettir. Günümüzde belirgin ve yaygın bir problem haline gelen kuraklık, beraberinde sosyal ve ekonomik açıdan birçok probleme zemin oluşturmaktadır. Kuraklığın zamanı, süresi ve şiddeti önceden bilinmemekte olup, kuraklığın başlangıç ve bitiş zamanını tahmin etmek çok zordur. Bu sebeple, herhangi bir bölgedeki kuraklık olaylarını incelemek için uygun indisin seçilmesi çok önemlidir. Bu çalışmada, Sakarya Havzası'ndaki kuraklıkların belirlenmesi için yağış tabanlı dört meteorolojik kuraklık indisi (Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ), Z-Skor İndisi (ZSİ), Çin-Z İndisi (CZİ) ve Modifiye Edilmiş Çin-Z İndisi (MCZİ)) kullanılmıştır. Bu indislerin farklı zaman periyotları için hesaplanması, karşılaştırılması, değerlendirilmesi ve farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indisleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak, Sakarya Havzası'nı konumsal olarak en iyi temsil etmeye yardımcı olacak 15 istasyon (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak) seçilmiştir. Bu istasyonlara ait 1960-2020 yılları arasındaki aylık yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra, geçmiş dönemlerde meydana gelen kuraklıkların karakteristik özellikleri (kuraklık sıklığı, kuraklık süresi ve kuraklık şiddeti), seçilen indislerin bölge için uygulanabilirliği, performansları ve farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indisleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Çalışmada dört indise ait sonuçlar değerlendirildiğinde, aynı zaman periyotlarında tüm indisler arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve ağırlıklı olarak 1970'li yılların başlarında (1972-1974), 1989 yılında, 1990'lı yılların başlarında (1992-1994), 2007 ve 2014 yıllarında şiddetli kuraklıkların yaşandığı tespit edilmiştir. Seçilen istasyonların SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özelliklerine bakıldığında, yaşanan en uzun kuraklıkların genel olarak 12 aylık kuraklık periyodunda gerçekleştiği görülmüştür. Tüm istasyonların kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddette olduğu gözlemlenmiştir. Beş farklı zaman periyodunda elde edilen tüm indis değerlerinin rölatif frekans analizine göre ise nemli veya kurak durumun yanı sıra normale yakın durumda daha yüksek sonuçlar elde edilmiş ve normale yakın kategoride tüm rölatif frekans değerlerinin %60'ı aştığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sakarya Havzası, Kuraklık, SYİ, ZSİ, CZİ, MCZİ

ABSTRACT

DROUGHT ANALYSIS AND PERFORMANCE EVALUATION WITH DIFFERENT DROUGHT INDICES IN SAKARYA BASIN

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering, Master's Thesis

Supervisor: Dr. Gaye AKTÜRK

July 2022, 196 pages

Drought is a natural disaster which causes the land and water resources to be adversely influenced and the hydrological balance to deteriorate as a result of the precipitation falling significantly below the recorded normal levels. Drought, which has become a prominent and widespread problem today, form a basis for many social and economic problems, as well. As well as the fact that the time, duration and severity of the drought are not known in advance, it is also very difficult to predict the start and end time of the drought. Therefore, the selection of an appropriate index is very important to examine the drought incidents in any region. In this study, four precipitation-based meteorological drought indexes (Standardized Precipitation Index (SPI), Z-Score Index (ZSI), China-Z Index (CZI) and Modified China-Z Index (MCZI)) were used to determine droughts in the Sakarya Basin. It is aimed to calculate, compare and evaluate these indexes for different time periods and also to examine the relationships between drought indices in different time scale. First of all, 15 stations (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar and Yunak) were selected that will help to best represent the Sakarya Basin locationally. The SPI, ZSI, CZI and MCZI values were calculated on 1, 3, 6, 9 and 12-month time scales by using the monthly precipitation data of these stations between 1960 and 2020. Then, the characteristics of the previous droughts (drought frequency, drought duration and drought severity), the applicability and performance of the selected indexes for the region, and the relationships between drought indices at different time scales were evaluated. When the results of four indexes were evaluated, it was determined that high correlation values were reached among all indexes in the same time periods and severe droughts were experienced mainly in the early 1970s (1972-1974), 1989, early 1990s (1992-1994), 2007 and 2014. Considering the drought characteristics of the selected stations for SPI, ZSI, CZI and MCZI, it was observed that the longest droughts occurred in the 12-month drought period in general. When the drought frequency and drought class of all stations are examined, it has been observed that the droughts experienced in the past were mostly moderate. According to the relative frequency analysis of all indexes obtained in the five different time periods in use, apart from the humid or dry condition, higher results were obtained in the near-normal condition and it was determined that all the relative frequency values exceeded 60% in the near-normal category.

Keywords: Sakarya Basin, Drought, SPI, ZSI, CZI, MCZI

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana rehberlik eden, bilgi ve birikimlerini paylaşan, çalışmanın hazırlanma sürecinin her aşamasında bilgilerini, tecrübelerini ve değerli zamanlarını esirgemeyerek bana her fırsatta yardımcı olan ve sabırla bana katlanan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Gaye AKTÜRK'e en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimimde hidroloji alanına yönelmemde büyük payı olan, öğrencisi olmaktan onur duyduğum sayın hocam Prof. Dr. Osman YILDIZ 'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez hazırlık sürecinde yardımlarını esirgemeyen, gösterdikleri anlayış, sabır ve destekleri ile tezimin son haline gelmesi için büyük emek veren Teknik-1 Y.D.K. mesai arkadaşlarımın hepsine teker teker teşekkürlerimi sunuyorum.

Öğrenim hayatım boyunca üzerimde emeği olan tüm hocalarıma ve beni bugünlere getiren, hayatım boyunca birçok fedakârlık gösteren, her zaman yanımda ve destekçim olan bu hayattaki en büyük şansım güzel aileme, anneme, babama ve ablalarıma bana verdikleri emekten, gösterdikleri sevgi ve sabırdan dolayı minnettarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol.....	3
1.2. Literatür Özetleri	5
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
2.1. Materyal.....	11
2.1.1. Yağış	11
2.1.1.1. Yağışın Tanımı.....	11
2.1.1.2. Yağışın Oluşumu.....	11
2.1.1.3. Yağış Tipleri.....	11
2.1.1.4. Yağışın Ölçülmesi.....	12
2.1.1.5. Yağış Verisinin Analizi.....	13
2.1.1.6. Eksik Verilerin Tamamlanması	13
2.1.2. Yağış Verisindeki Hatalar ve Düzeltilmeleri.....	14
2.1.3. Alansal Ortalama Yağış	14
2.2. Çalışma Alanı	15
2.2.1. Sakarya Havzası.....	15
2.2.2. Çalışmada Kullanılan Veri Seti	19
2.3. Yöntem	20
2.3.1. Kuraklık İndisleri.....	20
2.3.2. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ).....	21
2.3.3. Z-Skor İndisi (ZSİ)	23
2.3.4. Çin Z-indisi (CZİ).....	23

2.3.5. Modifiye Edilmiş Çin Z-indisi (MCZİ)	24
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
3.1. İndislerin Zaman Aralıkları	25
3.2. Kuraklık İndislerinin Karşılaştırılması	30
3.3. Kuraklık İndisleri Değerlerine Ait Kuraklık Sınıfları ve Karakteristikleri	32
3.4. Kuraklık İndis Değerlerine Ait Rölatif Frekans Analizi	55
3.5. Kuraklık İndisleri Arasındaki İlişki (Korelasyon Analizi)	101
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	118
KAYNAKLAR	121
EKLER.....	125
Ek 1.1. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	126
Ek 1.2. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	127
Ek 1.3. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	128
Ek 1.4. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	129
Ek 1.5. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	130
Ek 1.6. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	131
Ek 1.7. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	132
Ek 1.8. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	133
Ek 1.9. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	134
Ek 1.10. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları.....	135
Ek 1.11. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	136
Ek 1.12. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları.....	137
Ek 1.13. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları.....	138
Ek 1.14. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	139
Ek 1.15. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları.....	140
Ek 1.16. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	141
Ek 1.17. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	142
Ek 1.18. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	143
Ek 1.19. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	144
Ek 1.20. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları.....	145
Ek 1.21. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	146
Ek 1.22. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları.....	147
Ek 1.23. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	148
Ek 1.24. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları.....	149
Ek 1.25. Ilgın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	150

Ek 1.26. Iğın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	151
Ek 1.27. Iğın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	152
Ek 1.28. Iğın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	153
Ek 1.29. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	154
Ek 1.30. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları.....	155
Ek 1.31. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	156
Ek 1.32. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları.....	157
Ek 1.33. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	158
Ek 1.34. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	159
Ek 1.35. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	160
Ek 1.36. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	161
Ek 1.37. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	162
Ek 1.38. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	163
Ek 1.39. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	164
Ek 1.40. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	165
Ek 1.41. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	166
Ek 1.42. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları.....	167
Ek 1.43. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	168
Ek 1.44. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları.....	169
Ek 1.45. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları.....	170
Ek 1.46. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	171
Ek 1.47. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları.....	172
Ek 1.48. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	173
Ek 1.49. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	174
Ek 1.50. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	175
Ek 1.51. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	176
Ek 1.52. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	177
Ek 1.53. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	178
Ek 1.54. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	179
Ek 1.55. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	180
Ek 1.56. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	181
Ek 2.1. Beypazarı istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	182
Ek 2.2. Bilecik istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	183

Ek 2.3. Bozüyük istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	184
Ek 2.4. Emirdağ istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	185
Ek 2.5. Etimesgut istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	186
Ek 2.6. Geyve istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	187
Ek 2.7. Ilgın istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	188
Ek 2.8. Kızılcahamam istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	189
Ek 2.9. Kütahya istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	190
Ek 2.10. Nallıhan istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	191
Ek 2.11. Polatlı istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	192
Ek 2.12. Sakarya istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	193
Ek 2.13. Sivrihisar istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	194
Ek 2.14. Yunak istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi.....	195
ÖZGEÇMİŞ.....	196

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler.....	20
2.2. SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ İndislerine Ait Kuraklık Kategorisi	24
3.1. Ankara istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	33
3.2. Beypazarı istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri	34
3.3. Bilecik istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	36
3.4. Bozüyük istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri	37
3.5. Emirdağ istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	39
3.6. Etimesgut istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri	40
3.7. Geyve istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri	42
3.8. Ilgın istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	43
3.9. Kızılcahamam istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri	45
3.10. Kütahya istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	46
3.11. Nallıhan istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	47
3.12. Polatlı istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri	49
3.13. Sakarya istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	50
3.14. Sivrihisar istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	52
3.15. Yunak istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri.....	53
3.16. Ankara meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	57
3.17. Beypazarı meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri.....	60
3.18. Bilecik meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	63
3.19. Bozüyük meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	66
3.20. Emirdağ meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	69
3.21. Etimesgut meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri.....	72
3.22. Geyve meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	75
3.23. Ilgın meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	78
3.24. Kızılcahamam meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri.....	81
3.25. Kütahya meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	84
3.26. Nallıhan meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	87

3.27. Polatlı meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	90
3.28. Sakarya meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	93
3.29. Sivrihisar meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	96
3.30. Yunak meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri	99



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Sakarya Havzası'nın Türkiye haritası üzerindeki konumu	16
2.2. Sakarya Havzası Meteoroloji İstasyonlarının Konumları	18
2.3. Tüm istasyonlara ait Yıllık Ortalama Yağış Yüksekliği (mm) Değerleri	19
3.1. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları	26
3.2. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları	27
3.3. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları	28
3.4. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları	29
3.5. Ankara istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi	31
3.6. Ankara istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	58
3.7. Beypazarı istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	61
3.8. Bilecik istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	64
3.9. Bozüyük istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	67
3.10. Emirdağ istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	70
3.11. Etimesgut istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	73
3.12. Geyve istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	76
3.13. Ilgın istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	79
3.14. Kızılcahamam istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	82
3.15. Kütahya istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	85
3.16. Nallıhan istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	88
3.17. Polatlı istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	91

3.18. Sakarya istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	94
3.19. Sivrihisar istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	97
3.20. Yunak istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı	100
3.21. Ankara istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	102
3.22. Beypazarı istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	103
3.23. Bilecik istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	104
3.24. Bozüyük istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	105
3.25. Emirdağ istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	106
3.26. Etimesgut istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	107
3.27. Geyve istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	108
3.28. Ilgın istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	109
3.29. Kızılcahamam istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	110
3.30. Kütahya istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	111
3.31. Nallıhan istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	112
3.32. Polatlı istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	113
3.33. Sakarya istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	114
3.34. Sivrihisar istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	115
3.35. Yunak istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar	116

1. GİRİŞ

Doğal afetler içinde en karmaşık ve tehlikeli olan kuraklık, tarih boyunca meydana gelmiş, doğal yaşam alanlarını, ekosistemleri ve birçok ekonomik ve sosyal sektörü etkilemiştir. Kuraklıktan etkilenen sektörlerin çok olması, farklı coğrafi bölgelerde iklim farklılıkları yaşanması ve su teminine yönelik talepler tek bir kuraklık tanımını geliştirmeyi zorlaştırmaktadır [11]. Kuraklıkla ilgili tanımlarda belirgin problemlerden biri; kurak dönem süresi boyunca yağış eksikliğinin yeraltı suları, su rezervuarları, toprak nemi, kar kütleleri ve akımlar gibi farklı su kaynaklarına nasıl etki ettiği. Burada en önemli sorun, yağış eksikliğinden kaynaklanan kuraklığın, bu kaynaklar üzerindeki etkisinin süre ve şiddetlilik açısından farklı olmasından kaynaklanmasıdır. Bu durumda kuraklığın izlenmesi açısından yağıştaki eksikliğin farklı zaman ölçeklerinde sayısal olarak ifade edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır [20]. Kuraklıklar yavaş gelişir, tespit edilmesi zordur ve herhangi bir bölgede birçok yönü vardır [28]. Kuraklık diğer doğal afetlere nazaran çok daha fazla insanı etkiler ve dünya genelindeki yıllık maliyeti çok fazladır [44].

Günümüzde belirgin ve yaygın bir sorun haline gelen kuraklık, beraberinde sosyal ve ekonomik açıdan birçok probleme zemin oluşturmakta ve canlı yaşamını her alanda önemli ölçüde etkilemektedir. Kuraklık yavaşça gücünü artırır ve etkisini daha sonra da devam ettirebilir. Bu etkinin şiddeti, zamanı ve süresinin tahmin edilebilmesi, başlangıç ve bitişinin belirlenmesi son derece zordur [16]. Ortaya çıkışına sebep olabilecek parametrelerin çok fazla olması kuraklığın etki alanını genişleterek, birçok alanı yakından ilgilendirmektedir [20]. Yarı kurak iklim bölgesinde yer alan ülkemizde geçmişte sıkça yaşanmış olan kuraklık olaylarının, gelecekte de yaşanarak daha büyük tehlikelere neden olabileceği düşünülmektedir [15].

Kuraklıklar, meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik olmak üzere dört temel kategoride sınıflandırılmaktadır [11].

Meteorolojik kuraklık, uzun bir zaman ölçeğinde yağışın belirgin şekilde normal değerlerin altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Nem azlığının derecesi ve uzunluğu meteorolojik kuraklığı belirler ve bölgeden bölgeye gelişiminde farklılıklar gözlenir [16]. Yağışlardaki azalma kuraklığın ilk belirtisi olmakta ve bu yüzden meteorolojik kuraklık, kuraklık evresinin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Meteorolojik kuraklık hızlı bir şekilde şiddetlenebildiği gibi aniden sona da erebilmektedir [12].

Meteorolojik kuraklığın izlenmesi açısından yağıştaki eksikliğin farklı zaman ölçeklerindeki değişimin sayısal olarak ifade edilmesi gerekir. Yağış eksikliğinin farklı su kaynaklarına olan etkisine göre analizlerde 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçekleri seçilebilir. Örneğin 1 ve 3 aylık toplam yağışta meydana gelebilecek eksilme toprak nem düzeyine hemen etki ettiği halde yer altı sularına, nehirlere, göllere daha geç etki eder. 6, 9 ve 12 aylık zaman dilimlerindeki bir kuraklık durumu akarsu ve göllere, 24 aylık dilimdeki kuraklık ise yeraltı sularına etkisini izlemek bakımından tercih edilir [15].

Tarımsal kuraklık, meteorolojik kuraklığın çeşitli özellikleri ile çok yakın ilişkili olup toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak tanımlanmaktadır. Nem kaybı ve su kaynaklarında kıtlık oluştuğunda meydana gelmektedir. Ürün miktarında azalmaya, hayvanlar için besin yetersizliğine ve kıtlığa neden olmaktadır [16]. Tarımsal kuraklık, toprağın derinlikleri doymuş halde olsa bile ürün verimlerinde önemli düşüşlere sebep olmaktadır. Yüksek sıcaklıklar, düşük bağıl nem ve fön rüzgarları yağış eksikliğinin etkilerinin artmasına neden olmaktadır [15].

Hidrolojik kuraklık, yeraltı su kaynakları, yüzey suları ya da yağış ölççeklerinin etkisi ile ilişkili olup uzun süreli yağış azlığının kaynak seviyeleri, yüzey akışı ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemin bileşenlerinde kendini göstermektedir. Meteorolojik kuraklığın uzaması durumunda hidrolojik kuraklıktan söz edilmektedir. Hidrolojik kuraklık, yeraltı suları, nehirler ve göllerin seviyesinde keskin bir düşüşe neden olmaktadır ve canlı yaşamı için büyük sorunlara yol açmaktadır [16].

Sosyo-ekonomik kuraklık ise meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık türlerinin etkileri sonucunda meydana gelmekte olup su yetersizliğinin toplum ve ekonomi üzerindeki etkilerini belirtmek için kullanılmaktadır. Bu kuraklık türü konum ve süreye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kuraklık olayları tarımı, ekonomiyi, turizmi ve insan refahını derinden etkilemektedir [2].

Bu dört kuraklık türü, doğal iklim değışkenliğı, olay süresi ve iklim ile toplum arasındaki etkileşim ile belirlenen bir kuraklık evrim sürecini göstermektedir [44].

Kuraklık, şiddetine ve etkilediğı alana göre ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler oluşturmaktadır. Kuraklık; akarsu, baraj, nehir ve göl gibi yüzeysel sular ile yeraltı sularının azalmasına, ürün ve yiyecek kıtlığına, hidroelektrik santrallerde üretilen enerjinin azalmasına ve yangın tehlikelerinin artmasına sebep olmaktadır. Kuraklık ile azalan su miktarı ve kalitesi, salgın hastalıkları, su kıtlığını ve gıda sorunları hayatın kaçınılmaz bir parçası haline gelmektedir. Bu etkiler sonucunda insanlarda sağlık, psikolojik ve sosyal sorunlar ortaya çıkmaktadır [8].

Yarı kurak iklime sahip olan ülkemizde, içme, kullanma ve sulama suyu kalitesi her gün gittikçe artan endüstri ve diğer çevre kirlilikleri sonucunda düşmektedir. Türkiye'nin içinde bulunduğu enlemlerde sıcaklıklarda artışların ve yağışlardaki azalmaların olacağı göz önüne alındığında kuraklık etkilerinin gelecekte daha fazla hissedilebileceğı ve suyun öneminin daha da artacağı kaçınılmaz olacaktır [15].

Kuraklığın öngörülebilmesi ve olumsuz etkilerinin azaltılması için kuraklık şiddetinin zamansal ve alansal olarak tespit edilmesi ve meydana gelen kuraklık olaylarının karakteristik özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir [8].

1.1. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol

Komplike bir doğaya sahip olan kuraklık olaylarını saptamak, tahmin etmek ve izlemek kolay olmamaktadır. Bu sebeple kuraklık olaylarının izlenebilmesi için çeşitli indisler geliştirilmiştir. Kuraklık indisleri, kuraklık olaylarının zamanda ve etki alanında sürekli izlenebilmesi, şiddetinin ve alansal boyutunun nicelik bakımından değerlendirilip kuraklığın tahmin edilebilmesi ve mevcut iklim altında gerekli tedbirlerin alınabilmesi için çok önemlidir. Belirli bir bölgedeki kuraklık olaylarını izlemek için çalışılan bölge için uygun indisin seçilmesi çok önemlidir. Herhangi bir bölgeye uygun kuraklık indisinin seçimi, iklim değışikliği ile havzalarda meydana gelen gelecekteki su potansiyellerinin daha iyi bir şekilde ortaya konması ve gelecekte yaşanacak olası felaketlerin önüne geçilmesi açısından büyük öneme sahiptir [29].

Bu çalışmada, Sakarya Havzası'ndaki kuraklıkların belirlenmesi için dört meteorolojik kuraklık indisin farklı zaman periyotları için hesaplanması, karşılaştırılması, değerlendirilmesi ve ayrıca farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indisleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, Sakarya Havzası'nda meydana gelen kuraklık olaylarının zaman içerisindeki gelişimi ve özellikleri incelenerek kuraklık analizi yapılmıştır. Çalışmada yöntem olarak yağış tabanlı, hesaplamaları karmaşık olmayan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ olmak üzere dört farklı indis ve zaman periyodu olarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, Sakarya Havzası'nda seçilen 15 istasyona (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Iğın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak) ait Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (DMİ) elde edilen 1960-2020 yılları arasındaki mevcut aylık toplam yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotlarında SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmada dört indise ait sonuçlar kullanılarak geçmiş dönemlerde meydana gelen kuraklıkların karakteristik özellikleri (kuraklık sıklığı, kuraklık süresi ve kuraklık şiddeti) incelenmiş, seçilen indislerin bölge için uygulanabilirliği, performansları ve farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indisleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir.

Tezin hazırlanma sürecinde sırasıyla aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

1. Çalışmada tez konusunun belirlenmesi sonrasında çalışmada kullanılacak 15 meteoroloji istasyonu için DMİ'den 1960-2020 yılları arasına ait aylık ortalama toplam yağış verileri alınmıştır.
2. Çalışmanın birinci bölümünde, tez konusunun önemini vurgulamak amacıyla konuyla ilgili detaylı bir literatür taraması yapılmıştır.
3. Çalışmanın ikinci bölümünde, çalışmada kullanılan materyal bölümünde yağışın genel özelliklerine, Sakarya Havzası'nın coğrafi yapısı ve iklim özelliklerine ve seçilen meteoroloji istasyonların bilgilerine yer verilirken yöntem bölümünde ise kullanılan dört farklı kuraklık indisi hakkında bilgilere yer verilmiştir.
4. Çalışmanın üçüncü bölümünde, havzadan seçilen 15 istasyon için 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlarında SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ hesaplanmış, karşılaştırılmış ve ayrıca kuraklık indisleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

5. Çalışmanın son bölümünde ise her bir istasyon için yapılan analizler sonucu ulaşılan bulgular karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

1.2. Literatür Özetleri

Abdourahamane vd., Nijer’de 1950-2016 yılları için 158 meteorolojik istasyona ait verileri kullanarak SYİ ve Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SYEİ) yöntemleriyle kuraklık analizi yapmışlar ve analizi yağış homojen bölge (HR) ölçeğinde incelemişlerdir. Bu çalışma Nijer bölgesindeki kuraklık oluşumunu homojen bir yağış bölgesi ölçeğinde ayrıntılı bir şekilde ele alan ilk çalışmalarından biridir [1].

Akşan, çalışmasında Türkiye’nin 81 merkez istasyonundan aldığı yağış ve sıcaklık verilerini kullanarak 1979-2015 dönemi için meteorolojik kuraklık analizi yapmıştır. Çalışmasında kullandığı SYİ, ZSİ, CZİ ve WASP yöntemlerinde tüm bölgelerde benzer sonuçlar gözlemlemiştir [2].

Akşan ve Bacanlı, aynı yıl içerisinde yaptıkları başka bir çalışmada ise Türkiye’de bulunan Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde 1950-2019 yılları arasında elde ettikleri verilerle 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyodunda meteorolojik kuraklık indisleri arasında karşılaştırma yapmışlardır. Çalışmalarındaki amaç indisleri kullandıkları parametrelere ayırmak, sıralamak, kuraklık indislerini birbirleri ile karşılaştırarak daha doğru sonuçlar elde etmek ve en uygun kuraklık indisini belirlemektir. Analiz sonucunda diğer indislerin aksine SYİ kaynaklı indislerin (CZİ, ZSİ ve diğerleri) güvenilir ve doğru indisler olduğunu belirlemişlerdir [3].

Alwan vd., çalışmalarında Orta Fırat Bölgesi’nde 1988-2017 yılları arasında kuraklığı tahmin etmişler ve kuraklık indislerini (RDI, Normal SYİ, Gamma SYİ, Log SYİ, CZİ, MCZİ, RAI, PN ve Dİ.) karşılaştırmışlardır. [4].

Apak, Ege Bölgesinde 1938-1970 ile 1971-2006 yılları için iki periyot olarak SYİ yöntemini kullanarak kuraklık analizi gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Kuraklığın iki ayrı periyotta incelenmesinin kuraklık şiddetini net bir şekilde değiştirdiğini ve Ege Bölgesi’nin kuraklık sınırına yakın olduğunu tespit etmiştir [5].

Atmaca, çalışmasında Konya ilinde bulunan 44 yağış gözlem istasyonundan elde ettiği aylık toplam yağış verileri ile SYİ yöntemini kullanarak kuraklık analizi yapmıştır ve bunun sonucunda kurak dönemleri ve kuraklıkların karakteristiklerini belirlemiştir [6].

Deniz, çalışmasında 1929-2006 yılları için 96 istasyona ait aylık yağış verilerini kullanarak SYİ metoduyla kuraklık analizi yapmayı amaçlamıştır. Elde ettiği haritalar sonucunda kuraklığın Türkiye’de mekânsal olarak nasıl değiştiğini açıklamıştır [7].

Doğan, çalışmasında Konya Kapalı Havzası’nda yaşanacak kuraklık olayına karşı önlem almak amacıyla kuraklık analizi yapmıştır. Çalışmada 6 farklı kuraklık indisi (Normal Yağış Yüzdesi (NYY), Yağış Kuyrukları (YK), Efektif Kuraklık İndisi (EKİ), ZSİ, CZİ ve SYİ) kullanmıştır. Uygun zaman ölçeklerinin kuraklığın tanımlanmasında çok önemli olduğunu belirtmiştir [8].

Günel, yüksek lisans tezinde Türkiye genelinden seçtiği meteoroloji istasyonlarından 2000 yılına kadar ölçülmüş yağışların zaman içindeki dağılımı verilerini kullanarak her bir istasyon için yağışın zaman içindeki dağılım eğrilerini bulmuştur [9].

Harisuseno, çalışmasını SYİ ve Normal İndisi (PN) ile Güney Salınım İndeksini (SOI) karşılaştırmak amacıyla hazırlamıştır. Kuraklık analizinde veri girdisi için 20 yıllık aylık yağış verileri kullanmıştır. İndisler arasındaki ilişkiyi çözümlemek için Pearson Korelasyonu (r), Kendal tau (τ) ve Spearman rho (r_s) kullanmıştır [10].

Hezarani, 1970-2014 yılları arasında Yeşilirmak Havzası’ndan seçtiği 19 meteoroloji istasyona ait verileri kullanarak farklı kuraklık indisleri ile 1, 3, 6, 12, 24, 36 ve 48 aylık zaman periyotlarında kuraklık analizi yapmıştır. Çalışmada Normal Yağış Yüzdesi, Yağış Kuyrukları İndisi, Yağış Anomali İndisi, Erinç İndisi, ZSİ, CZİ, MCZİ, SYİ, ve AKİ olmak üzere 9 farklı kuraklık indisi kullanmıştır. Çalışma sonucunda Kıyı Karadeniz Bölgesinde ve özellikle havzanın iç kısmında yıllar içinde yüksek kuraklıklar yaşandığını ve kullandığı kuraklık indisleri içinde SYİ’nin 12 aylık değerlerinin daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir [13].

Katipoğlu, Fırat Havzası ve çevresinden seçtiği 16 meteoroloji istasyonu için 1966-2017 yılları arasında kuraklık analizi yapmayı amaçlamıştır. 1970-2009 dönemleri için 18 Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) kullanmıştır. Belirli zaman dilimlerinde beş meteorolojik kuraklık indisi (SYİ, ZSİ, SYEİ, YAI, KKI) ve 2 hidrolojik kuraklık indisi (Standardize Akış İndisi (SAİ), Kesim Seviyesi Metodu (KSM)) kullanmış ve bulguları karşılaştırarak en uygun indisi ortaya çıkarmayı amaçlamıştır [17].

Khan vd., çalışmalarında Çin’de bulunan Songhua Nehri Havzası’nda kuraklık analizi yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında SYİ, EKİ, KKI ve Standardize Yağış Buharlaşmalı Kuraklık İndisi olmak üzere 4 farklı indis ve ayrıca kuraklık eğilimi araştırması için Mann-Kendall eğilim testi kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda Songhua Nehri Havzası’nda belirli dönemlerde şiddetli kuraklıkların yaşandığını tespit etmişlerdir [18].

Kokkokoğlu, çalışmasında İç Anadolu Bölgesi’nden seçtiği 26 istasyona ait 1953-2003 yılları arasındaki verileri kullanarak SYİ metodu ile kuraklık analizi yapmıştır. Parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımları karşılaştırmış ve kuraklık sürelerinin uygunluklarını incelemiştir [19].

Küçükyaman, çalışmasında Kovada Gölü’nde 1964-2007 döneminde aylık yağış verilerini kullanarak SYİ yöntemiyle kuraklık analizi yapmayı amaçlamıştır. SYİ değerlerinin tahmini için Adaptif Sinir Ağına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) metotlarını kullanmıştır. Çalışma sonucunda bölgede SYİ değerlerinin ANFIS ve YSA yöntemleri ile tahmin edilebildiğini belirtmiştir [21].

Lı vd., çalışmalarında yaygın kullanılan meteorolojik kuraklık indislerinden SYİ ve SYEI kullanarak Çin’de 1980-2015 dönemleri için kuraklık analizi yapmışlardır [22].

Liu vd., diğer bir çalışmalarında ise Çin’in Sichuan adlı eyaletindeki kuraklık olayını incelemeyi amaçlayarak 1961-2019 yılları arasında 44 meteoroloji istasyonuna ait veriler ile SYİ ve SYEI yöntemlerini kullanarak kuraklık analizi yapmışlardır. Çalışmanın sonunda da Mann-Kendall Trend Analizi ve Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon yöntemini (MLR) kullanmışlardır [23].

McKee vd., açık bir şekilde zaman ölçeklerini belirleyen ve standart bir yağış indisi kullanan kuraklık tanımı geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri SYİ yönteminin kuraklık izleme ve analizinde çok yönlü bir araç olarak kullanılmasını amaçlamışlardır. SYİ’nin sadece bir girdi değişkeni gerektirdiğini ve yağış açığı hakkında bilgi verdiğini belirtmişlerdir [25].

Mishra ve Singh, yaptıkları çalışmada kuraklık tanımına ait incelemelerde bulunmuşlar ve indislerin güçlü ve zayıf yönlerini kıyaslamışlardır. Farklı indisler için kuraklık derecesi, şiddeti, keskinliği ve geri dönüş süresini tanımlamışlardır. Yağışların diğer dağılımlara nazaran Gamma dağılımına daha iyi uyduğunu bu yüzden

SYİ metodunun en iyi sonuçlarının Gamma dağılımı ile elde edildiğini belirtmişlerdir [27].

Morid vd., İran'ın Tahran ilinde 7 farklı kuraklık indisi kullanarak kuraklık incelemesi yapmışlardır. Çalışmada bölgeye ait 32 yıllık veri kullanmışlardır. Çalışma şekilleri ve kuraklık başlangıcında yavaş yanıt vermelerinden dolayı SYİ, CZİ ve ZSİ indislerinin benzer sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir [28].

Oğuztürk, çalışmasında Kızılırmak Havzası'ndan seçtiği 14 meteoroloji istasyonu için 1950-2007 yılları arasında aylık yağış verilerini kullanarak kuraklık analizi yapmayı amaçlamıştır. Çalışmada SYİ yöntemini kullanarak kuraklık süresi, genliği ve şiddetini hesaplamıştır. Ardından SYİ değerlerini kullanarak gelecek yıllar için YSA modeli kurup 2007 yılı için SYİ değerlerinin tahmininde bulunmuştur [29].

Oğuztürk ve Yıldız, çalışmalarında 1950-2007 yılları arasında Kırıkkale meteoroloji istasyonuna ait aylık yağış verilerini kullanarak 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde SYİ yöntemiyle kuraklık analizi yapmışlardır. Çalışma sonucunda farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık özelliklerini (kuraklık genliği, süresi ve şiddeti) belirlemiş ve değerlendirmelerini yapmışlardır [30].

Oğuztürk ve Yıldız, diğer bir çalışmada ise Türkiye'de bulunan Kızılırmak Havzası'nın bir alt havzası olan Hirfanlı Baraj Havzası'nda hidrometeorolojik kuraklık araştırması yapmak amacıyla 64 yıllık yağış verileri ile SYİ yöntemini kullanarak 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde kuraklık özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda bölgede kuraklık olaylarının sıkça yaşandığını ve bölgenin kuraklık tehdidi ile karşı karşıya olduğunu belirtmişlerdir [31].

Öz, Van Gölü Havzası sınırlarında 14 meteorolojik istasyona ait 1968-2018 yılları arasında (50 yıllık) kuraklık analizi yapmayı amaçlamıştır. Kuraklık analizi hesaplanmasında dört farklı kuraklık indisi (NYY, SYİ, YAI ve EI) kullanmış ve kullanılan indisler arasında en güvenilir ve en doğru sonucu SYİ yönteminin verdiğini ve Van Gölü Havzası'nın hafif ve orta kuraklığa sahip olduğunu vurgulamıştır [32].

Pamuk vd., çalışmalarında Ege Bölgesi'nden seçtikleri meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerini kullanarak kuraklık analizinde ve kuraklık irdelenmesinde yaygın olarak kullanılan SYİ yöntemi ile kuraklık analizi yapmışlardır [33].

Quiring, çalışmasında kuraklık olayının araştırılmasında tek bir metot olmadığını, farklı kuraklık ölçme metotlarının olduğunu, birkaç kuraklık indisinin hesaplanması ve yorumlanmasının zor olduğunu belirtmiştir. Çalışmasındaki amaç Amerika Birleşik Devletleri'nde meteorolojik kuraklık analizi yapmak için kuraklık indislerini inceleyip özelliklerini anlatmak ve kuraklık olayı hakkında öneriler sunmaktır. Çalışmalarda tek indisin kuraklık incelemek için yeterli olmadığını, incelemelerde çok indisli yaklaşım kullanılması gerektiğini vurgulamıştır [34].

Salehnia vd., çalışmalarında 1987-2010 döneminde İran'ın Kashafrud Havzası'nda yaşanan kuraklığı analiz etmek, kuraklık indislerini hesaplamak ve karşılaştırmak amacıyla AgMERRA adında bir yazılım programı geliştirmişlerdir. Kuraklık analizi için 8 farklı kuraklık indisi kullanmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre tüm indislerde en şiddetli kuraklığın 2001-2008 dönemleri arasında meydana geldiğini, veri eksikliği alanlar için AgMERRA yağış verilerinin güvenle kullanılacağını belirtmişlerdir [35].

Sırdaş, doktora tezinde Türkiye genelinde seçtiği 60 istasyona ait 1930-1990 yılları arasında yağış, sıcaklık ve nem verilerini kullanarak 1993 yılında McKee ve arkadaşları tarafından geliştirilen SYİ metodu ile kuraklığın genliğini, süresini ve şiddetini hesaplamıştır. Elde ettiği değişkenlerin maksimum ve minimum değerlerini bularak ülke geneli için haritalar ve çizelgeler hazırlamıştır [36].

Şener, çalışmasında Eğirdir Gölü Havzası'nda geleceğe yönelik (2020-2100) iklim değişikliğini saptamak amacıyla SYİ, CZİ, ZSİ, EKİ, Yağış Anomali İndisi, Normalin Yüzdesi İndisi ve Ondalık Kuraklık İndisi yöntemlerini kullanarak kuraklık incelemesi yapmıştır. Çalışmanın sonucunda en erken 2055 ve 2072 yılları arasında aşırı kuraklık gerçekleşeceğini saptamıştır [38].

Şener vd., çalışmalarında Burdur Gölü Havzası'nda görülen yağış azlığı nedeniyle kuraklık analizi yapmışlardır. Çalışmada Burdur Havzası'ndan 6 meteoroloji istasyonu seçmişler, SYİ ve CZİ yöntemlerini kullanmışlar ve bu indisler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. SYİ ve CZİ yöntemleri ile elde ettikleri haritaların birbirine çok benzemesinden ve R^2 değerlerinin yüksek çıkmasından dolayı bu iki yöntemin benzer indisler olduklarını belirtmişlerdir [39].

Ersoy vd., Konya'da 1971-2014 yılları arasındaki aylık yağış verilerini kullanarak SYİ metoduyla kuraklık analizi yapmışlardır. Modelleme için Yapay Sinir Ağları (YSA) metodunu kullanmışlardır [40].

Vural, yüksek lisans tezinde Ege Bölgesi'nde 1970-2006 döneminde 11 meteorolojik istasyon ile kuraklık analizi yapmayı amaçlamıştır. Çalışmasında kurak yılların, Güneyli ile Kuzey Atlantik Salınımı arasındaki ilişkisini araştırmıştır. Yöntem olarak SYİ ve Palmer Kuraklık Şiddeti İndisini (PKŞİ) kullanarak kuraklığın alansal ve zamansal değişimini araştırmıştır [43].

Wu vd., 1951-1998 yılları arasında 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotlarında SYİ, CZİ ve ZSİ yöntemlerini karşılaştırmak ve indislerin avantaj ile dezavantajlarını belirlemek amacıyla kuraklık analizi yapmışlardır [46].

Yacoub ve Tayfur, yaptıkları çalışmada Moritanya'nın Trarza bölgesinde meydana gelen kuraklığın incelenmesi amacıyla Boutilimit, Nouakchott ve Rosso istasyonlarından elde ettiği 44 yıllık verilerle SYİ, CZİ, NYY ve YK yöntemlerini kullanarak kuraklık analizi yapmışlardır [47].

Yeğnidemir, İç Anadolu Bölgesi'nden seçtiği 28 meteoroloji istasyona ait 51 yıllık (1953-2003) aylık yağış verilerini kullanarak kuraklık incelemesi yapmıştır. Çalışmasında hem alansal hem de zamansal sonuçlar elde edebilen SYİ yöntemini kullanarak kuraklık niceliklerini belirlemiştir. Su açığı olan yerleri tespit etmek amacıyla Kriging Metodunu kullanarak bölgesel kuraklık haritalarını çizmiştir [49].

2. MATERİYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Yağış

2.1.1.1. Yağışın Tanımı

Yağış, bulutlardan düşen, yere kadar ulaşan suyun sıvı ya da katı haldeki her çeşit şeklini kapsamaktadır. Yağışların büyük bir kısmı, okyanus ve denizlerden buharlaşan sudan oluşur. Birçok ülkede belirli bir zaman dilimi için ölçülen yağış miktarı inç olarak verilirken, ülkemiz meteorolojisinde milimetre olarak ölçülür ve metrekarede kilogram olarak ifade edilmektedir [9]. Ana yağış şekilleri yağmur, kar, dolu, sis, sulu sepgen ve çiydir. Yağış yere indikten sonra hidrolojinin temel parçalarından biri olmaktadır. Karalar üzerindeki kullanılabilir suyun kaynağı yağıştır ve yağış canlılar açısından hayati öneme sahiptir [42].

2.1.1.2. Yağışın Oluşumu

Yağışların meydana gelmesi için öncelikle atmosferde su buharının bulunması ve bu su buharının da çiğlenmesi gerekir. Yağışların meydana gelebilmesi için ayrıca bulutların kararsız olması gerekir [9]. Yağışın oluşmasında neme ihtiyaç olmasına karşın nem tek başına yeterli olmamaktadır. Yağışın oluşması için havanın doymuş olması gerekmektedir. Yağışın oluşması ve yoğunlaşması için soğuma, yoğunlaşma, damlaların düşecek büyüklüğe gelmesi ve yağış alanına nemli bulutların gelmesi işleyişlerinin art arda gerçekleşmesi gerekmektedir [42].

2.1.1.3. Yağış Tipleri

Yağış; cephesel, konvektif ve orografik yağışlar olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

- **Cephesel Yağışlar (Alçak Basınç Yağışları):** Ilık hava ile soğuk havanın karşılaşması sonucu cephe yüzeyi oluşur ve alçak basınç yağışları meydana gelir. Ülkemizde sık karşılaşılan bu yağışlar orta şiddetli ve uzun sürelidir. Soğuk mevsimlerde meydana gelir ve tüm ülkeyi kapsayabilmektedir.

- **Konvektif Yağışlar:** Konvektif yağışlar genellikle sağanak olarak bilinen kısa süreli yağışlardan ibarettir. Yer seviyesindeki nemin sıcak hava ile buharlaşarak atmosferde yükselmesi, yüksek seviyedeki soğuk hava ile yağışa dönmesi ile meydana gelmektedir. Ankara kırkikindi yağışları konvektif yağış tipine örnektir. Bu yağışlar şiddetli ve kısa süreli olup genellikle yaz mevsiminin başında görülmektedir.
- **Orografik Yağışlar:** Orografik yağışlar için gerekli etmenler nemli bölgeden gelen hava kütlesi ve bu hava kütleini yükselmeye zorlayacak dağ sırasıdır. Nemli bir hava kütlesi dağ yamaçları boyunca yükselirken soğuyan hava kütlesi, içerisindeki su buharının yoğunlaşmasıyla yağış bırakmakta, bu yağış tipine ise orografik yağışlar adı verilmektedir. Denize paralel yüksek dağların bulunduğu bölgelerde görülmektedir. Bu bölgelerde yağış değerleri ile arazi yüksekliği arasında ilişki vardır.

2.1.1.4. Yağışın Ölçülmesi

Yeryüzüne düşen yağış miktarını ölçmek için birçok aygıt kullanılmaktadır. Yağmurların ölçülmesinde, plüvyometre denilen yazıcı olmayan aletler ile plüvyograf denilen yazıcı aletler olmak üzere iki tip yağış ölçüm aleti kullanılmaktadır. Yazıcı olmayan yağış ölçücülerinde genel olarak U.S. Weather Bureau tipi ve Hellmann tipi; yazıcı yağış ölçücülerinde ise genel olarak devrilen kovalı, terazili ve sifonlu tipler kullanılmaktadır [42].

Yazıcı ölçekler, yağmur miktarlarını zamana göre kendiliğinden kayıt etmektedir ve bu nedenle yağmurların şiddeti ve nem miktarı yazıcı olmayan aletlere nazaran yazıcı ölçekler ile daha doğru belirlenmektedir [42].

Yağış ölçüm aleti toprak üzerine konan metal bir kaptır ve çevre şartlarına göre bazı ölçme hataları meydana gelebilmektedir. Yağış ölçümü yapılırken daha iyi sonuçların elde edilmesi için kap içine veya dışına su sıçramaları, buharlaşma kayıpları, yağış başladığında kap yüzeyinin ıslatılmasında olan kayıplar, alet girişinin seviye ayarlamasındaki hatalar, rüzgârın giriş hunisi çevresinde oluşturduğu türbülansın etkileri gibi hataların mümkün olabildiği kadar azaltılması gerekmektedir [42].

2.1.1.5. Yağış Verisinin Analizi

Yağış verisi üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar günlük toplam yağış derinliği (yazıcı olmayan ölçerlerden elde edilen), zamana karşı toplam yağış derinliği grafiği (yazıcı aletlerden elde edilen) ve mevsimlik toplam derinlik (depolama ölçerlerinden elde edilen)'dir. Bu veriler yağışın alanda ve zamanda değişimi ile frekansının belirlenmesinde kullanılmaktadır ve analizlerin öncesinde veriler eksiklik ve hatalar bakımından kontrol edilmelidir. Eksiklikler ve hatalar tamamlanmadan analizlere geçilmemelidir [42].

2.1.1.6. Eksik Verilerin Tamamlanması

Birçok meteoroloji istasyonunda kısa süreli veri eksiklikleri bulunmaktadır. Bu eksiklikler alet bozukluğu veya gözlemci yoksunluğundan kaynaklanabilir. Böyle verilerin kullanılmadan önce yakınlardaki en yakın ve düzgün dağılımlı istasyonların verileri ile tamamlanması gerekmektedir [42].

Eksik verili istasyon X, yakın istasyonlar A, B ve C olduğunda N_A , N_B , N_C ve N_X yıllık normal yağışlar, P_A , P_B , P_C veri bulunmayan sürede yağışa karşı gelen değerler olmak üzere yakın istasyonların yıllık normal yağışları eksik verili istasyonunkinden %10' dan daha fazla değiştiğinde eksik veri 2.1 denklemi ile bulunabilir [42].

$$P_X = \frac{1}{3} \left(\frac{N_X}{N_A} P_A + \frac{N_X}{N_B} P_B + \frac{N_X}{N_C} P_C \right) \quad (2.1)$$

Yakın istasyonların yıllık normal yağışları eksik verili istasyonunkinden %10' dan daha az değiştiğinde eksik veri 2.2 denklemi ile bulunabilir [42].

$$P_X = \frac{P_A + P_B + P_C}{3} \quad (2.2)$$

Eksik verilerin tamamlanmasında kullanılabilecek bir diğer yöntemde de eksik verisi olan istasyon merkeze yerleştirilerek çizilen kartezyen koordinat eksenleri istasyon etrafında dört bölge meydana getirilir. Her bölgede merkeze en yakın yağış istasyonu bulunup, bu istasyonlarda eksik veri süresinde gözlenen yağışlar P_1 , P_2 , P_3 ve P_4 , istasyonların merkeze uzaklıkları da d_1 , d_2 , d_3 ve d_4 kabul edilirse eksik veri 2.3 denklemi ile bulunabilir [42].

$$P_X = \frac{\frac{P_1}{d_1^2} + \frac{P_2}{d_2^2} + \frac{P_3}{d_3^2} + \frac{P_4}{d_4^2}}{\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2} + \frac{1}{d_3^2} + \frac{1}{d_4^2}} \quad (2.3)$$

2.1.2. Yağış Verisindeki Hatalar ve Düzeltmeleri

Yağış verileri farklı nedenlerle hatalar içerebilir. Bu hatalar rastgele ve sistematik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Rastgele hatalar gözlemlerde hatalı okuma, yazma, basma veya rakamların yuvarlanmasından kaynaklanmaktadır ve pozitif veya negatif olduklarından düzeltilmesine gerek yoktur. Zamansal ve konumsal olarak birbirlerini götürdükleri varsayılabilir. Sistematik hatalar ise istasyon konumunun değişmesi ve çevrede değişiklik olması gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Bu hatalar birbirini götürmez ve gözlenen değerler gerçek değerlerden daha az veya çoktur ve bu hataların düzeltilmesi gerekmektedir [42].

2.1.3. Alansal Ortalama Yağış

Meteoroloji istasyonlarından alınan yağış verileri noktasaldır. Hidrolojik çalışmalarda ise bir bölge için ortalama yağış gereklidir. Dolayısıyla noktasal değerlerden alansal ortalamalara geçilmesi gerekir. Bunun için aritmetik ortalama, Thiessen çokgenleri ve eşyağış eğrileri yöntemleri olmak üzere üç yöntem kullanılmaktadır [42].

- **Aritmetik Ortalama Metodu:** Bu yöntemde alansal ortalama değer, bölgedeki istasyonlarda seçilen zaman diliminde okumalarının aritmetik ortalaması alınarak bulunur [42].

$$P_{ort} = \frac{\sum P_i}{N} \quad (2.4)$$

Denklemden P_{ort} alansal ortalama yağış değerini, P_i i istasyonundaki yağışı, N de alandaki istasyon sayısını göstermektedir. Bu yöntemde havza dışındaki istasyonlar alana yakın olsalar dahi kullanılmazlar [42].

- **Thiessen Çokgenleri Metodu:** Bu yöntem istasyonların alanda dağılımına önem vermektedir. Yöntemin uygulanması için istasyonlar bir harita üzerinde işaretlenir ve doğru parçaları ile üçgenler oluşturacak şekilde birleştirilir. Üçgenlerin orta dikmeleri çizilerek istasyonlar etrafında çokgenler oluşturulur. Her çokgenin alanındaki yağışı içindeki istasyonun temsil ettiği varsayılır. İstasyonlar birleştirilerek oluşturulan üçgenlerin mümkün olduğu kadar eşkenara yakın olmaları aranır. Böylece orta dikmeler üçgenlerin içinde kesişir ve oluşan çokgenler daha kolay elde edilir. Alansal ortalama yağış, istasyonlarda gözlenen değerlerle ilgili çokgen alanlarının (havza içinde kalan kısımlarının) çarpımlarının toplanıp, toplam alana bölünmesiyle elde edilir [42].

$$P_{ort} = \frac{\sum P_i a_i}{\sum a_i} \quad (2.5)$$

Denklemden P_{ort} alansal ortalama yağış derinliği, P_i i istasyonunda gözlenen değer, a_i i çokgeninin havza içinde kalan alanını göstermektedir. Bu yöntemin uygulanmasında havzanın içinde ve civarındaki bütün istasyonlar kullanılır. Çokgenlerin bulunması için bazen birkaç deneme yapılması gerekebilir. Bu yöntem aritmetik ortalama yönteminden daha doğru sonuçlar vermesine karşın bölgenin topoğrafyasına önem vermemektedir [42].

- **Eş Yağış Eğrileri Metodu:** Bu yöntemde, aynı sürede aynı miktar yağış alan noktalar birleştirilerek eş yağış eğrileri ve onların oluşturduğu harita elde edilir. Alansal ortalama değer, eş yağış eğrileri arasındaki alanlarla bu alanlardaki ortalama yağış değerlerinin çarpımlarının toplanması ve bu toplamın havza alanına bölünmesi ile bulunmaktadır [42].

$$P_{ort} = \frac{\sum P_i A_i}{\sum A_i} \quad (2.6)$$

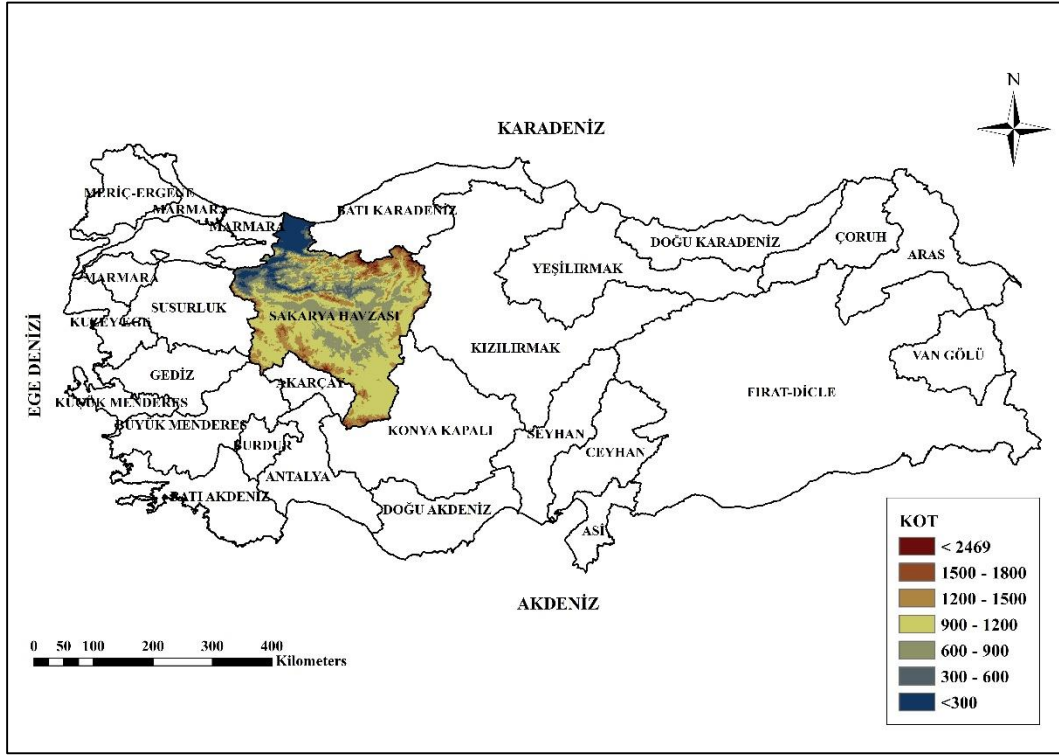
Bu denklemde P_{ort} alansal ortalama yağış değeri, P_i eş yağış eğrileri arasındaki ortalama yağış değeri, A_i eş yağış eğrileri arasındaki alanını göstermektedir. Bu yöntemde Thiessen çokgenleri yöntemi gibi sadece havza içindeki değil çevresindeki istasyonlar da kullanılır. Sadece istasyon sayısı değil, istasyonların bölgede dağılımında alansal ortalama yağış derinliği bulmada önemli olmaktadır [42].

2.2. Çalışma Alanı

2.2.1. Sakarya Havzası

Çalışmada ele alınan bölge, Türkiye'nin 25 hidrolojik havzasından biri olan Sakarya Havzası'dır. Sakarya Havzası, coğrafi konum olarak Türkiye'nin kuzeybatısında; 37° 96' - 41° 20' kuzey enlemleri ile 29° 26' - 33° 24' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Sakarya Havzası, batıda Susurluk, güneyde Akarçay ve Konya Kapalı havzaları, doğuda Kızılırmak ve Batı Karadeniz havzaları tarafından çevrelenmiştir. İç Anadolu, Marmara, Ege ve Karadeniz Bölgesi'nin bazı kısımlarını kapsayan Sakarya Havzası sınırları içerisinde; Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Ankara, Bolu, Kütahya, Afyonkarahisar, Konya, Bursa, Kocaeli, Düzce, Çankırı ve Uşak illeri yer almaktadır [48].

Şekil 2.1.'de Sakarya Havzası'nın Türkiye haritası üzerindeki konumu gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Sakarya Havzası'nın Türkiye haritası üzerindeki konumu

Sakarya Havzası kendi içerisinde 6 alt havzaya ayrılmıştır. Havzanın ana kolu Sakarya Nehri olup alt havzalar nehrin doğduğu noktadan Karadeniz'e döküldüğü noktaya kadar; Yukarı Sakarya, Porsuk Çayı, Ankara Çayı, Orta Sakarya, Göksu-Karasu ve Aşağı Sakarya Alt Havzası şeklindedir. Sakarya Nehri, Kızılırmak ve Fırat nehirlerinden sonra Türkiye'nin üçüncü en uzun, Kuzeybatı Anadolu'nun ise en büyük akarsuyudur. Eskişehir'in güneyinde yer alan Çifteler Sakaryabaşı kaynaklarından doğar ve Sakarya'nın Karasu ilçesinden Karadeniz'e dökülür. [14].

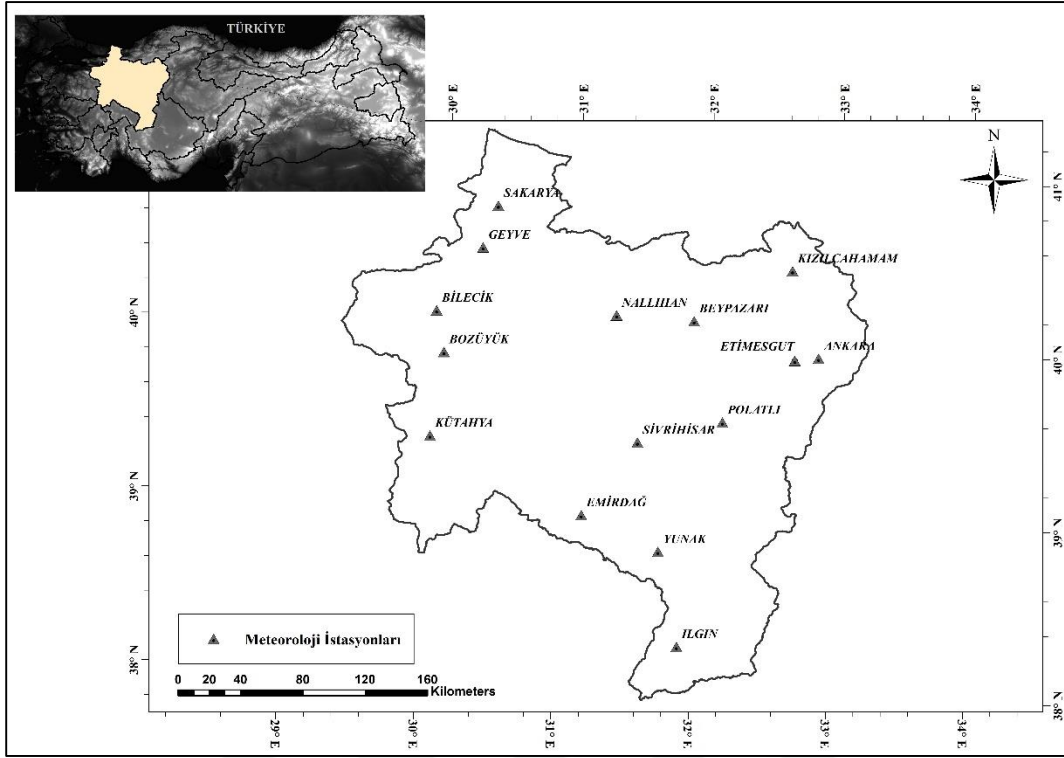
Havzanın kuzeyinde Bolu Dağları (2.499 m), doğusunda İdris Dağı (1.992 m), Elmadağ (1.761 m) ve Haymana Platosu, güneyinde Emir Dağı (2.307 m), Murat Dağı (2.309 m), Bayat ve Cihanbeyli Platoları, batısında ise Domaniç Dağı (1.845 m) ve Uludağ (2.543 m) yer almaktadır. Havzada ülkemizin önemli ovalarından Polatlı, Pamukova ve Adapazarı Ovaları yer almaktadır. Ayrıca Sakarya Havzası'nda önemli göller ve çok sayıda baraj gölü bulunmaktadır. Havza'nın önemli bir su kaynağı olan Sapanca Gölü, Sakarya ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca, Ankara'da yer alan Mogan ve Eymir Gölleri de havzada bulunmaktadır [48].

Ülkemizin önemli Hidroelektrik Santral (HES) tesisi olan Sarıyar Hasan Polatkan Barajı havza sınırları içerisinde yer alır [48].

Sakarya Nehri 58160 km² drenaj alanına sahiptir ve başlangıcında yer alan bazı kaynaklarının kurduğu göz önüne alınırsa kolları ile birlikte toplam uzunluğu 720 km'dir. Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %7'sini kaplayan havzanın ortalama yüksekliği 508 m'dir. Sakarya Nehri Havzası'nın debisinin en yüksek olduğu aylar mart, nisan ve mayıs ayları iken; debinin en düşük olduğu aylar temmuz, ağustos, eylül gibi yaz sonu aylarıdır. Nehrin en düşük debisi 30 m³/s, ortalama debisi 193 m³/s, en yüksek debisi ise 996 m³/s seviyesindedir [14].

Havzanın geniş bir alana sahip olması ve konumu nedeniyle havzada çeşitli iklimlerin etkisi görülmektedir. Yukarı Sakarya Havzası'nda tipik İç Anadolu iklimi görülür yani yazlar sıcak, kışlar soğuk geçmekte; yaz döneminde konveksiyonel yağışlar görülmektedir. Ankara'nın kuzey kesiminde, Karadeniz ikliminin ılıman ve yağışlı halleri görülmektedir. Porsuk Çayı Havzası'nın yukarı kesimlerinde İç Batı Anadolu geçiş iklimi, aşağı kesiminde ise Ege ve İç Anadolu'ya özgü iklim özellikleri görülmektedir. Orta Sakarya Alt Havzası'nın kuzeyinde Karadeniz iklimi ile İç Batı Anadolu step iklimi arasında bir geçiş iklimi etkilidir. Aşağı Sakarya Alt Havzası'nda ise Marmara ve Karadeniz iklim tipleri arasında bir geçiş alanı olup genelde kışlar ılık geçer ve en çok yağış kış mevsiminde düşmektedir. Nitekim havzada genellikle İç Anadolu iklimi görülmekte ve küçük bir bölümünde Karadeniz iklim özelliklerinin etkisi görülmektedir [14].

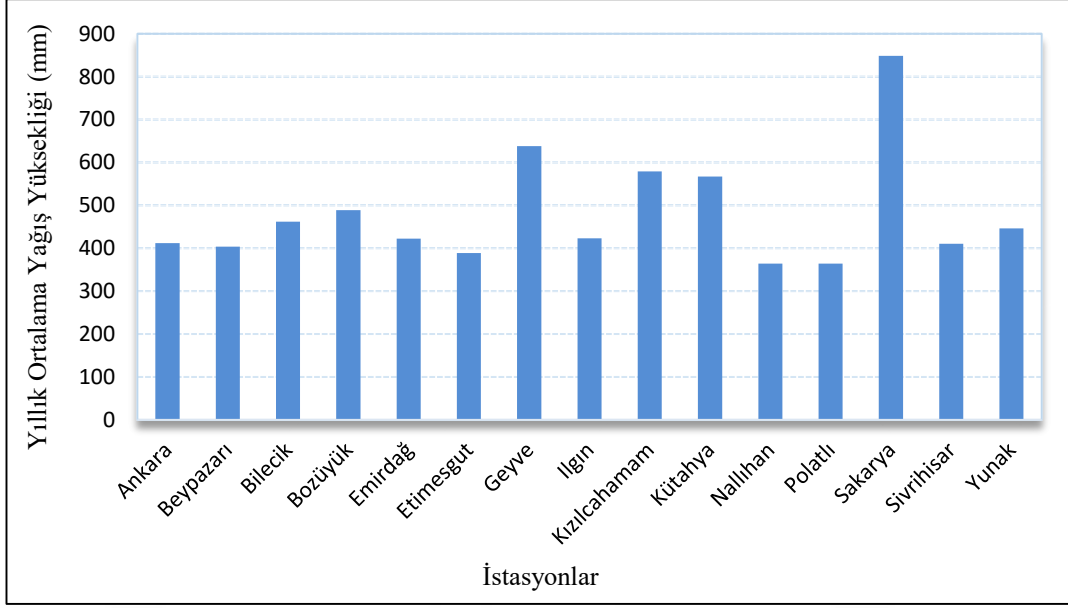
Çalışmada havzayı konumsal olarak en iyi temsil etmeye yardımcı olacak 15 meteoroloji istasyonu (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak) seçilmiştir. Bu istasyonların harita üzerindeki konumları Şekil 2.2.'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Sakarya Havzası Meteoroloji İstasyonlarının Konumları

Çalışmada kullanılan 15 meteoroloji istasyonunun uzun yıllar maksimum yağış değerlerine göre en yüksek yağış 283,5 mm olarak haziran ayında Sakarya istasyonunda ölçülmüştür.

Şekil 2.3.'de 1960-2020 yılları arasında, tüm istasyonlara ait yıllık ortalama yağış yüksekliği (mm) değerleri görülmektedir. Burada maksimum yıllık ortalama yağış yüksekliğinin 848,84 mm ile Sakarya istasyonunda ve minimum yıllık ortalama yağış yüksekliğinin ise 359,34 mm ile Emirdağ istasyonunda olduğu görülmektedir. Havzadan seçilen 15 istasyona göre 1960-2020 yıllarına (61 yıllık) ait dönemde metrekareye yıllık ortalama yaklaşık 481,39 mm yağış düşmektedir.



Şekil 2.3. Tüm istasyonlara ait Yıllık Ortalama Yağış Yüksekliği (mm) Değerleri

Sakarya Havzası sahip olduğu tarımsal, ekonomik ve doğal önemi gereği kuraklık riskinden fazlasıyla etkilenebilecek havzalar arasında yer almaktadır ve havzada nüfus yoğunluğuna göre su miktarı kısıtlıdır. Bu yüzden çalışma alanı olarak Sakarya Havzası seçilmiştir.

2.2.2. Çalışmada Kullanılan Veri Seti

Kuraklık indislerinin hesaplanmasında ne kadar uzun kayıtlar kullanılırsa o kadar güvenilir sonuçlar elde edilebilir [46]. Kuraklık indisleri ile yapılacak karşılaştırmalı bu çalışma için, tüm istasyonlar için 1960-2020 yılları arası 61 yıllık zaman dilimi seçilmiştir.

Yağış verileri, kuraklık indislerini hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Çünkü genellikle uzun vadeli yağış kayıtları mevcuttur [45].

Çalışmada, kuraklık sürelerini ve şiddetini tanımlamak için 15 meteoroloji istasyonuna (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak) ait DMI'den alınan 1960-2020 yılları arası (732 ay) aylık ortalama toplam yağış yüksekliği verileri kullanılmıştır.

Çizelge 2.1.'de, çalışmada kullanılacak olan meteoroloji istasyonlarının istasyon numarası, enlem, boylam ve yükseklik bilgileri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler

İstasyon Adı	İstasyon No	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yükseklik (m)
ANKARA	17130	39,9727	32,8637	891
BEYPAZARI	17680	40,1608	31,9172	682
BİLECİK	17120	40,1414	29,9772	539
BOZÜYÜK	17702	39,9039	30,0525	754
EMİRDAĞ	17752	39,0098	31,1463	983
ETİMESGUT	17129	39,9558	32,6854	806
GEYVE	17662	40,5214	30,2960	100
ILGIN	17832	38,2763	31,8940	1036
KIZILCAHAMAM	17664	40,4729	32,6441	1033
KÜTAHYA	17155	39,4171	29,9891	969
NALLIHAN	17679	40,1733	31,3320	650
POLATLI	17728	39,5834	32,1624	886
SAKARYA	17069	40,7676	30,3934	30
SİVRİHİSAR	17726	39,4453	31,5354	1070
YUNAK	17798	38,8205	31,7258	1148

2.3. Yöntem

2.3.1. Kuraklık İndisleri

Kuraklık indisleri, yağış, akarsu akışı ve diğer su kaynağı göstergelerine ilişkin verileri kullanarak bölge üzerindeki kuraklığın şiddetini, başlangıcını ve büyüklüğünü (süresini) ölçme girişimidir. İndislerin hiçbirisi diğerlerinden üstün olmasa da bazı indisler belirli kullanımlar için diğerlerinden daha uygundur. Kuraklık indisleri kuraklık olaylarını ölçmek, izlemek ve kuraklık olayının başlangıcını belirlemek açısından oldukça önemlidir. Kuraklık indislerinin; iklimsel kuraklığa yatkınlığının değerlendirilmesi, alansal sulama ihtiyaçlarının tahmin edilmesi, yerel bir ortamda kuraklığın değerlendirilmesi ve kuraklığın şiddeti ile bölgesel kapsamının periyodik olarak belirlenmesi gibi amaçları bulunmaktadır [37].

İndislerin çoğu çalışılan alanlardaki yağış, sıcaklık, toprak nemi gibi değişkenlere ihtiyaç duyar. Bir kuraklık indisi ile farklı zaman dilimlerinde ve uzun zaman

ölçeklerinde bölgesel ve zamansal analizler yapılabilir. Kuraklık analizinde bir ay veya bir yıl zaman ölçeği en yaygın kullanılan zaman ölçekleridir [27].

Bir bölgenin jeomorfolojik, hidrolojik, iklimsel, çevresel ve toprak özellikleri ile etkili olan kuraklığın çeşidine göre en uygun kuraklık indisi seçimi yapılabilir. Bazı indisler kuraklığı izleme, bazıları ise tarihsel kuraklık olaylarına çözüm bulma bakımından daha uygun olmaktadır. Bu sebeple birbirlerine göre bazı avantajları ve zayıf yönleri bulunan birkaç indisi birlikte kullanmak, kuraklığın değerlendirilmesi ve sonuçlarının karşılaştırılması açısından daha faydalı olmaktadır [17]. Kuraklık indisleri kuraklığa karşı alınacak tedbirler için zaman kazanılması, uygun planlama yapılması, canlı sağlığının korunması ve ekonomik kayıpların önlenmesi açısından çok önemlidir. Kuraklıkların karakteristik özelliklerini saptamak amacıyla kullanılan indisler, yağış gibi tek bir meteorolojik parametrenin kullanımından birçok değişkeni içeren karmaşık yöntemlerin kullanımına kadar uzanmaktadır. SYİ, ZSİ, CZİ, NYİ, PKŞİ ve Eİ günümüzde en yaygın olarak kullanılan indislerdir [36].

Sakarya Havzası üzerinde yapılan çalışmada kuraklık indisleri çeşitlerinden yağış tabanlı yani sadece aylık yağış verilerine ihtiyaç duyan, izlenebilir, güvenilirliği daha önceki çalışmalarda tespit edilmiş ve yaygın kullanılan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ olmak üzere dört kuraklık indisi seçilmiştir ve bu indisler 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotlarında incelenmiştir.

2.3.2. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ)

SYİ, bölgesel kuraklıkları tanımlamak ve izlemek amacıyla 1993 yılında McKee ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. SYİ, bölgesel kuraklığı tanımlamak için yağış parametresini tek bir sayısal değere dönüştürür [25]. Yalnızca yağış değerlerine bağlı, hesaplanması kolay, güvenilir bir indis olması ve 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 ay gibi istenilen zaman periyotları için hesaplanabilmesi SYİ'nin çalışmalarda araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanmasını sağlamaktadır. SYİ yöntemi ile sağlıklı bir kuraklık analizi yapmak için aralıksız en az 30 yıl için aylık toplam yağış verilerine ihtiyaç vardır. Yağış eksikliğinin farklı su kaynaklarına etkisi göz önünde bulundurularak indislerdeki değişimlerin gözleneceği 1, 3, 6, 12, 24 ve 48 aylık gibi farklı zaman dilimleri kullanılır. 3 aylık değerler kısa dönem veya mevsimsel dönemleri, 12 aylık değerler orta dönem ve 48 aylık değerler ise uzun dönemleri göstermektedir [33].

Gamma olasılık dağılımı iklimsel yağış serisini en iyi temsil eden olasılık dağılımıdır ve SYİ yönteminde, yağış verilerinden elde edilen olasılık dağılım fonksiyonları Gamma olasılık fonksiyonlarına uydurulması gerekir. Gamma dağılım fonksiyonundan ulaşılan yağış olasılıkları, ters-standart normal dağılım fonksiyonu kullanılarak standart yağışlara dönüştürülür. [25,41]. Gamma dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}; \quad x, \alpha, \beta > 0 \quad (2.7)$$

Denklemde $\Gamma(\alpha)$ Gamma Dağılımını, α şekil parametresini, β ölçek parametresini, x yağış miktarını ifade etmektedir.

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{\bar{x}}} \right), \quad \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}, \quad A = \ln(\bar{x}) - \sum \frac{\ln(x)}{n} \quad (2.8)$$

Denklemde n yağış gözlem sayısıdır. Eldeki mevcut verilerden elde edilen bu olasılık tanımlamaları daha sonra herhangi bir ayda gözlenmiş bir değer için kümülatif olasılığını bulmak için kullanılabilir. Bu durumda kümülatif olasılık aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad (2.9)$$

Gamma fonksiyonu $x=0$ için tanımsız olduğundan ve yağış dağılımı sıfır (0) değerler içerdiğinden kümülatif olasılık yeniden aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (2.10)$$

Bir sonraki aşamada, Gamma dağılım fonksiyonundan elde edilen yağış olasılıkları, ters-standart normal dağılım fonksiyonu kullanılarak standart yağışlara dönüştürülür. Bu yolla ortalaması sıfır ve varyansı bir olan standartlaştırılmış yağışlar elde edilir. SYİ, belirlenen zaman ölçeğinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir [25].

$$SYİ = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (2.11)$$

Burada x_i gözlenen yağış değeri (mm), $\bar{x}$ yağış serisinin ortalaması (mm) ve σ serinin standart sapmasıdır.

SYİ yönteminin sonucunda elde edilen değerlerde indisin sürekli olarak negatif olduğu zaman ölçeği kurak dönem olarak adlandırılırken indisin (-1)'den küçük değerlere

indiği ay kuraklığın başlangıcı, indisin pozitif değerlere çıktığı ay ise kuraklık bitimi olarak değerlendirilmektedir. [25].

2.3.3. Z-Skor İndisi (ZSİ)

ZSİ, seçilen zaman ölçeğinde (genellikle 1, 3, 6, 9, 12 aylık), normal dağılıma dönüştürülmeyen aylık yağış değerinin ortalamadan çıkarılıp standart sapmaya bölünmesi ile elde edilen boyutsuz bir kuraklık indisi [46]. Standart bir indis olarak bilinen ZSİ, bir yağışın ortalamanın üstünde veya altında bıraktığı standart sapmaların sayısını gösterir.

Boyutsuz bir kuraklık indisi olan ZSİ yönteminde orijinal yağış verisi kullanılır ve normal dağılımda olduğu için SYİ gibi Gamma dağılımına dönüştürmeye gerek yoktur. ZSİ, standart sapma ve standart ortalamaya sahip olup ZSİ değerlerinin standart ortalaması (0) ve standart sapmaları (1)'e eşittir ve ortalamanın üstündeki değerler pozitif, altındaki değerler ise negatiftir.

ZSİ'nin hesaplanması aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$ZSİ = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (2.12)$$

Burada x_i belirli zaman dilimindeki yağış değerlerini (mm), $\bar{x}$ belirli zaman dilimindeki tüm yağış verilerinin ortalamasını (mm), σ belirli zaman dilimindeki tüm yağış verilerinin standart sapmasını ifade etmektedir [24].

2.3.4. Çin Z-indisi (CZİ)

Belirli zaman dilimindeki yağış verilerinin 3. tip Pearson dağılımına uyduğunu kabul eden bir kuraklık indisi olan CZİ, ki-kare değişkeninin Wilson-Hilferty küp-kök dönüşümü ile Z-Skoruna dönüştürülmesi esasına bağlıdır. 1995'ten bu yana Çin Milli İklim Merkezi tarafından ülke genelindeki kurak ve nemli durumların incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır. CZİ, aşağıdaki denklem 2.13, 2.14 ve 2.15'deki gibi hesaplanmaktadır [28,46].

$$CZİ = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \varphi_i + 1 \right)^{1/3} - \left(\frac{6}{C_s} \right) + \left(\frac{C_s}{6} \right) \quad (2.13)$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \times \sigma^3} \quad (2.14)$$

$$\varphi_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (2.15)$$

Burada C_s belirli zaman dilimindeki yağış verilerinin çarpıklık katsayısını, φ_i Z-Skorunu, n zaman dilimlerinin toplam sayısını, $\bar{x}$ belirli zaman dilimindeki tüm yağış verilerinin ortalamasını (mm), x_i belirli zaman dilimindeki yağış değerlerini (mm) ve σ belirli zaman dilimindeki tüm yağış verilerinin standart sapmasını ifade etmektedir [28].

2.3.5. Modifiye Edilmiş Çin Z-indisi (MCZİ)

MCZİ hesaplaması CZİ hesaplaması gibi olup eşitliklerde tüm yağış verilerinin ortalaması yerine bu verilerin medyan değeri kullanılmaktadır [28,46].

MCZİ aşağıdaki denklemlerdeki gibi hesaplanmaktadır [28].

$$MCZİ = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \varphi_j + 1 \right)^{1/3} - \left(\frac{6}{C_s} \right) + \left(\frac{C_s}{6} \right) \quad (2.16)$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_j - Me)^3}{n \times \sigma^3} \quad (2.17)$$

$$\varphi_i = \frac{x_i - Me}{\sigma} \quad (2.18)$$

Burada C_s belirli zaman dilimindeki yağış verilerinin çarpıklık katsayısını, φ_i standart olan değişkeni, n zaman dilimlerinin toplam sayısını, Me belirli zaman dilimindeki tüm yağış verilerinin medyan değerini, x_j belirli zaman dilimindeki yağış değerlerini (mm) ve σ belirli zaman dilimindeki tüm yağış verilerinin standart sapmasını ifade etmektedir [28].

Çizelge 2.2.'de çalışmada kullanılan kuraklık indislerine ait aşırı nemlilikten aşırı kuraklığa kadar değişen nemli ve kuraklık sınıflandırması verilmiştir.

Çizelge 2.2. SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ İndislerine Ait Kuraklık Kategorisi

SYİ, ZSİ, CZİ, MCZİ	Kuraklık Kategorisi
≥ 2	Aşırı Nemli
(1.5) – (1.99)	Çok Nemli
(1) – (1.49)	Orta Nemli
(0.99) – (-0.99)	Normal
(-1.0) – (-1.49)	Orta Kurak
(-1.5) – (-1.99)	Şiddetli Kurak
$-2 \leq$	Aşırı Kurak

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında yer alan 15 meteoroloji istasyonunda aylık yağış verileri kullanılarak 61 yıllık zaman aralığında, beş farklı zaman periyodunda dört indis incelenmiş ve bu analiz sonucunda tüm kurak zamanlar ile bu kuraklıkların şiddet ve süresi belirlenmiş ve seçilen indislerin bölge için uygulanabilirliği, performansları ve indisler arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir.

Çalışmada Sakarya Havzası'nı temsil etmeye yardımcı olacak 15 istasyon (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak) seçilmiştir. Bu istasyonlara ait 1960-2020 yılları arasındaki aylık yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerleri hesaplanmıştır.

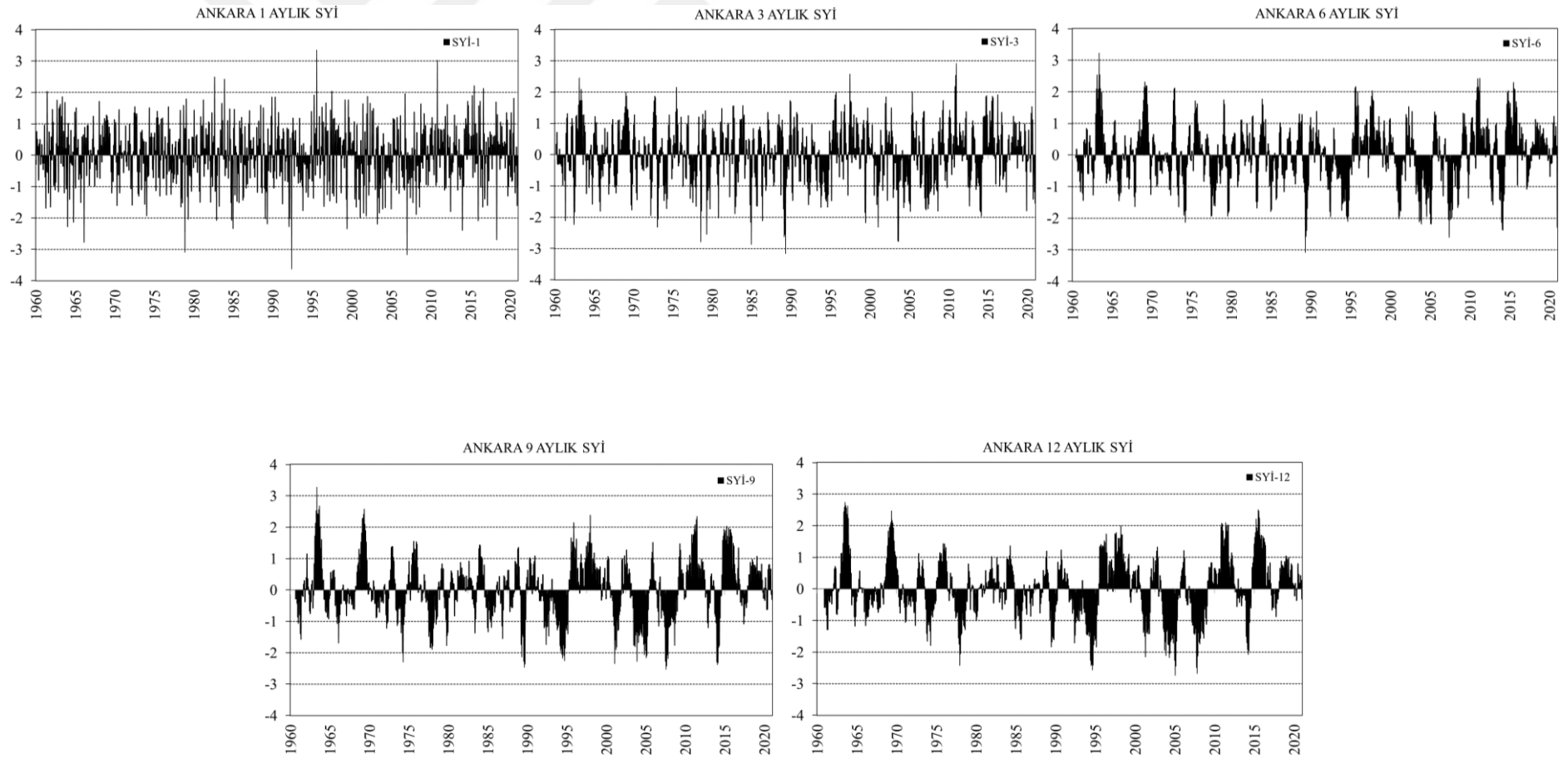
Çalışma;

- 1) 1960-2020 arasındaki yıllarda gözlemlenen kuraklık olaylarının karakteristik özelliklerinin SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ yöntemleri kullanarak farklı zaman periyotlarında incelenmesi ve karşılaştırılması,
- 2) Farklı zaman periyotlarındaki indis değerleri arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi olmak üzere 2 aşamadan oluşmaktadır.

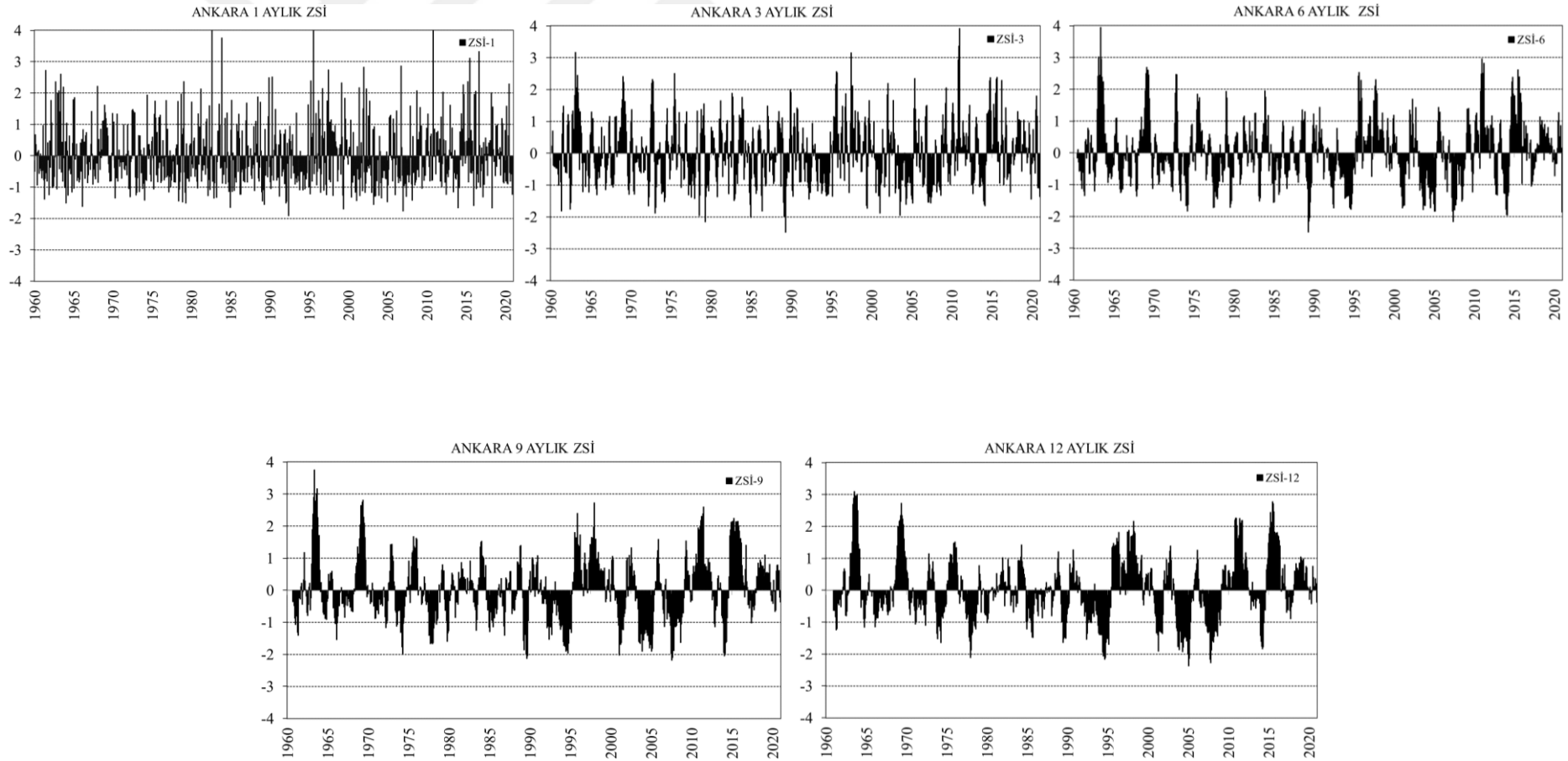
3.1. İndislerin Zaman Aralıkları

Çalışmada seçilen 15 meteoroloji istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde elde edilen SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerleri kullanılarak kurak dönemlere ait zamansal değişim incelenmiştir ve sonuçlar grafik olarak Ankara istasyonu için Şekil 3.1.-3.4.'de, diğer istasyonlar için ise EK-1.1.-1.56.'de verilmiştir.

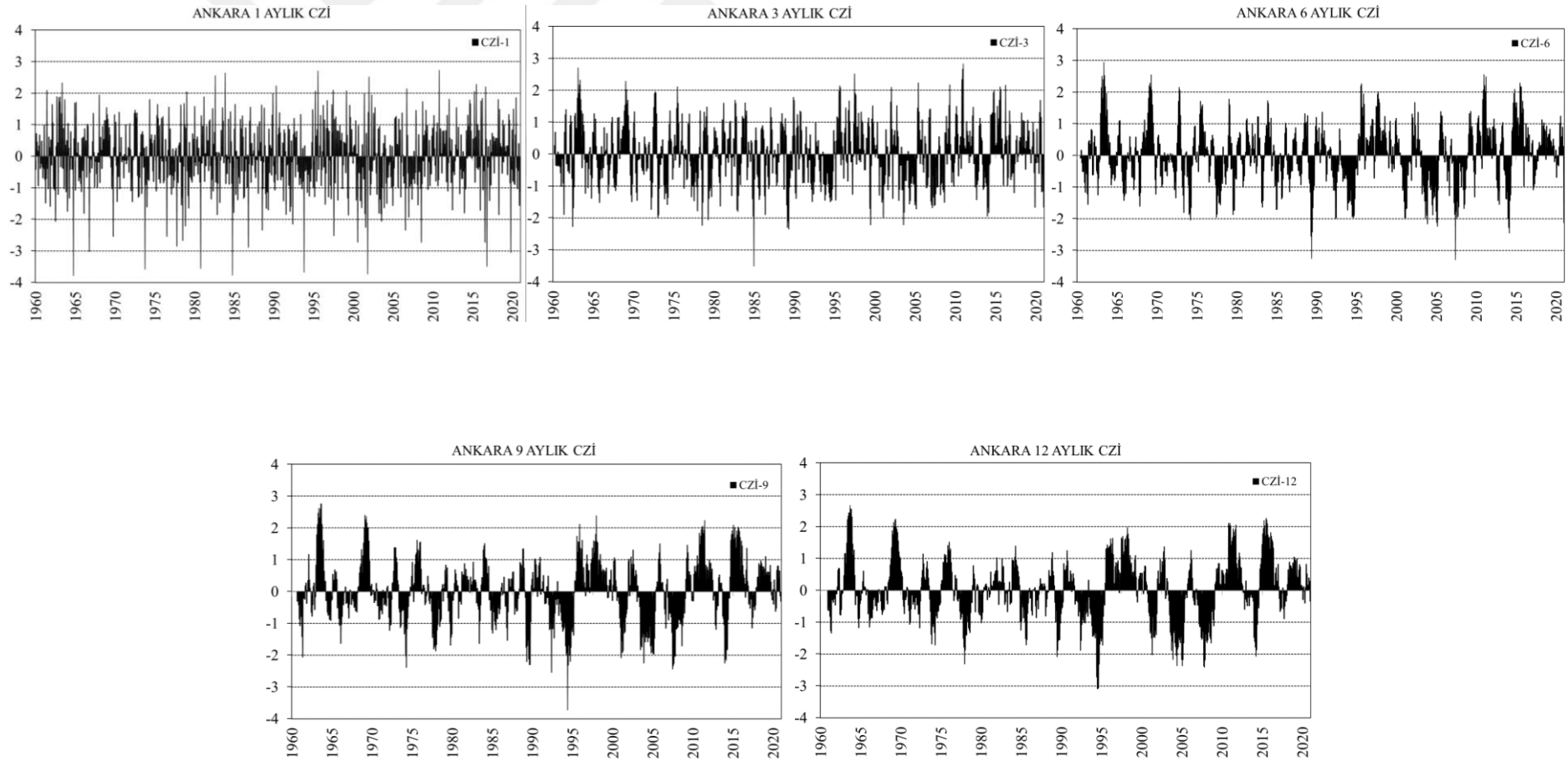
Şekillerden görüldüğü üzere SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kısa zaman ölçeklerinde kurak dönemlerin frekansı çok fazladır. Zaman ölçeği arttıkça kurak dönemlerin frekansında azalma olurken kuraklık genliklerinde ve sürelerinde artış olmuştur. Ayrıca kuraklık eğilimi daha belirgin hale gelmiş ve indis değerleri arasında tutarlılık gözlemlenmiştir.



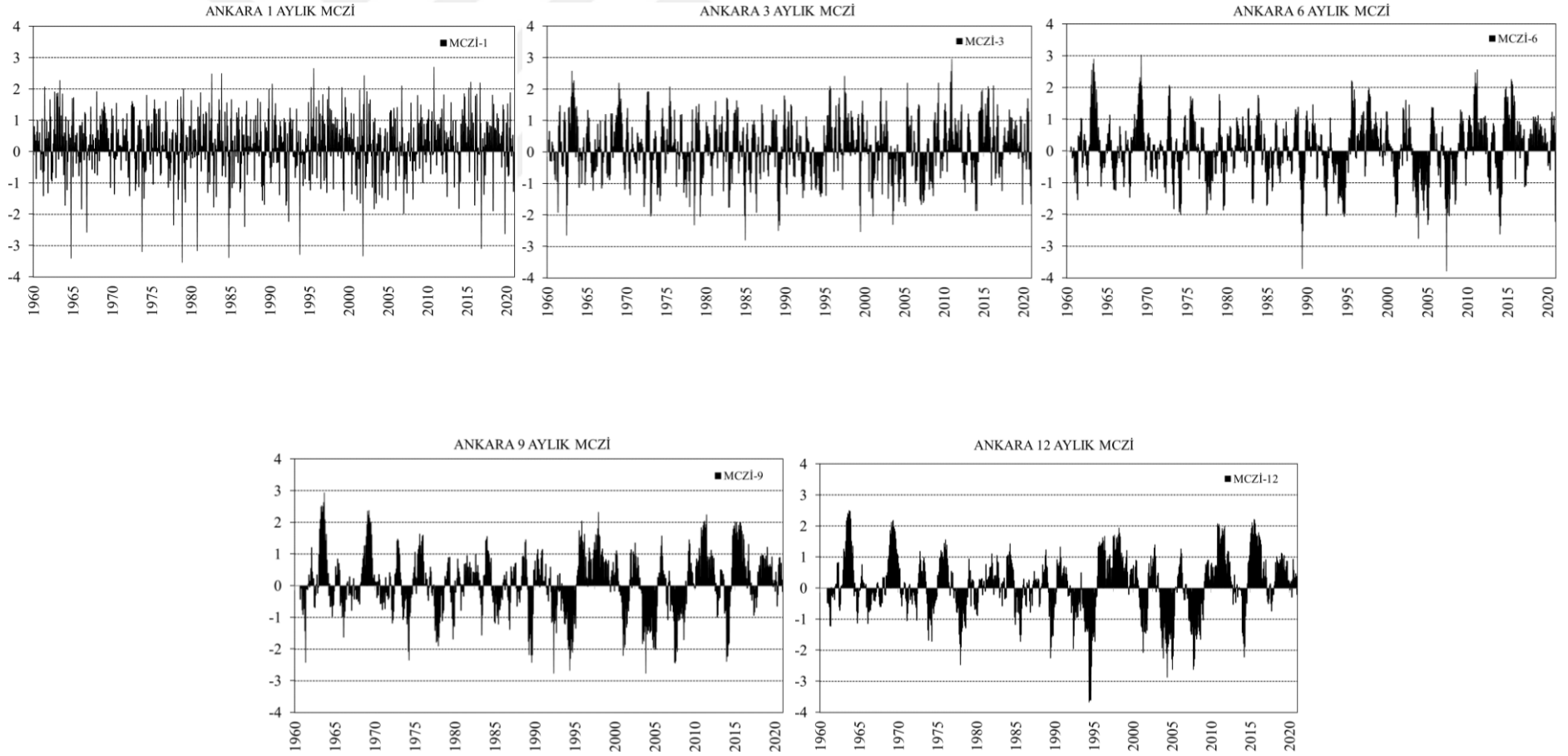
Şekil 3.1. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



Şekil 3.2. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



Şekil 3.3. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



Şekil 3.4. Ankara istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları

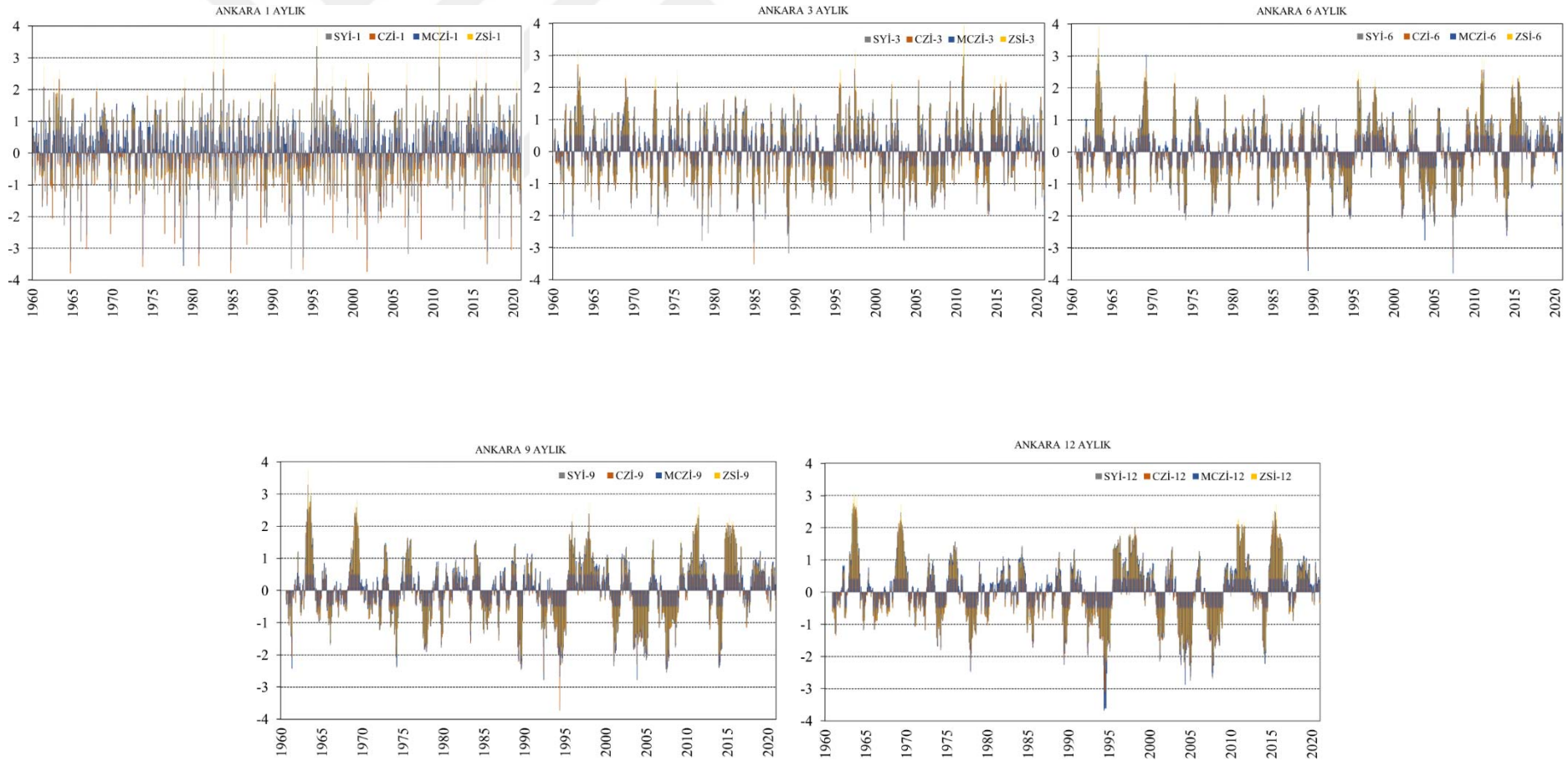
3.2. Kuraklık İndislerinin Karşılaştırılması

Çalışmada kısa veya uzun süreli kuraklıkları karşılaştırmak ve değerlendirebilmek için çeşitli zaman ölçeklerinde (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık) kuraklık indisleri (SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ) hesaplanmıştır. Havzadaki kuraklık analizinin daha detaylı ve güvenilir olması amacıyla dört farklı kuraklık indisi karşılaştırılmıştır ve bu karşılaştırma sonuçları Ankara istasyonu için Şekil 3.5.-3.9.'da, diğer istasyonlar için ise EK-2.1.-2.14.'de verilmiştir.

İstasyonlara ait beş farklı zaman ölçeğinde hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin karşılaştırma grafiklerinden görüldüğü üzere kısa zaman periyotlarında kurak dönemlerin frekansı çok fazladır. Zaman periyodunun uzamasıyla şiddet bakımından SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ arasındaki farklılıkların azaldığı, indisler arasındaki tutarlılığın arttığı, kuraklık eğiliminin daha belirgin hale geldiği, kurak dönemlerin frekansında azalma, kuraklık genliklerinde ve sürelerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir.

İndislere ait aylık zaman serilerinde kısa zaman periyotlarında SYİ değerlerinin değişimi göze çarpmaktadır. Aşırı ve şiddetli kuraklıkları SYİ aylık serisi diğer indislere göre daha belirgin şekilde yansıtmakta ve şiddet bakımından diğer indisler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Fakat zaman periyodu arttıkça bu fark azalmakta ve indis değerleri arasında tutarlılık artmaktadır.

Ayrıca 1970'li ve 1990'lı yılların başlarında, 1989, 2007 ve 2014 yıllarında meydana gelen aşırı şiddetli kuraklıklar dört indis için de çeşitli zaman ölçeklerinde belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil 3.5. Ankara istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi

3.3. Kuraklık İndisleri Değerlerine Ait Kuraklık Sınıfları ve Karakteristikleri

15 meteoroloji istasyonuna ait 1960-2020 yılları arasında 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğinde kurak dönemlerin süresi, büyüklüğü ve şiddetini içeren kuraklık özellikleri incelenmiştir. Çizelge 3.1.-3.15.'de tüm istasyonlara ait her bir indis için beş farklı zaman ölçeğinde incelenen kuraklıkların ortalama şiddet ve ortalama süreleri, kuraklık sınıfı ile incelenen kuraklıkların en şiddetli ve en uzun süreli ile bulundukları başlangıç ve bitiş zamanları verilmiştir.

Ankara istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde genel olarak artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ZSİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 88 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 111 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. ZSİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1.17 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 5 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 4.83 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 21 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Ankara istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3.64 ile 1 aylık zaman ölçeğinde 1992 Mayıs ayında, ZSİ'ye göre -2.49 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, CZİ'ye göre -3.79 şiddeti ile 1 aylık zaman ölçeğinde 1964 Ekim ayında ve MCZİ'ye göre ise -3.79 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 2007 Mayıs ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ ve CZİ'de 9 aylık zaman ölçeğinde (22 ay) Haziran 2003 ile Mart 2005 dönemleri arasında, MCZİ'de ise 12 aylık zaman ölçeğinde (21 ay) Temmuz 2003 ile Mart 2005 dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Ankara istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Ankara istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
ANKARA	SYİ	1 Aylık	65	31	19	115	1988/12	1989/4	5	1992/5	-3,64	1,19	-0,24
		3 Aylık	72	38	17	127	1994/4	1994/9	6	1989/4	-3,17	1,95	-0,26
		6 Aylık	60	37	18	115	1993/11	1994/10	12	1989/4	-3,09	3,11	-0,25
		9 Aylık	66	29	23	118	2003/6	2005/3	22	2007/7	-2,54	3,93	-0,25
		12 Aylık	60	34	18	112	2003/7	2005/3	21	2005/1	-2,74	5,33	-0,24
	ZSİ	1 Aylık	75	13	0	88	1988/12	1989/4	5	1992/5	-1,91	1,17	-0,15
		3 Aylık	89	26	3	118	1994/4	1994/9	6	1989/4	-2,48	1,90	-0,22
		6 Aylık	69	39	4	112	1993/11	1994/10	12	1989/4	-2,49	2,95	-0,22
		9 Aylık	66	42	7	115	2003/6	2005/3	22	2007/7	-2,18	3,97	-0,23
		12 Aylık	70	32	9	111	2003/7	2005/3	21	2005/1	-2,37	4,83	-0,22
	CZİ	1 Aylık	66	28	25	119	1988/12	1989/4	5	1964/10	-3,79	1,21	-0,27
		3 Aylık	87	32	9	128	1994/4	1994/9	6	1984/12	-3,52	1,97	-0,25
		6 Aylık	59	43	12	114	1993/11	1994/10	12	2007/5	-3,31	3,17	-0,25
		9 Aylık	62	35	21	118	2003/6	2005/3	22	1994/5	-3,73	3,93	-0,26
		12 Aylık	58	37	18	113	2003/7	2005/3	21	1994/7	-3,10	5,14	-0,25
	MCZİ	1 Aylık	44	21	13	78	1988/12	1989/4	5	1978/11	-3,54	1,16	-0,18
		3 Aylık	61	24	12	97	1994/4	1994/8	5	1984/12	-2,80	1,80	-0,20
		6 Aylık	55	36	17	108	1993/11	1994/10	12	2007/5	-3,79	2,77	-0,23
		9 Aylık	47	31	23	101	2003/6	2004/7	14	2003/11	-2,77	3,16	-0,23
		12 Aylık	56	28	18	102	2003/7	2005/3	21	1994/5	-3,68	4,64	-0,23

Beyazır istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin SYİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 126 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 132 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. SYİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,25 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,57 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 16 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Ankara istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,23 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1990 Mart ayında, ZSİ'ye göre -2,55 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında, CZİ'ye göre -3,55 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1993 Ekim ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,73 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1984 Kasım ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (16 ay) 1993 Haziran ile 1994 Eylül dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Beypazarı istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Beypazarı istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
BEYPAZARI	SYİ	1 Aylık	79	30	17	126	1989/1	1989/4	4	2020/11	-3,15	1,25	-0,26
		3 Aylık	64	33	17	114	1982/11	1983/4	6	1990/3	-3,23	1,78	-0,25
		6 Aylık	70	38	15	123	1973/4	1974/3	12	1989/6	-3,21	2,62	-0,26
		9 Aylık	69	38	16	123	1993/7	1994/6	12	1973/7	-2,80	3,42	-0,26
		12 Aylık	83	34	15	132	1993/6	1994/9	16	1973/11	-2,71	3,57	-0,27
	ZSİ	1 Aylık	73	9	0	82	1989/1	1989/4	4	2018/4	-1,70	1,24	-0,14
		3 Aylık	90	20	3	113	1982/11	1983/4	6	1989/4	-2,32	1,79	-0,20
		6 Aylık	84	30	4	118	1973/4	1973/11	8	1989/6	-2,55	2,62	-0,22
		9 Aylık	77	38	9	124	1993/7	1994/6	12	1989/9	-2,35	3,35	-0,24
		12 Aylık	93	34	6	133	1993/6	1994/9	16	1973/11	-2,32	3,59	-0,26
	CZİ	1 Aylık	80	24	19	123	1989/1	1989/4	4	1993/10	-3,24	1,24	-0,25
		3 Aylık	75	34	12	121	1982/11	1983/4	6	1993/10	-3,55	1,78	-0,25
		6 Aylık	77	31	13	121	1973/4	1974/3	12	1989/5	-2,59	2,69	-0,25
		9 Aylık	73	37	15	125	1993/7	1994/6	12	1973/7	-2,55	3,29	-0,25
		12 Aylık	86	36	11	133	1993/6	1994/9	16	1973/11	-2,63	3,59	-0,26
	MCZİ	1 Aylık	30	15	13	58	1990/1	1990/3	3	2006/12	-3,72	1,16	-0,13
		3 Aylık	60	24	14	98	1982/11	1983/4	6	1984/11	-3,73	1,66	-0,21
		6 Aylık	61	30	13	104	1973/4	1973/11	8	1969/11	-3,59	2,54	-0,22
		9 Aylık	61	33	16	110	1973/6	1974/3	10	1983/5	-2,74	3,24	-0,23
		12 Aylık	77	34	11	122	1993/6	1994/9	16	1973/11	-2,71	3,59	-0,25

Bilecik istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin CZİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 116 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 127 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. CZİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,26 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 4,23 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 11 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Bilecik istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,67 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, ZSİ'ye göre -2,57 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, CZİ'ye göre -3,63 şiddeti ile 1 aylık zaman ölçeğinde 1964 Ekim ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,77 şiddeti ile 1 aylık zaman ölçeğinde 2017 Şubat ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (11 ay) 2006 Temmuz ile 2007 Mayıs dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Bilecik istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3.).

Çizelge 3.3. Bilecik istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
BİLECİK	SYİ	1 Aylık	61	35	18	114	1989/1	1989/4	4	2011/11	-3,52	1,25	-0,24
		3 Aylık	59	28	19	106	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,67	1,96	-0,23
		6 Aylık	68	32	15	115	1989/1	1989/8	8	2020/12	-2,82	2,40	-0,24
		9 Aylık	72	29	16	117	1985/4	1985/12	9	2001/1	-2,54	2,93	-0,24
		12 Aylık	82	33	12	127	2006/7	2007/5	11	1983/5	-2,39	4,23	-0,25
	ZSİ	1 Aylık	72	13	1	86	1989/1	1989/4	4	1986/3	-2,01	1,23	-0,15
		3 Aylık	77	22	3	102	1989/2	1989/6	5	1989/4	-2,57	1,79	-0,19
		6 Aylık	78	24	7	109	1989/2	1989/8	7	1989/4	-2,19	2,37	-0,21
		9 Aylık	80	27	8	115	1985/4	1985/12	9	1989/4	-2,15	2,80	-0,22
		12 Aylık	85	35	2	122	2006/7	2007/5	11	1983/5	-2,08	4,21	-0,23
	CZİ	1 Aylık	71	16	29	116	1989/1	1989/4	4	1964/10	-3,63	1,26	-0,26
		3 Aylık	67	24	21	112	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,51	1,96	-0,24
		6 Aylık	66	34	13	113	1989/2	1989/8	7	2020/12	-2,98	2,35	-0,23
		9 Aylık	73	28	16	117	1985/4	1985/12	9	2001/1	-2,81	2,93	-0,24
		12 Aylık	78	32	17	127	2006/7	2007/5	11	2007/2	-2,77	4,23	-0,26
	MCZİ	1 Aylık	43	12	23	78	1989/2	2014/4	3	2017/2	-3,77	1,20	-0,19
		3 Aylık	40	17	22	79	1989/2	1989/6	4	1989/4	-3,66	1,80	-0,19
		6 Aylık	44	28	14	86	1989/2	1989/8	7	1962/1	-3,37	2,46	-0,19
		9 Aylık	62	26	18	106	1985/4	1985/12	9	2006/12	-3,49	2,65	-0,23
		12 Aylık	63	31	17	111	2006/7	2007/5	11	2007/2	-3,66	3,58	-0,24

Bozüyük istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin MCZİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 79 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 127 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. MCZİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,22 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 4,10 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 20 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Ankara istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,31 ile 1 aylık zaman ölçeğinde 2011 Kasım, 3 aylık zaman ölçeğinde 2014 Şubat ayında, ZSİ'ye göre -2,27 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 2020 Aralık ayında, CZİ'ye göre -3,73 şiddeti ile 9 aylık zaman ölçeğinde 1994 Mayıs ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,75 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Mayıs ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ ve CZİ'de 9 aylık zaman ölçeğinde (22 ay) 2003 Haziran ile 2005 Mart dönemleri arasında, MCZİ'de ise 12 aylık zaman ölçeğinde (20 ay) 2006 Mart ile 2007 Ekim dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Bozüyük istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Bozüyük istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
BOZÜYÜK	SYİ	1 Aylık	65	35	20	120	1989/1	1989/4	4	2011/11	-3,31	1,22	-0,25
		3 Aylık	60	27	21	108	1972/12	1973/6	7	2014/2	-3,31	2,00	-0,24
		6 Aylık	72	23	19	114	1989/2	1989/9	8	2020/12	-3,06	2,33	-0,23
		9 Aylık	66	29	23	118	2003/6	2005/3	22	2007/7	-2,54	3,93	-0,25
		12 Aylık	81	40	10	131	2006/3	2007/10	20	2001/10	-2,42	4,09	-0,26
	ZSİ	1 Aylık	77	13	0	90	1989/1	1989/4	4	1986/3	-1,83	1,23	-0,16
		3 Aylık	71	28	3	102	1972/12	1973/6	7	2014/2	-2,26	2,00	-0,19
		6 Aylık	81	25	4	110	1989/2	1989/9	8	2020/12	-2,27	2,39	-0,20
		9 Aylık	66	42	7	115	2003/6	2005/3	22	2007/7	-2,18	3,97	-0,23
		12 Aylık	87	35	2	124	2006/3	2007/7	17	2007/2	-2,07	3,88	-0,24
	CZİ	1 Aylık	78	21	14	113	1989/1	1989/4	4	1977/5	-3,25	1,23	-0,23
		3 Aylık	64	23	27	114	1972/12	1973/6	7	1989/5	-3,69	1,97	-0,27
		6 Aylık	66	25	21	112	1989/2	1989/9	8	1973/6	-3,55	2,33	-0,24
		9 Aylık	62	35	21	118	2003/6	2005/3	22	1994/5	-3,73	3,93	-0,26
		12 Aylık	82	34	14	130	2006/3	2007/10	20	2001/10	-2,89	4,19	-0,26
	MCZİ	1 Aylık	52	15	12	79	1989/1	1989/4	4	1972/12	-2,73	1,22	-0,16
		3 Aylık	46	22	24	92	1989/2	1989/6	5	1989/5	-3,75	1,84	-0,23
		6 Aylık	57	19	24	100	1989/2	1989/9	8	1989/6	-3,74	2,17	-0,23
		9 Aylık	47	31	23	101	2003/6	2004/7	14	2003/11	-2,77	3,16	-0,23
		12 Aylık	79	33	15	127	2006/3	2007/10	20	1986/11	-3,62	4,10	-0,26

Emirdağ istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ZSİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 83 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 99 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. ZSİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,24 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 5 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 4,13 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 15 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Emirdağ istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,42 ile 9 aylık zaman ölçeğinde 2014 Nisan ayında, ZSİ'ye göre -2,51 şiddeti ile 9 aylık zaman ölçeğinde 2014 Nisan ayında, CZİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1990 Mayıs ayında, 9 aylık zaman ölçeğinde 2017 Mayıs ayında, 12 aylık zaman ölçeğinde 2014 Ağustos ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,79 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 1973 Temmuz ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ ve CZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (16 ay) 1989 Mart ile 1990 Haziran dönemleri arasında, ZSİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (15 ay) 1989 Mart ile 1990 Mayıs dönemleri arasında, MCZİ'de ise 12 aylık zaman ölçeğinde (13 ay) 1989 Mart ile 1990 Mart dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Emirdağ istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.5.).

Çizelge 3.5. Emirdağ istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
EMİRDAĞ	SYİ	1 Aylık	82	21	20	123	1988/12	1989/4	5	2015/12	-3,35	1,28	-0,25
		3 Aylık	65	36	18	119	2013/10	2014/4	7	1990/3	-2,97	2,05	-0,25
		6 Aylık	62	27	17	106	1989/4	1989/9	6	2014/2	-3,13	2,59	-0,22
		9 Aylık	67	31	10	108	1993/9	1994/8	12	2014/4	-3,42	3,27	-0,22
		12 Aylık	55	43	8	106	1989/3	1990/6	16	2014/4	-2,64	4,24	-0,22
	ZSİ	1 Aylık	76	7	0	83	1988/12	1989/4	5	1989/4	-1,94	1,24	-0,14
		3 Aylık	90	20	2	112	2013/10	2014/4	7	1989/4	-2,09	2,00	-0,20
		6 Aylık	73	20	4	97	1989/4	1989/9	6	2014/3	-2,27	2,55	-0,18
		9 Aylık	77	16	4	97	1993/10	1994/8	11	2014/4	-2,51	3,23	-0,18
		12 Aylık	67	30	2	99	1989/3	1990/5	15	2014/4	-2,19	4,13	-0,19
	CZİ	1 Aylık	75	25	34	134	1988/12	1989/4	5	2014/2	-3,13	1,28	-0,30
		3 Aylık	73	27	21	121	2013/10	2014/4	7	1973/1	-3,72	2,05	-0,27
		6 Aylık	60	17	33	110	1989/3	1989/9	7	1990/5	-3,74	2,68	-0,28
		9 Aylık	56	27	31	114	1993/4	1994/8	17	2017/5	-3,74	3,56	-0,30
		12 Aylık	43	27	37	107	1989/3	1990/6	16	2014/8	-3,74	3,96	-0,30
	MCZİ	1 Aylık	50	15	14	79	1988/12	1989/4	5	1989/2	-3,76	1,22	-0,17
		3 Aylık	56	22	22	100	2013/10	2014/4	7	1973/1	-3,74	1,85	-0,24
		6 Aylık	42	14	33	89	1989/4	1989/9	6	2014/2	-3,77	2,41	-0,26
		9 Aylık	42	23	33	98	1973/5	1974/2	10	2014/5	-3,76	3,06	-0,28
		12 Aylık	32	22	38	92	1989/3	1990/3	13	1973/7	-3,79	3,54	-0,29

Etimesgut istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin MCZİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 47 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 78 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. MCZİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,04 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 2 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,25 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 10 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Etimesgut istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,16 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1965 Eylül ayında, ZSİ'ye göre -2,18 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, CZİ'ye göre -3,78 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 2007 Temmuz ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,79 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 1973 Kasım ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise ZSİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (10 ay) 1973 Ekim ile 1974 Temmuz dönemleri arasında, SYİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (12 ay) 2007 Mayıs ile 2008 Nisan dönemleri arasında ve CZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (16 ay) 2007 Mayıs ile 2008 Ağustos dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Etimesgut istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.6.).

Çizelge 3.6. Etimesgut istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
ETİMESGUT	SYİ	1 Aylık	66	40	16	122	1988/12	1989/4	5	1992/5	-3,05	1,20	-0,25
		3 Aylık	63	25	18	106	1989/1	1989/5	5	1965/9	-3,16	1,83	-0,23
		6 Aylık	60	26	13	99	2007/3	2017/10	8	1989/4	-2,81	2,75	-0,20
		9 Aylık	73	20	11	104	2001/1	2001/10	10	2007/7	-2,48	3,35	-0,20
		12 Aylık	65	27	4	96	2007/5	2008/4	12	2007/10	-2,53	4,00	-0,19
	ZSİ	1 Aylık	66	5	0	71	1988/12	1989/4	5	1992/1	-1,63	1,27	-0,12
		3 Aylık	76	15	0	91	1989/1	1989/5	5	1989/2	-2,00	1,63	-0,16
		6 Aylık	68	13	3	84	2007/3	2017/10	8	1989/4	-2,18	2,55	-0,15
		9 Aylık	62	15	0	77	2001/1	2001/9	9	2014/4	-1,96	2,85	-0,14
		12 Aylık	71	10	0	81	1973/10	1974/7	10	2007/10	-1,86	3,38	-0,14
	CZİ	1 Aylık	80	22	21	123	1988/12	1989/4	5	2007/5	-3,34	1,23	-0,25
		3 Aylık	54	25	37	116	1989/1	1989/5	5	2015/12	-3,77	1,87	-0,32
		6 Aylık	45	24	31	100	2007/3	2017/10	8	1989/6	-3,74	2,78	-0,27
		9 Aylık	52	17	37	106	2001/1	2001/10	10	1989/7	-3,75	3,42	-0,29
		12 Aylık	30	21	52	103	2007/5	2008/8	16	2007/7	-3,78	4,29	-0,35
	MCZİ	1 Aylık	22	14	11	47	1988/12	1989/1	2	2002/5	-3,73	1,04	-0,12
		3 Aylık	36	16	36	88	1989/1	1989/5	5	1982/11	-3,77	1,63	-0,27
		6 Aylık	28	8	34	70	2007/4	2017/10	7	2014/1	-3,76	2,26	-0,22
		9 Aylık	30	8	35	73	2004/1	2004/7	7	1989/7	-3,74	2,81	-0,23
		12 Aylık	26	7	45	78	1973/10	1974/7	10	1973/11	-3,79	3,25	-0,28

Geyve istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin SYİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 112 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 123 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. SYİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,29 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 4,24 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 21 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Etimesgut istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,73 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında, ZSİ'ye göre -3,06 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında, CZİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 2006 Haziran ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,77 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (21 ay) 1985 Nisan ile 1986 Aralık dönemleri arasında, yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Geyve istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.7.).

Çizelge 3.7. Geyve istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
GEYVE	SYİ	1 Aylık	54	35	23	112	1989/1	1989/4	4	2012/2	-3,51	1,29	-0,25
		3 Aylık	47	33	24	104	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,73	2,08	-0,24
		6 Aylık	56	32	18	106	1984/12	1985/10	11	1989/6	-3,73	3,31	-0,24
		9 Aylık	69	33	19	121	1985/3	1986/1	11	1989/9	-3,14	3,36	-0,26
		12 Aylık	70	38	15	123	1985/4	1986/12	21	1985/8	-2,75	4,24	-0,26
	ZSİ	1 Aylık	63	15	1	79	1989/1	1989/4	4	1986/3	-2,00	1,25	-0,14
		3 Aylık	66	26	8	100	1989/2	1989/6	5	1989/4	-2,83	2,04	-0,20
		6 Aylık	64	34	8	106	1984/12	1985/9	10	1989/6	-3,06	3,12	-0,21
		9 Aylık	80	32	12	124	1985/3	1986/1	11	1989/9	-2,54	3,44	-0,25
		12 Aylık	80	34	10	124	1985/4	1986/12	21	2014/3	-2,38	4,28	-0,25
	CZİ	1 Aylık	52	32	19	103	1989/1	1989/4	4	2006/4	-3,69	1,21	-0,23
		3 Aylık	50	37	22	109	1989/2	1989/6	5	2006/6	-3,74	2,14	-0,25
		6 Aylık	57	37	14	108	1984/12	1985/10	11	1989/6	-2,97	3,27	-0,23
		9 Aylık	77	34	13	124	1985/3	1986/1	11	2014/2	-2,79	3,44	-0,25
		12 Aylık	75	36	13	124	1985/4	1986/12	21	2014/3	-2,58	4,28	-0,25
	MCZİ	1 Aylık	35	24	10	69	1989/1	1989/4	4	2014/2	-2,42	1,15	-0,15
		3 Aylık	43	26	26	95	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,77	2,02	-0,23
		6 Aylık	47	29	19	95	1984/12	1985/9	10	1985/5	-3,32	3,06	-0,21
		9 Aylık	70	30	15	115	1985/3	1986/1	11	2014/2	-3,33	3,38	-0,24
		12 Aylık	73	33	13	119	1985/4	1986/12	21	2007/2	-2,79	3,84	-0,24

İlgın istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ZSİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 87 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 99 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. ZSİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1.10 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 3 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,67 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 29 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip İlgın istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,37 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1993 Ekim ayında, ZSİ'ye göre -2,73 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 1974 Mayıs ayında, CZİ'ye göre -3,76 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1993 Kasım ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,77 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 1974 Mayıs

ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ ve CZİ’de 12 aylık zaman ölçeğinde (30 ay) 1972 Kasım ile 1975 Nisan dönemleri arasında, ZSİ’de 12 aylık zaman ölçeğinde (29 ay) 1972 Kasım ile 1975 Mart dönemleri arasında ve MCZİ’de ise 9 aylık zaman ölçeğinde (25 ay) 1973 Ocak ile 1975 Ocak dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Ilgın istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ’de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.8.).

Çizelge 3.8. Ilgın istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
ILGIN	SYİ	1 Aylık	70	29	16	115	1972/11	1973/1	3	2015/12	-3,14	1,17	-0,24
		3 Aylık	60	30	24	114	1974/2	1974/7	6	1993/10	-3,37	1,84	-0,25
		6 Aylık	51	28	27	106	1973/9	1974/11	15	1974/6	-3,11	2,79	-0,24
		9 Aylık	44	31	22	97	1972/12	1975/2	27	1974/6	-3,11	3,23	-0,22
		12 Aylık	58	20	22	100	1972/11	1975/4	30	1974/5	-3,36	3,70	-0,23
	ZSİ	1 Aylık	81	6	0	87	1972/11	1973/1	3	2007/5	-1,77	1,10	-0,15
		3 Aylık	85	26	5	116	1974/2	1974/7	6	2007/6	-2,31	1,84	-0,21
		6 Aylık	60	37	8	105	1973/9	1974/11	15	1974/6	-2,52	2,84	-0,21
		9 Aylık	54	27	14	95	1973/1	1975/2	26	1974/6	-2,55	3,28	-0,20
		12 Aylık	61	21	17	99	1972/11	1975/3	29	1974/5	-2,73	3,67	-0,21
	CZİ	1 Aylık	61	27	28	116	1972/11	1973/1	3	2006/12	-3,74	1,23	-0,28
		3 Aylık	64	40	15	119	1974/2	1974/7	6	1973/2	-3,74	1,86	-0,26
		6 Aylık	49	30	28	107	1973/9	1974/11	15	1993/11	-3,76	2,89	-0,25
		9 Aylık	46	32	21	99	1972/12	1975/2	27	1974/3	-3,13	3,09	-0,22
		12 Aylık	57	25	19	101	1972/11	1975/4	30	1974/3	-3,72	3,74	-0,23
	MCZİ	1 Aylık	35	20	17	72	1972/12	1973/1	2	2006/12	-3,74	1,09	-0,18
		3 Aylık	44	30	15	89	1974/2	1974/7	6	1973/9	-3,74	1,85	-0,21
		6 Aylık	46	26	29	101	1973/9	1974/11	15	2016/4	-3,59	2,66	-0,24
		9 Aylık	35	23	26	84	1973/1	1975/1	25	1974/11	-3,74	2,90	-0,21
		12 Aylık	49	21	20	90	1973/6	1975/3	22	1974/5	-3,77	3,46	-0,21

Kızılcahamam istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin CZİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 110 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 128 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. CZİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,17 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,66 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 19 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Kızılcahamam istasyonunda en şiddetli kuraklıklar tüm indislerde 2007 Ekim ayında SYİ'ye göre -3,02 ile 12 aylık zaman ölçeğinde, ZSİ'ye göre -2,51 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde, CZİ'ye göre -3,72 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde ve MCZİ'ye göre ise -3,75 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (19 ay) 2007 Şubat ile 2008 Ağustos dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Kızılcahamam istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu ve özellikle 2007 yılında her indiste şiddetli kuraklıkların yaşandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.9.).

Çizelge 3.9. Kızılcahamam istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
KIZILCAHAMAM	SYİ	1 Aylık	62	36	19	117	1979/3	1979/5	3	2001/6	-2,98	1,16	-0,25
		3 Aylık	58	28	24	110	2007/2	2007/7	6	1984/12	-2,98	1,90	-0,24
		6 Aylık	67	20	22	109	2007/3	2007/10	8	1979/8	-2,99	2,53	-0,23
		9 Aylık	80	26	18	124	2007/4	2008/2	11	2007/10	-2,96	3,10	-0,25
		12 Aylık	79	33	15	127	2007/2	2008/8	19	2007/10	-3,02	3,63	-0,26
	ZSİ	1 Aylık	80	10	0	90	1979/3	1979/5	3	1964/4	-1,85	1,11	-0,15
		3 Aylık	76	28	3	107	2007/2	2007/7	6	1979/5	-2,17	1,88	-0,20
		6 Aylık	72	25	10	107	2007/3	2007/10	8	1979/8	-2,43	2,43	-0,21
		9 Aylık	84	30	8	122	1994/2	1994/11	10	2007/10	-2,42	2,90	-0,23
		12 Aylık	88	29	10	127	2007/2	2008/8	19	2007/10	-2,51	3,53	-0,25
	CZİ	1 Aylık	73	29	8	110	1989/1	1989/4	4	1992/5	-2,32	1,17	-0,21
		3 Aylık	61	31	21	113	2007/2	2007/7	6	1988/9	-3,13	1,82	-0,24
		6 Aylık	70	21	19	110	2007/3	2007/10	8	2007/10	-3,72	2,50	-0,23
		9 Aylık	83	27	13	123	2007/4	2008/2	11	2007/10	-2,53	3,00	-0,24
		12 Aylık	84	33	11	128	2007/2	2008/8	19	2007/10	-2,68	3,66	-0,25
	MCZİ	1 Aylık	37	16	8	61	1986/3	1986/4	2	2011/11	-3,01	1,05	-0,13
		3 Aylık	48	21	23	92	2007/2	2007/7	6	2001/1	-3,63	1,70	-0,21
		6 Aylık	52	20	19	91	2007/3	2007/10	8	2007/10	-3,75	2,22	-0,21
		9 Aylık	73	25	13	111	2001/1	2001/9	9	2007/7	-2,63	2,92	-0,22
		12 Aylık	75	34	9	118	2007/2	2008/8	19	2007/11	-3,05	3,37	-0,24

Kütahya istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin MCZİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 73 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 95 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. MCZİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,16 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 2,88 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 12 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Kütahya istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 1 aylık zaman ölçeğinde 2011 Kasım ayında, ZSİ'ye göre -2,73 şiddeti ile 9 aylık zaman ölçeğinde 1989 Eylül ayında, CZİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde

1973 Ocak ayında ve MCZİ'ye göre -3,75 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 2014 Nisan ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık SYİ, ZSİ ve CZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (15 ay) 1993 Temmuz ile 1994 Eylül dönemleri arasında, MCZİ'de ise 12 aylık zaman ölçeğinde (12 ay) 1989 Nisan ile 1990 Mart dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Kütahya istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.10.).

Çizelge 3.10. Kütahya istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
KÜTAHYA	SYİ	1 Aylık	67	28	18	113	1989/1	1989/4	4	2011/11	-3,74	1,18	-0,24
		3 Aylık	58	35	18	111	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,47	1,98	-0,24
		6 Aylık	51	24	19	94	1989/4	1989/9	6	1989/6	-3,40	2,54	-0,21
		9 Aylık	75	29	14	118	1993/4	1994/2	11	1989/9	-3,43	3,69	-0,24
		12 Aylık	72	33	10	115	1993/7	1994/9	15	2014/3	-2,56	3,29	-0,24
	ZSİ	1 Aylık	79	11	0	90	1989/1	1989/4	4	1989/4	-1,89	1,14	-0,15
		3 Aylık	79	24	3	106	1989/2	1989/6	5	1989/4	-2,40	2,00	-0,19
		6 Aylık	61	26	5	92	1989/4	1989/9	6	1989/6	-2,64	2,49	-0,18
		9 Aylık	88	25	5	118	1993/4	1994/2	11	1989/9	-2,73	3,69	-0,22
		12 Aylık	79	29	5	113	1993/7	1994/9	15	2008/12	-2,20	3,23	-0,22
	CZİ	1 Aylık	81	22	10	113	1989/1	1989/4	4	2020/11	-3,68	1,18	-0,22
		3 Aylık	63	34	16	113	1989/2	1989/6	5	1973/1	-3,74	2,02	-0,24
		6 Aylık	51	20	24	95	1989/4	1989/9	6	2014/2	-2,72	2,50	-0,21
		9 Aylık	76	29	13	118	1993/4	1994/2	11	1989/9	-2,73	3,69	-0,24
		12 Aylık	63	37	15	115	1993/7	1994/9	15	2001/10	-2,99	3,29	-0,24
	MCZİ	1 Aylık	46	16	11	73	1989/1	1989/4	4	1982/11	-3,74	1,16	-0,16
		3 Aylık	50	27	19	96	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,74	1,78	-0,21
		6 Aylık	36	12	25	73	1989/4	1989/9	6	2014/4	-3,75	2,15	-0,19
		9 Aylık	50	21	15	86	2001/1	2001/10	10	1986/11	-3,60	2,53	-0,19
		12 Aylık	54	26	15	95	1989/4	1990/3	12	2001/10	-3,73	2,88	-0,21

Nallıhan istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ZSİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 67 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 117 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. ZSİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,34 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 5 ay olarak

bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 14,63 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 62 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Nallıhan istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,09 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, ZSİ'ye göre -2,15 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında, CZİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1993 Ekim ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,74 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1993 Kasım ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (62 ay) 1992 Şubat ile 1997 Mart dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Nallıhan istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.11.).

Çizelge 3.11. Nallıhan istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
NALLIHAN	SYİ	1 Aylık	47	33	10	90	1989/1	1989/5	5	1979/4	-2,45	1,27	-0,18
		3 Aylık	51	37	21	109	1993/6	1994/7	14	1989/4	-3,09	2,60	-0,24
		6 Aylık	51	34	31	116	1993/1	1996/9	45	1989/6	-2,99	4,64	-0,26
		9 Aylık	44	33	36	113	1992/2	1996/9	56	1995/12	-2,89	7,06	-0,27
		12 Aylık	37	39	36	112	1992/2	1997/3	62	1996/3	-2,67	14,00	-0,27
	ZSİ	1 Aylık	64	3	0	67	1989/1	1989/5	5	1986/3	-1,67	1,34	-0,11
		3 Aylık	85	15	2	102	1993/10	1994/6	9	1989/4	-2,04	2,76	-0,18
		6 Aylık	68	42	4	114	1994/12	1996/9	22	1989/6	-2,15	4,22	-0,22
		9 Aylık	64	48	7	119	1992/2	1996/9	56	1995/12	-2,11	7,44	-0,25
		12 Aylık	57	53	7	117	1992/2	1997/3	62	1996/3	-2,11	14,63	-0,25
	CZİ	1 Aylık	57	25	30	112	1989/1	1989/5	5	2007/7	-2,76	1,26	-0,26
		3 Aylık	61	33	27	121	1993/1	1994/7	19	1993/10	-3,74	2,69	-0,29
		6 Aylık	58	43	16	117	1993/1	1996/9	45	1993/12	-2,62	4,33	-0,25
		9 Aylık	61	49	10	120	1992/2	1996/9	56	1995/12	-2,35	7,50	-0,25
		12 Aylık	54	53	10	117	1992/2	1997/3	62	1995/11	-2,12	14,63	-0,25
	MCZİ	1 Aylık	32	12	7	51	1989/1	1989/5	5	1979/4	-2,29	1,28	-0,10
		3 Aylık	47	20	23	90	1993/10	1994/6	9	1993/11	-3,74	2,65	-0,22
		6 Aylık	48	41	17	106	1994/12	1996/9	22	1993/11	-3,55	3,93	-0,23
		9 Aylık	52	43	15	110	1992/2	1996/9	56	1995/12	-2,56	6,47	-0,24
		12 Aylık	54	53	11	118	1992/2	1997/3	62	1994/6	-2,10	10,73	-0,25

Polatlı istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin MCZİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 60 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 92 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. MCZİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,11 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,68 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 12 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Polatlı istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,70 ile 9 aylık zaman ölçeğinde 1989 Eylül ayında, ZSİ'ye göre -2,84 şiddeti ile 9 aylık zaman ölçeğinde 1989 Eylül ayında, CZİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 9 aylık zaman ölçeğinde 1989 Ağustos ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,75 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise ZSİ, CZİ ve MCZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (12 ay) 1993 Ekim ile 1994 Eylül dönemleri arasında, SYİ'de ise 9 aylık zaman ölçeğinde (12 ay) 1973 Haziran ile 1974 Mayıs dönemleri arasında, 12 aylık zaman ölçeğinde (12 ay) 1993 Ekim ile 1994 Eylül dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Polatlı istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu ve özellikle 1989 yılında her indiste şiddetli kuraklıkların yaşandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.12.).

Çizelge 3.12. Polatlı istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
POLATLI	SYİ	1 Aylık	62	25	21	108	1989/1	1989/4	4	2015/12	-2,98	1,20	-0,23
		3 Aylık	65	27	24	116	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,51	2,23	-0,25
		6 Aylık	51	34	20	105	2007/3	2007/10	8	1989/5	-3,67	2,50	-0,23
		9 Aylık	61	26	22	109	1973/6	1974/5	12	1989/9	-3,70	3,89	-0,24
		12 Aylık	48	30	21	99	1993/10	1994/9	12	1971/2	-2,56	3,54	-0,22
	ZSİ	1 Aylık	68	12	0	80	1989/1	1989/4	4	2001/1	-1,72	1,18	-0,14
		3 Aylık	92	23	5	120	1989/2	1989/6	5	1989/4	-2,36	2,18	-0,22
		6 Aylık	62	31	8	101	2007/3	2007/10	8	1989/5	-2,78	2,53	-0,20
		9 Aylık	68	32	6	106	2001/1	2001/10	10	1989/9	-2,84	3,79	-0,21
		12 Aylık	56	36	5	97	1993/10	1994/9	12	1971/2	-2,20	3,73	-0,20
	CZİ	1 Aylık	63	30	7	100	1989/1	1989/4	4	1986/3	-2,17	1,19	-0,20
		3 Aylık	74	30	18	122	1989/2	1989/6	5	1970/6	-3,05	2,18	-0,25
		6 Aylık	53	35	18	106	2007/3	2007/10	8	1989/5	-3,49	2,59	-0,23
		9 Aylık	56	28	24	108	2001/1	2001/10	10	1989/8	-3,74	3,72	-0,24
		12 Aylık	44	31	24	99	1993/10	1994/9	12	1989/11	-3,73	3,54	-0,23
	MCZİ	1 Aylık	30	22	8	60	1989/1	1989/4	4	1999/5	-2,73	1,11	-0,13
		3 Aylık	59	24	18	101	1989/2	1989/6	5	1989/4	-3,74	1,98	-0,22
		6 Aylık	38	30	20	88	2007/3	2007/10	8	1989/6	-3,75	2,67	-0,21
		9 Aylık	50	23	24	97	2001/1	2001/9	9	1989/7	-3,69	3,46	-0,23
		12 Aylık	41	25	26	92	1993/10	1994/9	12	1989/11	-3,74	3,68	-0,23

Sakarya istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin SYİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 111 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 118 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. SYİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,25 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 4 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,81 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 16 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. SYİ'ye göre -3,73 şiddeti ile 1 aylık zaman ölçeğinde 2003 Haziran ayında, 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, ZSİ'ye göre -2,80 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Nisan ayında, CZİ'ye göre -3,76 şiddeti ile 1

aylık zaman ölçeğinde 1962 Haziran ayında ve MCZİ'ye göre -3,75 şiddeti ile 6 aylık zaman ölçeğinde 1985 Eylül ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun süreli kuraklık tüm indislerde 12 aylık zaman ölçeğinde (16 ay) 2006 Kasım ile 2008 Şubat dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Sakarya istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.13.).

Çizelge 3.13. Sakarya istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
SAKARYA	SYİ	1 Aylık	62	26	23	111	1989/1	1989/4	4	2003/6	-3,73	1,25	-0,25
		3 Aylık	60	26	20	106	1972/12	1973/5	6	1989/4	-3,73	1,96	-0,24
		6 Aylık	69	31	14	114	1985/1	1985/9	9	1989/5	-3,12	2,38	-0,24
		9 Aylık	64	29	15	108	1985/3	1985/12	10	1973/7	-2,86	3,00	-0,22
		12 Aylık	71	36	11	118	2006/11	2008/2	16	1985/8	-2,53	3,81	-0,24
	ZSİ	1 Aylık	83	18	2	103	1989/1	1989/4	4	1986/3	-2,04	1,32	-0,18
		3 Aylık	69	21	11	101	1972/11	1973/5	6	1989/4	-2,80	1,91	-0,20
		6 Aylık	75	21	9	105	1985/1	1985/10	9	1989/5	-2,63	2,44	-0,20
		9 Aylık	75	22	6	103	1985/4	1985/11	9	1973/7	-2,39	3,03	-0,20
		12 Aylık	76	31	2	109	2006/11	2008/2	16	1985/8	-2,16	3,76	-0,21
	CZİ	1 Aylık	86	24	16	126	1989/1	1989/4	4	1962/6	-3,76	1,30	-0,26
		3 Aylık	65	25	21	111	1972/12	1973/5	6	1969/10	-3,74	1,88	-0,25
		6 Aylık	62	26	26	114	1985/1	1985/9	9	1973/6	-3,67	2,38	-0,26
		9 Aylık	61	22	26	109	1985/3	1985/12	10	1993/10	-3,74	3,11	-0,25
		12 Aylık	64	34	23	121	2006/11	2008/2	16	2007/2	-3,65	3,78	-0,27
	MCZİ	1 Aylık	48	23	12	83	1989/1	1989/4	4	2006/4	-3,63	1,24	-0,18
		3 Aylık	49	23	21	93	1972/12	1973/3	4	1968/6	-3,74	1,79	-0,22
		6 Aylık	52	22	26	100	1985/1	1985/9	9	1985/9	-3,75	2,50	-0,25
		9 Aylık	49	18	71	36	1989/2	1989/10	9	1973/7	-3,74	2,94	-0,23
		12 Aylık	48	31	24	103	2006/11	2008/2	16	2007/3	-3,74	3,96	-0,25

Sivrihisar istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ZSİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 86 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 103 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. ZSİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,28 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 5 ay olarak

bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,68 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 15 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar gösterip Sivrihisar istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,77 ile 9 aylık zaman ölçeğinde 2014 Mart ayında, ZSİ'ye göre -3,29 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 2014 Nisan ayında, CZİ'ye göre -3,74 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,74 şiddeti ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1989 Haziran ayında, 6 aylık zaman ölçeğinde 2013 Ekim ayında, 9 aylık zaman ölçeğinde 2014 Ocak ayında, 12 aylık zaman ölçeğinde 2014 Mayıs ayında yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ ve CZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (15 ay) 1989 Mart ile 1990 Mayıs dönemleri arasında, MCZİ'de ise 12 aylık zaman ölçeğinde (13 ay) 1989 Mart ile 1990 Mart dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Sivrihisar istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.14.).

Çizelge 3.14. Sivrihisar istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
SIVRIHISAR	SYİ	1 Aylık	66	24	23	113	1988/12	1989/4	5	2013/5	-3,68	1,31	-0,25
		3 Aylık	64	20	28	112	2013/6	2014/4	11	1989/4	-3,74	2,07	-0,25
		6 Aylık	50	23	19	92	2013/8	2014/5	10	1989/5	-3,74	2,36	-0,21
		9 Aylık	63	15	17	95	2013/9	2014/8	12	2014/3	-3,77	3,80	-0,21
		12 Aylık	56	21	23	100	1989/3	1990/5	15	2014/4	-3,74	3,85	-0,23
	ZSİ	1 Aylık	69	17	0	86	1988/12	1989/4	5	1989/4	-1,78	1,28	-0,15
		3 Aylık	77	22	10	109	2013/6	2014/4	11	1989/4	-2,76	1,95	-0,21
		6 Aylık	63	23	12	98	2013/8	2014/5	10	1989/6	-2,92	2,45	-0,20
		9 Aylık	71	15	14	100	1993/10	1994/10	13	2014/2	-3,27	3,70	-0,20
		12 Aylık	65	21	17	103	1989/3	1990/5	15	2014/4	-3,29	3,68	-0,21
	CZİ	1 Aylık	70	29	8	107	1988/12	1989/4	5	2013/5	-2,64	1,32	-0,21
		3 Aylık	69	30	17	116	2013/6	2014/4	11	1989/6	-3,74	2,11	-0,25
		6 Aylık	59	23	16	98	2013/8	2014/5	10	2014/2	-3,40	2,45	-0,21
		9 Aylık	70	14	17	101	1993/10	1994/10	13	2013/12	-3,56	3,61	-0,22
		12 Aylık	61	25	18	104	1989/3	1990/5	15	2014/4	-2,92	3,71	-0,22
	MCZİ	1 Aylık	47	19	10	76	1988/12	1989/4	5	2015/5	-3,73	1,27	-0,16
		3 Aylık	56	23	19	98	2013/6	2014/4	11	1989/6	-3,74	1,88	-0,22
		6 Aylık	44	24	16	84	2013/8	2014/5	10	2013/10	-3,74	2,33	-0,19
		9 Aylık	51	13	17	81	2013/10	2014/8	11	2014/1	-3,74	2,70	-0,19
		12 Aylık	41	17	19	77	1989/3	1990/3	13	2014/5	-3,74	3,35	-0,19

Yunak istasyonu için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri incelendiğinde, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ZSİ yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre, 1 aylık zaman ölçeğinde toplamda 87 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanırken, 12 aylık zaman ölçeğinde toplamda 100 ayda farklı şiddetlerde kuraklık yaşanmıştır. ZSİ için, 1 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 1,10 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 3 ay olarak bulunurken, 12 aylık zaman ölçeğinde ortalama kuraklık süresi 3,70 ve yaşanan en uzun süreli kuraklık 18 ay olarak bulunmuştur.

Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum kuraklıklar her indis için farklılıklar

gösterip Sivrihisar istasyonunda en şiddetli kuraklıklar SYİ'ye göre -3,68 ile 3 aylık zaman ölçeğinde 1993 Eylül ayında, ZSİ'ye göre -2,84 şiddeti ile 12 aylık zaman ölçeğinde 2014 Şubat ayında, CZİ'ye göre -3,79 şiddeti ile 9 aylık zaman ölçeğinde 2016 Aralık ayında ve MCZİ'ye göre ise -3,74 şiddeti ile 1 aylık zaman ölçeğinde 1999 Aralık ayında, 3 aylık zaman ölçeğinde 2016 Ağustos ayında, 9 aylık zaman ölçeğinde 2013 Aralık ayında ve 12 aylık zaman ölçeğinde 1985 Ağustos ayında, yaşandığı belirlenmiştir. En uzun kuraklık ise SYİ, ZSİ ve CZİ'de 12 aylık zaman ölçeğinde (18 ay) 2013 Mart ile 2014 Ağustos dönemleri arasında, MCZİ'de ise 12 aylık zaman ölçeğinde (16 ay) 2013 Şubat ile 2014 Mayıs dönemleri arasında yaşanmıştır. Kuraklık sıklığına ve kuraklık sınıfına bakıldığında ise Yunak istasyonunda geçmişte yaşanan kuraklıkların daha çok orta şiddetli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.15.).

Çizelge 3.15. Yunak istasyonunun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özellikleri

İSTASYON	İNDİSLER	Kuraklık Periyodu	Kuraklık Sayısı (Ay)				En Uzun Kuraklık			Maksimum Kuraklık		Ortalama Kuraklık	
			Orta Kurak	Şiddetli Kurak	Aşırı Kurak	Toplam	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Ay)	Zaman (Ay)	Şiddet	Süre	Şiddet
YUNAK	SYİ	1 Aylık	64	26	17	107	1984/9	1984/12	4	1966/2	-3,35	1,18	-0,23
		3 Aylık	66	33	20	119	2016/6	2016/11	6	1993/9	-3,68	1,89	-0,25
		6 Aylık	72	27	24	123	2016/2	2017/4	15	1985/1	-2,99	3,24	-0,26
		9 Aylık	53	26	27	106	2013/4	2014/6	15	2017/2	-3,00	4,08	-0,24
		12 Aylık	53	27	20	100	2013/3	2014/8	18	2014/2	-3,39	3,70	-0,23
	ZSİ	1 Aylık	77	10	0	87	1989/2	1989/4	3	2001/1	-1,87	1,10	-0,15
		3 Aylık	93	25	4	122	2016/6	2016/11	6	1973/2	-2,26	1,88	-0,22
		6 Aylık	84	31	8	123	2016/2	2017/4	15	1985/1	-2,35	3,42	-0,24
		9 Aylık	59	32	14	105	2013/4	2014/6	15	2017/2	-2,55	4,04	-0,22
		12 Aylık	61	23	16	100	2013/3	2014/8	18	2014/2	-2,84	3,70	-0,21
	CZİ	1 Aylık	70	44	14	128	1993/7	1993/10	4	1999/12	-3,74	1,19	-0,27
		3 Aylık	82	32	16	130	2016/6	2016/11	6	1973/1	-3,71	1,88	-0,27
		6 Aylık	75	31	19	125	2016/2	2017/4	15	2016/11	-3,11	3,29	-0,26
		9 Aylık	56	29	22	107	2013/4	2014/6	15	2016/12	-3,79	4,12	-0,24
		12 Aylık	55	27	19	101	2013/3	2014/8	18	1985/8	-3,07	3,61	-0,22
	MCZİ	1 Aylık	39	29	14	82	1972/12	1973/2	3	1999/12	-3,74	1,15	-0,19
		3 Aylık	63	33	14	110	2013/12	2014/4	5	2016/8	-3,74	1,90	-0,24
		6 Aylık	67	28	19	114	2016/7	2017/4	10	2016/11	-3,72	3,08	-0,25
		9 Aylık	50	32	20	102	2016/3	2017/5	15	2013/12	-3,74	3,92	-0,23
		12 Aylık	40	21	21	82	2013/2	2014/5	16	1985/8	-3,74	3,90	-0,20

Seçilen 15 istasyonun SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için kuraklık özelliklerine toplamda bakıldığında en uzun kuraklıkların genel olarak 12 aylık kuraklık periyodunda yaşıandığı görülmüştür. Tüm meteoroloji istasyonlarında kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Havzadaki tüm istasyonların tüm zaman periyotlarında dört indise göre değerlendirilmesine göre en uzun süreli olan kuraklık Nallıhan meteoroloji istasyonunda 62 ay süre ile (1992 Şubat-1997 Mart) yaşanmıştır. Kuraklık olayları şiddet bakımından değerlendirildiğinde, dört indis için de hesaplanan 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeğindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. En şiddetli kuraklıklar genel olarak SYİ’de 1989, 1990’lı yılların başında, 2007 ve 2014 yıllarında, ZSİ’de 1989 ve 2014 yıllarında, CZİ’de 1960’lı yıllarda, 1989, 1990’lı yılların başlarında ve 2000’li yıllarda, MCZİ’de ise 1970’li yıllarda, 1980’li yılların sonlarında, 1990’lı yılların başlarında ve 2000’li yıllarda gerçekleşmiştir. Çalışmada her istasyon ve her kuraklık indisi birlikte incelendiğinde özellikle 1970’li yılların başlarında (1972-1974), 1989 yılında, 1990’lı yılların başlarında (1992-1994), 2007 ve 2014 yıllarında şiddetli kuraklıkların yaşandığı görülmüştür. Kuraklık sürelerine bakıldığında diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ’de olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm istasyonların kuraklık sınıflandırmasına göre Sakarya Havzası’nda belli dönemlerde şiddetli kuraklık yaşanmasına karşın orta şiddetli kuraklığın hâkim olduğu tespit edilmiştir.

3.4. Kuraklık İndis Değerlerine Ait Rölatif Frekans Analizi

Her bir meteoroloji istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyodunda elde edilen SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerleri için rölatif frekans analizi yapılmıştır ve rölatif frekans yüzdeleri Çizelge 3.16.-3.30.'da verilmiştir. Çizelgelerde verilen sınıflandırma nemli, normal ve kurak durumlar (orta kurak, şiddetli kurak ve aşırı kurak) olarak ayrılmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda nemli durumlar tek bir sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada; kuraklık indis değerleri nemli, normal ve kurak şeklinde 3 farklı sınıfa ayrılmış ve kuraklıklara ait karakteristik özellikler incelenirken orta kurak, şiddetli kurak ve aşırı kurak durumlar üzerinde durulmuştur.

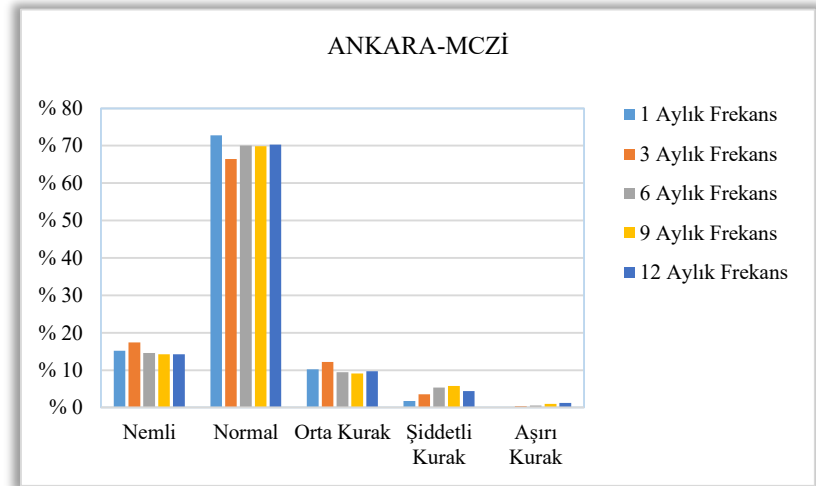
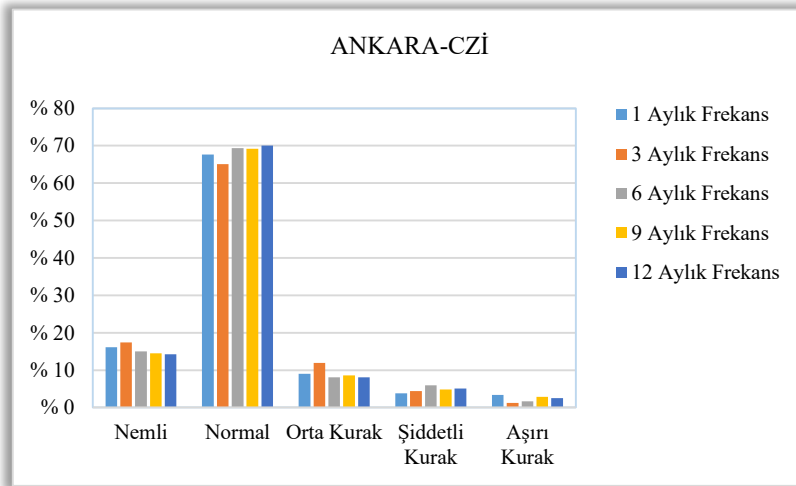
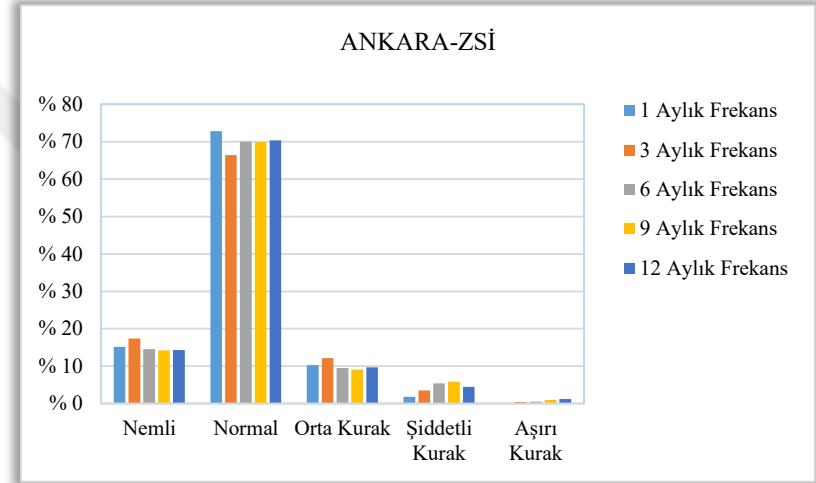
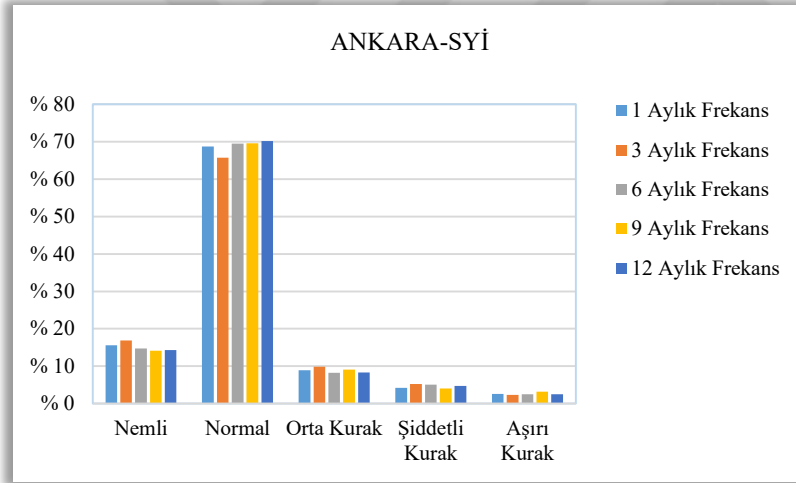
Tüm istasyonlara ait 1960-2020 yılları arası için beş farklı zaman ölçeğinde hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ % histogramı Şekil 3.6.-3.20.'de verilmiştir.

Ankara istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %65,1 olarak CZİ ile 3 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %72,8 olarak ZSİ ve MCZİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.16. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ, ZSİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 3 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken CZİ için ağırlıklı olarak 3 ve 12 aylık zaman ölçeğinde elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 1 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %15,6, %15,2, %16,1 ve %15,2 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %15,7, %12,0 %16,2 ve %12,0 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,2 olarak ZSİ ve MCZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %8,0 olarak CZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,9 olarak CZİ değerlerinden 6 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,8 olarak ZSİ ve MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,4 olarak CZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ ve MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ ile CZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için tüm zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve ZSİ ile MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri tüm zaman periyotlarında aynı sonuçlar vermiştir (Çizelge 3.16.).

Çizelge 3.16. Ankara meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
ANKARA	Nemli (%)	SYİ	15,6	16,8	14,7	14,1	14,3
		ZSİ	15,2	17,4	14,6	14,2	14,3
		CZİ	16,1	17,4	15,0	14,5	14,3
		MCZİ	15,2	17,4	14,6	14,2	14,3
	Normal (%)	SYİ	68,7	65,8	69,5	69,6	70,2
		ZSİ	72,8	66,4	70,0	69,9	70,3
		CZİ	67,6	65,1	69,3	69,2	70,0
		MCZİ	72,8	66,4	70,0	69,9	70,3
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,9	9,9	8,3	9,1	8,3
		ZSİ	10,2	12,2	9,5	9,1	9,7
		CZİ	9,0	11,9	8,1	8,6	8,0
		MCZİ	10,2	12,2	9,5	9,1	9,7
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,2	5,2	5,1	4,0	4,7
		ZSİ	1,8	3,6	5,4	5,8	4,4
		CZİ	3,8	4,4	5,9	4,8	5,1
		MCZİ	1,8	3,6	5,4	5,8	4,4
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,6	2,3	2,5	3,2	2,5
		ZSİ	0,0	0,4	0,6	1,0	1,2
		CZİ	3,4	1,2	1,7	2,9	2,5
		MCZİ	0,0	0,4	0,6	1,0	1,2



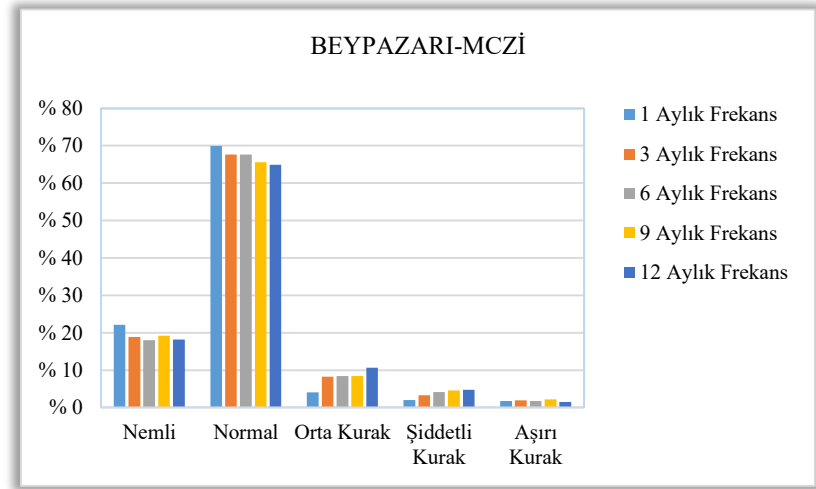
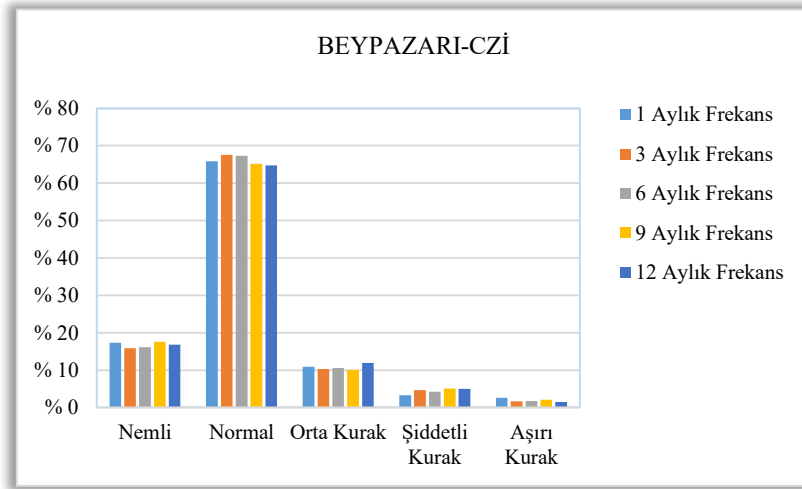
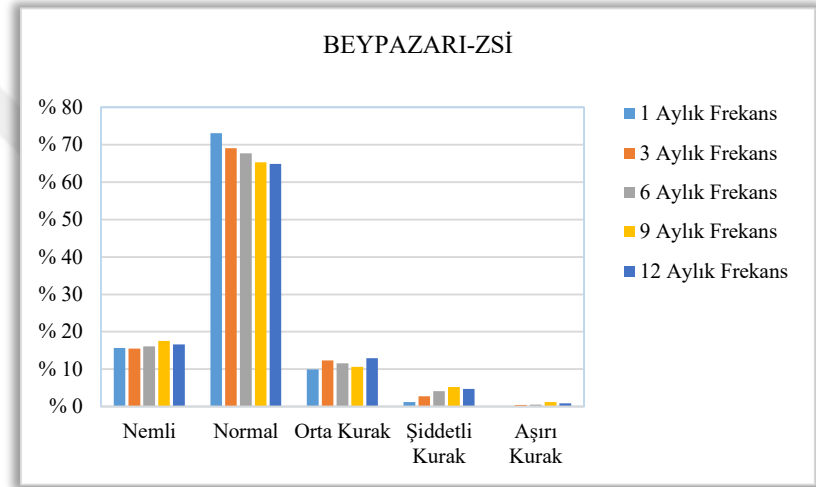
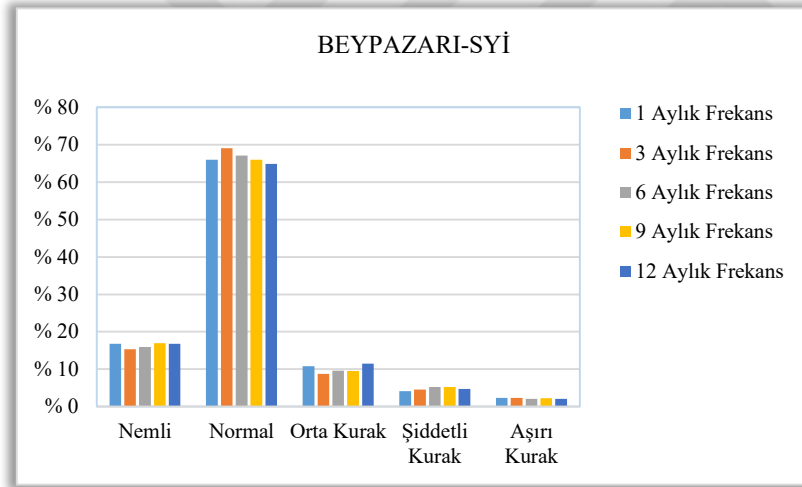
Şekil 3.6. Ankara istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Beypazarı istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %60'tan fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %64,8 olarak CZİ ile 12 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %73,1 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.17. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ ve CZİ için ağırlıklı olarak 9 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken ZSİ için ağırlıklı olarak 1 ve 9 aylık zaman periyotlarında, MCZİ için ise 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 9 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %17,0, %17,5, %17,5 ve %19,2 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %16,9, %17,0 %17,3 ve %15,2 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,9 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %4,1 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,2 olarak SYİ değerlerinden 6 ve 9 aylık zaman periyodunda ve ZSİ değerlerinden 9 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,2 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %2,6 olarak CZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ ile CZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 3.17.).

Çizelge 3.17. Beypazarı meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
BEYPAZARI	Nemli (%)	SYİ	16,8	15,3	16,0	17,0	16,8
		ZSİ	15,7	15,5	16,1	17,5	16,6
		CZİ	17,3	15,9	16,1	17,5	16,8
		MCZİ	22,1	18,9	18,0	19,2	18,2
	Normal (%)	SYİ	66,0	69,0	67,1	66,0	64,9
		ZSİ	73,1	69,0	67,7	65,3	64,9
		CZİ	65,8	67,5	67,3	65,2	64,8
		MCZİ	69,9	67,7	67,7	65,6	64,9
	Orta Kurak (%)	SYİ	10,8	8,8	9,6	9,5	11,5
		ZSİ	10,0	12,3	11,6	10,6	12,9
		CZİ	10,9	10,3	10,6	10,1	11,9
		MCZİ	4,1	8,2	8,4	8,4	10,7
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,1	4,5	5,2	5,2	4,7
		ZSİ	1,2	2,7	4,1	5,2	4,7
		CZİ	3,3	4,7	4,3	5,1	5,0
		MCZİ	2,0	3,3	4,1	4,6	4,7
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,3	2,3	2,1	2,2	2,1
		ZSİ	0,0	0,4	0,6	1,2	0,8
		CZİ	2,6	1,6	1,8	2,1	1,5
		MCZİ	1,8	1,9	1,8	2,2	1,5



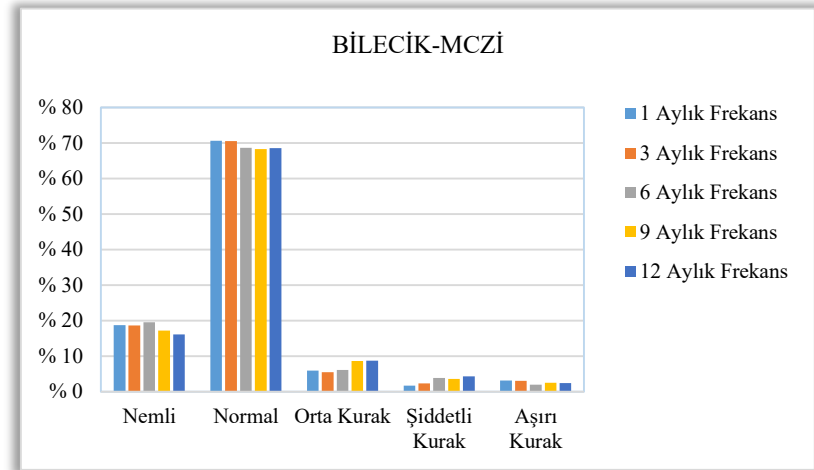
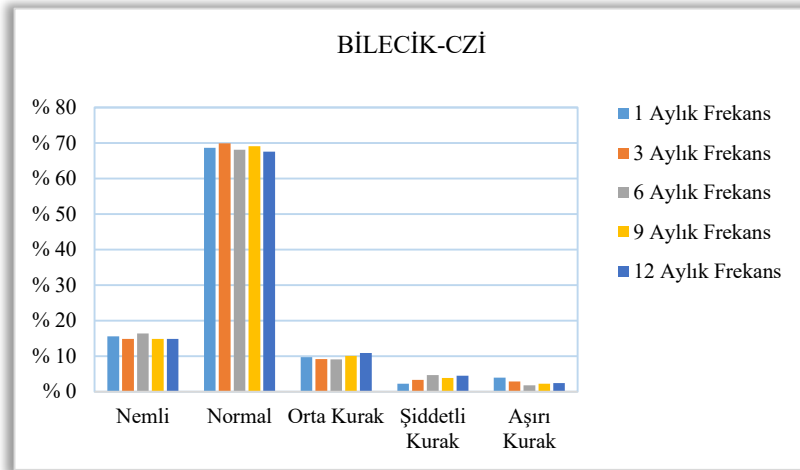
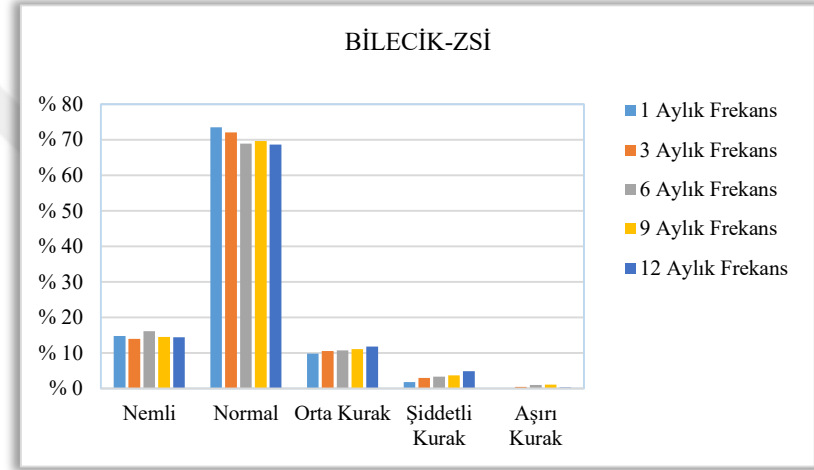
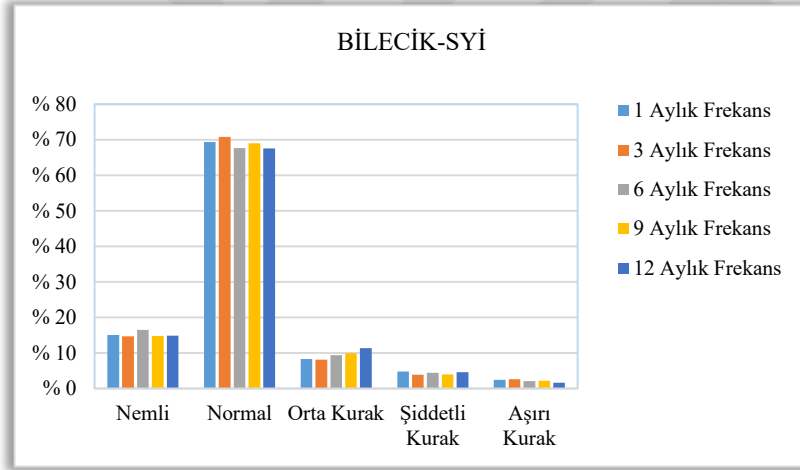
Şekil 3.7. Beypazarı istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Bilecik istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %67,5 olarak SYİ ve CZİ ile 12 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %73,5 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.18. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri ZSİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken SYİ için ağırlıklı olarak 3 ve 12 aylık zaman periyotlarında, CZİ için ise 6 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 12 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %14,8, %14,4, %14,8 ve %16,1 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %17,7, %17,0 %17,6 ve %15,7 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %11,8 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %5,5 olarak MCZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %4,9 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,6 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %4,0 olarak CZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %0,1 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.18.).

Çizelge 3.18. Bilecik meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
BİLECİK	Nemli (%)	SYİ	15,0	14,7	16,5	14,8	14,8
		ZSİ	14,8	14,0	16,1	14,5	14,4
		CZİ	15,6	14,8	16,4	14,8	14,8
		MCZİ	18,7	18,6	19,5	17,1	16,1
	Normal (%)	SYİ	69,4	70,8	67,7	69,1	67,5
		ZSİ	73,5	72,1	68,9	69,6	68,7
		CZİ	68,6	69,9	68,1	69,1	67,5
		MCZİ	70,6	70,6	68,6	68,2	68,5
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,3	8,1	9,4	9,9	11,4
		ZSİ	9,8	10,5	10,7	11,0	11,8
		CZİ	9,7	9,2	9,1	10,1	10,8
		MCZİ	5,9	5,5	6,1	8,6	8,7
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,8	3,8	4,4	4,0	4,6
		ZSİ	1,8	3,0	3,3	3,7	4,9
		CZİ	2,2	3,3	4,7	3,9	4,4
		MCZİ	1,6	2,3	3,9	3,6	4,3
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,5	2,6	2,1	2,2	1,7
		ZSİ	0,1	0,4	1,0	1,1	0,3
		CZİ	4,0	2,9	1,8	2,2	2,4
		MCZİ	3,1	3,0	1,9	2,5	2,4



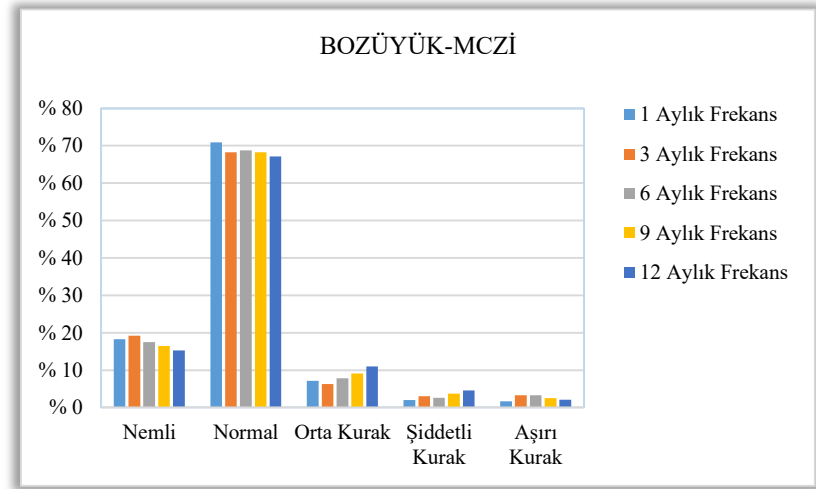
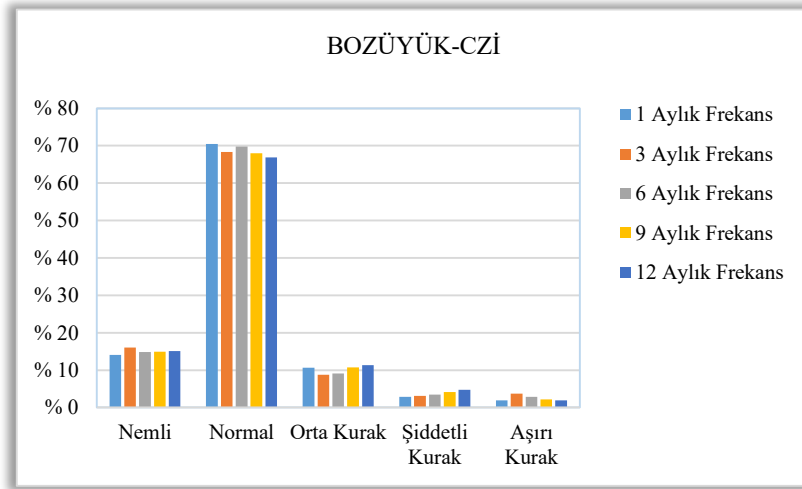
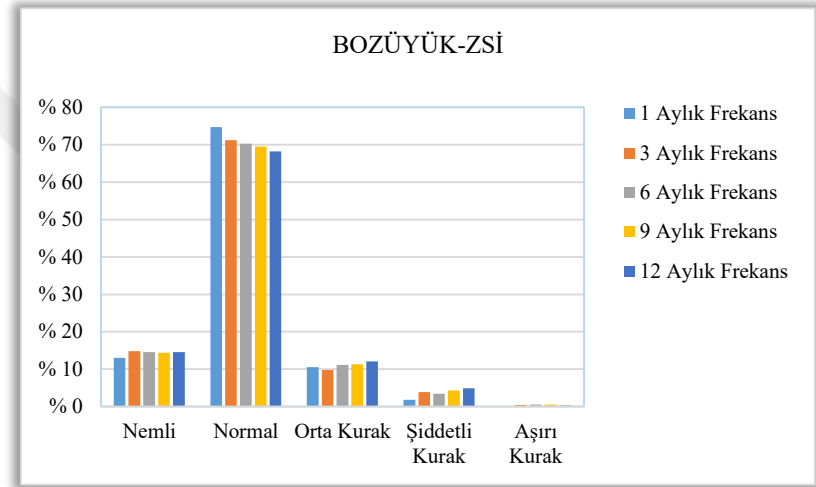
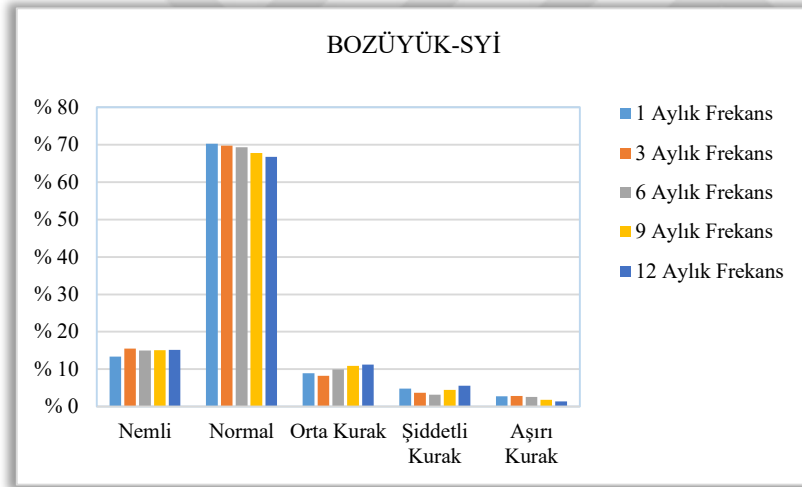
Şekil 3.8. Bilecik istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Bozüyük istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,7 olarak SYİ ile 12 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %74,7 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.19. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri ZSİ, CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken SYİ için ağırlıklı olarak 3 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 12 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %15,1, %14,6, %15,1 ve %15,3 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %18,1, %17,3, %18 ve %17,7 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,1 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %6,3 olarak MCZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,5 olarak SYİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,8 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,7 olarak CZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.19.).

Çizelge 3.19. Bozüyük meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
BOZÜYÜK	Nemli (%)	SYİ	13,4	15,5	15,0	15,1	15,1
		ZSİ	13,0	14,8	14,6	14,4	14,6
		CZİ	14,1	16,0	14,9	14,9	15,1
		MCZİ	18,3	19,2	17,5	16,4	15,3
	Normal (%)	SYİ	70,2	69,7	69,3	67,8	66,7
		ZSİ	74,7	71,2	70,3	69,5	68,2
		CZİ	70,5	68,4	69,7	68,0	66,9
		MCZİ	70,9	68,2	68,8	68,2	67,1
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,9	8,2	9,9	10,9	11,2
		ZSİ	10,5	9,7	11,1	11,3	12,1
		CZİ	10,7	8,8	9,1	10,8	11,4
		MCZİ	7,1	6,3	7,8	9,1	11,0
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,8	3,7	3,2	4,4	5,5
		ZSİ	1,8	3,8	3,4	4,3	4,9
		CZİ	2,9	3,2	3,4	4,1	4,7
		MCZİ	2,0	3,0	2,6	3,7	4,6
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,7	2,9	2,6	1,8	1,4
		ZSİ	0,0	0,4	0,6	0,6	0,3
		CZİ	1,9	3,7	2,9	2,2	1,9
		MCZİ	1,6	3,3	3,3	2,5	2,1



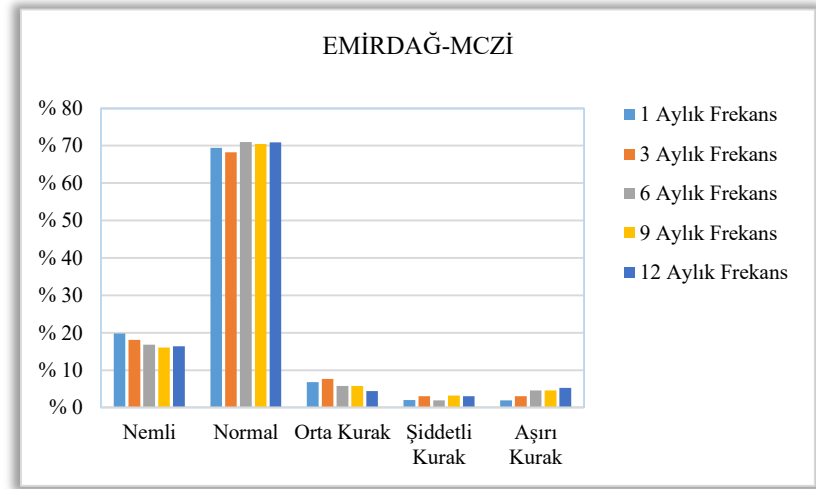
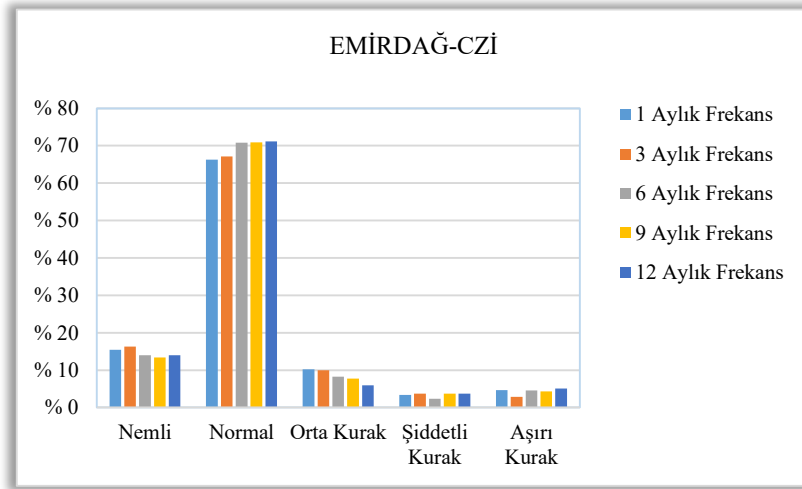
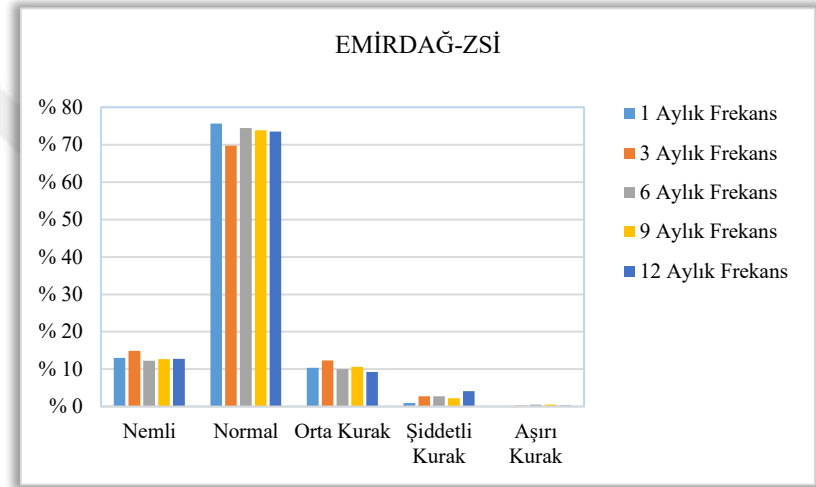
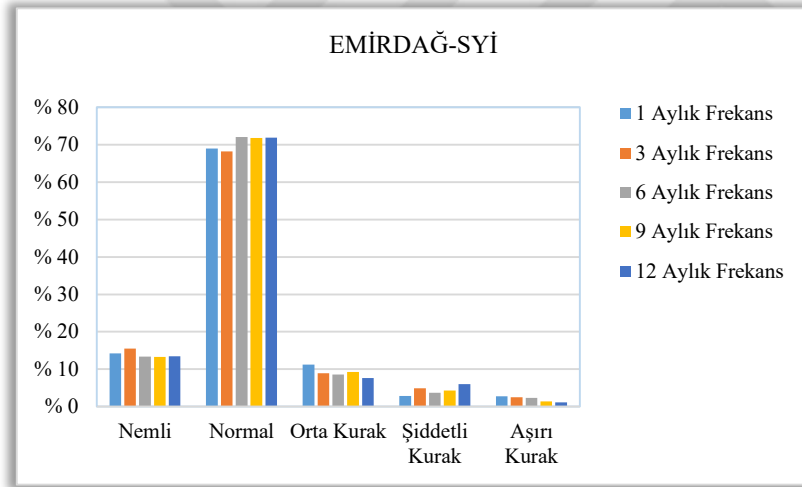
Şekil 3.9. Bozüyük istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Emirdağ istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,3 olarak CZİ ile 1 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %75,7 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.20. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ, CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken ZSİ için ağırlıklı olarak 1 ve 3 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 3 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %15,5, %14,9, %16,3 ve %18,1 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %16,3, %15,3, %16,6 ve %13,7 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,3 olarak ZSİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %4,4 olarak MCZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %6,0 olarak SYİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,0 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %5,3 olarak MCZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ ile CZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.20.).

Çizelge 3.20. Emirdağ meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
EMİRDAĞ	Nemli (%)	SYİ	14,2	15,5	13,3	13,3	13,5
		ZSİ	13,0	14,9	12,2	12,7	12,8
		CZİ	15,4	16,3	14,0	13,4	14,0
		MCZİ	19,8	18,1	16,8	16,0	16,4
	Normal (%)	SYİ	69,0	68,2	72,1	71,8	71,8
		ZSİ	75,7	69,7	74,4	73,9	73,5
		CZİ	66,3	67,1	70,8	70,9	71,2
		MCZİ	69,4	68,2	71,0	70,4	70,9
	Orta Kurak (%)	SYİ	11,2	8,9	8,5	9,3	7,6
		ZSİ	10,4	12,3	10,0	10,6	9,3
		CZİ	10,2	10,0	8,3	7,7	6,0
		MCZİ	6,8	7,7	5,8	5,8	4,4
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	2,9	4,9	3,7	4,3	6,0
		ZSİ	1,0	2,7	2,8	2,2	4,2
		CZİ	3,4	3,7	2,3	3,7	3,7
		MCZİ	2,0	3,0	1,9	3,2	3,1
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,7	2,5	2,3	1,4	1,1
		ZSİ	0,0	0,3	0,6	0,6	0,3
		CZİ	4,6	2,9	4,5	4,3	5,1
		MCZİ	1,9	3,0	4,5	4,6	5,3



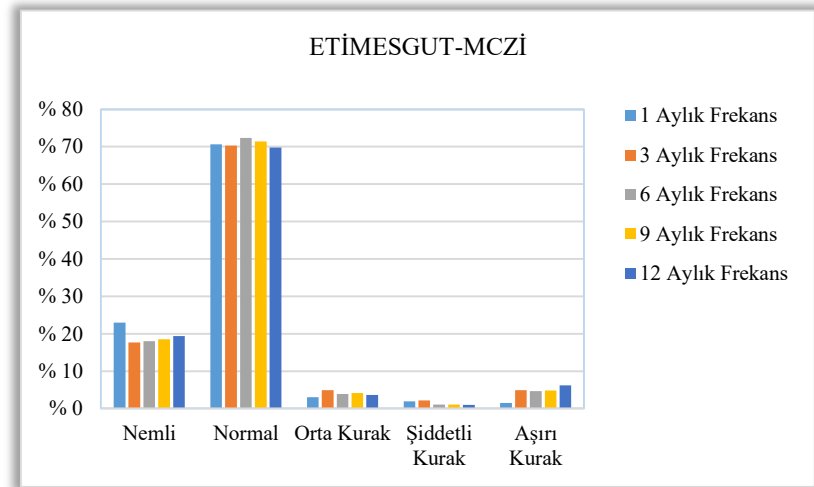
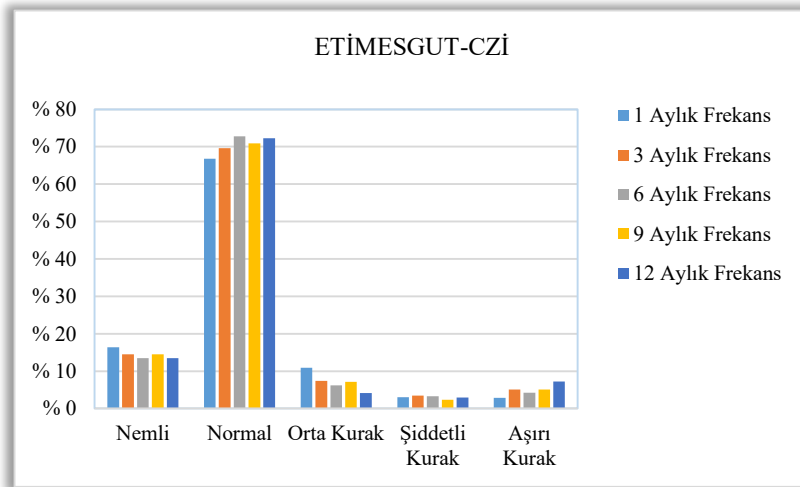
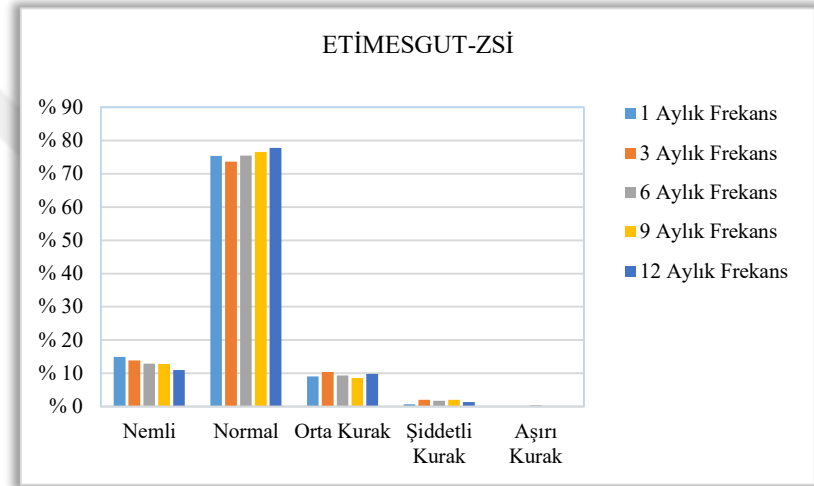
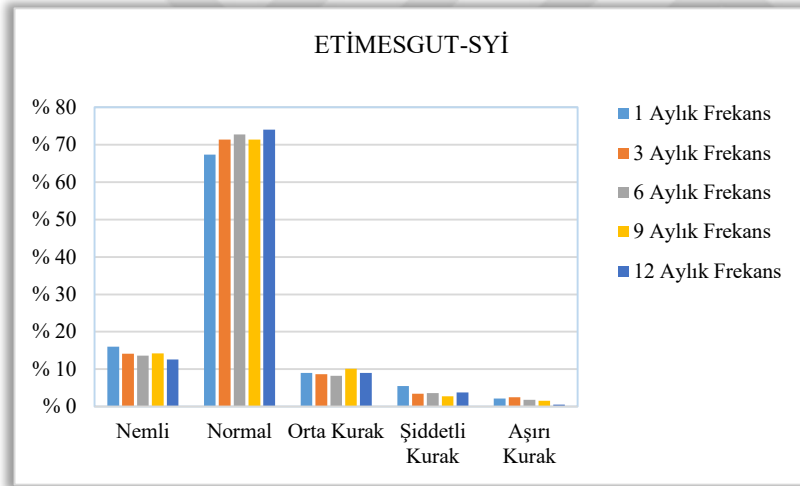
Şekil 3.10. Emirdağ istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Etimesgut istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,8 olarak CZİ ile 1 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %77,8 olarak ZSİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.21. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ ve CZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken ZSİ için ağırlıklı olarak 3 ve 9 aylık zaman periyotlarında ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 3 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 3 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %14,1, %13,8, %14,5 ve %17,7 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %14,5, %12,5, %15,9 ve %12,0 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %10,9 olarak CZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %3,0 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,5 olarak SYİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %0,7 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %7,2 olarak CZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1, 3, 9 ve 12 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ ile ZSİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.21.).

Çizelge 3.21. Etimesgut meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
ETİMESGUT	Nemli (%)	SYİ	16,0	14,1	13,6	14,2	12,6
		ZSİ	14,9	13,8	12,9	12,8	11,0
		CZİ	16,4	14,5	13,5	14,5	13,5
		MCZİ	23,0	17,7	18,0	18,5	19,4
	Normal (%)	SYİ	67,3	71,4	72,8	71,4	74,1
		ZSİ	75,4	73,7	75,5	76,5	77,8
		CZİ	66,8	69,6	72,8	70,9	72,3
		MCZİ	70,6	70,3	72,4	71,4	69,8
	Orta Kurak (%)	SYİ	9,0	8,6	8,3	10,1	9,0
		ZSİ	9,0	10,4	9,4	8,6	9,8
		CZİ	10,9	7,4	6,2	7,2	4,2
		MCZİ	3,0	4,9	3,9	4,1	3,6
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	5,5	3,4	3,6	2,8	3,7
		ZSİ	0,7	2,1	1,8	2,1	1,4
		CZİ	3,0	3,4	3,3	2,3	2,9
		MCZİ	1,9	2,2	1,1	1,1	1,0
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,2	2,5	1,8	1,5	0,6
		ZSİ	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
		CZİ	2,9	5,1	4,3	5,1	7,2
		MCZİ	1,5	4,9	4,7	4,8	6,2



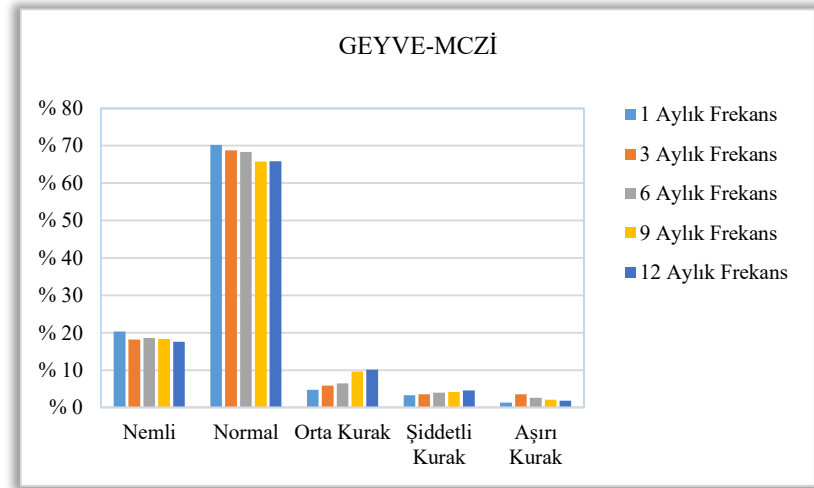
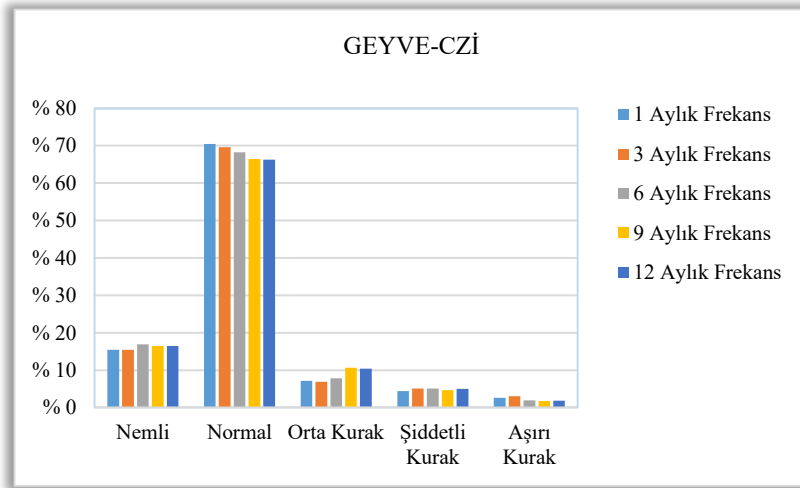
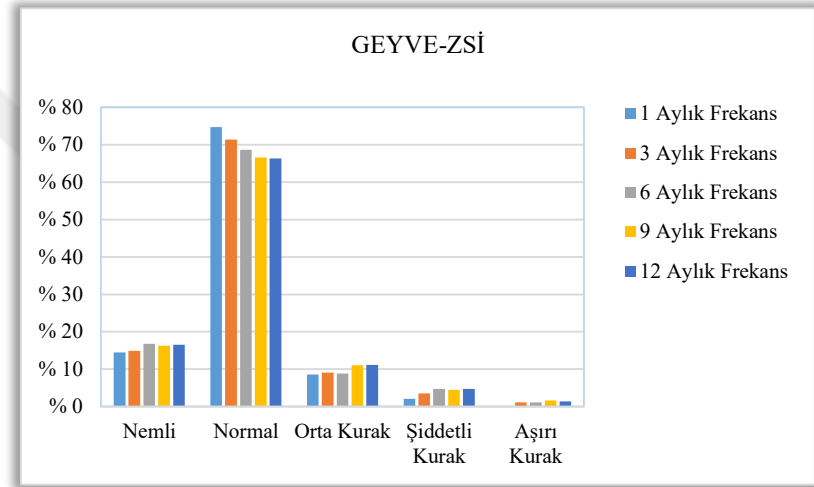
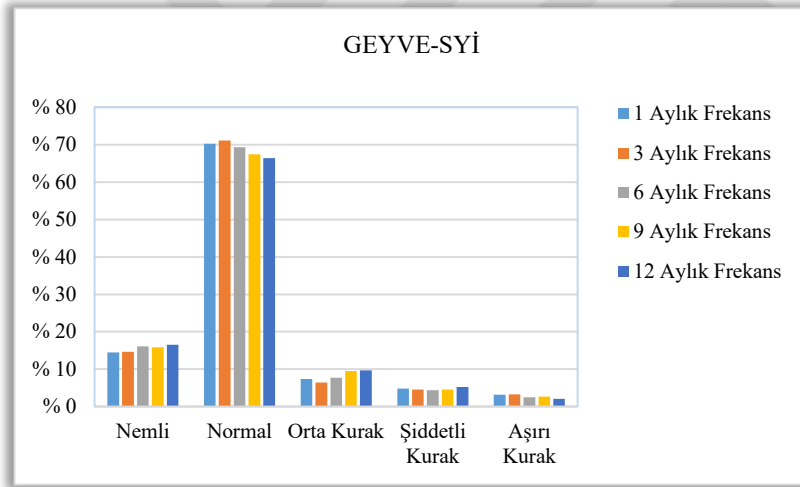
Şekil 3.11. Etimesgut istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Geyve istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %65,7 olarak MCZİ ile 9 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %74,7 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.22. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 6 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %16,1, %16,8, %16,9 ve %18,6 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %16,7, %17,1, %17,1 ve %15,9 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %11,1 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %4,8 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,3 olarak SYİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %2,0 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,6 olarak MCZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %0,1 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ ile CZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.22.).

Çizelge 3.22. Geyve meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
GEYVE	Nemli (%)	SYİ	14,5	14,7	16,1	15,9	16,5
		ZSİ	14,5	14,9	16,8	16,3	16,5
		CZİ	15,4	15,5	16,9	16,4	16,5
		MCZİ	20,4	18,2	18,6	18,4	17,6
	Normal (%)	SYİ	70,2	71,1	69,3	67,4	66,4
		ZSİ	74,7	71,4	68,6	66,6	66,3
		CZİ	70,5	69,6	68,2	66,4	66,3
		MCZİ	70,2	68,8	68,4	65,7	65,9
	Orta Kurak (%)	SYİ	7,4	6,4	7,7	9,5	9,7
		ZSİ	8,6	9,0	8,8	11,0	11,1
		CZİ	7,1	6,8	7,8	10,6	10,4
		MCZİ	4,8	5,9	6,5	9,7	10,1
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,8	4,5	4,4	4,6	5,3
		ZSİ	2,0	3,6	4,7	4,4	4,7
		CZİ	4,4	5,1	5,1	4,7	5,0
		MCZİ	3,3	3,6	4,0	4,1	4,6
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	3,1	3,3	2,5	2,6	2,1
		ZSİ	0,1	1,1	1,1	1,7	1,4
		CZİ	2,6	3,0	1,9	1,8	1,8
		MCZİ	1,4	3,6	2,6	2,1	1,8



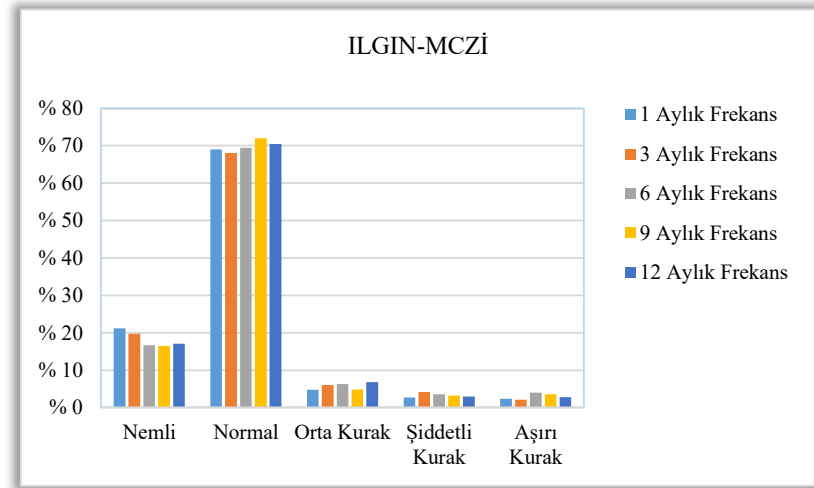
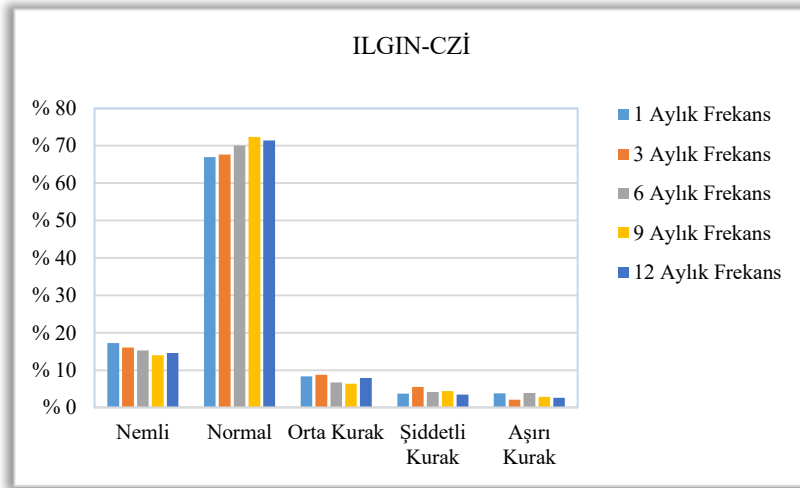
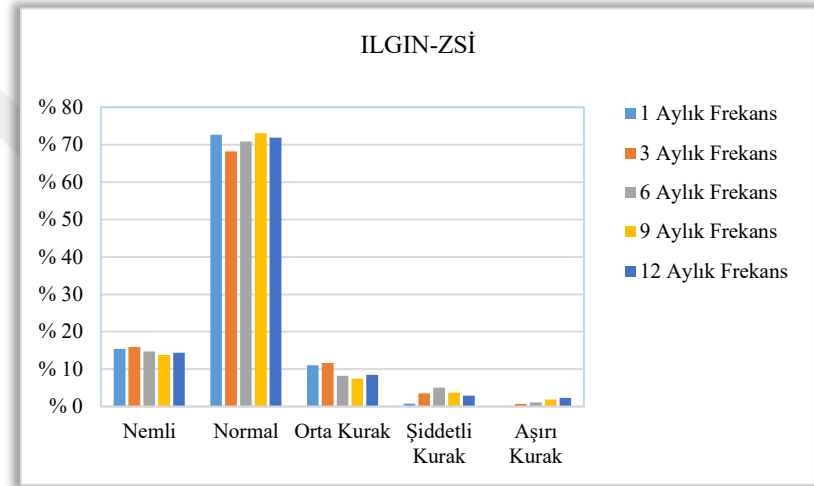
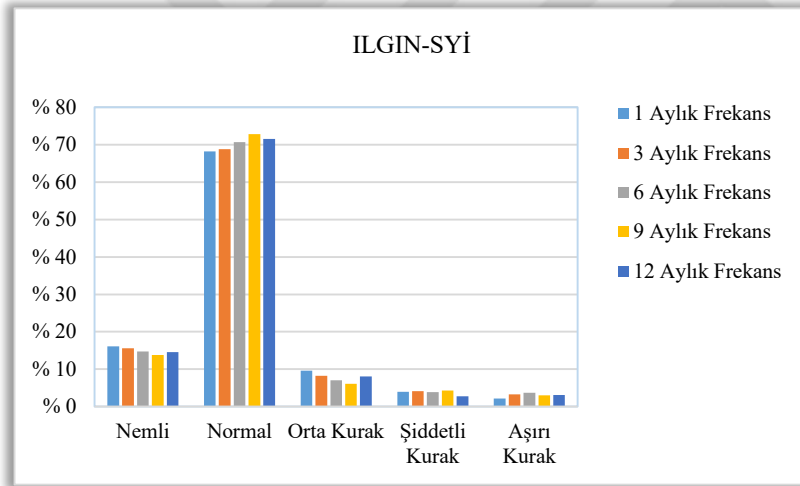
Şekil 3.12. Geyve istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

İlgın istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,9 olarak CZİ ile 1 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %73,1 olarak ZSİ ile 9 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.23. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 9 aylık zaman periyotlarında bulunurken ZSİ ve CZİ için ağırlıklı olarak 3 ve 9 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 12 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %14,6, %14,4, %14,6 ve %17,1 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %13,9, %13,8, %14,0 ve %12,5 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %11,6 olarak ZSİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %4,8 olarak MCZİ değerlerinden 1 ve 9 aylık zaman periyotlarında; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,5 olarak CZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %0,8 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %4,0 olarak MCZİ değerlerinden 6 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça CZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, SYİ, ZSİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.23.).

Çizelge 3.23. Ilgın meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
ILGIN	Nemli (%)	SYİ	16,1	15,6	14,7	13,8	14,6
		ZSİ	15,4	15,9	14,7	13,8	14,4
		CZİ	17,2	16,0	15,3	14,0	14,6
		MCZİ	21,2	19,7	16,6	16,4	17,1
	Normal (%)	SYİ	68,2	68,8	70,7	72,8	71,6
		ZSİ	72,7	68,2	70,8	73,1	71,8
		CZİ	66,9	67,7	70,0	72,4	71,4
		MCZİ	69,0	68,1	69,5	72,0	70,5
	Orta Kurak (%)	SYİ	9,6	8,2	7,0	6,1	8,0
		ZSİ	11,1	11,6	8,3	7,5	8,5
		CZİ	8,3	8,8	6,7	6,4	7,9
		MCZİ	4,8	6,0	6,3	4,8	6,8
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,0	4,1	3,9	4,3	2,8
		ZSİ	0,8	3,6	5,1	3,7	2,9
		CZİ	3,7	5,5	4,1	4,4	3,5
		MCZİ	2,7	4,1	3,6	3,2	2,9
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,2	3,3	3,7	3,0	3,1
		ZSİ	0,0	0,7	1,1	1,9	2,4
		CZİ	3,8	2,1	3,9	2,9	2,6
		MCZİ	2,3	2,1	4,0	3,6	2,8



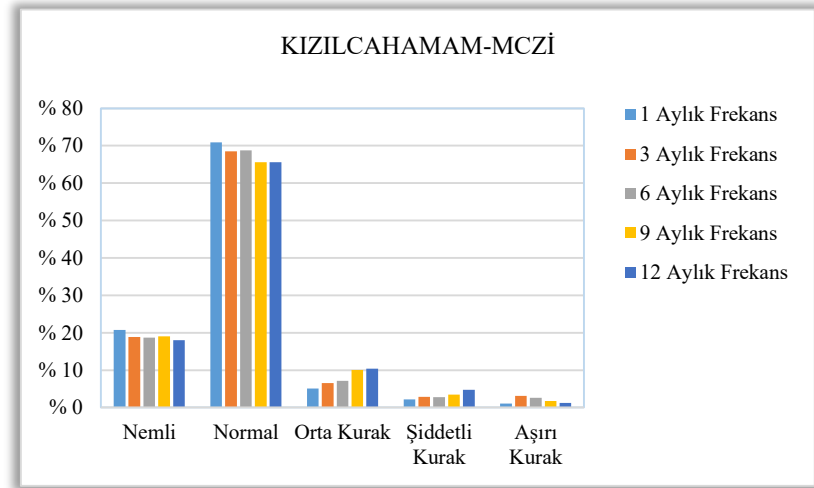
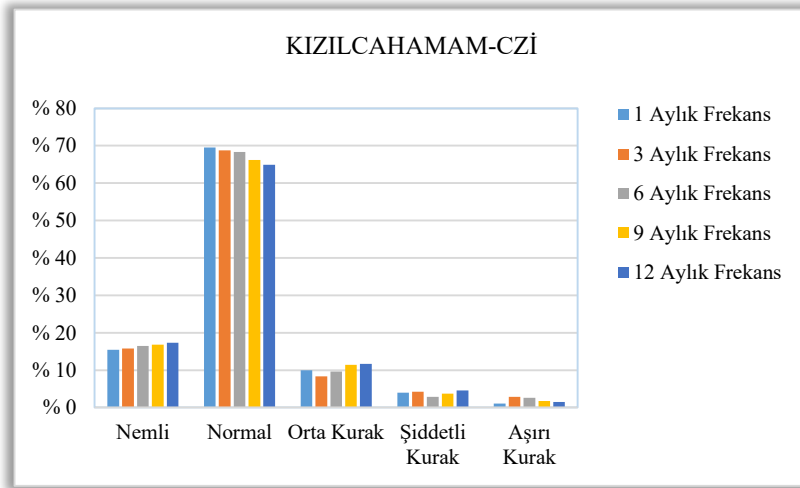
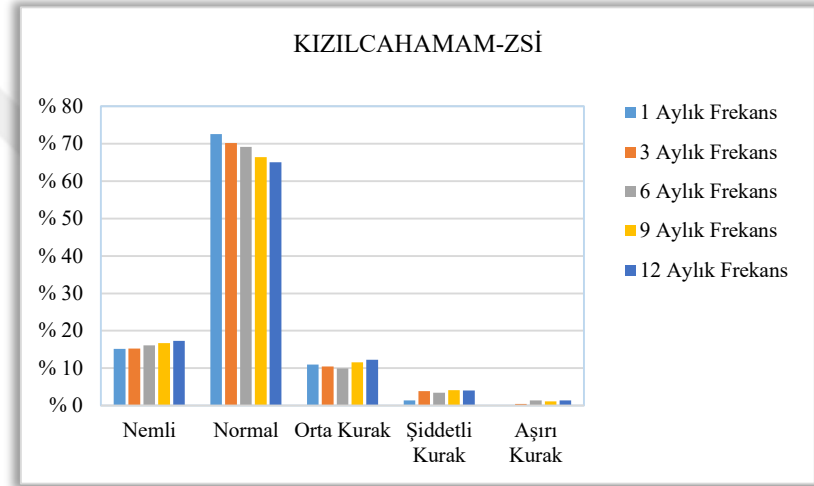
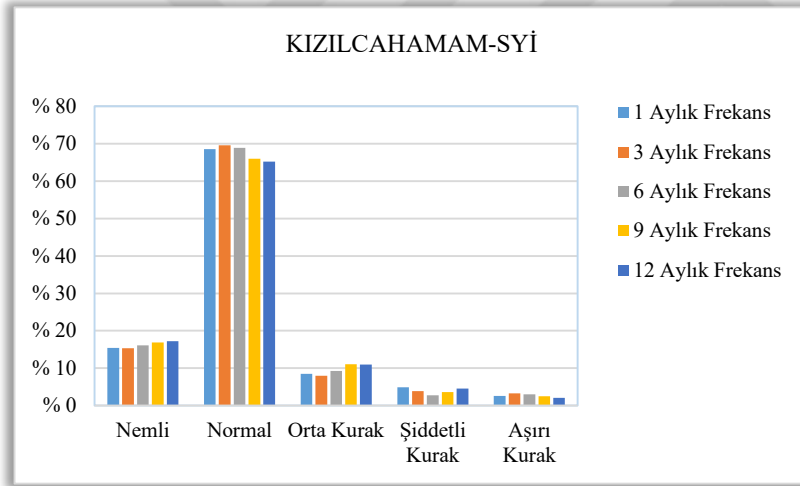
Şekil 3.13. Ilgın istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Kızılcahamam istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %64'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %64,9 olarak CZİ ile 12 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %72,5 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.24. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri ZSİ, CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken SYİ için ağırlıklı olarak 3 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 6 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %16,1, %16,1, %16,5 ve %18,7 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %15,0, %14,7, %15,1 ve %12,6 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,2 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %5,1 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %4,9 olarak SYİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,4 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,3 olarak SYİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için tüm zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.24.).

Çizelge 3.24. Kızılcahamam meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
KIZILCAHAMAM	Nemli (%)	SYİ	15,4	15,3	16,1	16,9	17,2
		ZSİ	15,2	15,2	16,1	16,7	17,3
		CZİ	15,4	15,8	16,5	16,9	17,3
		MCZİ	20,8	18,9	18,7	19,1	18,0
	Normal (%)	SYİ	68,6	69,6	68,9	66,0	65,2
		ZSİ	72,5	70,1	69,2	66,4	65,0
		CZİ	69,5	68,8	68,4	66,2	64,9
		MCZİ	70,9	68,5	68,8	65,6	65,6
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,5	7,9	9,2	11,0	11,0
		ZSİ	10,9	10,4	9,9	11,6	12,2
		CZİ	10,0	8,4	9,6	11,5	11,7
		MCZİ	5,1	6,6	7,2	10,1	10,4
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,9	3,8	2,8	3,6	4,6
		ZSİ	1,4	3,8	3,4	4,1	4,0
		CZİ	4,0	4,2	2,9	3,7	4,6
		MCZİ	2,2	2,9	2,8	3,5	4,7
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,6	3,3	3,0	2,5	2,1
		ZSİ	0,0	0,4	1,4	1,1	1,4
		CZİ	1,1	2,9	2,6	1,8	1,5
		MCZİ	1,1	3,2	2,6	1,8	1,2



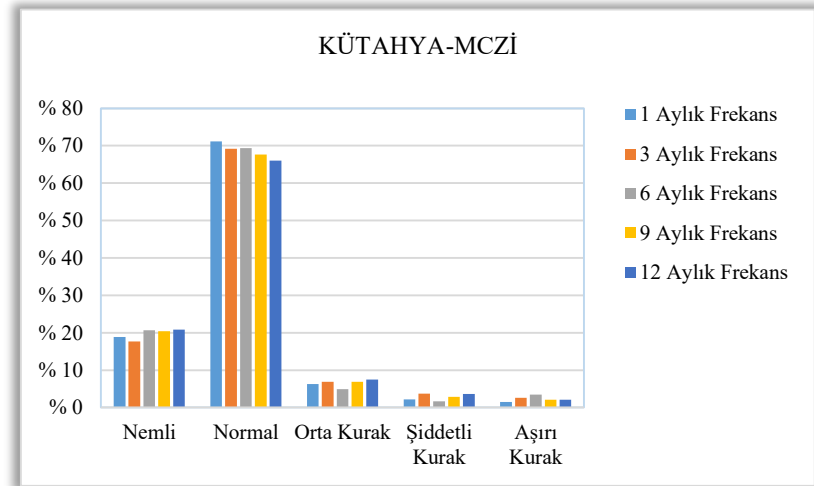
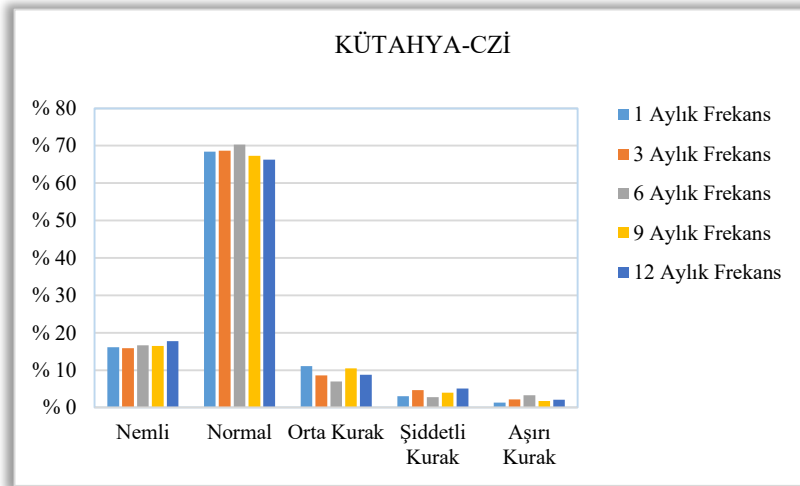
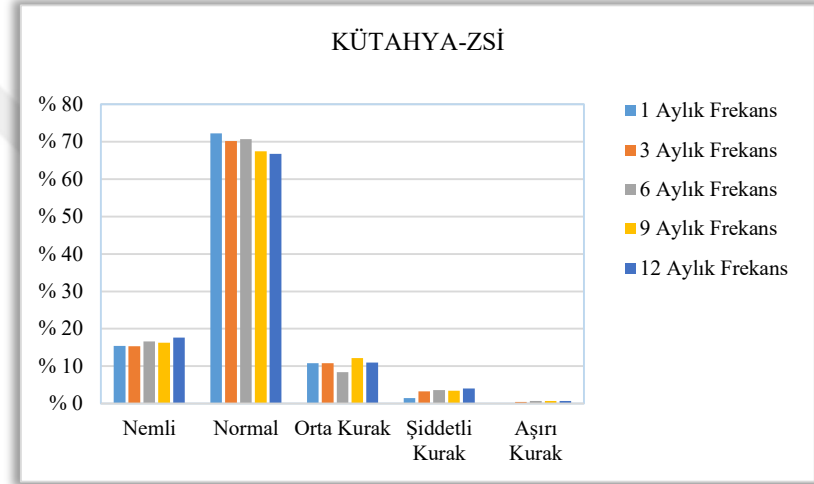
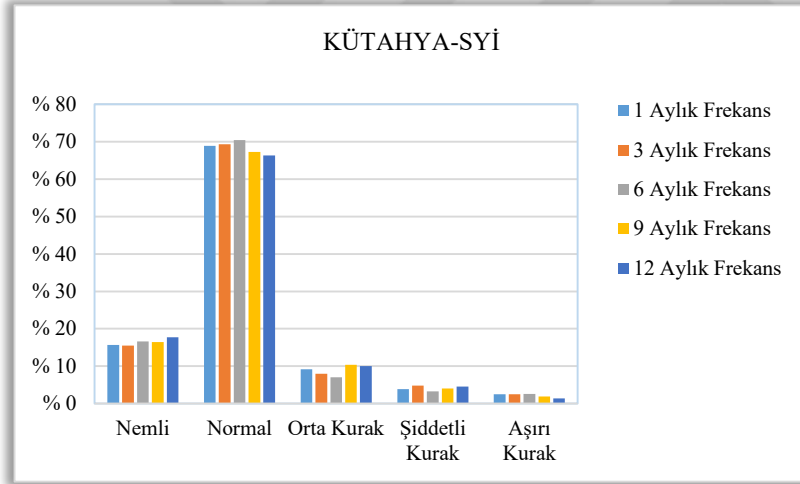
Şekil 3.14. Kızılcahamam istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Kütahya istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,0 olarak MCZİ ile 12 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %72,3 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.25. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ, CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 6 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken ZSİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 3 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %15,5, %15,3, %15,9 ve %17,7 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %15,2, %14,5, %15,5 ve %13,1 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,2 olarak ZSİ değerlerinden 9 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %5,0 olarak MCZİ değerlerinden 6 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,1 olarak CZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,5 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,4 olarak MCZİ değerlerinden 6 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.25.).

Çizelge 3.25. Kütahya meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
KÜTAHYA	Nemli (%)	SYİ	15,7	15,5	16,6	16,4	17,8
		ZSİ	15,4	15,3	16,6	16,3	17,6
		CZİ	16,1	15,9	16,6	16,4	17,8
		MCZİ	18,9	17,7	20,6	20,4	20,8
	Normal (%)	SYİ	68,9	69,3	70,4	67,3	66,3
		ZSİ	72,3	70,1	70,7	67,4	66,7
		CZİ	68,4	68,6	70,3	67,3	66,3
		MCZİ	71,2	69,2	69,3	67,7	66,0
	Orta Kurak (%)	SYİ	9,2	7,9	7,0	10,4	10,0
		ZSİ	10,8	10,8	8,4	12,2	11,0
		CZİ	11,1	8,6	7,0	10,5	8,7
		MCZİ	6,3	6,8	5,0	6,9	7,5
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	3,8	4,8	3,3	4,0	4,6
		ZSİ	1,5	3,3	3,6	3,5	4,0
		CZİ	3,0	4,7	2,8	4,0	5,1
		MCZİ	2,2	3,7	1,7	2,9	3,6
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,5	2,5	2,6	1,9	1,4
		ZSİ	0,0	0,4	0,7	0,7	0,7
		CZİ	1,4	2,2	3,3	1,8	2,1
		MCZİ	1,5	2,6	3,4	2,1	2,1



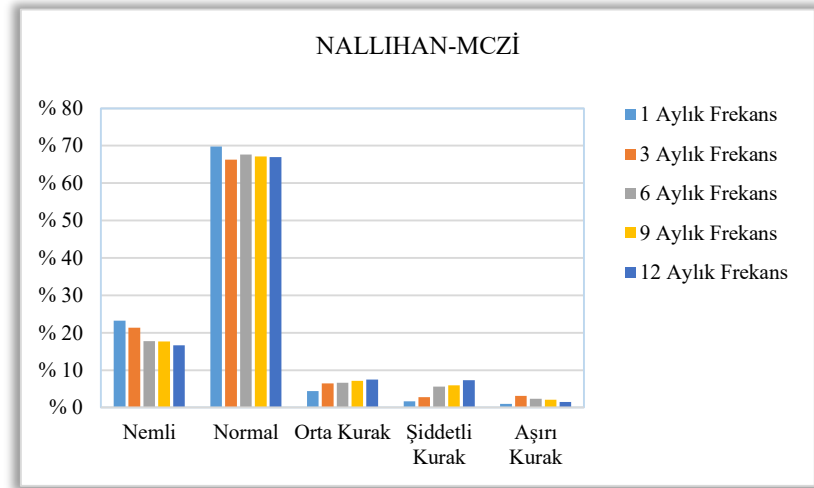
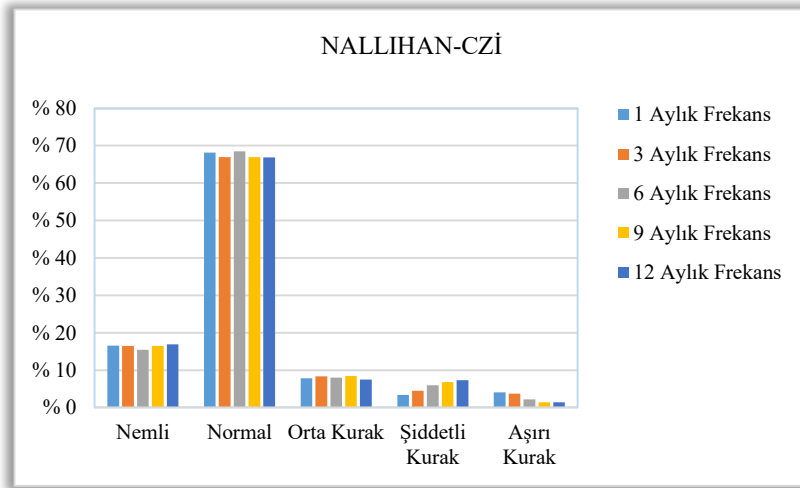
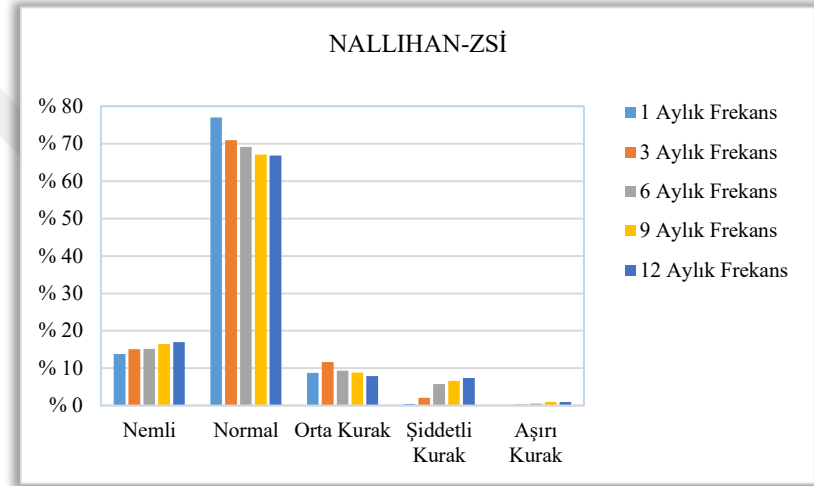
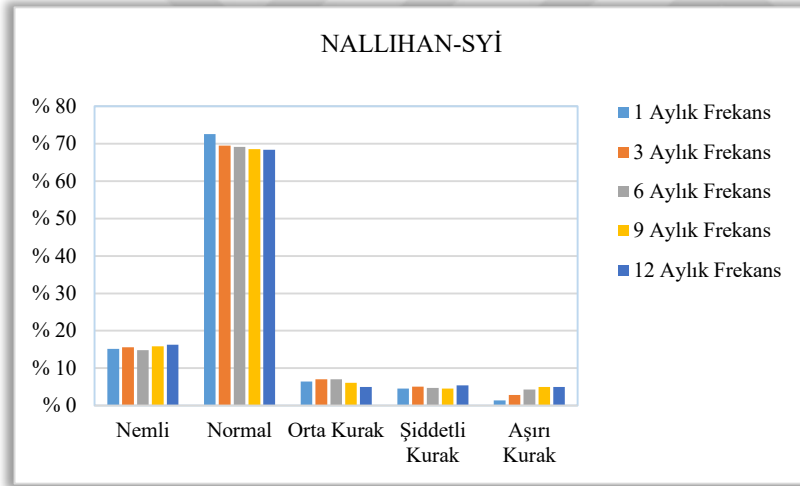
Şekil 3.15. Kütahya istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Nallıhan istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %66'dan fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,3 olarak MCZİ ile 3 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %77,0 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.26. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 12 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %16,2, %16,9, %16,9 ve %16,6 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %15,4, %16,3, %16,3 ve %16,4 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %11,6 olarak ZSİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %4,4 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %7,4 olarak ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %0,4 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %5,0 olarak SYİ değerlerinden 9 ve 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça CZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, SYİ, ZSİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur (Çizelge 3.26.).

Çizelge 3.26. Nallıhan meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
NALLIHAN	Nemli (%)	SYİ	15,2	15,6	14,9	15,9	16,2
		ZSİ	13,8	15,1	15,1	16,4	16,9
		CZİ	16,5	16,4	15,4	16,4	16,9
		MCZİ	23,2	21,4	17,7	17,7	16,6
	Normal (%)	SYİ	72,5	69,5	69,2	68,5	68,4
		ZSİ	77,0	71,0	69,2	67,1	66,9
		CZİ	68,2	67,0	68,5	67,0	66,9
		MCZİ	69,8	66,3	67,7	67,1	67,0
	Orta Kurak (%)	SYİ	6,4	7,0	7,0	6,1	5,0
		ZSİ	8,7	11,6	9,4	8,8	7,9
		CZİ	7,8	8,4	8,0	8,4	7,5
		MCZİ	4,4	6,4	6,6	7,2	7,5
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	4,5	5,1	4,7	4,6	5,4
		ZSİ	0,4	2,1	5,8	6,6	7,4
		CZİ	3,4	4,5	5,9	6,8	7,4
		MCZİ	1,6	2,7	5,6	5,9	7,4
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	1,4	2,9	4,3	5,0	5,0
		ZSİ	0,0	0,3	0,6	1,0	1,0
		CZİ	4,1	3,7	2,2	1,4	1,4
		MCZİ	1,0	3,2	2,3	2,1	1,5



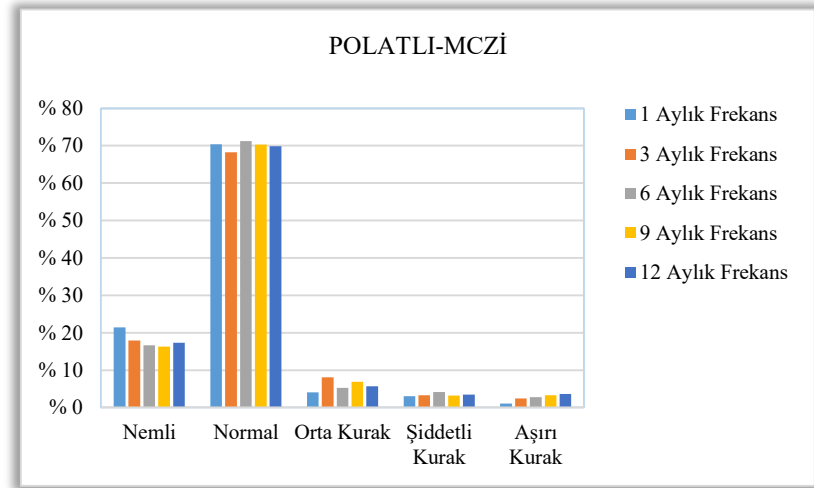
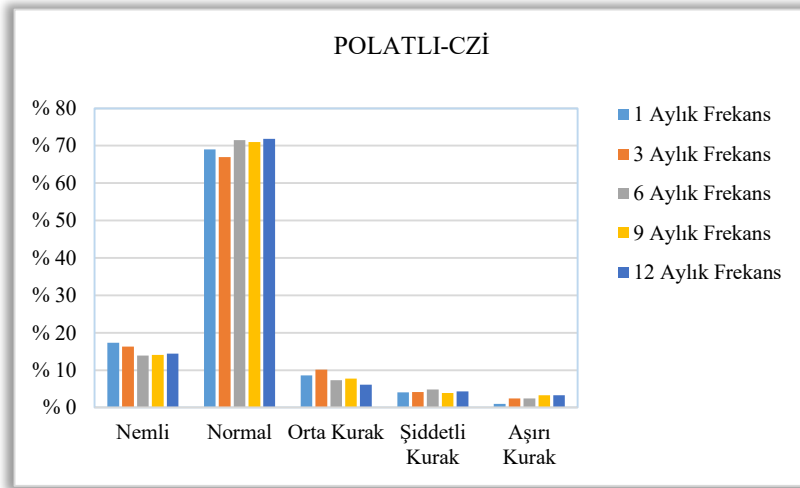
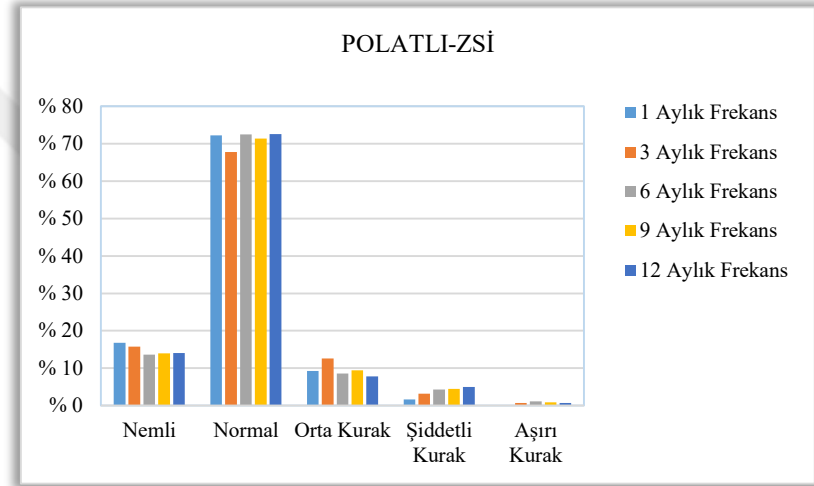
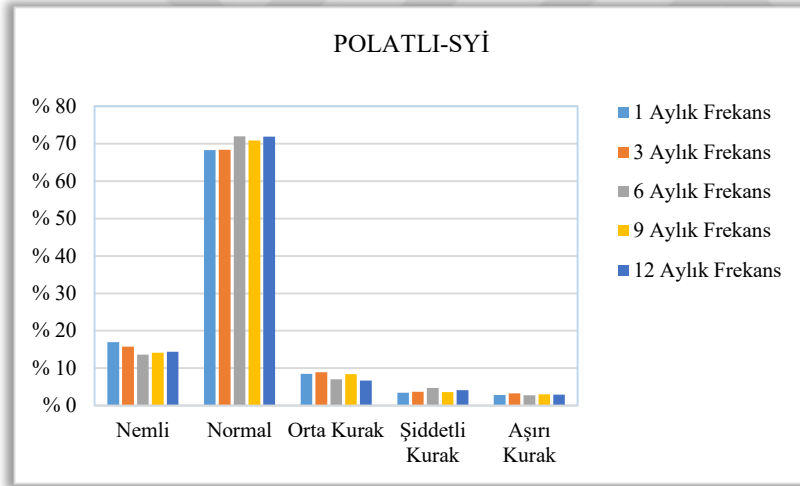
Şekil 3.16. Nallıhan istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Polatlı istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %67,0 olarak CZİ ile 3 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %72,5 olarak ZSİ ile 6 ve 12 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.27. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 6 aylık zaman periyotlarında bulunurken ZSİ ve CZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 3 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %15,8, %15,8, %16,3 ve %17,9 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %15,9, %16,5, %16,7 ve %13,9 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,6 olarak ZSİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %4,1 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,0 olarak ZSİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,6 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,6 olarak MCZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.27.).

Çizelge 3.27. Polatlı meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
POLATLI	Nemli (%)	SYİ	16,9	15,8	13,6	14,1	14,4
		ZSİ	16,8	15,8	13,6	14,0	14,0
		CZİ	17,3	16,3	13,9	14,1	14,4
		MCZİ	21,4	17,9	16,6	16,3	17,3
	Normal (%)	SYİ	68,3	68,4	71,9	70,9	71,8
		ZSİ	72,3	67,8	72,5	71,4	72,5
		CZİ	69,0	67,0	71,5	71,0	71,8
		MCZİ	70,4	68,2	71,3	70,3	69,9
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,5	8,9	7,0	8,4	6,7
		ZSİ	9,3	12,6	8,5	9,4	7,8
		CZİ	8,6	10,1	7,3	7,7	6,1
		MCZİ	4,1	8,1	5,2	6,9	5,7
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	3,4	3,7	4,7	3,6	4,2
		ZSİ	1,6	3,2	4,3	4,4	5,0
		CZİ	4,1	4,1	4,8	3,9	4,3
		MCZİ	3,0	3,3	4,1	3,2	3,5
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,9	3,3	2,8	3,0	2,9
		ZSİ	0,0	0,7	1,1	0,8	0,7
		CZİ	1,0	2,5	2,5	3,3	3,3
		MCZİ	1,1	2,5	2,8	3,3	3,6



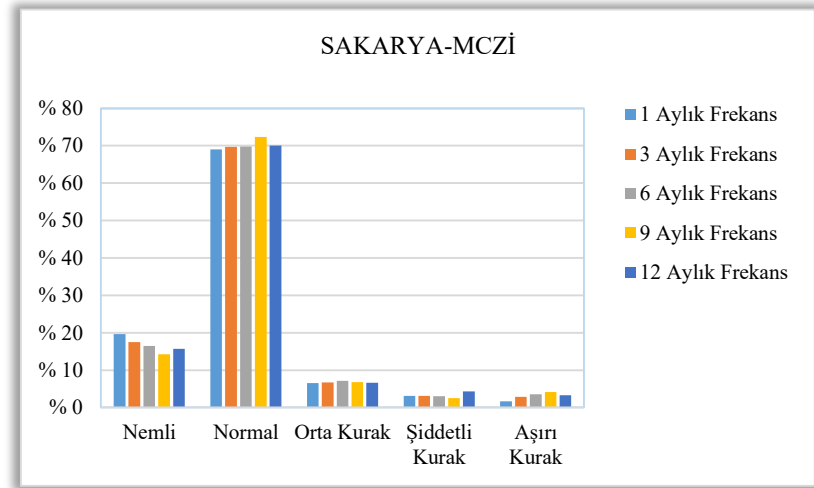
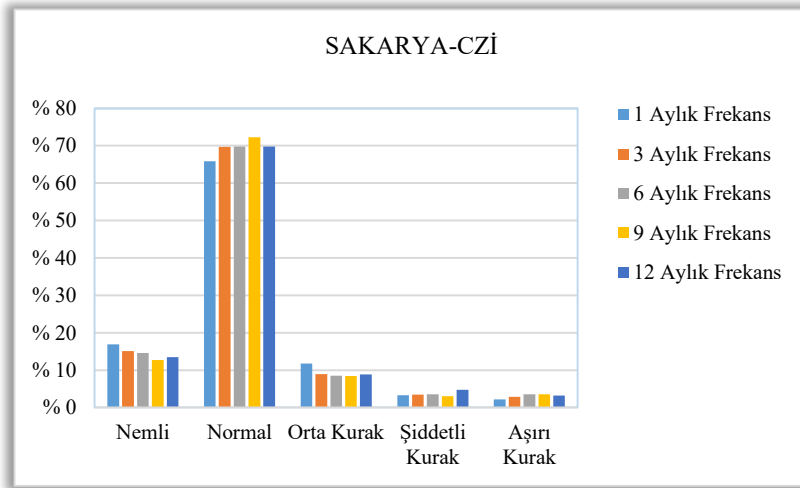
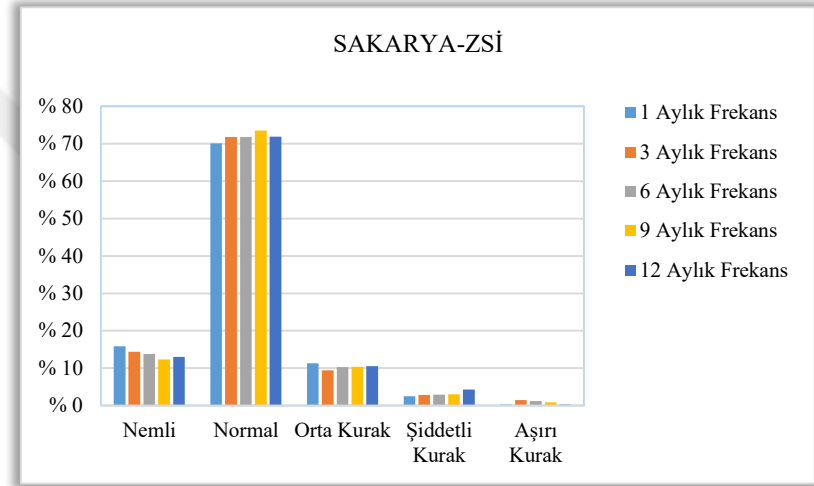
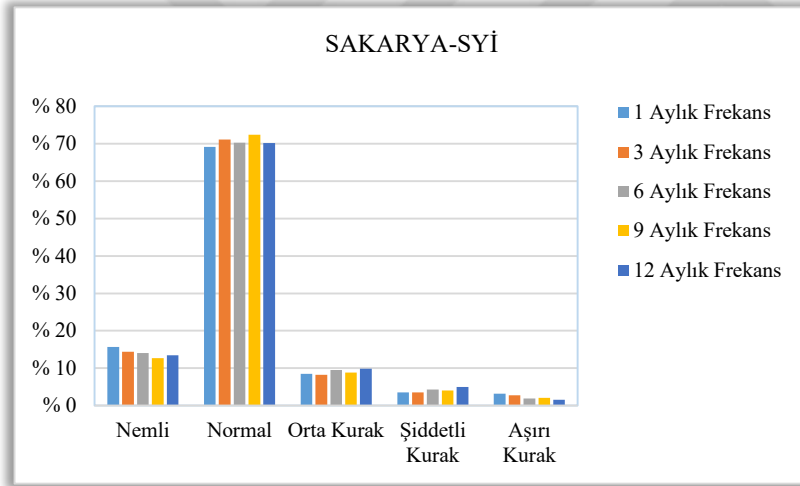
Şekil 3.17. Polatlı istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Sakarya istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %65,8 olarak CZİ ile 1 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %73,5 olarak ZSİ ile 9 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.28. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ ve ZSİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 9 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 12 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %13,5, %13,0, %13,5 ve %15,7 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %16,3, %15,1, %16,8 ve %14,3 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %11,7 olarak CZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %6,6 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %5,0 olarak SYİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %2,5 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve MCZİ değerlerinden 9 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %4,1 olarak MCZİ değerlerinden 9 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %0,3 olarak ZSİ değerlerinden 1 ve 12 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ ve ZSİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.28.).

Çizelge 3.28. Sakarya meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
SAKARYA	Nemli (%)	SYİ	15,7	14,4	14,0	12,7	13,5
		ZSİ	15,8	14,4	13,8	12,3	13,0
		CZİ	16,9	15,1	14,6	12,7	13,5
		MCZİ	19,7	17,5	16,5	14,2	15,7
	Normal (%)	SYİ	69,1	71,1	70,3	72,4	70,2
		ZSİ	70,1	71,8	71,8	73,5	71,8
		CZİ	65,8	69,7	69,7	72,2	69,8
		MCZİ	69,0	69,7	69,7	72,4	70,4
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,5	8,2	9,5	8,8	9,8
		ZSİ	11,3	9,5	10,3	10,4	10,5
		CZİ	11,7	8,9	8,5	8,4	8,9
		MCZİ	6,6	6,7	7,2	6,8	6,7
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	3,6	3,6	4,3	4,0	5,0
		ZSİ	2,5	2,9	2,9	3,0	4,3
		CZİ	3,3	3,4	3,6	3,0	4,7
		MCZİ	3,1	3,2	3,0	2,5	4,3
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	3,1	2,7	1,9	2,1	1,5
		ZSİ	0,3	1,5	1,2	0,8	0,3
		CZİ	2,2	2,9	3,6	3,6	3,2
		MCZİ	1,6	2,9	3,6	4,1	3,3



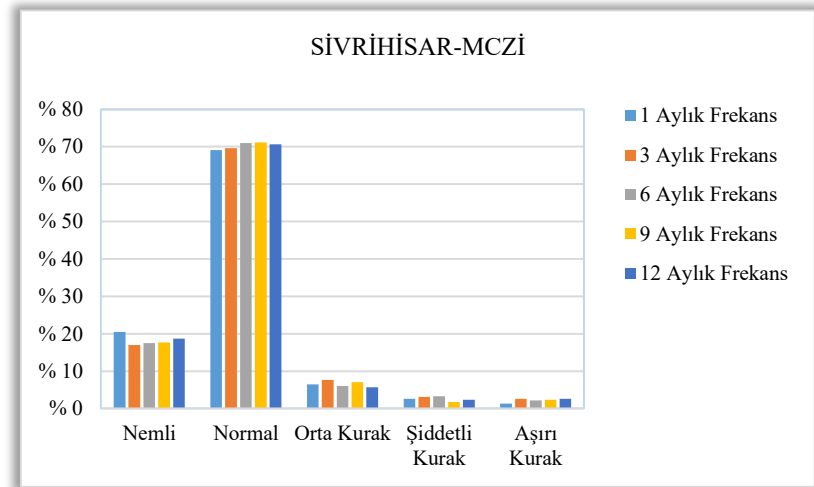
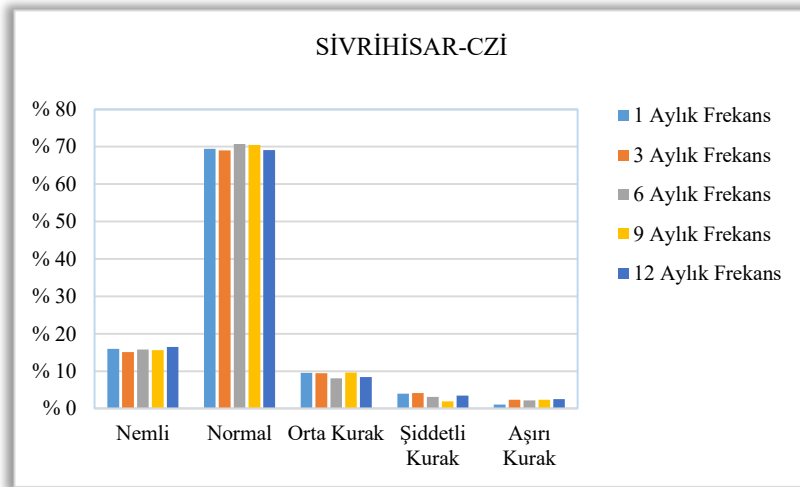
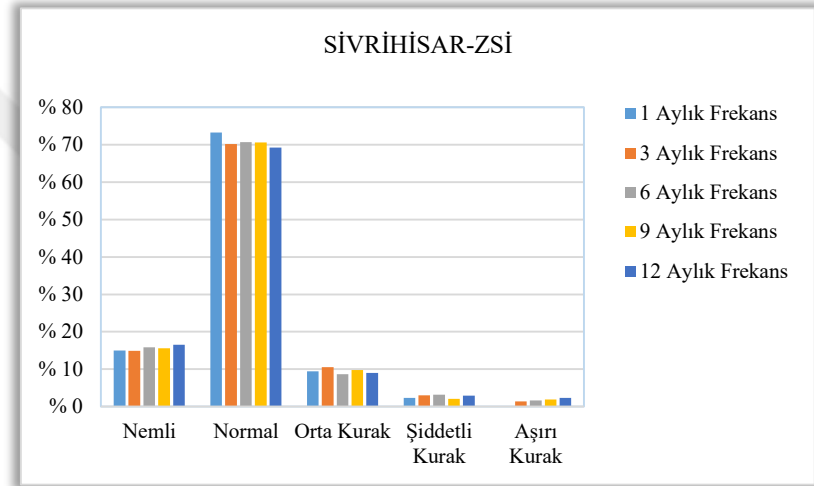
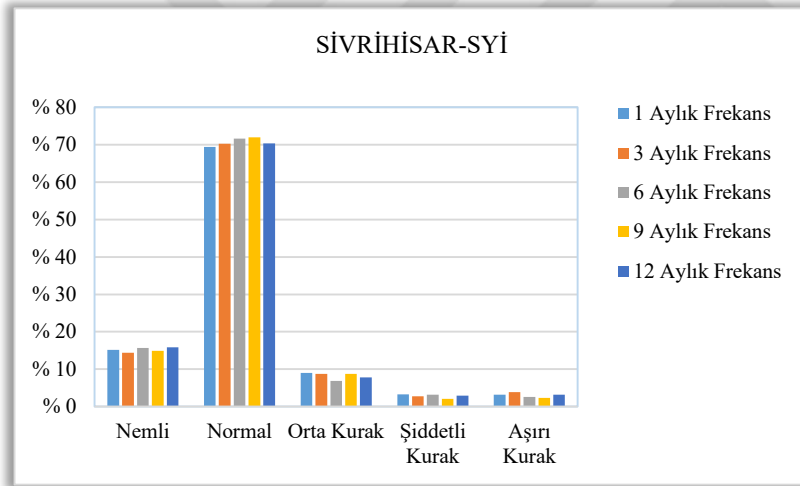
Şekil 3.18. Sakarya istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Sivrihisar istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %69,0 olarak CZİ ile 3 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %73,2 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.29. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri ZSİ ve CZİ için ağırlıklı olarak 3 ve 12 aylık zaman periyotlarında bulunurken SYİ için ağırlıklı olarak 1 ve 9 aylık zaman periyotlarında ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 3 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 6 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %15,7, %15,8, %15,8 ve %17,5 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %12,7, %13,6, %13,5 ve %11,6 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %10,5 olarak ZSİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %5,7 olarak MCZİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %4,1 olarak CZİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,9 olarak CZİ değerlerinden 9 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %3,8 olarak SYİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde azalma, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için tüm zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.29.).

Çizelge 3.29. Sivrihisar meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
SİVRİHİSAR	Nemli (%)	SYİ	15,2	14,4	15,7	14,9	15,8
		ZSİ	15,0	14,9	15,8	15,6	16,5
		CZİ	16,0	15,1	15,8	15,6	16,5
		MCZİ	20,5	17,0	17,5	17,7	18,7
	Normal (%)	SYİ	69,4	70,3	71,7	72,0	70,3
		ZSİ	73,2	70,1	70,7	70,6	69,2
		CZİ	69,4	69,0	70,7	70,4	69,1
		MCZİ	69,1	69,6	71,0	71,1	70,6
	Orta Kurak (%)	SYİ	9,0	8,8	6,9	8,7	7,8
		ZSİ	9,4	10,5	8,7	9,8	9,0
		CZİ	9,6	9,5	8,1	9,7	8,5
		MCZİ	6,4	7,7	6,1	7,0	5,7
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	3,3	2,7	3,2	2,1	2,9
		ZSİ	2,3	3,0	3,2	2,1	2,9
		CZİ	4,0	4,1	3,2	1,9	3,5
		MCZİ	2,6	3,2	3,3	1,8	2,4
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	3,1	3,8	2,6	2,3	3,2
		ZSİ	0,0	1,4	1,7	1,9	2,4
		CZİ	1,1	2,3	2,2	2,3	2,5
		MCZİ	1,4	2,6	2,2	2,3	2,6



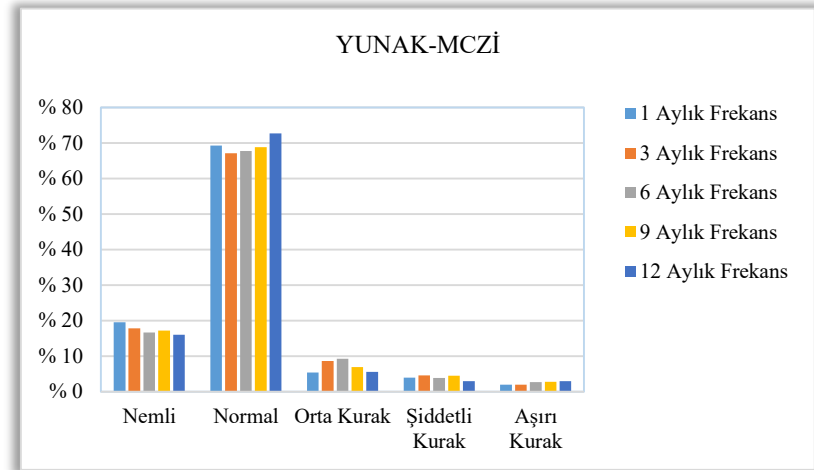
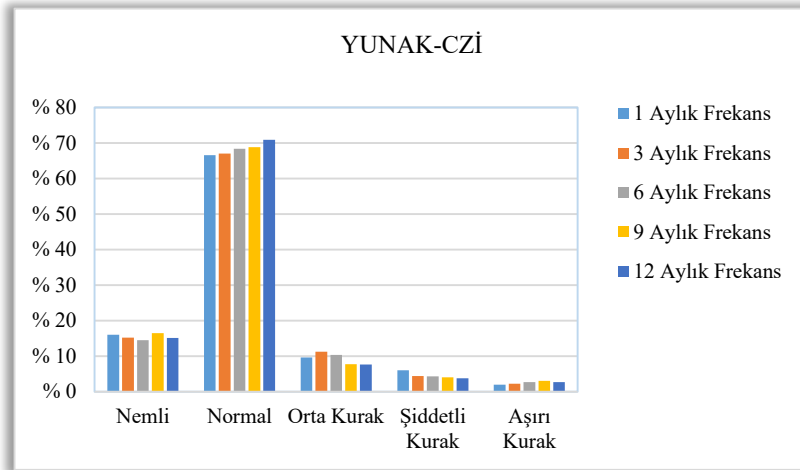
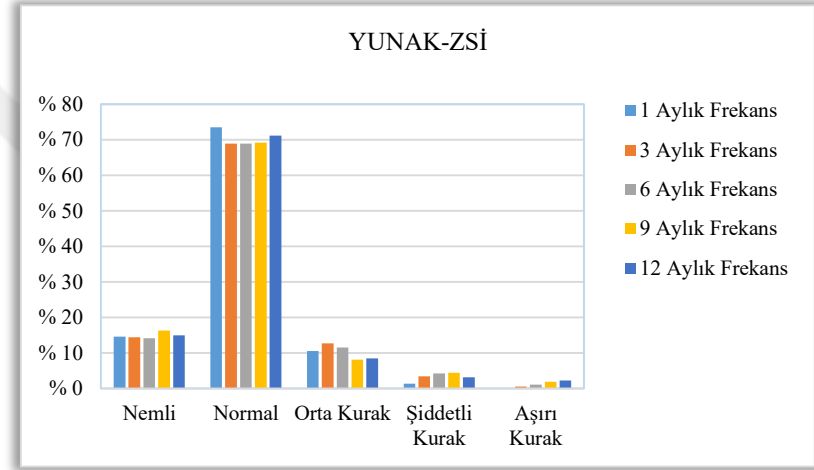
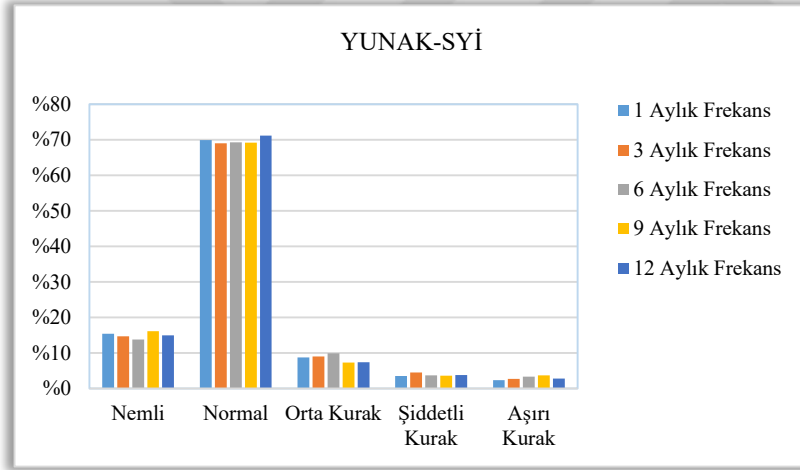
Şekil 3.19. Sivrihisar istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Yunak istasyonu için beş farklı zaman periyodunda hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durumlardan ziyade normal durumda daha yüksek sonuçlara ulaşılmış ve normal durumdaki tüm rölatif frekans değerlerinin %65'ten fazla olduğu gözlemlenmiştir. Normal durumdaki en düşük rölatif frekans değeri %66,5 olarak CZİ ile 1 aylık zaman periyodunda, en yüksek rölatif frekans değeri ise %73,5 olarak ZSİ ile 1 aylık zaman ölçeğinde bulunmuştur. Çizelge 3.30. nemli, normal ve toplam kurak kategori olarak incelendiğinde, frekans yüzdelerinin en yüksek ve en düşük değerleri SYİ ve ZSİ için ağırlıklı olarak 6 ve 9 aylık zaman periyotlarında bulunurken CZİ ve MCZİ için ağırlıklı olarak 1 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilmiştir. Ayrıca toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerleri dört indis için de benzer sonuçlar vermiştir. Örneğin, 9 aylık zaman periyodunda SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ rölatif frekans değerleri nemli kategoride sırasıyla %16,2, %16,3, %16,4 ve %17,1 olarak belirlenirken, toplam kurak sınıfta sırasıyla %14,6, %14,4, %14,7 ve %14,1 olarak hesaplanmıştır.

Kurak kategori tek başına incelendiğinde ise dört indiste 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Orta kurak kategoride en yüksek rölatif %12,7 olarak ZSİ değerlerinden 3 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %5,3 olarak MCZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda; şiddetli kurak kategoride en yüksek rölatif %6,0 olarak CZİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans %1,4 olarak ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda ve aşırı kurak kategoride en yüksek rölatif frekans %4,8 olarak SYİ değerlerinden 12 aylık zaman periyodunda, en düşük rölatif frekans ZSİ değerlerinden 1 aylık zaman periyodunda bulunmuştur. Aşırı kurak sınıfında zaman periyodu arttıkça SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için tüm zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.30.).

Çizelge 3.30. Yunak meteoroloji istasyonu için rölatif frekans yüzde değerleri

İstasyon	Kuraklık Kategorisi	Kuraklık İndisleri	Kuraklık Periyotları				
			1	3	6	9	12
YUNAK	Nemli (%)	SYİ	15,4	14,7	13,8	16,2	15,0
		ZSİ	14,6	14,4	14,2	16,3	15,0
		CZİ	16,0	15,2	14,4	16,4	15,1
		MCZİ	19,5	17,8	16,6	17,1	16,0
	Normal (%)	SYİ	69,9	69,0	69,3	69,2	71,2
		ZSİ	73,5	68,9	68,9	69,2	71,2
		CZİ	66,5	67,0	68,4	68,8	70,9
		MCZİ	69,3	67,1	67,7	68,8	72,7
	Orta Kurak (%)	SYİ	8,7	9,0	9,9	7,3	7,4
		ZSİ	10,5	12,7	11,6	8,1	8,5
		CZİ	9,6	11,2	10,3	7,7	7,6
		MCZİ	5,3	8,6	9,2	6,9	5,5
	Şiddetli Kurak (%)	SYİ	3,6	4,5	3,7	3,6	3,7
		ZSİ	1,4	3,4	4,3	4,4	3,2
		CZİ	6,0	4,4	4,3	4,0	3,7
		MCZİ	4,0	4,5	3,9	4,4	2,9
	Aşırı Kurak (%)	SYİ	2,3	2,7	3,3	3,7	4,8
		ZSİ	0,0	0,5	1,1	1,9	2,2
		CZİ	1,9	2,2	2,6	3,0	2,6
		MCZİ	1,9	1,9	2,6	2,8	2,9



Şekil 3.20. Yunak istasyonu 1960-2020 yılları için SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ (%) histogramı

Tüm istasyonlar için beş farklı zaman ölçeğinde hesaplanan SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına toplamda bakıldığında, nemli veya kurak durum yanı sıra normal durumda daha yüksek sonuçlar elde edilmiş ve normal kategoride tüm rölatif frekans değerlerinin %60'ı aştığı belirlenmiştir. Toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerlerinin dört indis için de yaklaşık olarak birbirine yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda kurak kategori tek başına değerlendirildiğinde, dört indisin 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçekleri için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aşırı kurak sınıfında, zaman ölçeği arttıkça genel olarak SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri azalma, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma söz konusudur. Özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıkmış ve CZİ ile MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, tüm kategoriler kendi içinde değerlendirildiğinde dört indis için de rölatif frekans değerlerinin hemen hemen benzer olduğu ve aralarında küçük farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

3.5. Kuraklık İndisleri Arasındaki İlişki (Korelasyon Analizi)

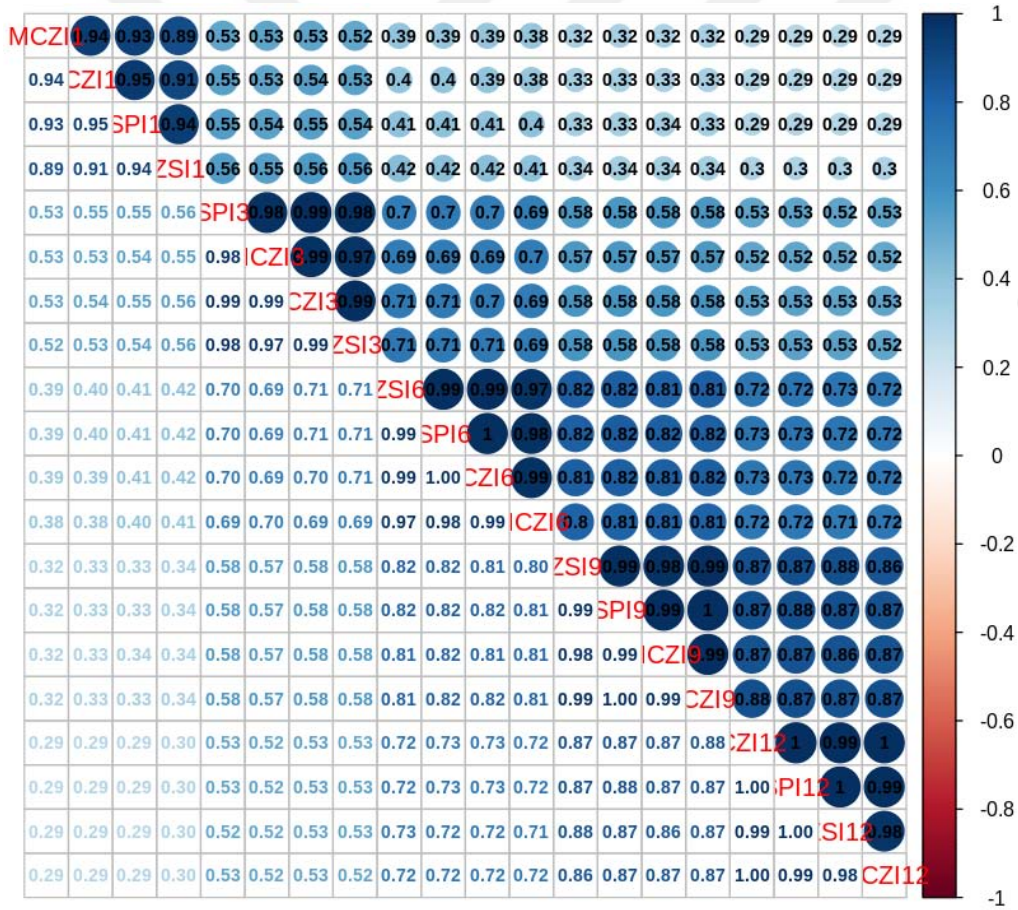
Korelasyon analizi bazı değişkenler arasındaki ilişki, bu ilişkinin yönü ve şiddeti hakkında bilgiler veren istatistiksel bir metottur. Değişkenlerin birbirleri ile uyumlu olması halinde korelasyon analizi uygulanmaktadır [26].

Bu çalışma kapsamında 15 istasyonda yağış verileri kullanılarak 61 yıllık zaman aralığında, beş farklı zaman periyodunda kuraklık analizi yapılmıştır. Kuraklık indisleri arasındaki ilişkilerin incelenebilmesi amacıyla 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotlarında elde edilen SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Şekil 3.21.-3.35.'te tüm istasyonlar için korelasyon katsayılarının dağılım grafikleri verilmiştir. Bu grafiklerde tüm değişkenlerin birbirleri ile bağıllık derecesi daha net bir şekilde görülmektedir.

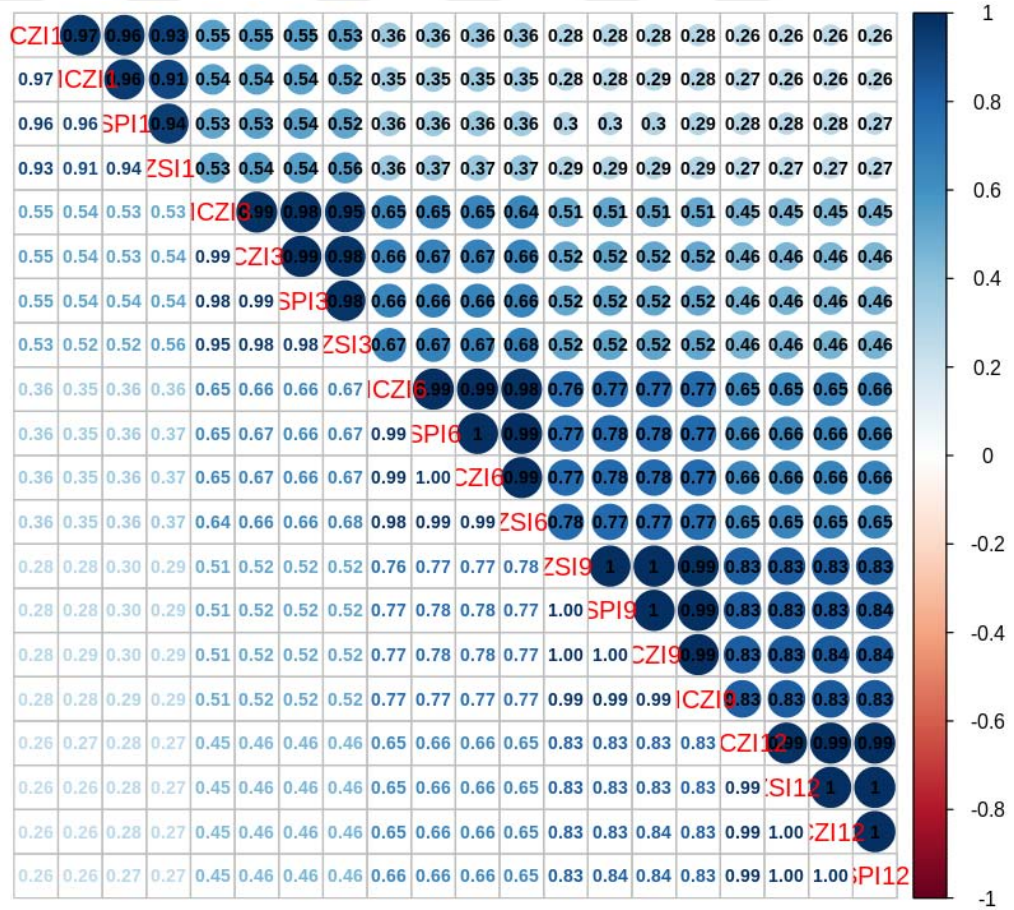
Grafik üzerindeki koyu mavi noktalar güçlü pozitif korelasyonları, diğer daireler de renklerine ve büyüklüklerine göre korelasyonun gücünü ve yönünü belirtmektedir.

Ankara istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.927$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile MCZİ arasında $R=0.990$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde MCZİ ile 6 aylık zaman ölçeğinde MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.383$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde MCZİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde MCZİ arasında $R=0.285$ olarak bulunmuştur. Ankara istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 6 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.998$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.886$) bulunmuştur (Şekil 3.21.).



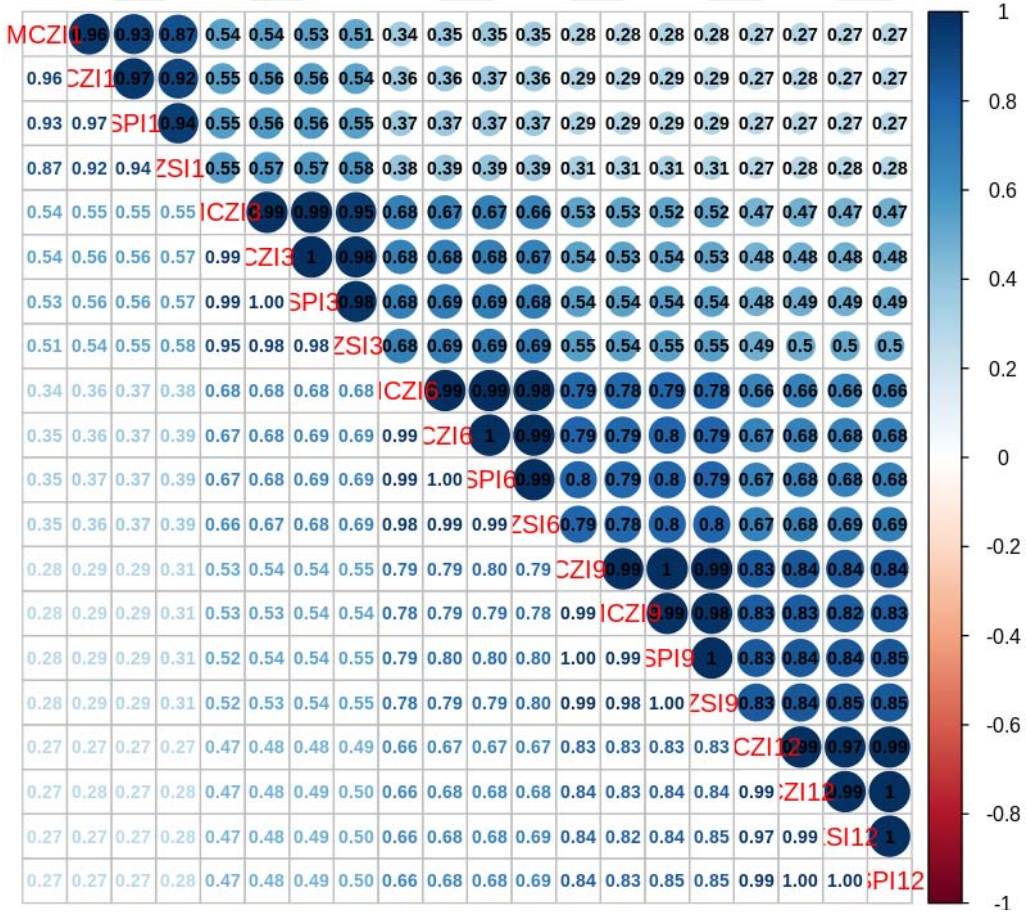
Şekil 3.21. Ankara istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Beyşehir istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasındaki korelasyon $R=0.976$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında ise $R=0.999$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile 9 aylık zaman ölçeğinde ZSİ arasındaki korelasyon $R=0.521$ iken, 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ arasında $R=0.464$ olarak bulunmuştur. Beyşehir istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.907$) bulunmuştur (Şekil 3.22.).



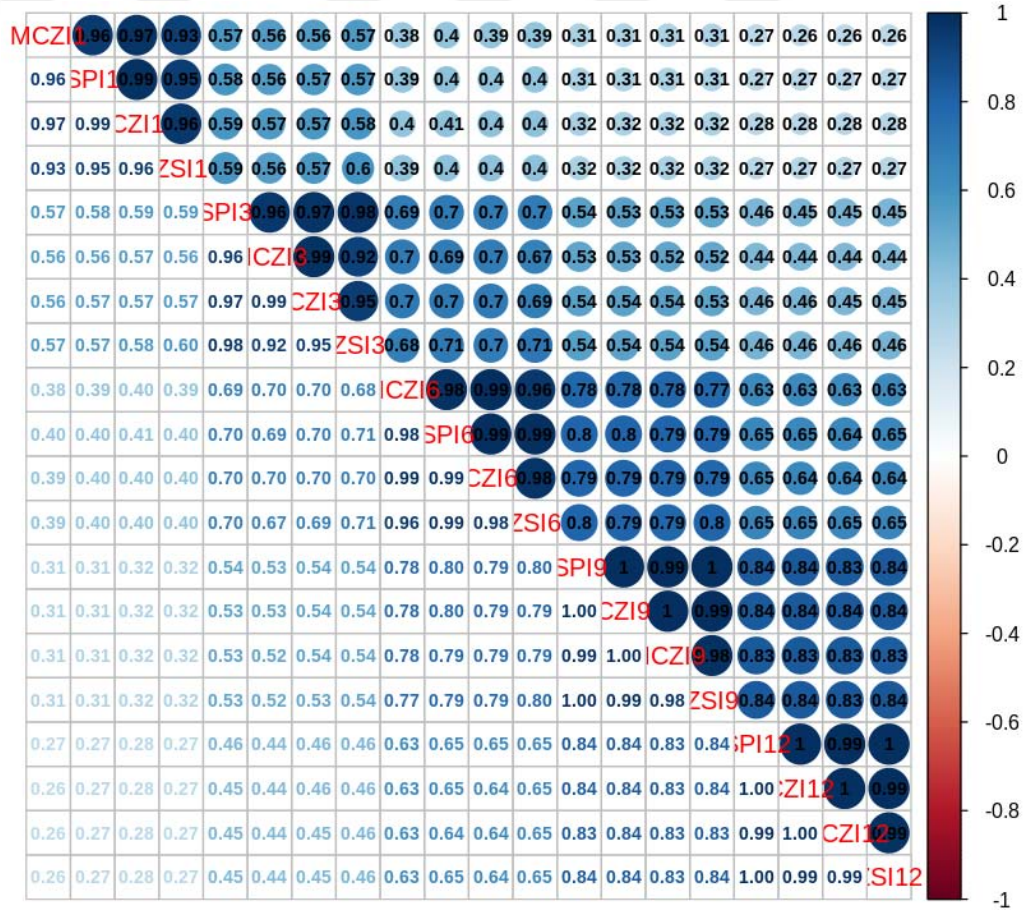
Şekil 3.22. Beyşehir istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Bilecik istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.962$ iken 9 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile MCZİ arasında $R= 0.992$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 3 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 6 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasındaki korelasyon $R=0.682$ iken, 3 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasında $R=0.483$ olarak bulunmuştur. Bilecik istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 9 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.873$) bulunmuştur (Şekil 3.23.).



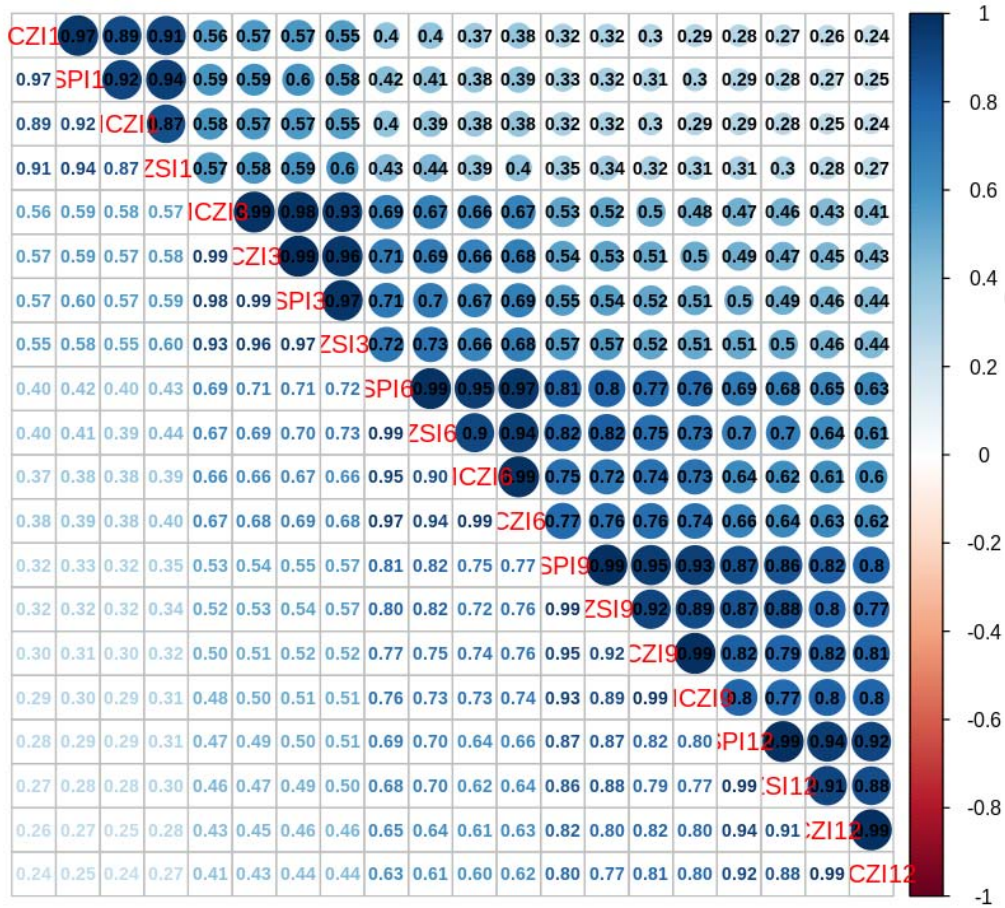
Şekil 3.23. Bilecik istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Bozüyük istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 6 aylık zaman ölçeğinde SPI ile MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.984$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SPI ile MCZİ arasında $R=0.993$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde MCZİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.559$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde MCZİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde MCZİ arasında $R=0.262$ olarak bulunmuştur. Bozüyük istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 9 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.922$) bulunmuştur (Şekil 3.24.).



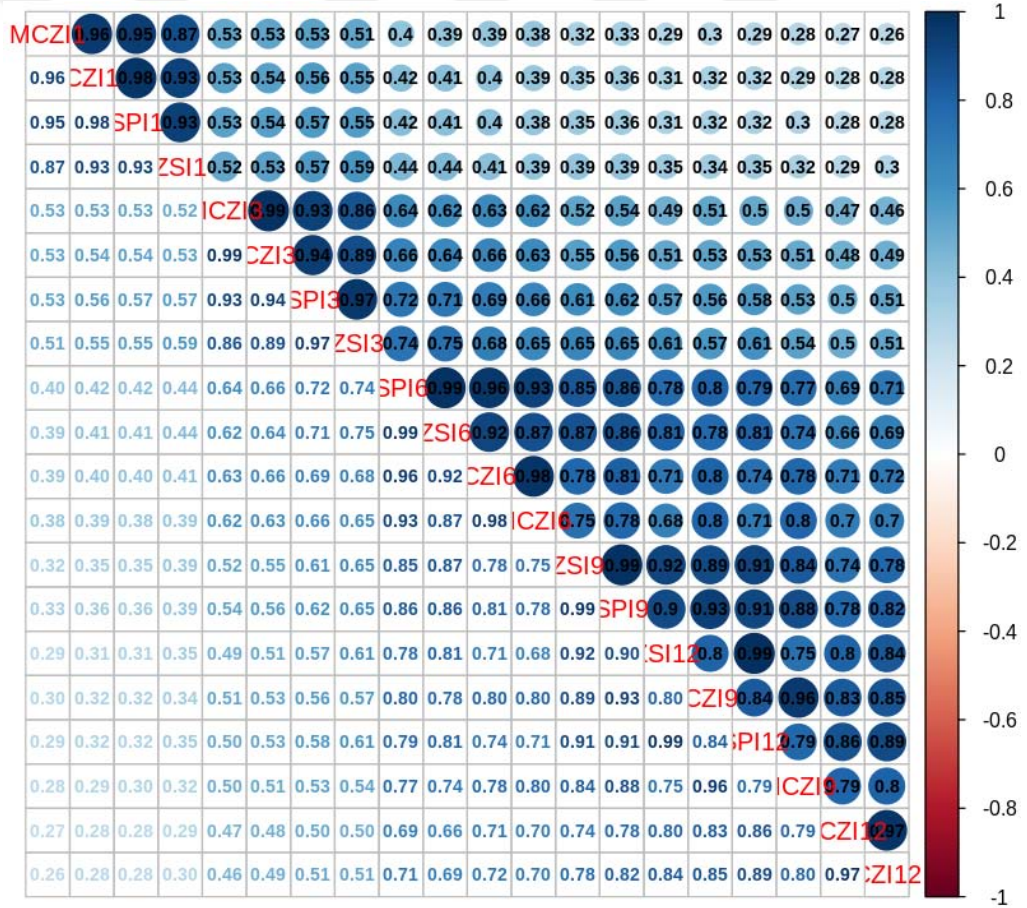
Şekil 3.24. Bozüyük istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Emirdağ istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 3 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasındaki korelasyon $R=0.974$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasında $R=0.993$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 6 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasındaki korelasyon $R=0.417$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasında $R=0.294$ olarak bulunmuştur. Emirdağ istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 9 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile MCZİ arasında ($R=0.993$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.871$) bulunmuştur (Şekil 3.25.).



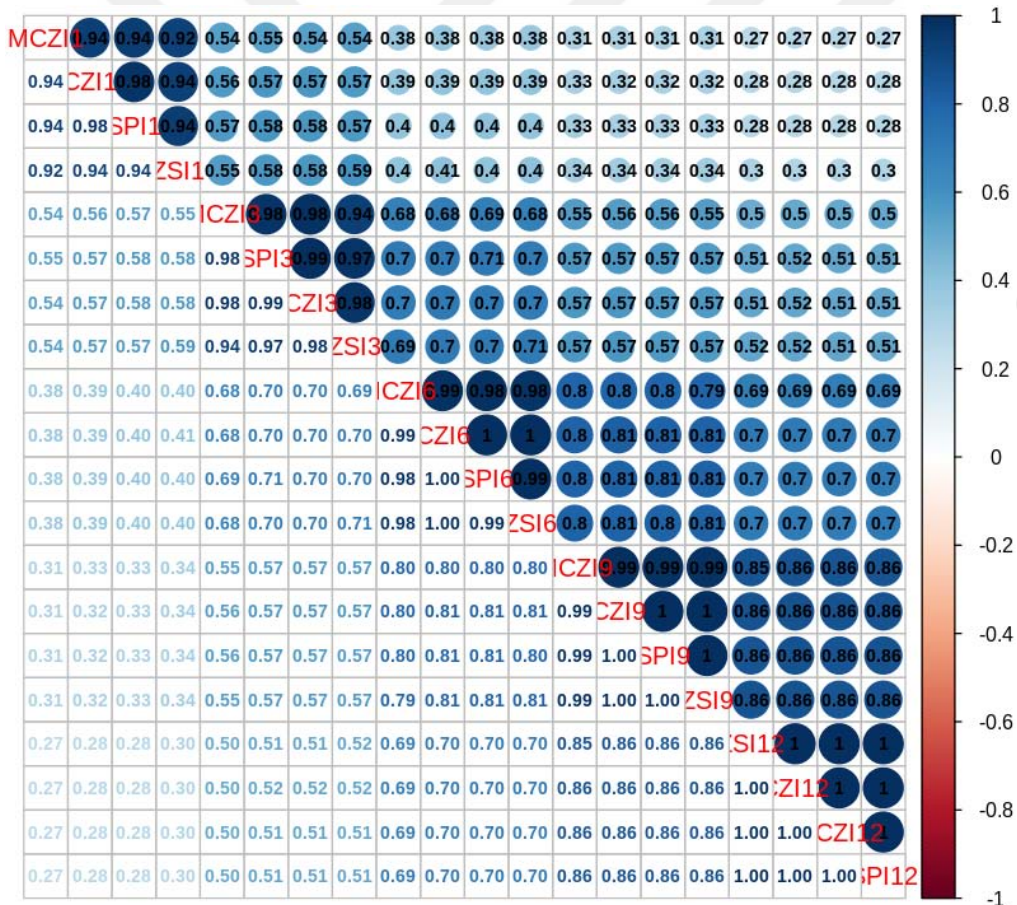
Şekil 3.25. Emirdağ istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Etimesgut istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 3 aylık zaman ölçeğinde SPI ile ZSI arasındaki korelasyon $R=0.969$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSI arasında $R=0.990$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasındaki korelasyon $R=0.565$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasında $R=0.316$ olarak bulunmuştur. Etimesgut istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSI arasında ($R=0.990$) ve en düşük korelasyon değeri ise 3 aylık zaman ölçeğinde ZSI ile MCZI arasında ($R=0.862$) bulunmuştur (Şekil 3.26.).



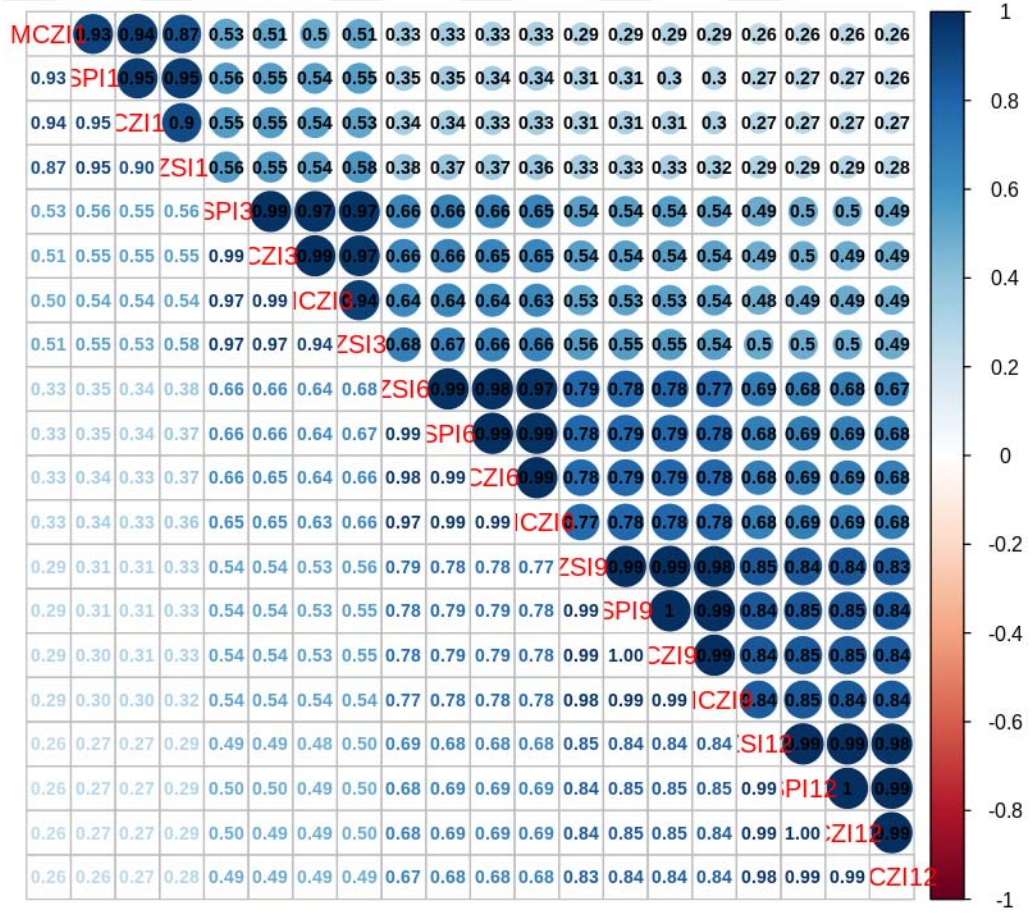
Şekil 3.26. Etimesgut istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

bulunmuştur (Şekil 3.27.).



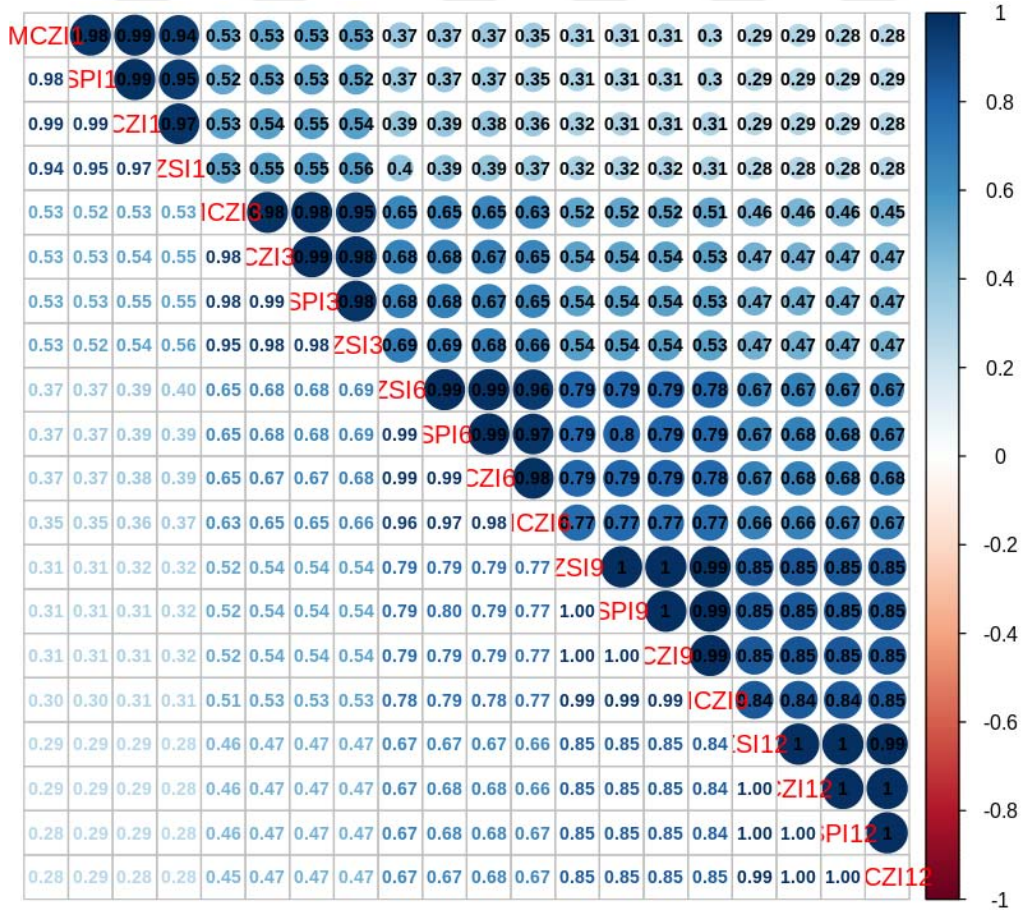
Şekil 3.27. Geyve istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

İlgın istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.873$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında $R=0.979$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ arasındaki korelasyon $R=0.577$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile 9 aylık zaman ölçeğinde ZSİ arasında $R=0.335$ olarak bulunmuştur. İlgın istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 9 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.873$) bulunmuştur (Şekil 3.28.).



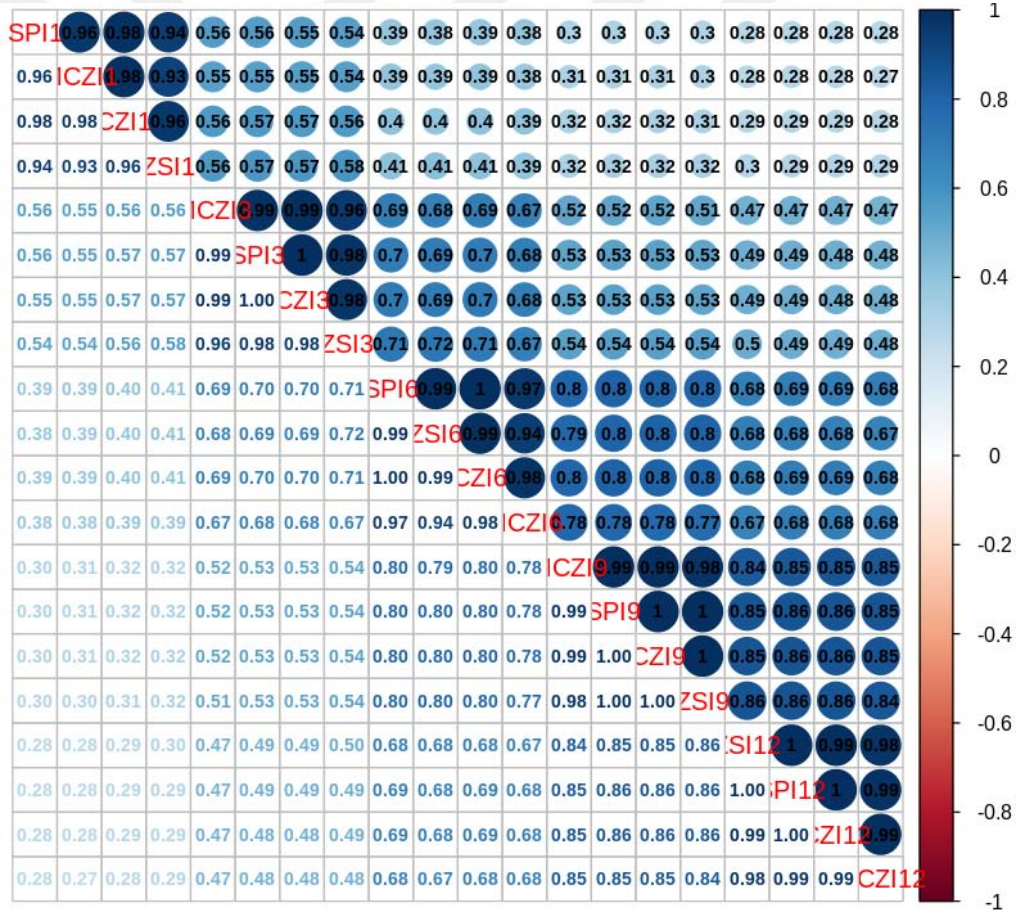
Şekil 3.28. İlgın istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Kızılcahamam istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasındaki korelasyon $R=0.979$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında $R=0.999$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde MCZİ ile 6 aylık zaman ölçeğinde MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.352$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde MCZİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde MCZİ arasında $R=0.276$ olarak bulunmuştur. Kızılcahamam istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.945$) bulunmuştur (Şekil 3.29.).



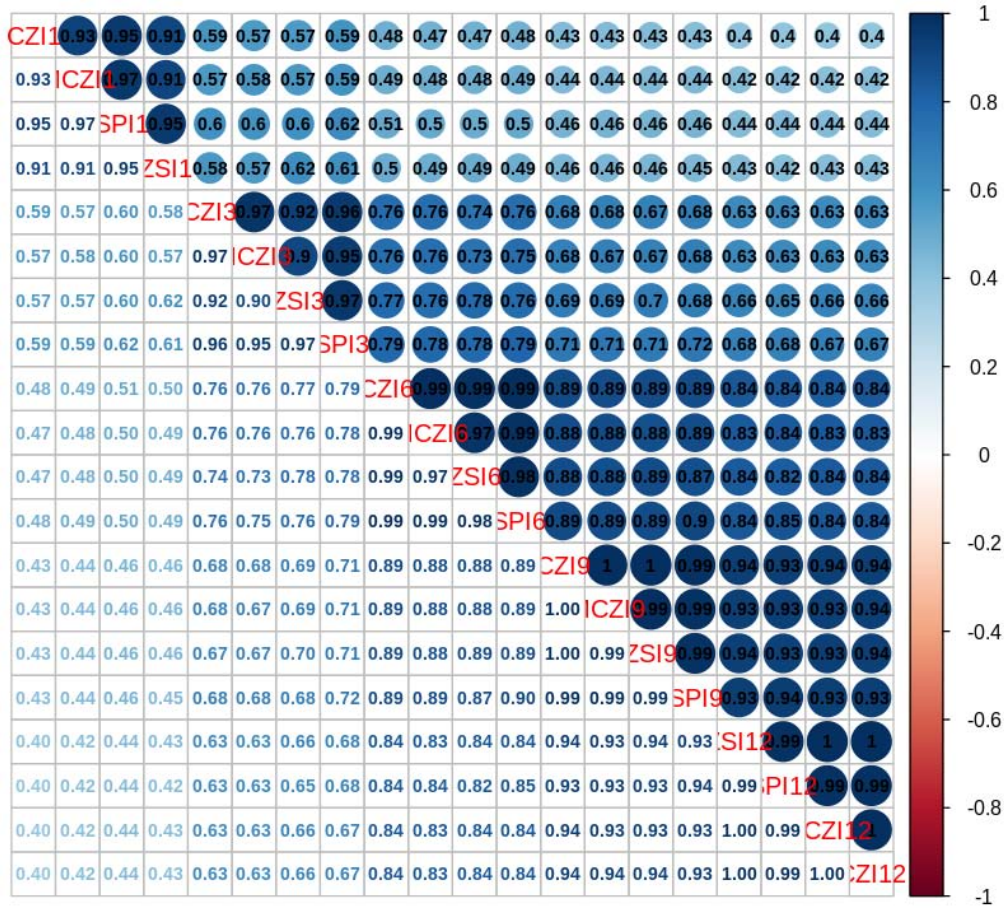
Şekil 3.29. Kızılcahamam istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Kütahya istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasındaki korelasyon $R=0.943$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasında $R=0.997$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasındaki korelasyon $R=0.567$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 9 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasında $R=0.316$ olarak bulunmuştur. Kütahya istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 9 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.926$) bulunmuştur (Şekil 3.30.).



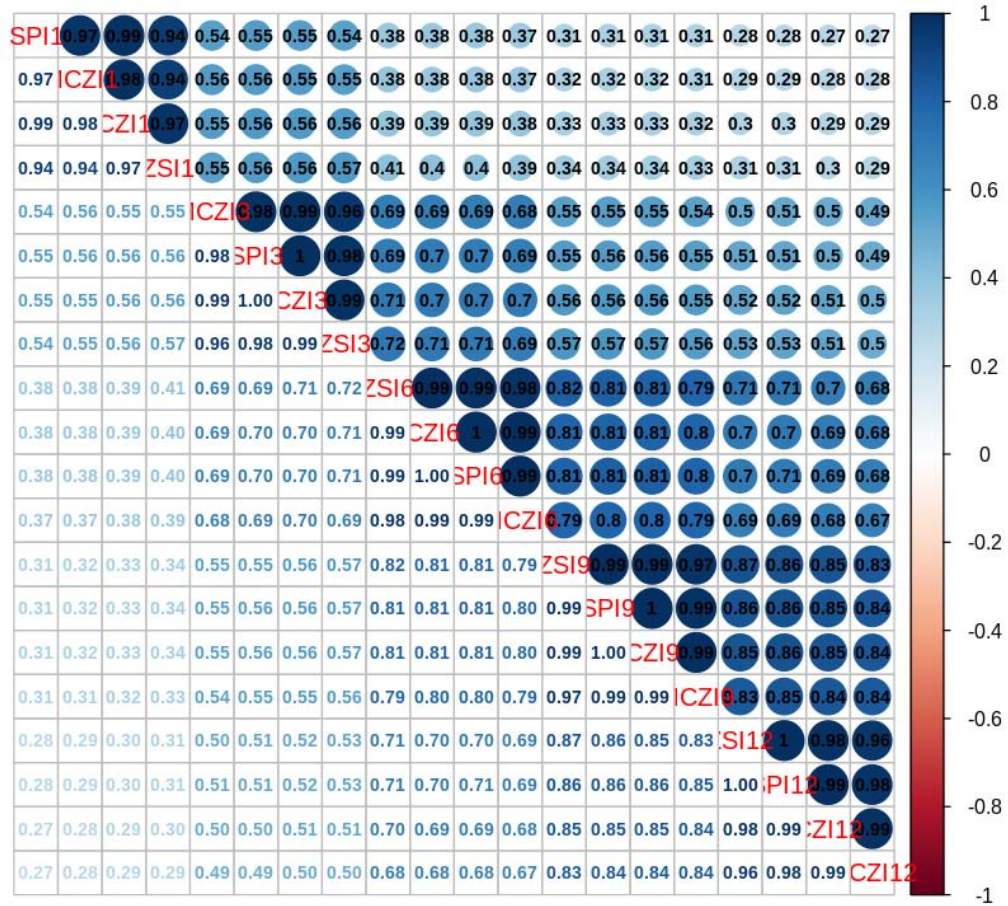
Şekil 3.30. Kütahya istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Nallıhan istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasındaki korelasyon $R=0.908$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında $R=0.999$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 6 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasındaki korelasyon $R=0.504$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasında $R=0.437$ olarak bulunmuştur. Nallıhan istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.903$) bulunmuştur (Şekil 3.31.).



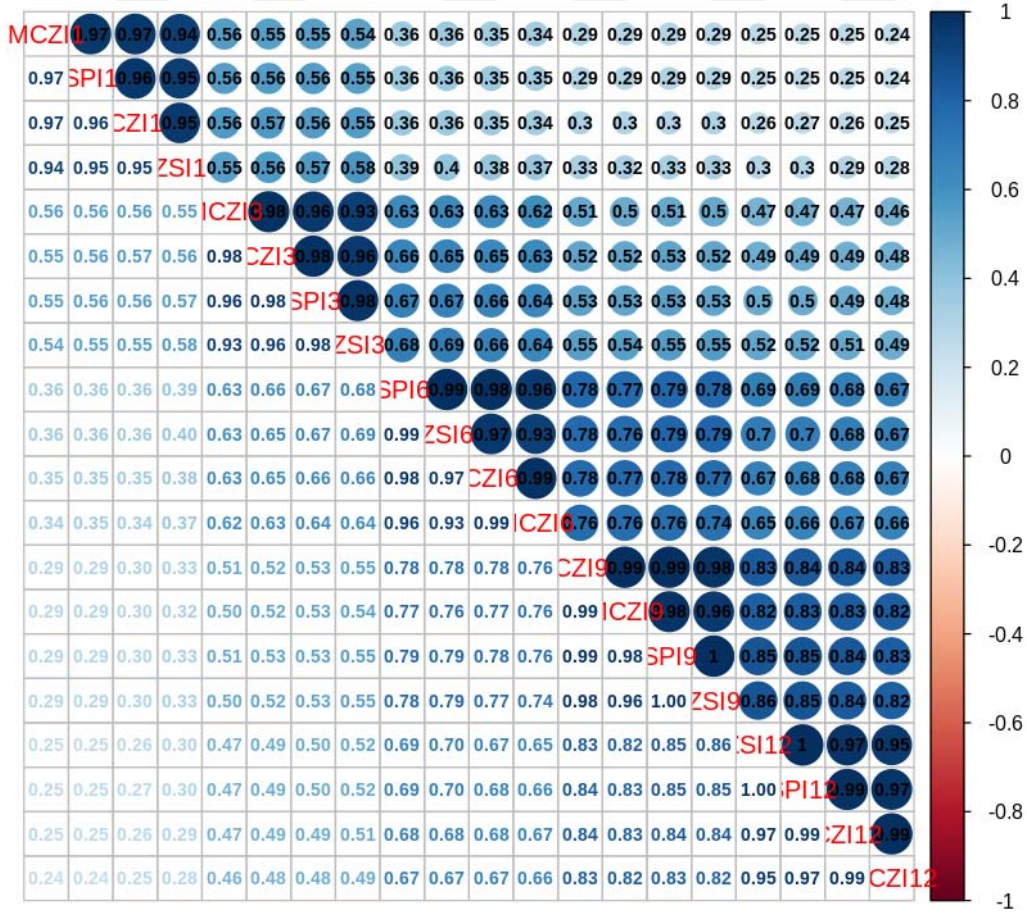
Şekil 3.31. Nallıhan istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Polatlı istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasındaki korelasyon $R=0.944$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasında $R=0.995$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasındaki korelasyon $R=0.561$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasında $R=0.291$ olarak bulunmuştur. Polatlı istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 9 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.999$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.939$) bulunmuştur (Şekil 3.32.).



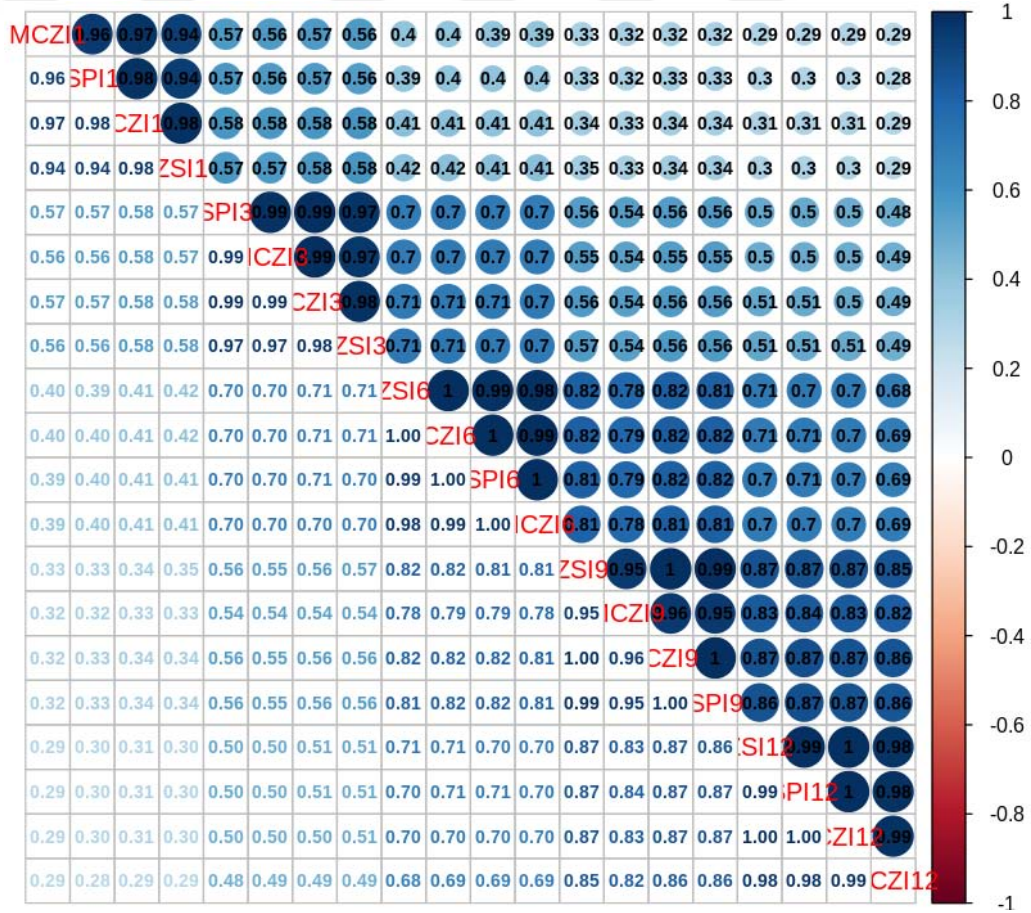
Şekil 3.32. Polatlı istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Sakarya istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasındaki korelasyon $R=0.962$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında $R=0.988$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile 6 aylık zaman ölçeğinde ZSİ arasındaki korelasyon $R=0.397$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ arasında $R=0.297$ olarak bulunmuştur. Sakarya istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile ZSİ arasında ($R=0.996$) ve en düşük korelasyon değeri ise 3 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.931$) bulunmuştur (Şekil 3.33.).



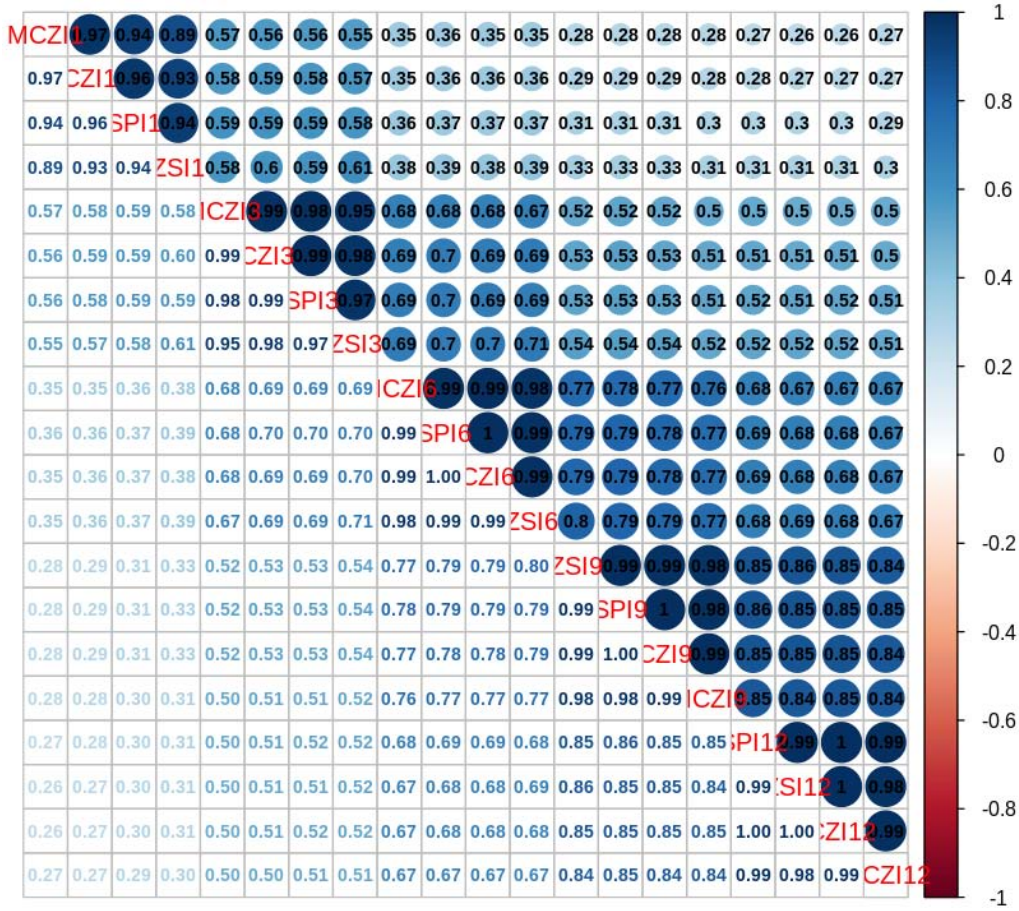
Şekil 3.33. Sakarya istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Sivrihisar istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.935$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında $R=0.976$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasındaki korelasyon $R=0.583$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde CZİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde CZİ arasında $R=0.305$ olarak bulunmuştur. Sivrihisar istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile CZİ arasında ($R=0.997$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.935$) bulunmuştur (Şekil 3.34.).



Şekil 3.34. Sivrihisar istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

Yunak istasyonu için korelasyon dağılımına bakıldığında aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasındaki korelasyon $R=0.888$ iken 12 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında $R=0.980$ olarak bulunmuştur. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Örneğin 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 3 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasındaki korelasyon $R=0.592$ iken, 1 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ arasında $R=0.299$ olarak bulunmuştur. Yunak istasyonu için aynı zaman ölçeğinde en yüksek korelasyon değeri 12 aylık zaman ölçeğinde SYİ ile CZİ arasında ($R=0.998$) ve en düşük korelasyon değeri ise 1 aylık zaman ölçeğinde ZSİ ile MCZİ arasında ($R=0.888$) bulunmuştur (Şekil 3.35.).



Şekil 3.35. Yunak istasyonu için farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki korelasyonlar

15 istasyon için korelasyon dağılımına genel olarak bakıldığında, aynı zaman periyotlarında dört indis arasında yüksek korelasyon değerlerine ulaşıldığı ve zaman ölçeği arttıkça korelasyon değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Böylelikle kuraklık indisinin başarısı kadar seçilen zaman adımının da önemli olduğu saptanmıştır. Her indis kendi içinde değerlendirildiğinde, zaman periyodu arttıkça korelasyon değerinde düşme görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre aynı zaman periyotlarında en kuvvetli ilişkinin Ankara, Bilecik, Bozüyük, Geyve, Ilgın, Kütahya, Polatlı ve Yunak istasyonlarında SYİ ile CZİ arasında, Beypazarı, Kızılcahamam, Nallıhan ve Sivrihisar istasyonlarında ZSİ ile CZİ arasında, Etimesgut ve Sakarya istasyonlarında SYİ ile ZSİ arasında, Emirdağ istasyonunda ise CZİ ile MCZİ arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bütün istasyonlar için en yüksek korelasyon değerlerine bakıldığında SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ yöntemlerinin birbirleri arasındaki ilişkinin güçlü olduğu saptanmıştır. Ayrıca aynı zaman periyotlarında tüm istasyonlarda en düşük ilişkinin ZSİ ile MCZİ arasında olduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'nin kuraklık riski taşıyan havzalarından biri olan Sakarya Havzası'nda 1960-2020 yılları arasında farklı zaman periyotlarında, dört farklı kuraklık indisi kullanılarak kuraklık analizi yapılmıştır. Havzayı konumsal olarak en iyi temsil etmeye yardımcı olacak 15 istasyon (Ankara, Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak) seçilmiştir. Bu istasyonlara ait 1960-2020 yılları arası aylık yağış verileri DMI'den temin edilmiştir. Yağış tabanlı, yağış verisine ihtiyaç duyan dört farklı kuraklık indisi, (SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ) beş farklı zaman periyodunda (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık) hesaplanmıştır. Daha sonra kuraklık özellikleri (kuraklık sıklığı, süresi ve şiddeti) belirlenmiş, sonuçlar değerlendirilmiş ve farklı zaman ölçeklerinde kuraklık indisleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

15 istasyon için kurak dönemlere ait zamansal değişim değerlendirildiğinde, zaman ölçeği arttıkça kurak dönemlerin frekansında azalma olurken kuraklık genliklerinde ve sürelerinde artış olduğu görülmüştür. Ayrıca kuraklık eğilimi daha belirgin hale gelmiş ve indis değerleri arasında tutarlılık gözlemlenmiştir.

1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotlarında kuraklık indis değerlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, aşırı ve şiddetli kuraklıkları SYİ aylık serisinin diğer indislere göre daha belirgin şekilde yansıttığı ve şiddet bakımından diğer indisler arasında farklılıklar bulunduğu, zaman periyodu arttıkça bu farkın azaldığı ve indis değerleri arasında tutarlılığın arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca 1970'li ve 1990'lı yılların başlarında, 1989, 2007 ve 2014 yıllarında meydana gelen aşırı şiddetli kuraklıklar dört indis için de çeşitli zaman ölçeklerinde belirgin bir şekilde görülmüştür.

Tüm istasyonlar için kuraklık indis değerlerine ait kuraklık karakteristik özelliklerine bakıldığında, kuraklık periyodu uzadıkça çalışılan dört indis için ortalama kuraklık süresinde ve yaşanan en uzun kuraklık süresinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca en uzun kuraklıkların genel olarak 12 aylık kuraklık periyodunda gerçekleştiği ve diğer indislere göre en uzun süreli kuraklık değerlerinin SYİ'de olduğu tespit edilmiştir.

Havzadaki en uzun süreli olan kuraklık Nallıhan meteoroloji istasyonunda 62 ay süre ile (1992 Şubat-1997 Mart) yaşanmıştır.

Dört indis için hesaplanan farklı zaman ölçeklerindeki ortalama şiddet değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. En şiddetli kuraklıklar genel olarak SYİ'de 1989 yılında, 1990'lı yılların başlarında, 2007 ve 2014 yıllarında, ZSİ'de 1989 ve 2014 yıllarında, CZİ'de 1960'lı yıllarda, 1989 yılında, 1990'lı yılların başlarında ve 2000'li yıllarda, MCZİ'de ise 1970'li yıllarda, 1980'li yılların sonlarında, 1990'lı yılların başlarında ve 2000'li yıllarda gerçekleşmiştir. Havzada genel olarak dört indise göre özellikle 1970'li yılların başlarında (1972-1974), 1989 yılında, 1990'lı yılların başlarında (1992-1994), 2007 ve 2014 yıllarında şiddetli kuraklıkların yaşandığı ve Sakarya Havzası'nda belli dönemlerde şiddetli kuraklık yaşanmasına karşın orta şiddetli kuraklığın hâkim olduğu tespit edilmiştir.

Kuraklık indis değerlerinin rölatif frekans analizi sonuçlarına göre nemli veya kurak durum yanı sıra normal durumda daha yüksek sonuçlar elde edilmiş ve normal kategoride tüm rölatif frekans değerlerinin %60'ı aştığı belirlenmiştir. Toplam kurak ve nemli duruma ait rölatif frekans değerlerinin dört indis için de yaklaşık olarak birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Kurak kategori tek başına değerlendirildiğinde, üç indisin 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçekleri için orta kurak rölatif frekans değerlerinin, şiddetli ve aşırı kurak kategorilerine ait rölatif frekans değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Aşırı kurak sınıfında zaman ölçeği arttıkça genel olarak SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdeleri azalma, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinde ise artma olduğu, özellikle aşırı kurak sınıfı için zaman ölçeklerinde SYİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinden daha yüksek çıktığı ve CZİ ile MCZİ değerlerinin rölatif frekans yüzdelerinin benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tüm kategoriler kendi içinde değerlendirildiğinde dört indis için de rölatif frekans değerlerinin hemen hemen benzer olduğu ve aralarında küçük farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı zaman ölçeklerindeki kuraklık indisleri arasındaki ilişkiye bakıldığında ise aynı zaman periyotlarında SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ arasında yüksek korelasyon değerleri elde edilmiş ve zaman periyodu arttıkça korelasyon değerlerinin de arttığı görülmüştür.

Aynı zaman periyotlarında kuraklık indisleri arasındaki en kuvvetli ilişkinin Ankara, Bilecik, Bozüyük, Geyve, Iğın, Kütahya, Polatlı ve Yunak istasyonlarına göre SYİ ile CZİ arasında, Beypazarı, Kızılcahamam, Nallıhan ve Sivrihisar istasyonlarına göre ZSİ ile CZİ arasında, Etimesgut ve Sakarya istasyonlarına göre SYİ ile ZSİ arasında, Emirdağ istasyonuna göre ise CZİ ile MCZİ arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aynı zaman periyotlarında tüm istasyonlarda en düşük ilişkinin ZSİ ile MCZİ arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma, Sakarya Havzası'nda kuraklık olaylarının izlenmesi, kuraklık özelliklerinin belirlenmesi, kuraklık indislerinin değerlendirilmesi ve seçimi için referans sağlamaktadır. İndisler arasında aynı zaman ölçeklerinde yüksek korelasyonlar görülmesi sebebiyle, havzada SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ kuraklığı tanımlamak, tespit etmek ve izlemek için uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmadan çıkarılan en önemli sonuçlardan birisi de sulak bir bölge olarak düşünülen Sakarya Havzası'nda belli dönemlerde şiddetli kuraklıkların yaşandığıdır.

Kuraklık meydana geldikten sonra sosyal, çevresel ve ekonomik olumsuz etkileri beraberinde getireceğinden kuraklıklar meydana gelmeden riskleri değerlendirilmeli, havza bazında meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık incelemeleri artırılmalı, kuraklık tahmini yapılmalı, kuraklık eylem planı çıkarılmalı, ilgili yetkililerce uygulanmalı, tüm iklim unsurlarının kuraklık üzerindeki etkileri araştırılmalı ve kuraklığı önceden söyleyebilecek yöntemler geliştirilmelidir. Yine baraj gölet gibi su depolama yapılarını çoğaltmak, yağmur suyu sularını arıtmak ve kanalizasyon sularından ayırarak kirlenmesini önlemek, halkın bilgilendirilerek suyu daha tasarruflu kullanmasını sağlamak, ormanları korumak, fosil yakıtları, sera gazı salınımını, vahşi sulama yöntemlerini azaltmak gelecekte yaşanacak olası felaketlerin önüne geçmede yardımcı olacağı için önerilmektedir [17].

Bu çalışma ile Sakarya Havzası için oluşturulan yaklaşım meteorolojik kuraklık indisine dayanmaktadır. Bu tez çalışmasının devamı niteliğinde tarımsal kuraklığın çalışılabilirliği önerilmektedir. Yapılmış çalışmalardan farklı meteorolojik indis değerleri ve zaman periyotları kullanılıp kuraklık analizi yapılabilir ve kullanılacak olan istasyonlar daha da artırılabilir. Ayrıca yapay zeka gibi farklı yöntemlerle modellemeler yapılabilir [13].

KAYNAKLAR

- [1] Abdourahamane, Z. S., & Acar, R. (2019). Fuzzy rule-based forecast of meteorological drought in western Niger. *Theoretical and Applied Climatology*, 135(1), 157-168.
- [2] Akşan, G. N. (2021). Türkiye'de kuraklık analizi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [3] AKŞAN, G. N., & BACANLI, Ü. G. (2021). Comparison of the meteorological drought indices according to the parameter (s) used in the Southeastern Anatolia Region, Turkey. *Environmental Research and Technology*, 4(3), 230-243.
- [4] Alwan, I., Ziboon, ART, & Khalaf, AG (2018). 1988'den 2017'ye kadar orta Fırat bölgesi üzerinden dokuz meteorolojik kuraklık indeksinin karşılaştırılması. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.20), 602-7.
- [5] Apak, E. (2009). Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) ile Ege bölgesinin kuraklık analizi.
- [6] Atmaca, D. (2011). Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi ile Konya ili bölgesel kuraklık analizi (Master's thesis, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [7] Deniz, D. (2009). Türkiye'deki kuraklığın standart yağış indeksi (SPI) ile incelenmesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale).
- [8] Doğan, S., (2013). Konya Kapalı Havzası Kuraklık Karakterizasyonunun Zamansal-Konumsal Analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [9] Günel, M. S. (2005). Türkiye 'de Yağışın Zamanla Dağılımının Belirlenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [10] Harisuseno, D. (2020). Meteorological drought and its relationship with Southern Oscillation Index (SOI). *Civil Engineering Journal*, 6(10), 1864-1875.
- [11] Heim Jr, RR (2002). Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan yirminci yüzyıl kuraklık endekslerinin gözden geçirilmesi. *Amerikan Meteoroloji Derneği Bülteni*, 83 (8), 1149-1166.
- [12] Hejazizadeh, Z. ve Javizadeh, S., 2011. Introduction to drought and its indices. Samt Publications. 358s, İran.
- [13] Hezarani, A. B. (2018). Farklı kuraklık analiz yöntemlerinin Yeşilırmak havzasında incelenmesi.

- [14] HKEP. (2013) Havza Koruma Eylem Planları, Sakarya Havzası Raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.
- [15] Kadioğlu, M., (2008). Kuraklık Kıranı Risk Yönetimi. Ed: Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri. JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, s. 277-300, Ankara.
- [16] Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de Kuraklık Ve Kuraklığın Tarima Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, (27), 487-510.
- [17] Katipoğlu, O. M., & Reşat, A. C. A. R. (2021). Fırat Havzası’ndaki Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık Haritalarının Çeşitli Enterpolasyon Metotları ile Belirlenmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7(2), 298-317.
- [18] Khan, M. I., Liu, D., Fu, Q., & Faiz, M. A. (2018). Detecting the persistence of drying trends under changing climate conditions using four meteorological drought indices. Meteorological Applications, 25(2), 184-194.
- [19] Kokkokoğlu, N. (2006). İç Anadolu bölgesi kuraklık sürelerinin parametrik ve nonparametrik yaklaşımla analizi (Master's thesis, Kırıkkale Üniversitesi).
- [20] Kömüşçü, A.Ü., Erkan, A., Turgu, E. (2002). Normalleştirilmiş Yağış İndeksi Metodu ile Türkiye’de Kuraklık Oluşumunun Coğrafik Analizi. DMİ Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara, 2002.
- [21] Küçükyaman, D., & Keskin, M. E. (2010). Kovada Gölü’nün hidrolojik ve meteorolojik kuraklık analizi.
- [22] Li, L., She, D., Zheng, H., Lin, P., & Yang, Z. L. (2020). Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. Journal of Hydrometeorology, 21(7), 1513-1530.
- [23] Liu, C., Yang, C., Yang, Q., & Wang, J. (2021). Çin’in Sichuan Eyaletinde standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) ve standardize edilmiş yağış evapotranspirasyon indeksi (SPEI) ile mekansal-zamansal kuraklık analizi. Bilimsel Raporlar , 11 (1), 1-14.
- [24] Mashari Eshghabad, S., Omidvar, E., & Solaimani, K. (2014). Efficiency of some meteorological drought indices in different time scales (case study: Tajan Basin, Iran). Ecopersia, 2(1), 441-453.
- [25] McKee, T. B., Doesken, N. J. ve Kleist, J., 1993. The relationship of drought ency and duration to time scales. Proceedings of the 8th. Conference on Applied Climatology. Anaheim, 179-184.
- [26] Milliyet Gazetesi. (2022, 6 6). Milliyet Gazetesi web sitesi: <https://www.milliyet.com.tr/egitim/korelasyon-analizi-nedir-nasil-yapilir-korelasyon-analizi-hangi-durumlar-yapilir-6635051> adresinden alındı
- [27] Mishra, AK ve Singh, Başkan Yardımcısı (2010). Kuraklık kavramlarının gözden geçirilmesi. Hidroloji Dergisi , 391 (1-2), 202-216.
- [28] Morid, S., Smakhtin, V., & Moghaddasi, M. (2006). Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 26(7), 971-985.
- [29] Oğuztürk, G. (2010). Kızılırmak Havzası'nda SYİ ile kuraklık analizi ve YSA yöntemi ile kuraklık (Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi).

- [30] Oğuztürk, G. ve Yıldız, O., 2014. Drought Analysis for Different Time periods in the city of Kırıkkale. *International Journal of Engineering Research and Development*, 6, 2. 1-7.
- [31] Oğuztürk, G. ve Yıldız, O., 2016. Assessing hydrological responses to droughts in the Hirfanlı dam basin, Turkey. *International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering*, 3, 5. 116-123.
- [32] Öz, A. (2020). Farklı Kuraklık İndisleri Kullanılarak Van Gölü Havzası Kuraklık Analizi. Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [33] Pamuk, G., Özgürel, M., Topçuoğlu, K., Standart Yağış İndisi (SPI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41(1):99-106, 2004.
- [34] Quiring, SM (2009). Kuraklığın izlenmesi: meteorolojik kuraklık endekslerinin değerlendirilmesi. *Coğrafya Pusulası* , 3 (1), 64-88.
- [35] Salehnia, N., Alizadeh, A., Sanaeinejad, H., Bannayan, M., Zarrin, A., & Hoogenboom, G. (2017). Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of arid land*, 9(6), 797-809.
- [36] Sırdaş, S., 2002, Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 237s. İstanbul.
- [37] Sivakumar, MV (2011). Tarımsal kuraklık—WMO perspektifleri. *Tarımsal kuraklık endekslerinde bir uzman toplantısının tutanakları* (s. 24).
- [38] Şener, E. (2021). Küresel İklim Değişikliğinin Eğirdir Gölü Havzasına Etkileri Ve Kuraklık Analizi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [39] Şener, E., & Şener, Ş. (2021). SPI ve CZI kuraklık indislerinin CBS tabanlı zamansal ve konumsal karşılaştırması: Burdur Gölü Havzası örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 41-58.
- [40] Terzi, Ö., & ERSOY, T. (2018). YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONYA İLİ KURAKLIK TAHMİNİ. *DSİ Teknik Bülteni*, (127), 1-13.
- [41] Thom, H. C. S. (1966). Distribution of maximum annual water equivalent of snow on the ground. *Monthly weather review*, 94(4), 265-271.
- [42] Usul, N. (2008). *Mühendislik hidrolojisi* (3. Baskı). Ankara: ODTÜ Yayıncılık
- [43] Vural, L. (2010). Ege bölgesinde kuraklık boyunca taranarak ve sınıf modelin eğitiminde. Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 186'lar. Manisa.
- [44] Wilhite, D.A., 2000a. *Drought: A global assessment*, Routledge Press, London and New York, Volume I.
- [45] (WMO. 1975. *Drought and Agriculture. Report of the CAgM Working Group on the Assessment of Drought prepared by C.E. Hounam (Chairman), J.J. Burgos, M.S. Kalik, W.C. Palmer and J. Rodda. Technical Note No. 138, WMO No. 392, World Meteorological Organization, Geneva.*)
- [46] (Wu, H., Hayes, M. J., Weiss, A., ve Hu, Q., 2001. An evaluation of the standardized precipitation index, the china-z index and the statistical z-score, *International Journal of Climatology*, 21, 745-758.)

- [47] Yacoub, E., & Tayfur, G. (2017). Evaluation and assessment of meteorological drought by different methods in Trarza region, Mauritania. *Water Resources Management*, 31(3), 825-845.
- [48] Yaykiran, S. (2016). Sakarya Havzası'nın Yüksek Çözünürlüklü Hidrolojik Modelinin Yapılandırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [49] Yeğnidemir, K. (2005). İç Anadolu bölgesinin standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) ile kuraklık analizi (Master's thesis, Kırıkkale Üniversitesi).



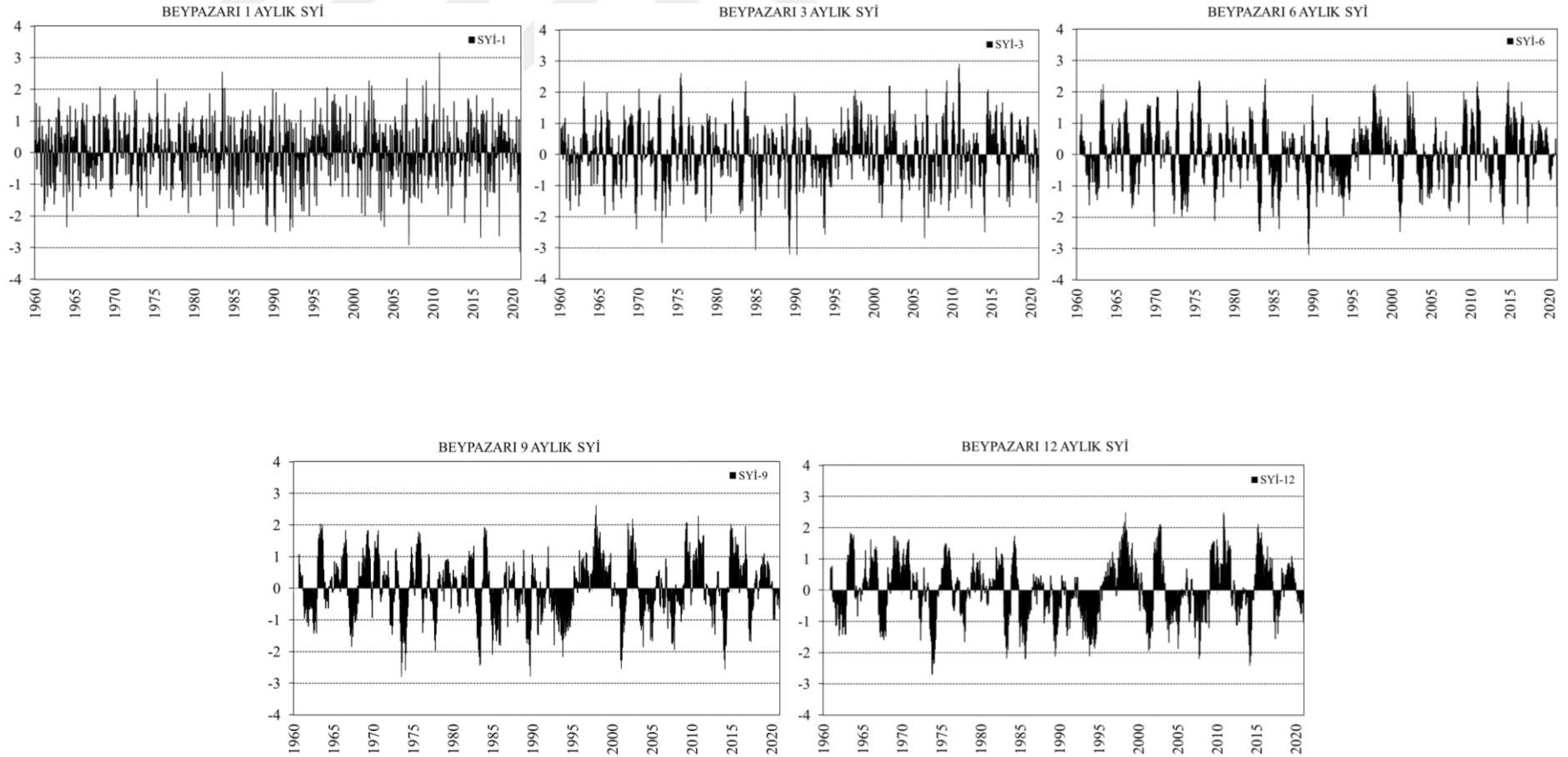
EKLER

EK-1 Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak meteoroloji istasyonlarına ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ grafikleri

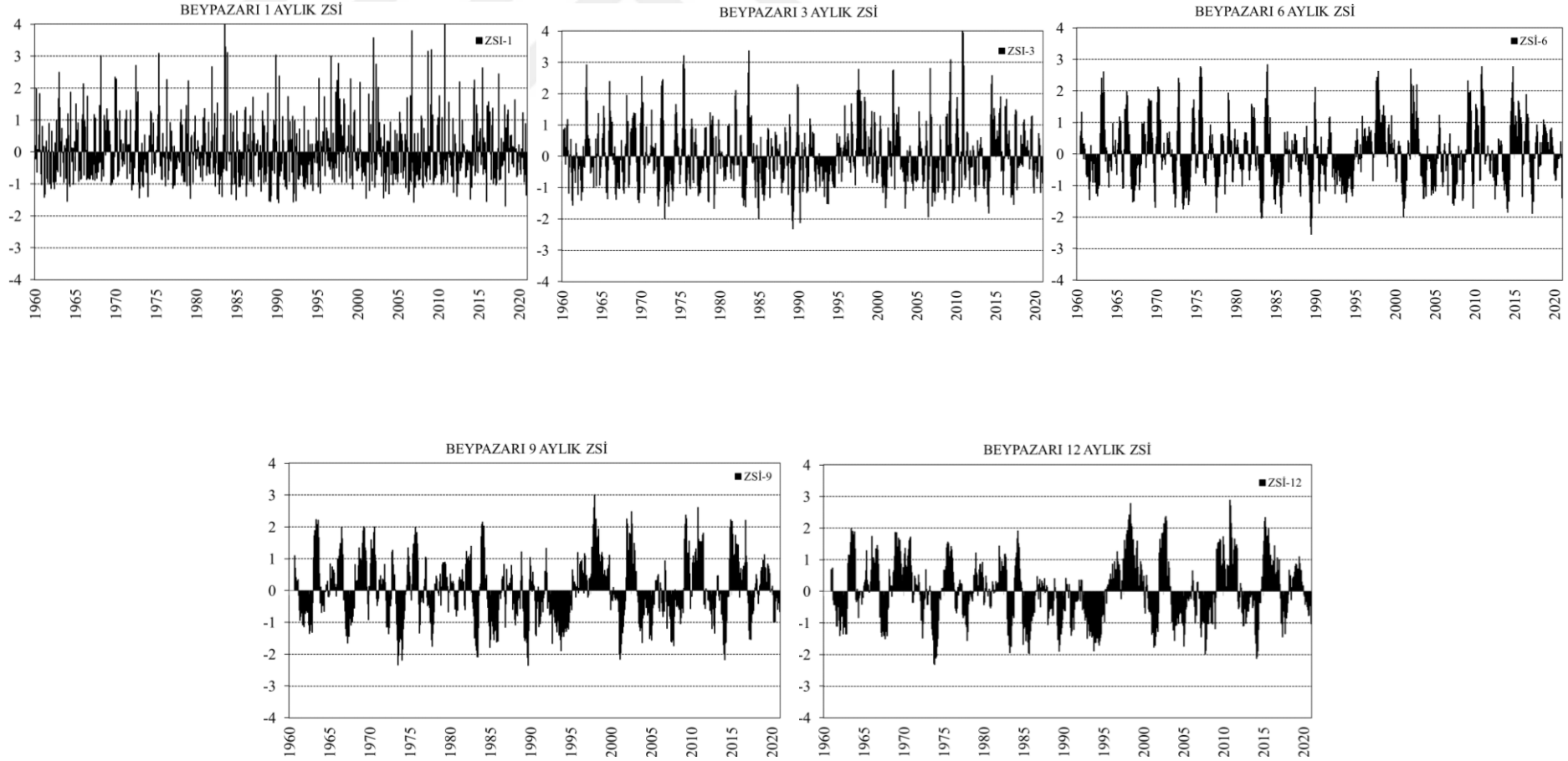
EK-2 Beypazarı, Bilecik, Bozüyük, Emirdağ, Etimesgut, Geyve, Ilgın, Kızılcahamam, Kütahya, Nallıhan, Polatlı, Sakarya, Sivrihisar ve Yunak meteoroloji istasyonlarına ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ karşılaştırma grafikleri



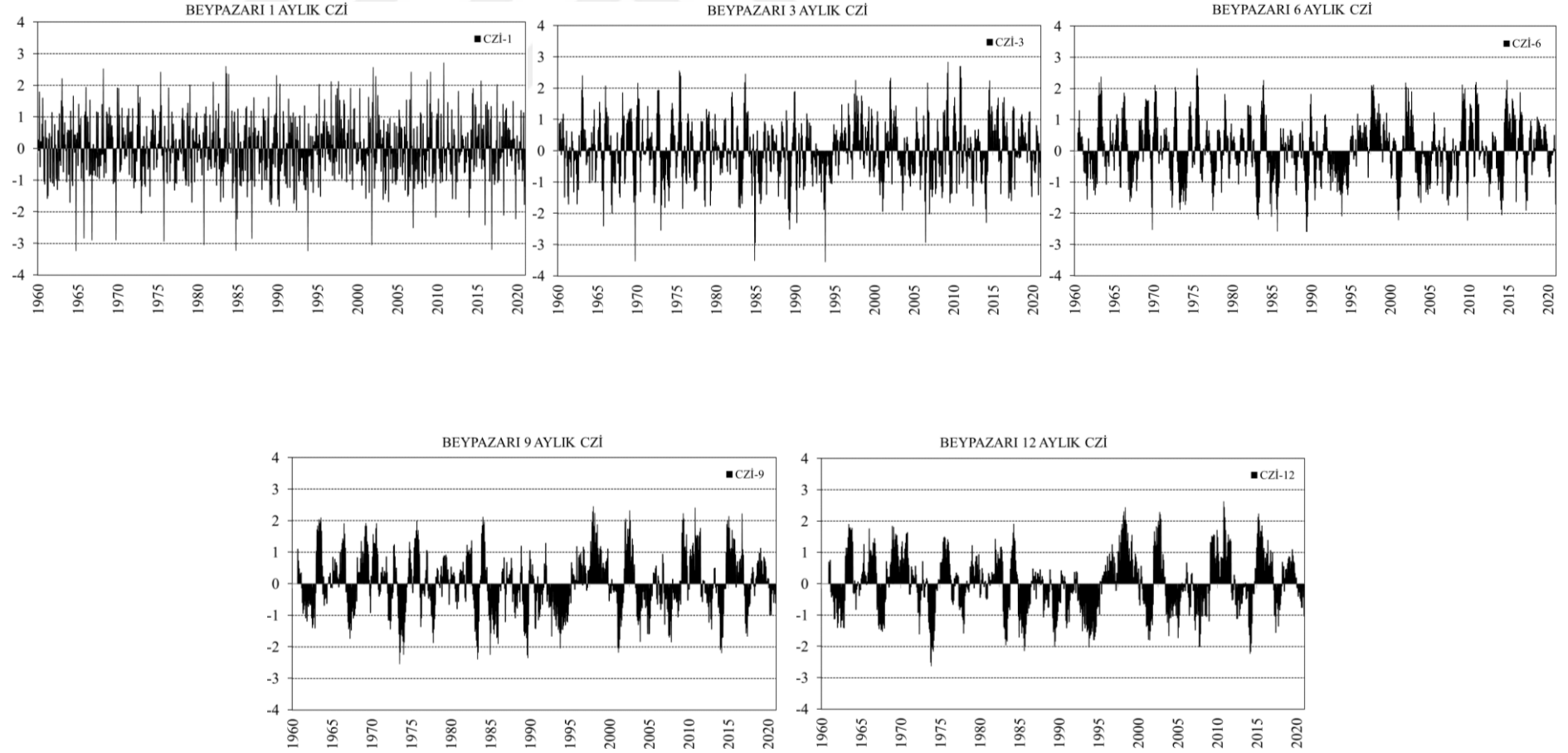
Ek 1.1. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



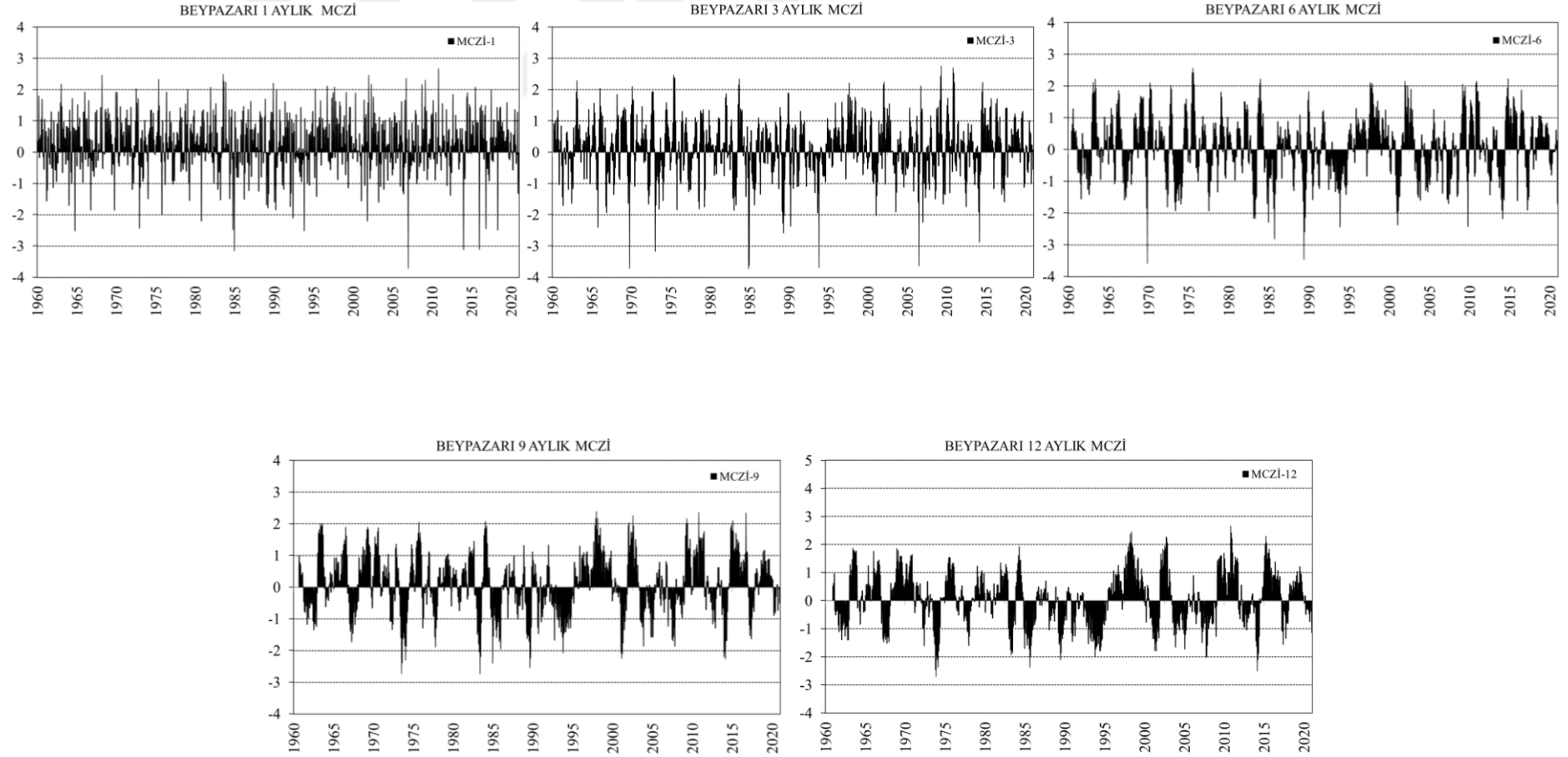
Ek 1.2. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



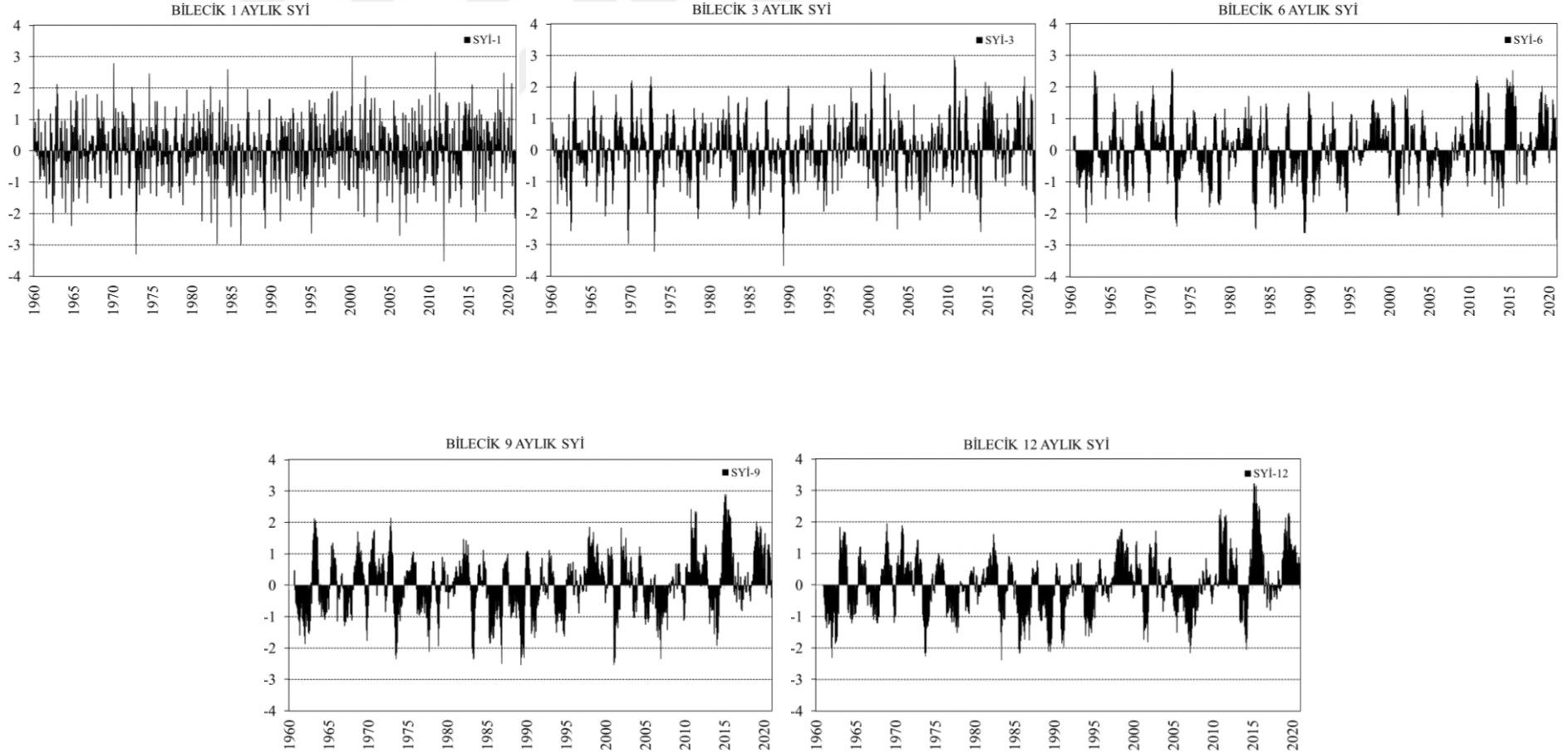
Ek 1.3. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



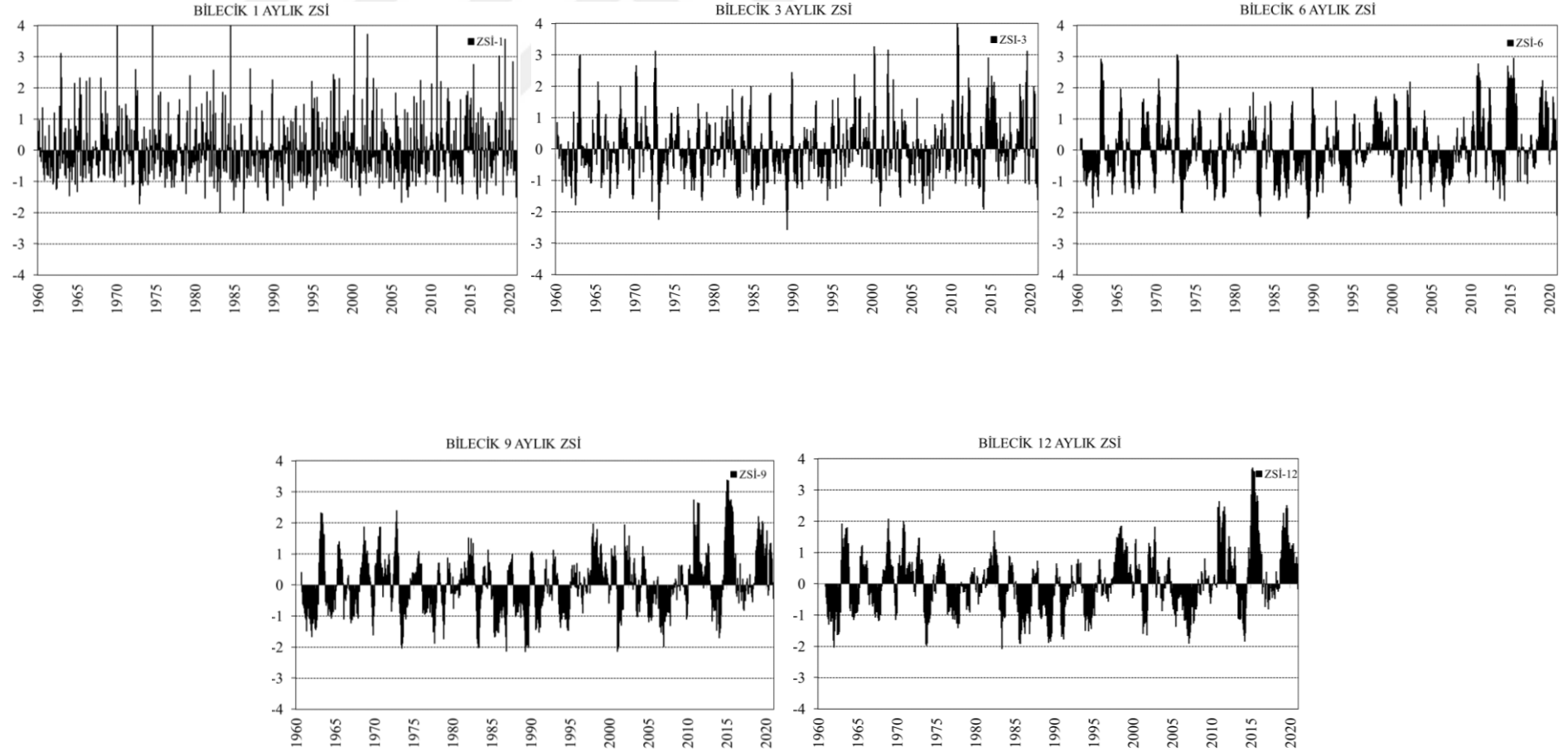
Ek 1.4. Beypazarı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



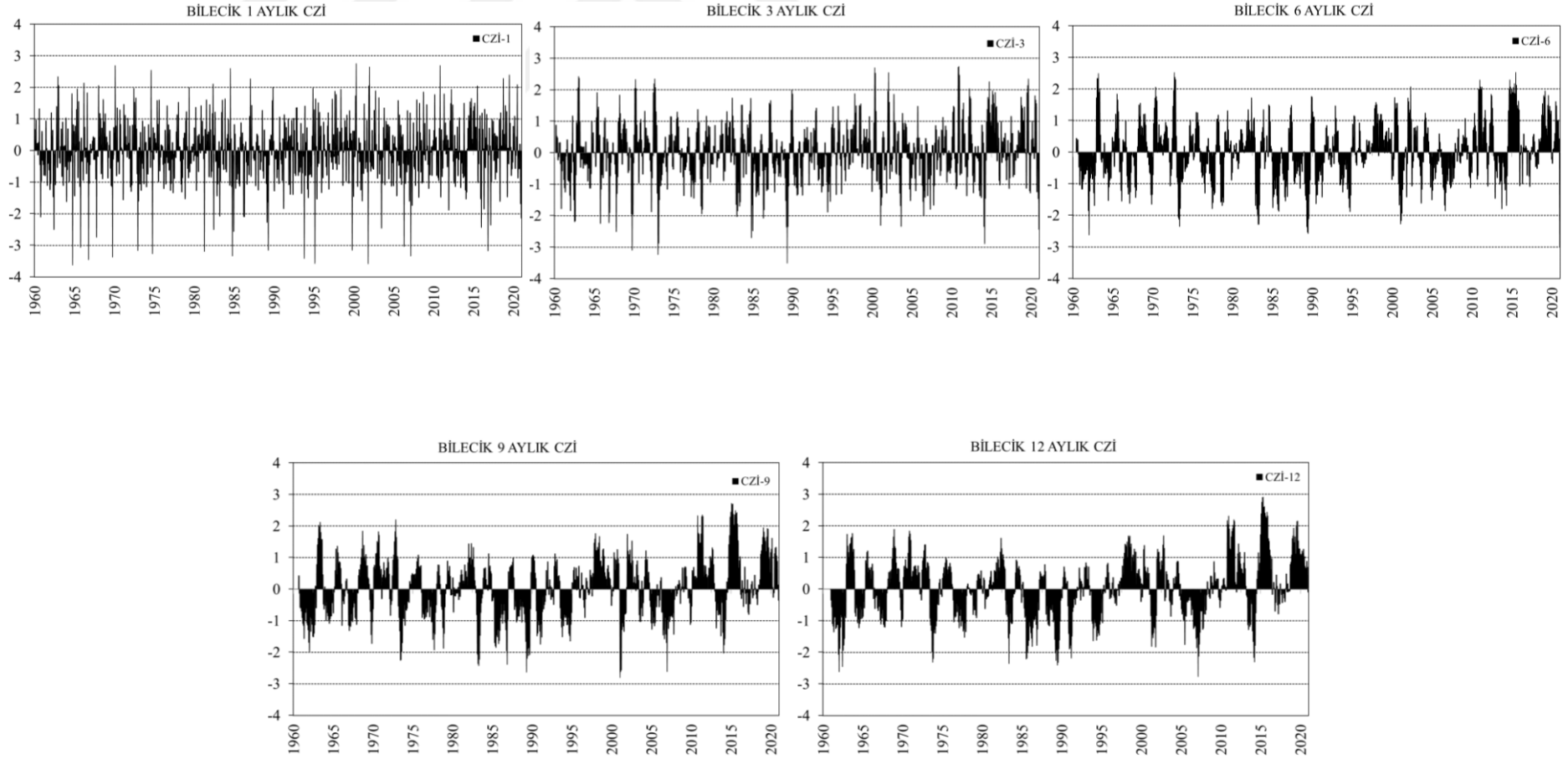
Ek 1.5. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



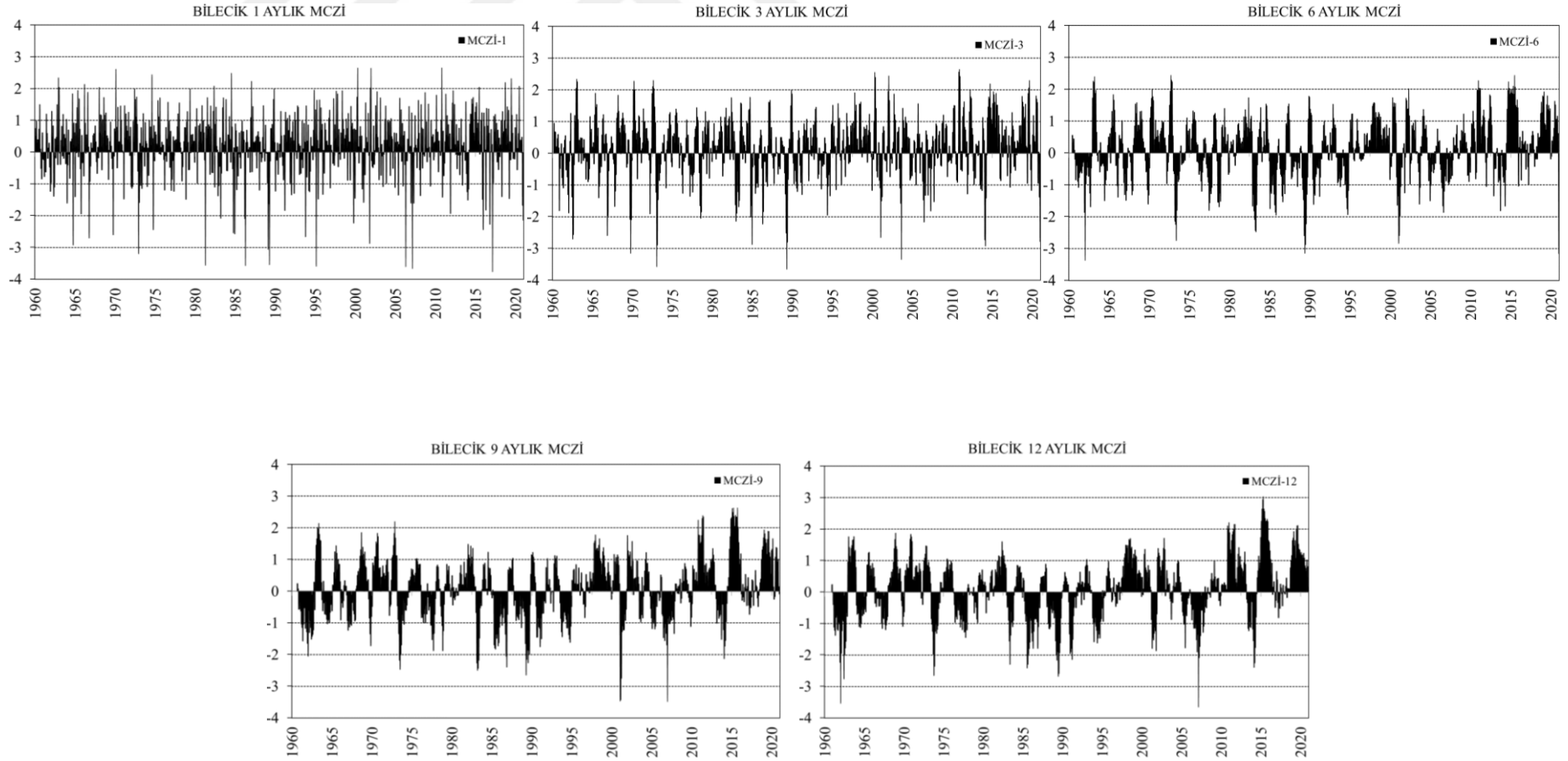
Ek 1.6. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



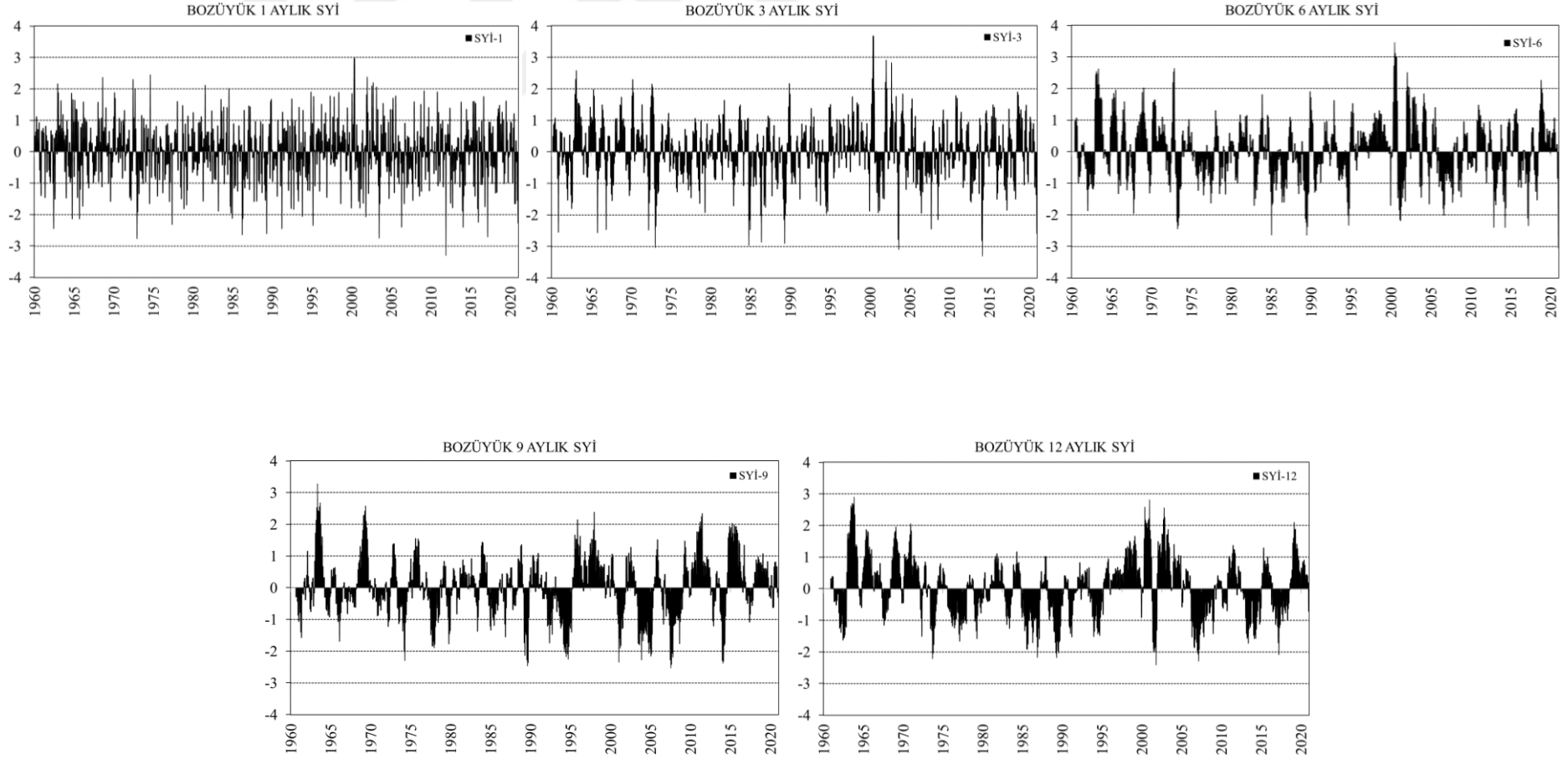
Ek 1.7. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



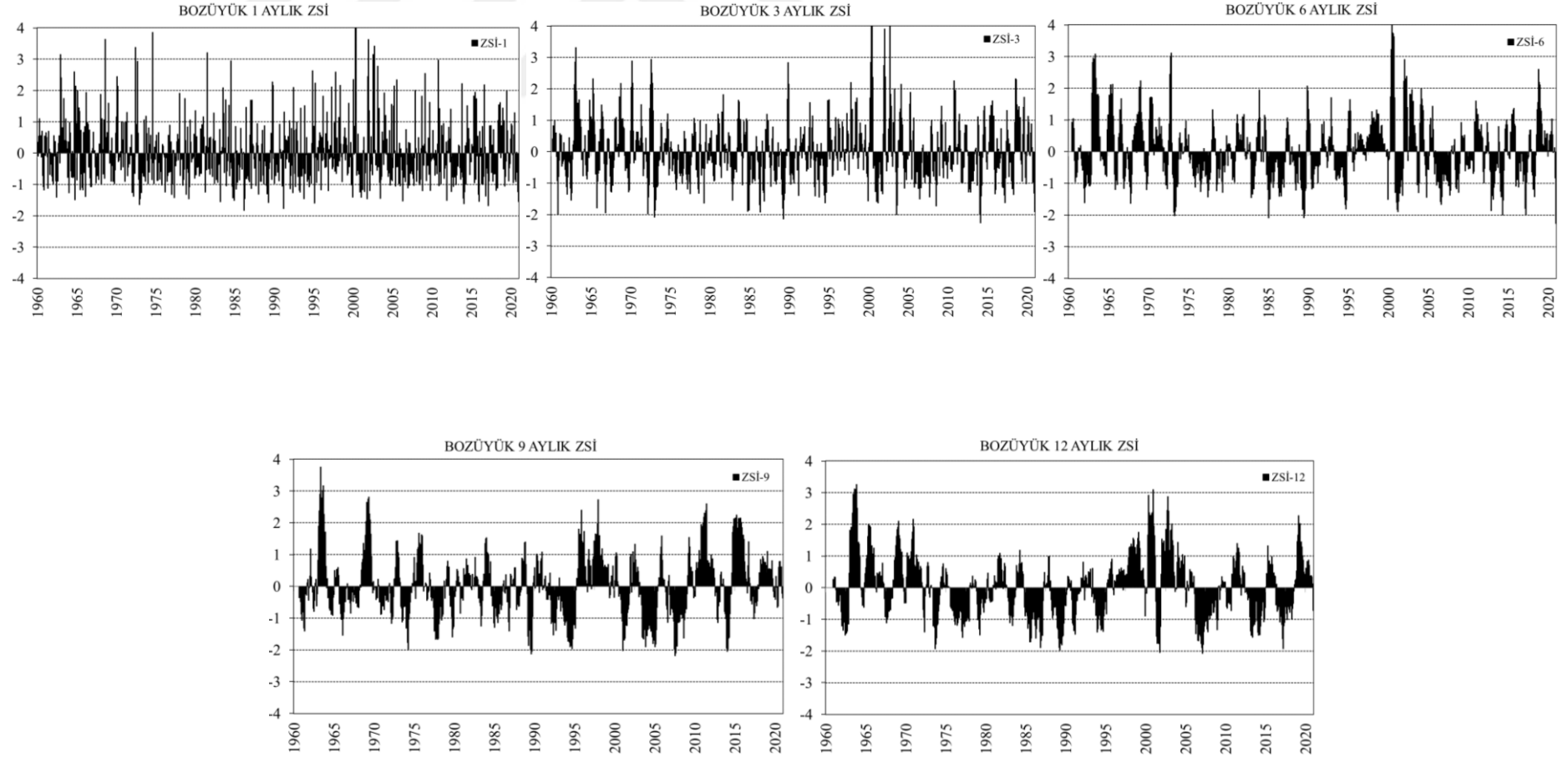
Ek 1.8. Bilecik istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



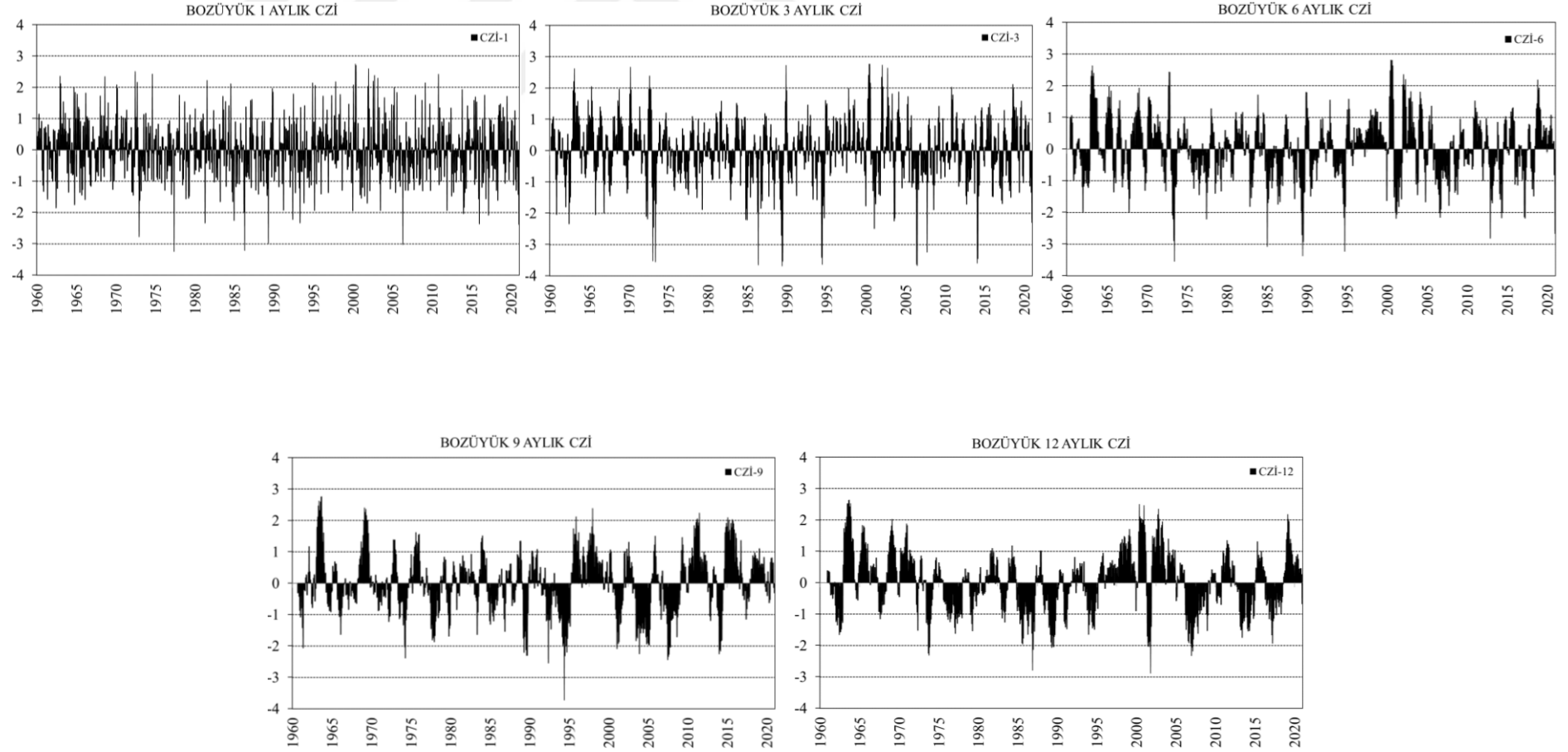
Ek 1.9. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



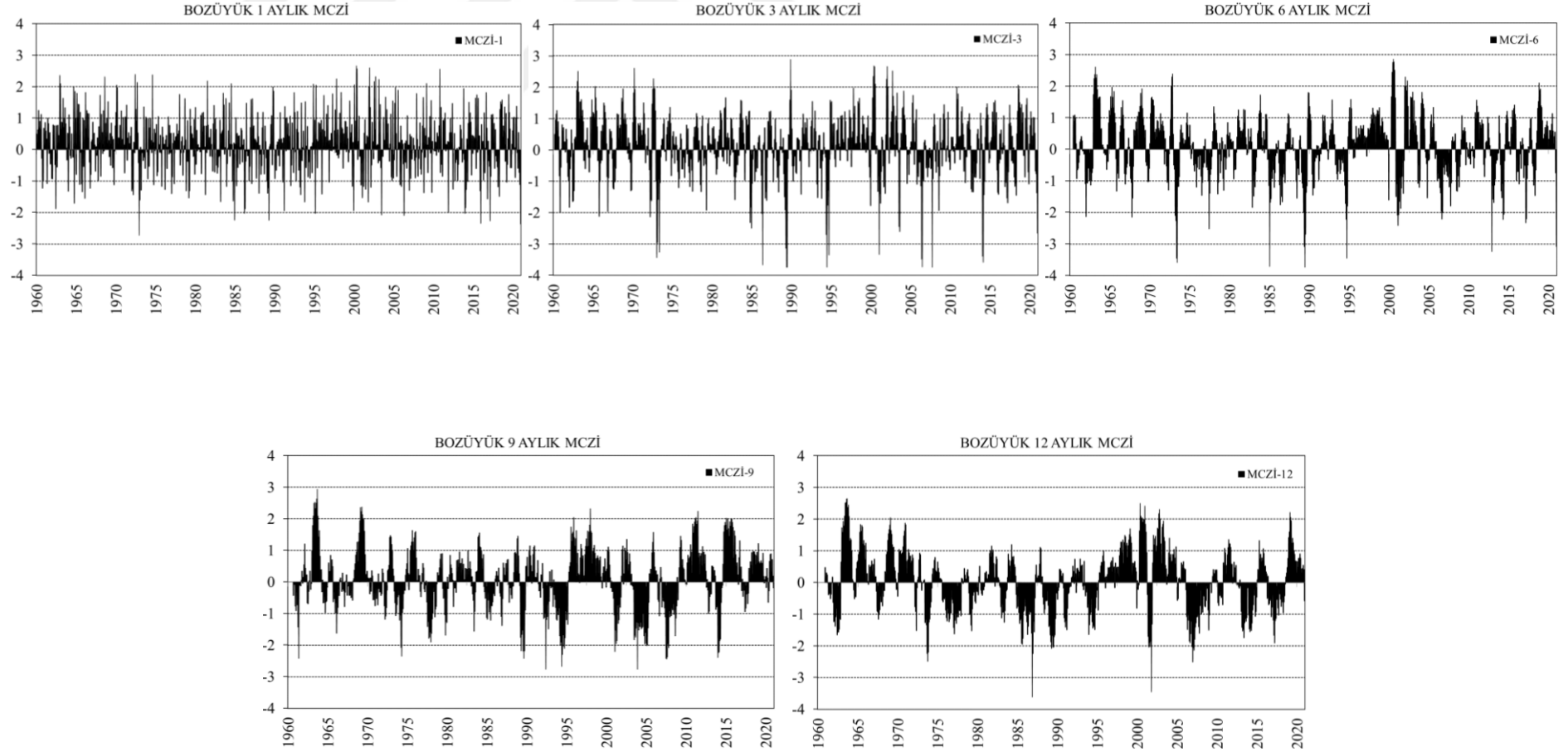
Ek 1.10. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



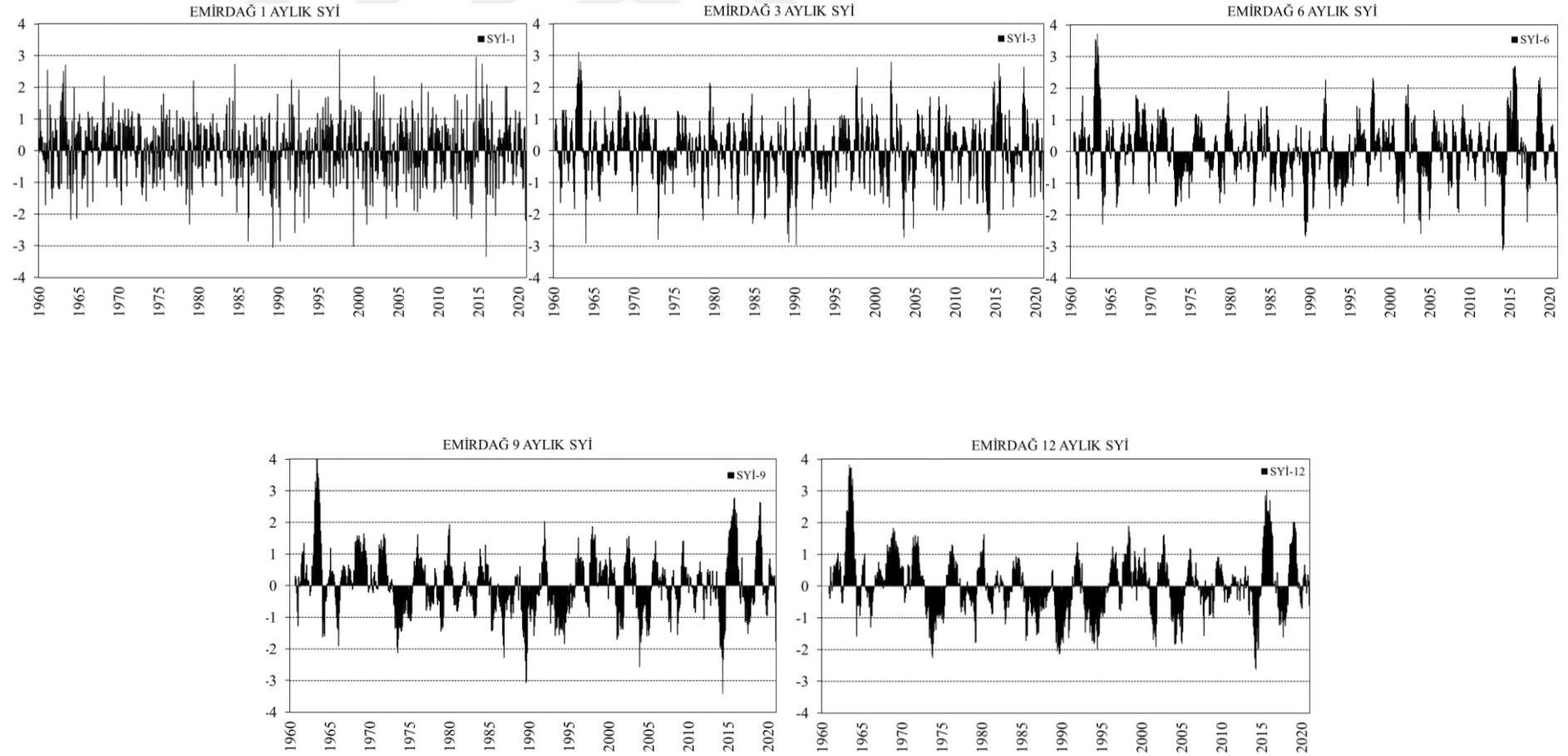
Ek 1.11. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



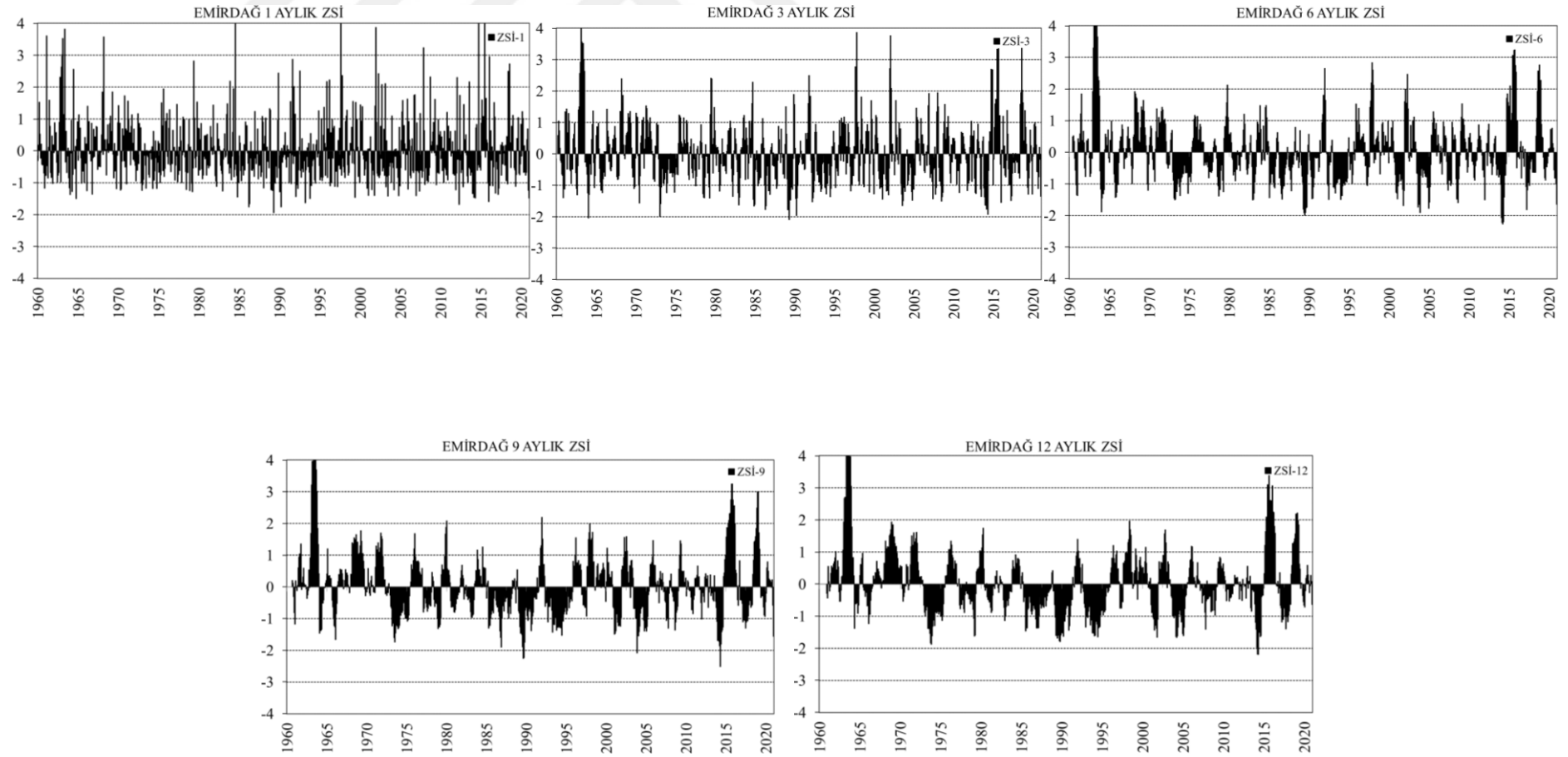
Ek 1.12. Bozüyük istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



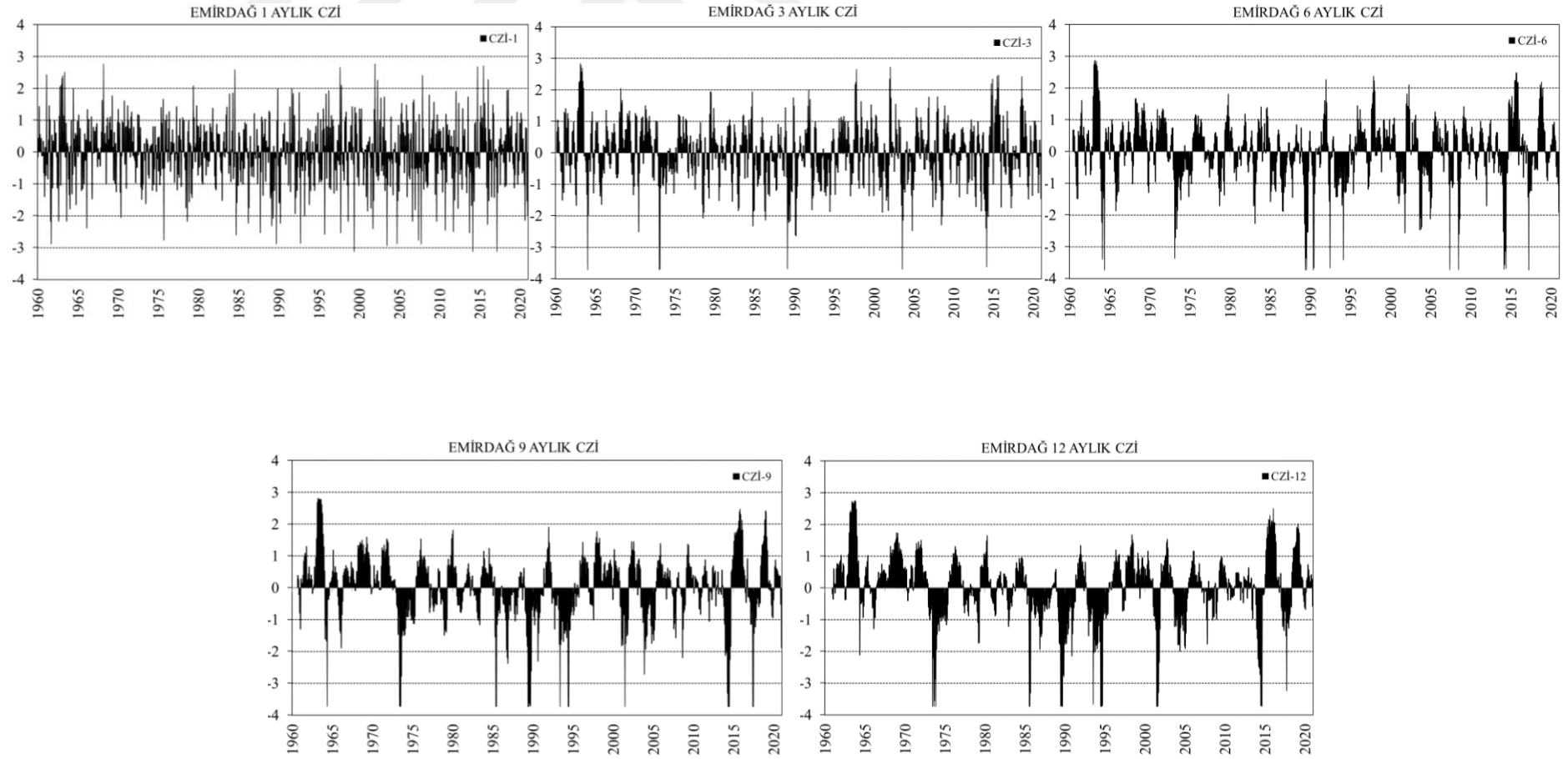
Ek 1.13. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



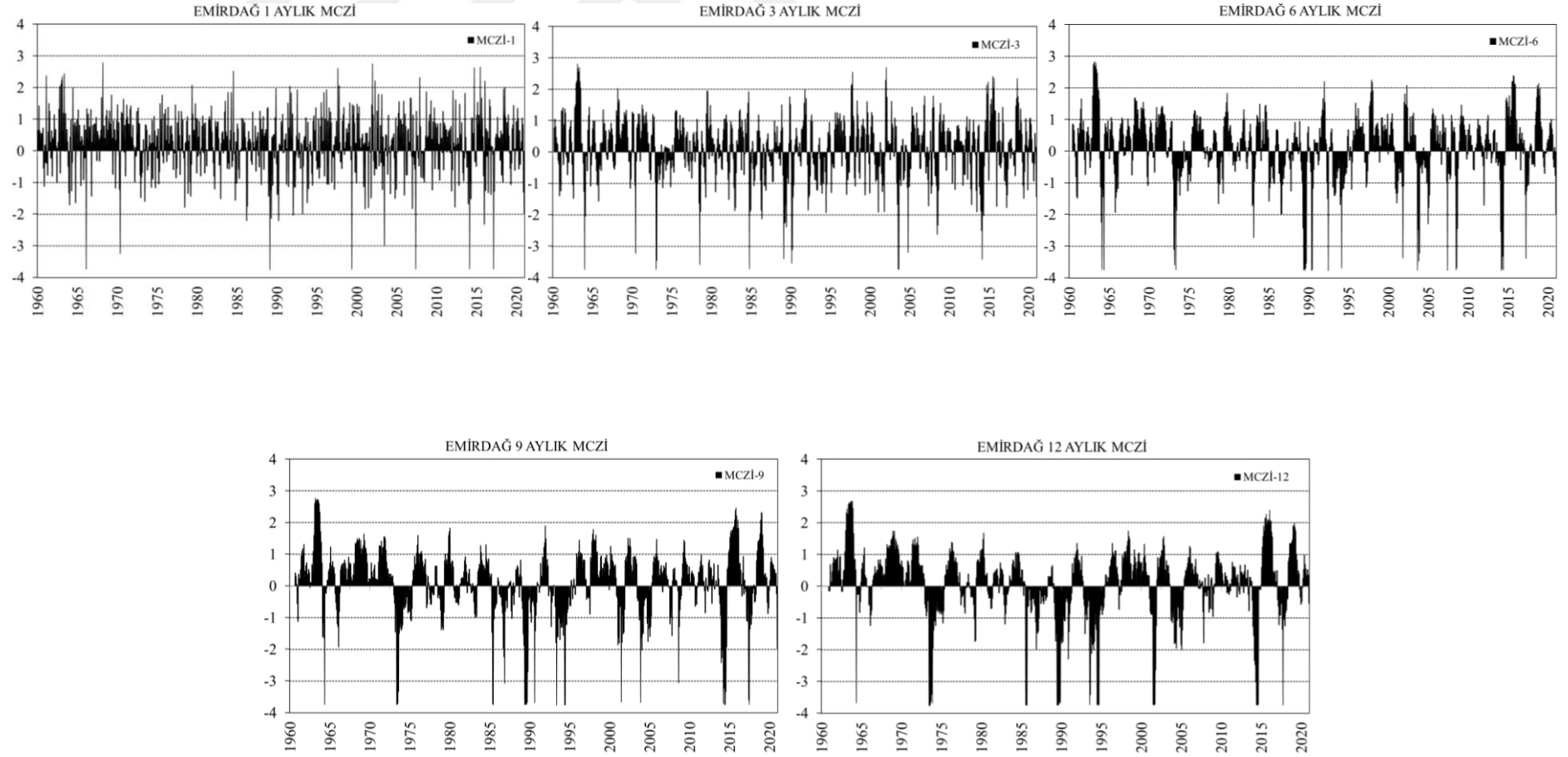
Ek 1.14. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



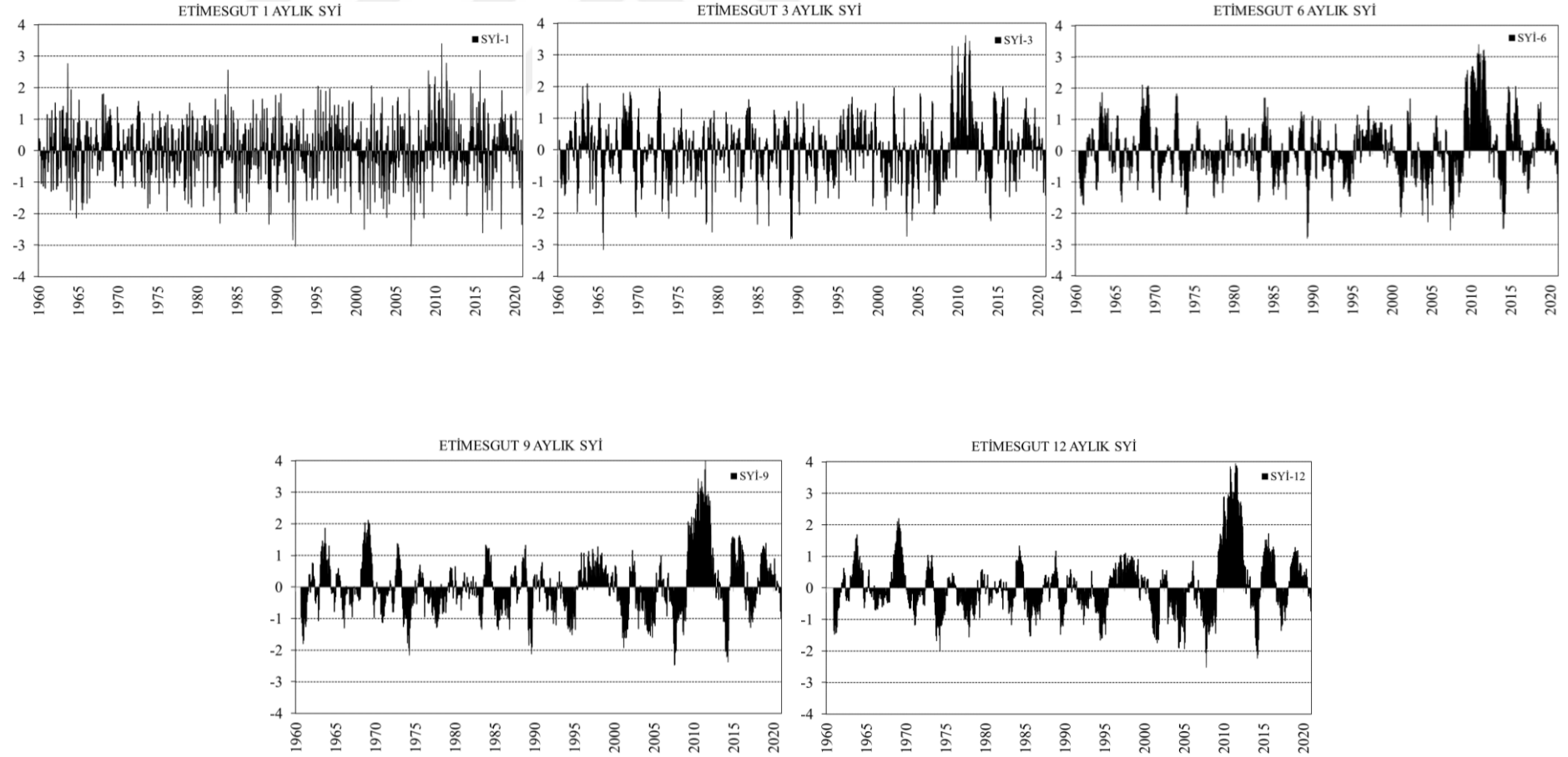
Ek 1.15. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



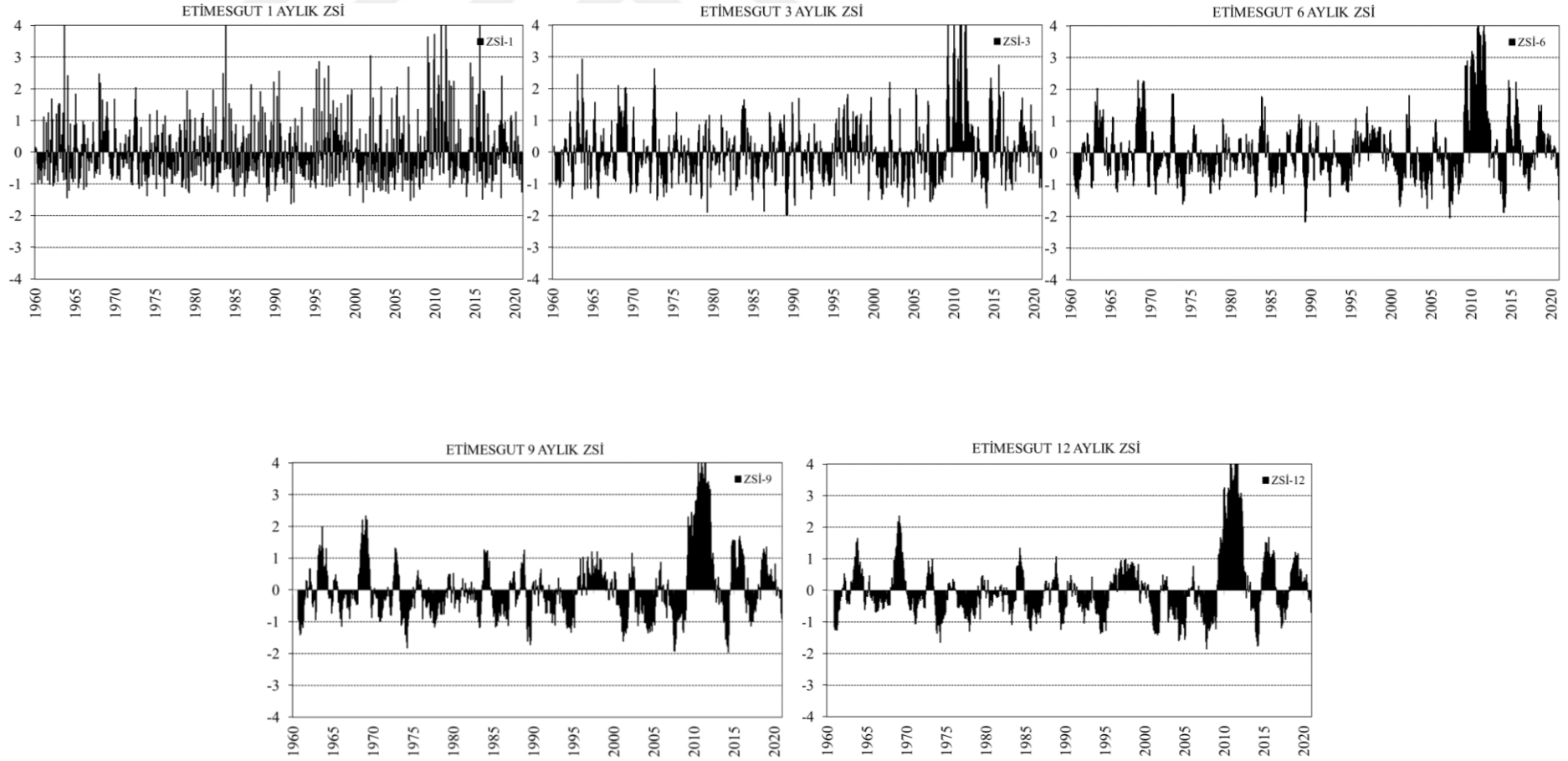
Ek 1.16. Emirdağ istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



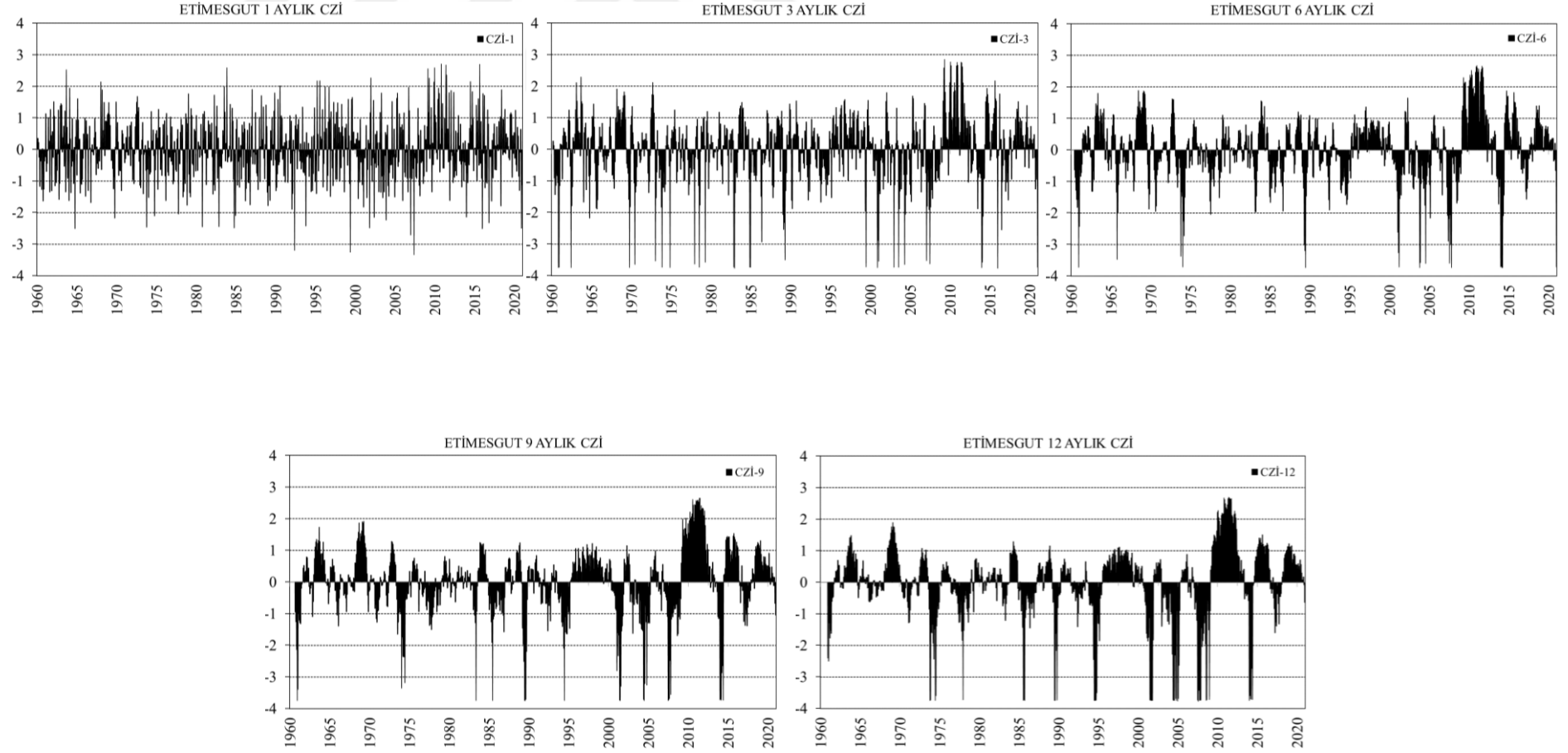
Ek 1.17. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



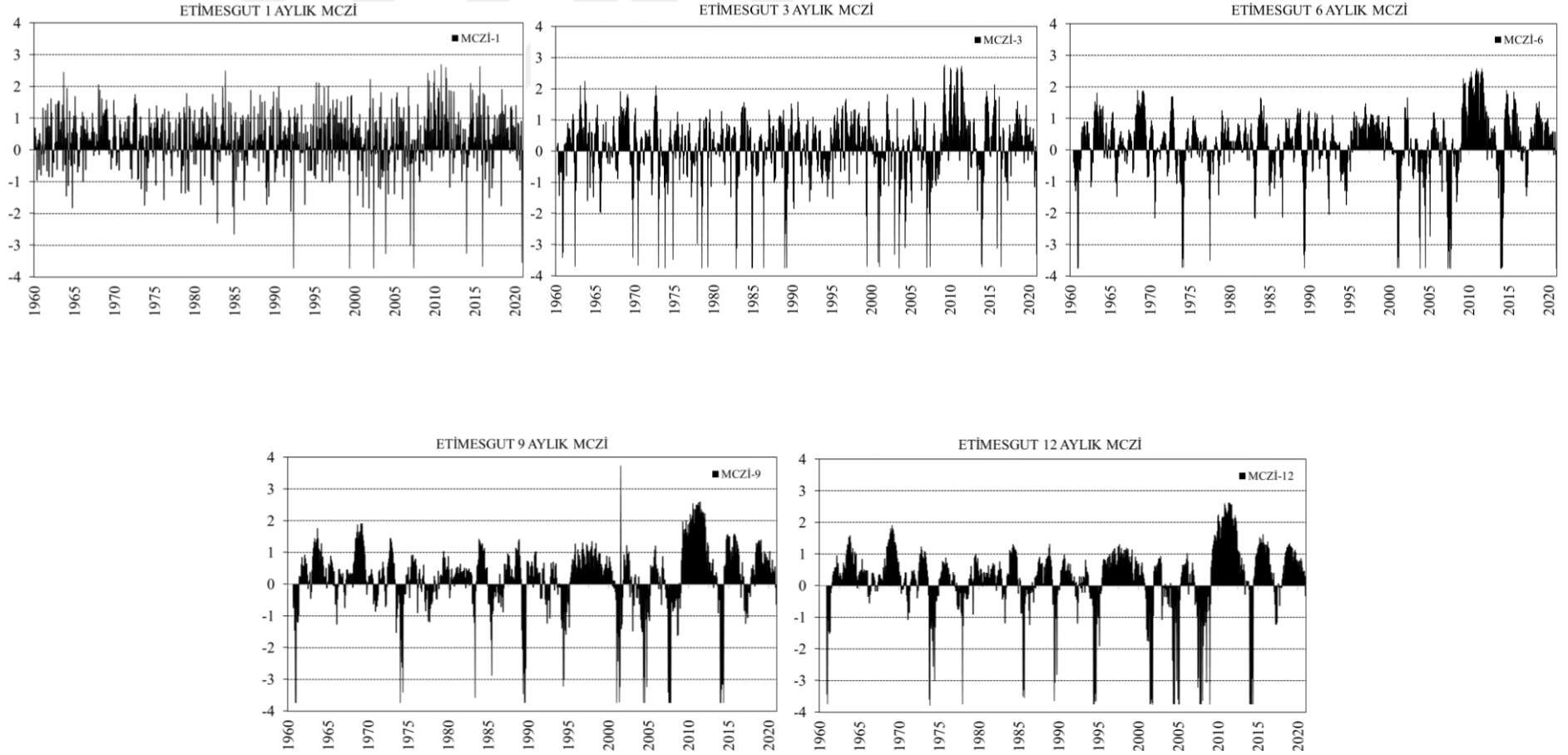
Ek 1.18. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



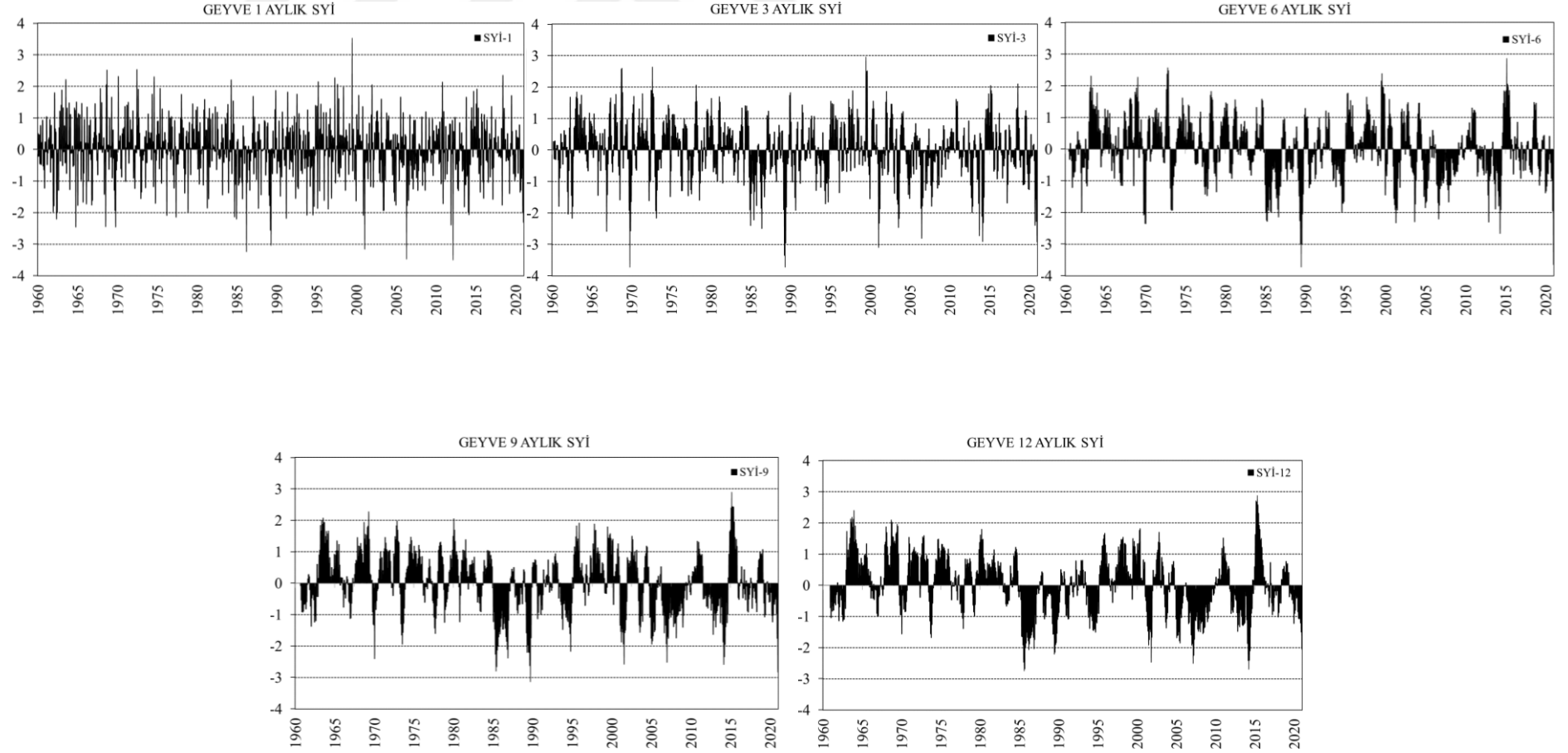
Ek 1.19. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



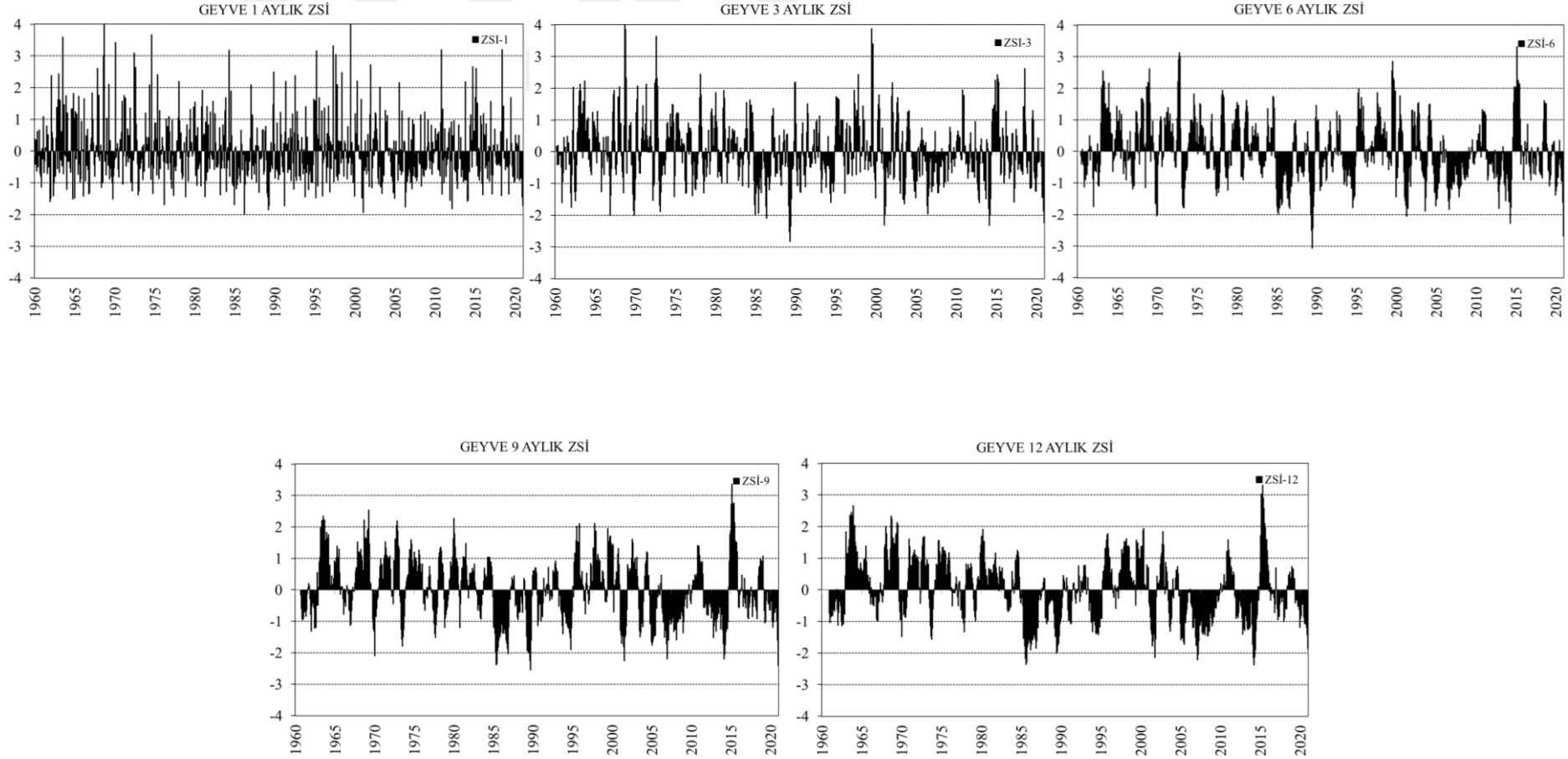
Ek 1.20. Etimesgut istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



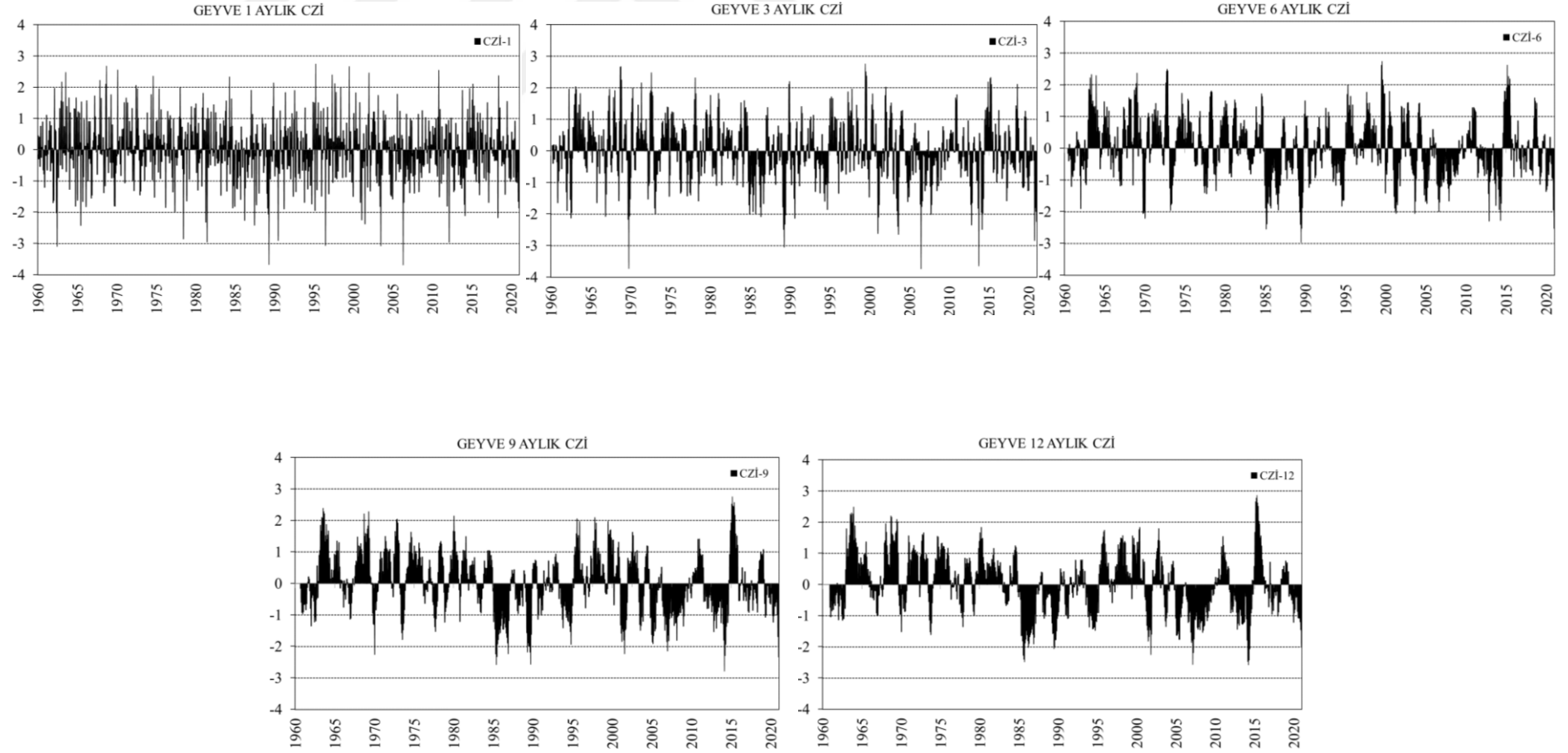
Ek 1.21. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



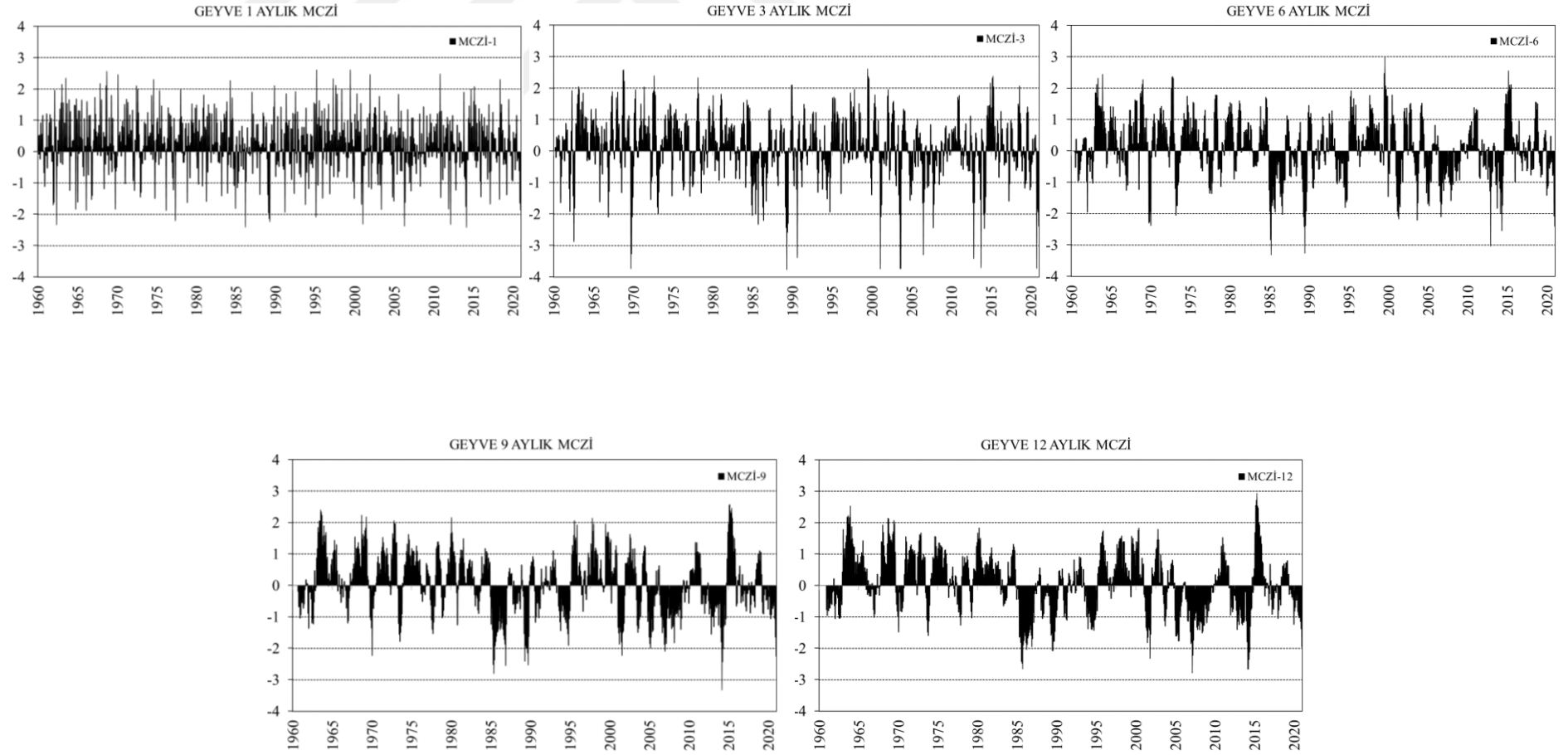
Ek 1.22. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



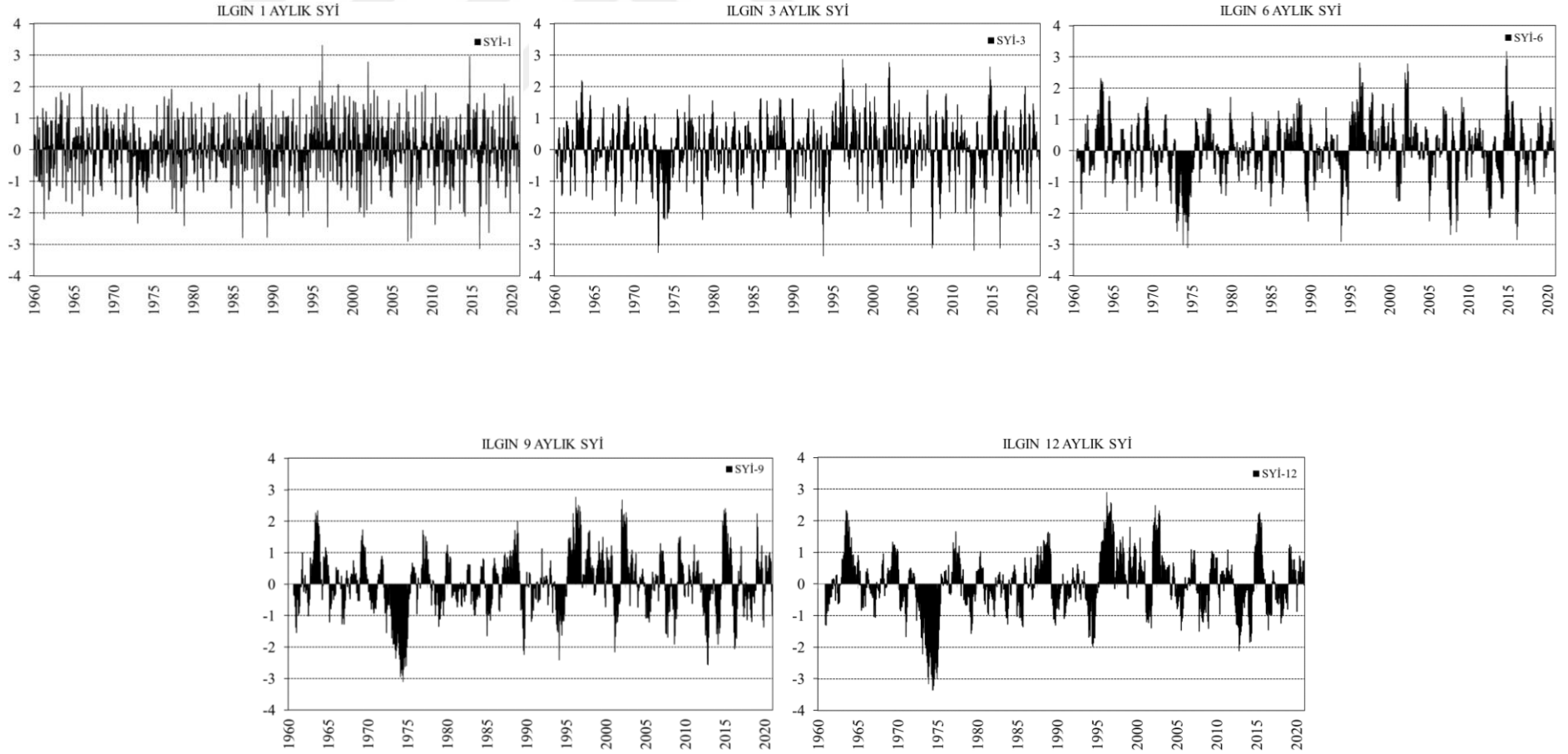
Ek 1.23. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



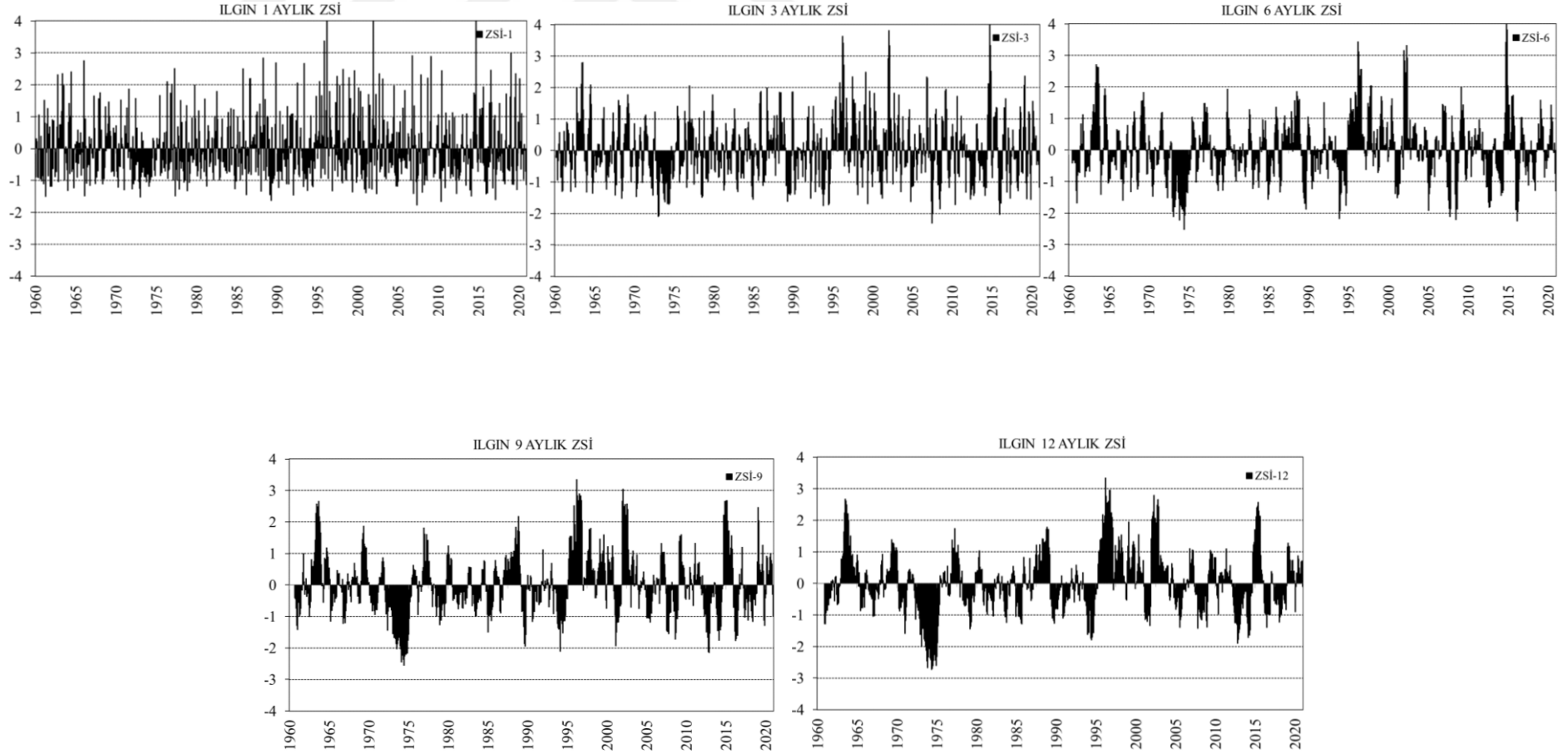
Ek 1.24. Geyve istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



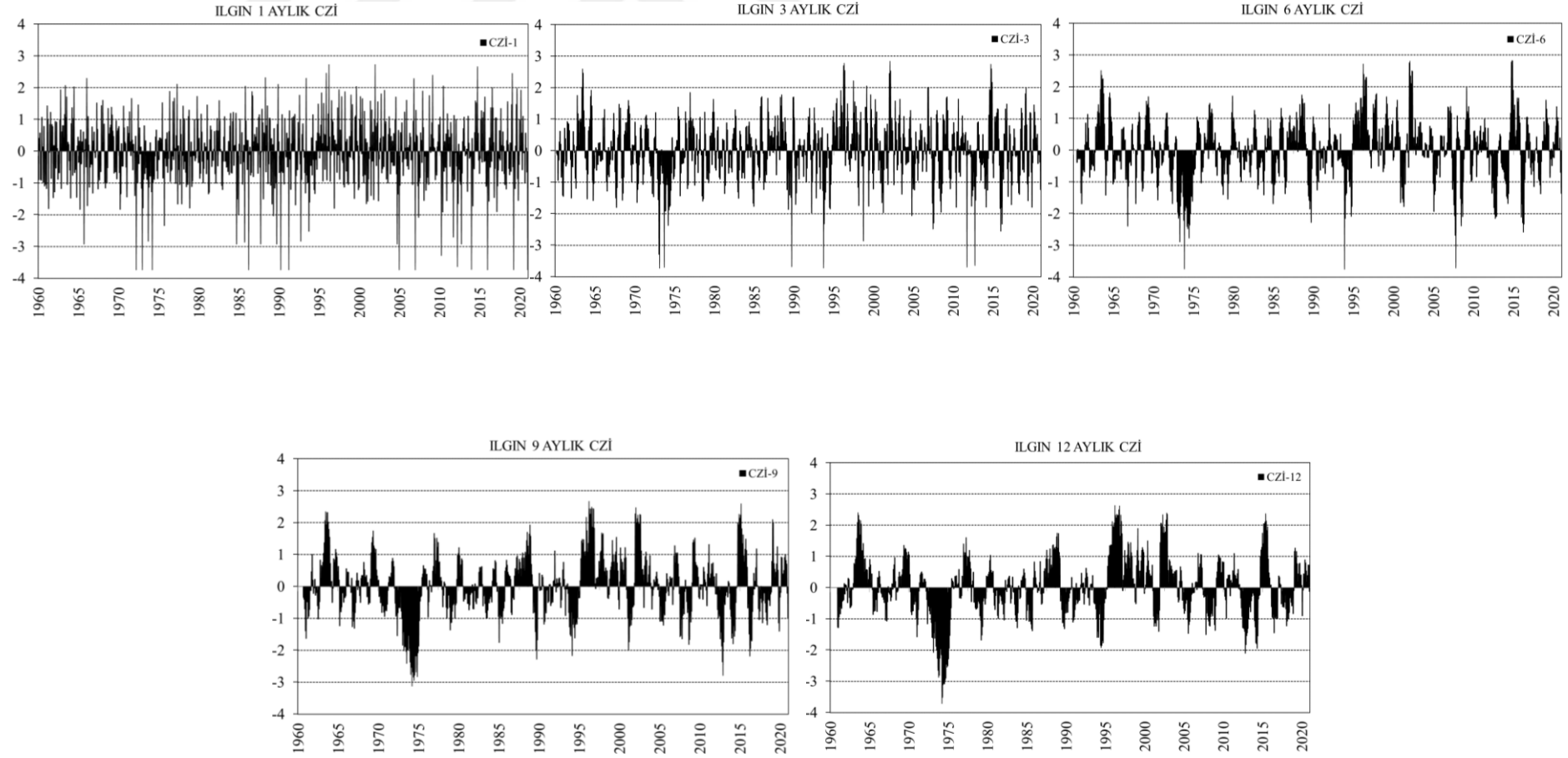
Ek 1.25. Ilgın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



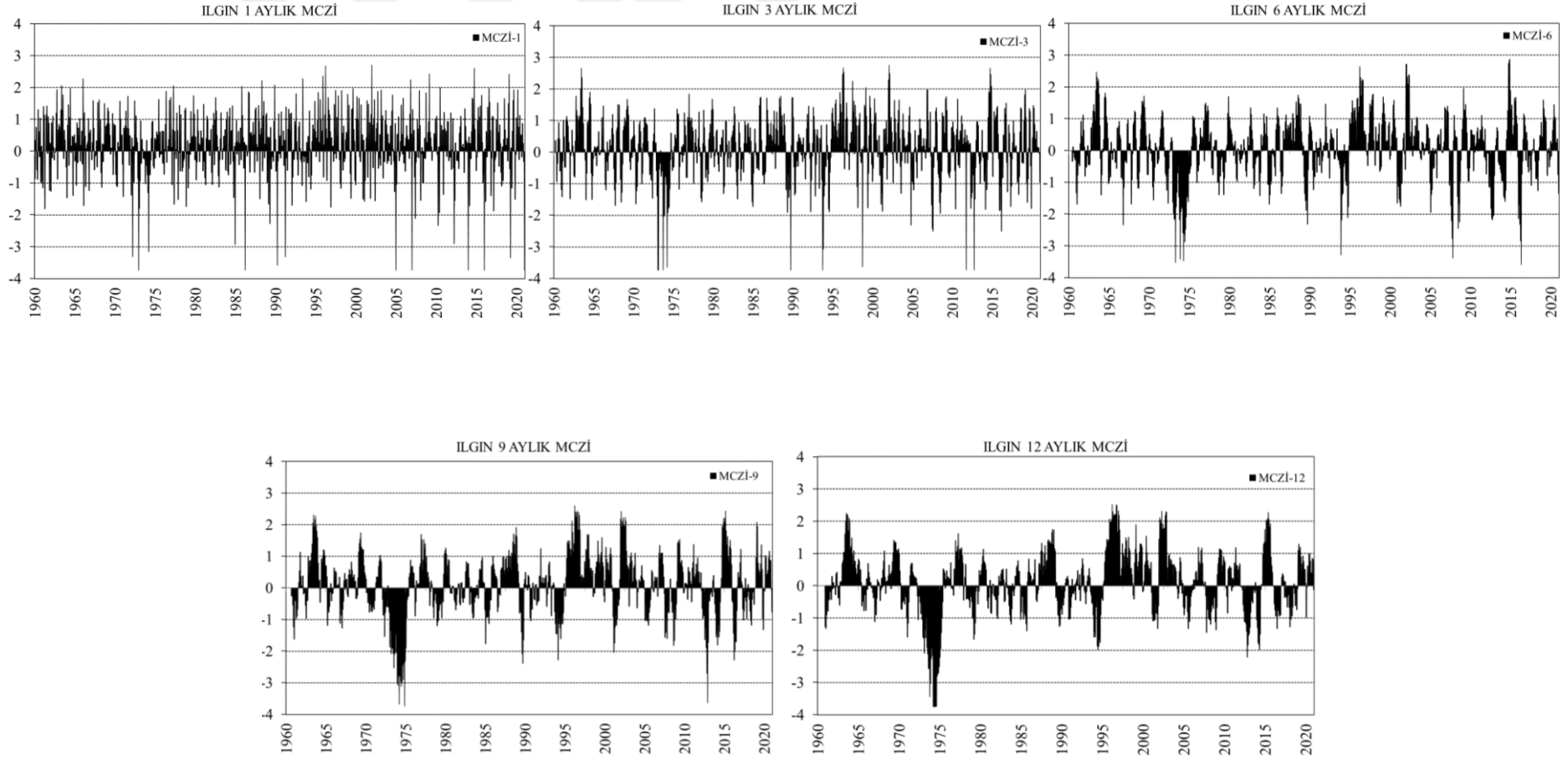
Ek 1.26. Ilgın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



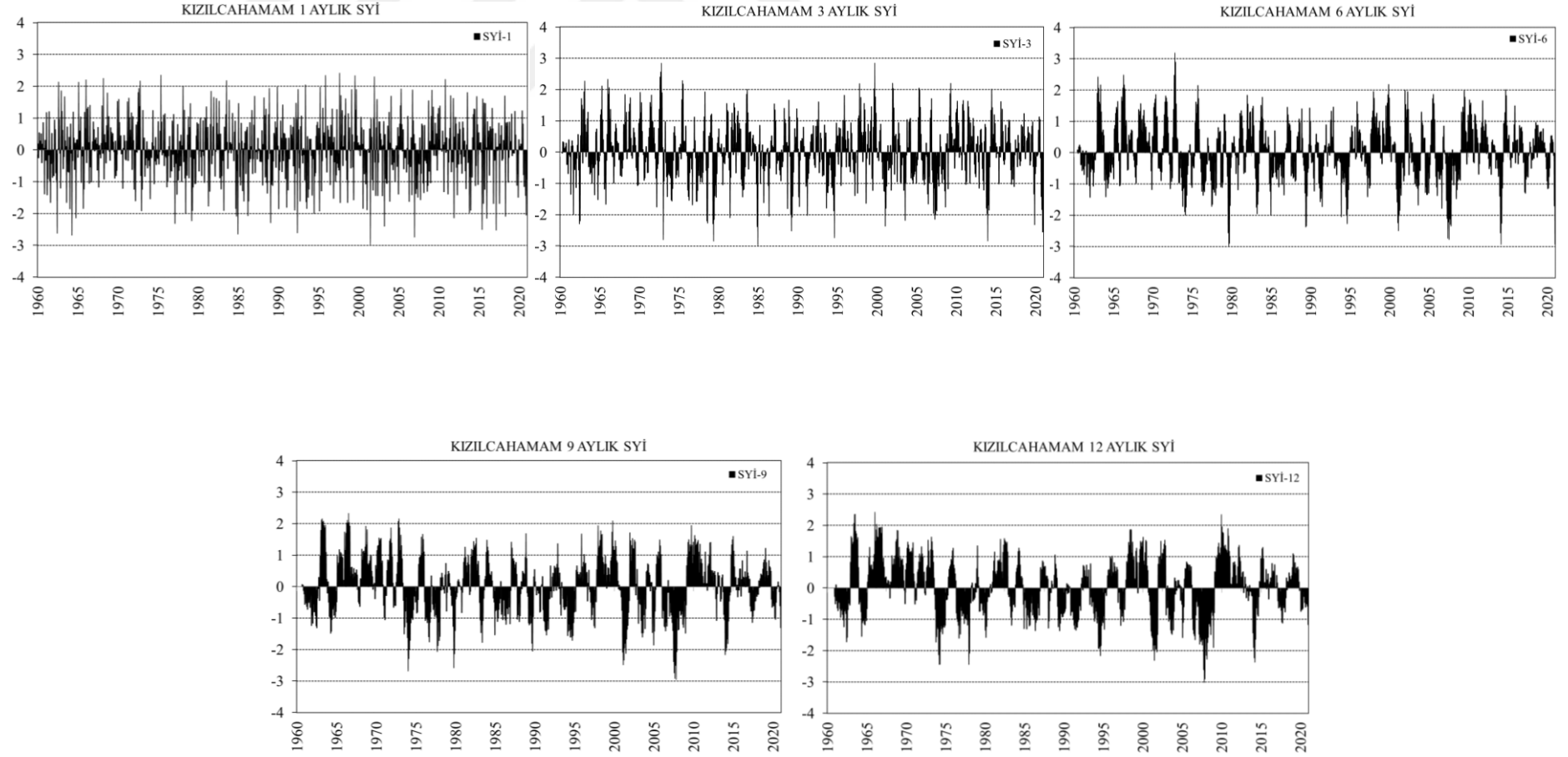
Ek 1.27. Ilgın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



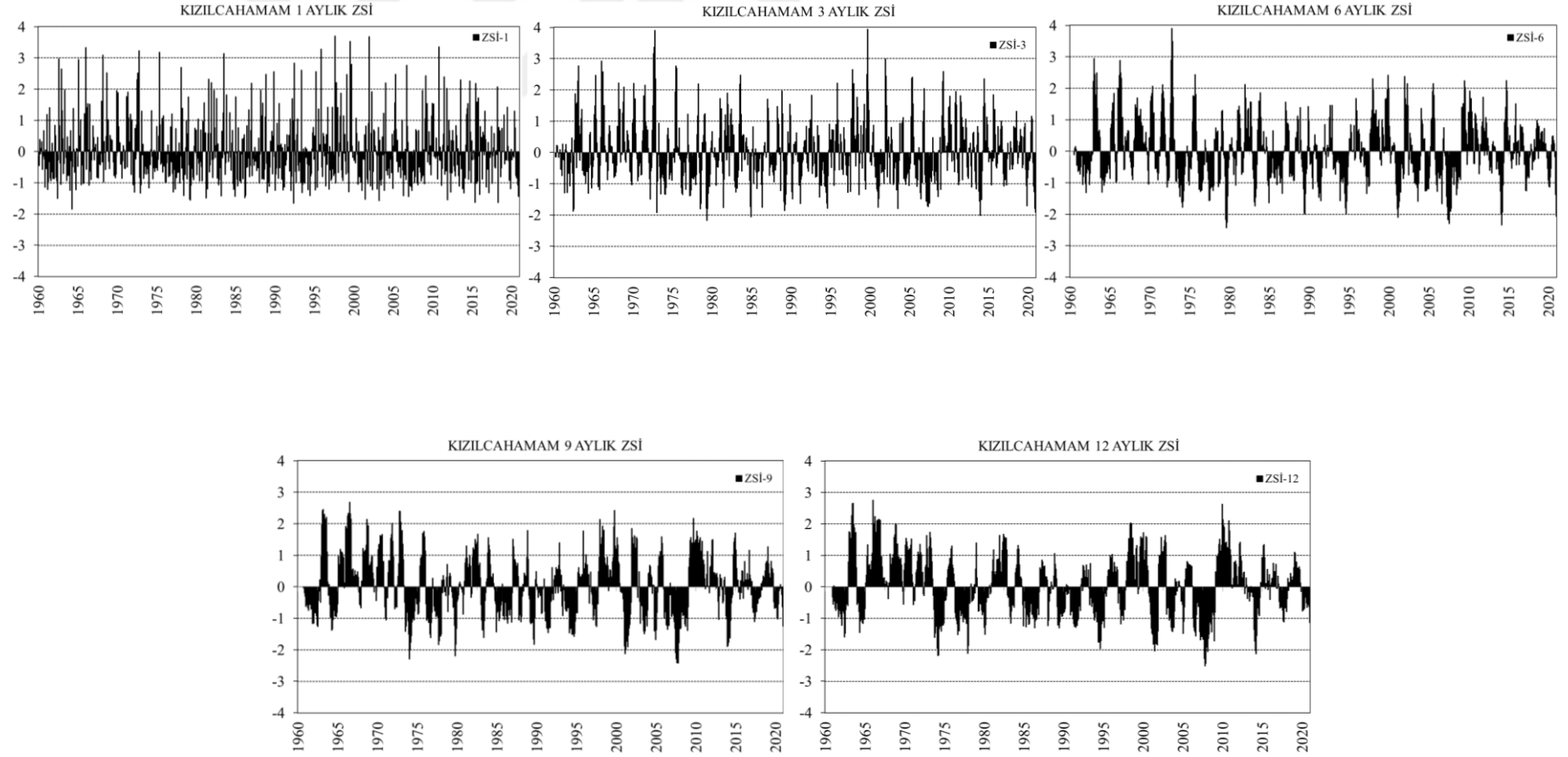
Ek 1.28. Ilgın istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



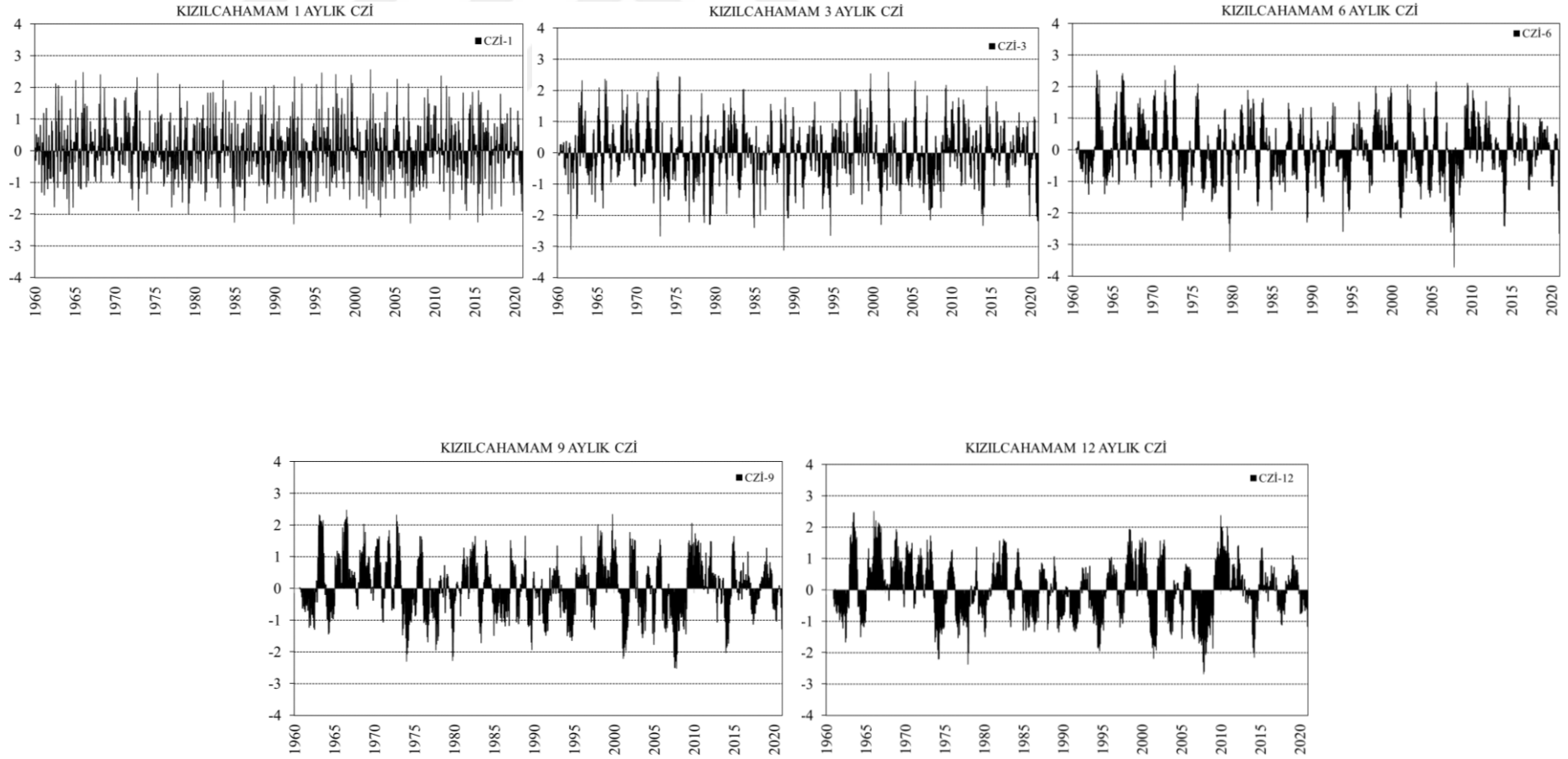
Ek 1.29. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



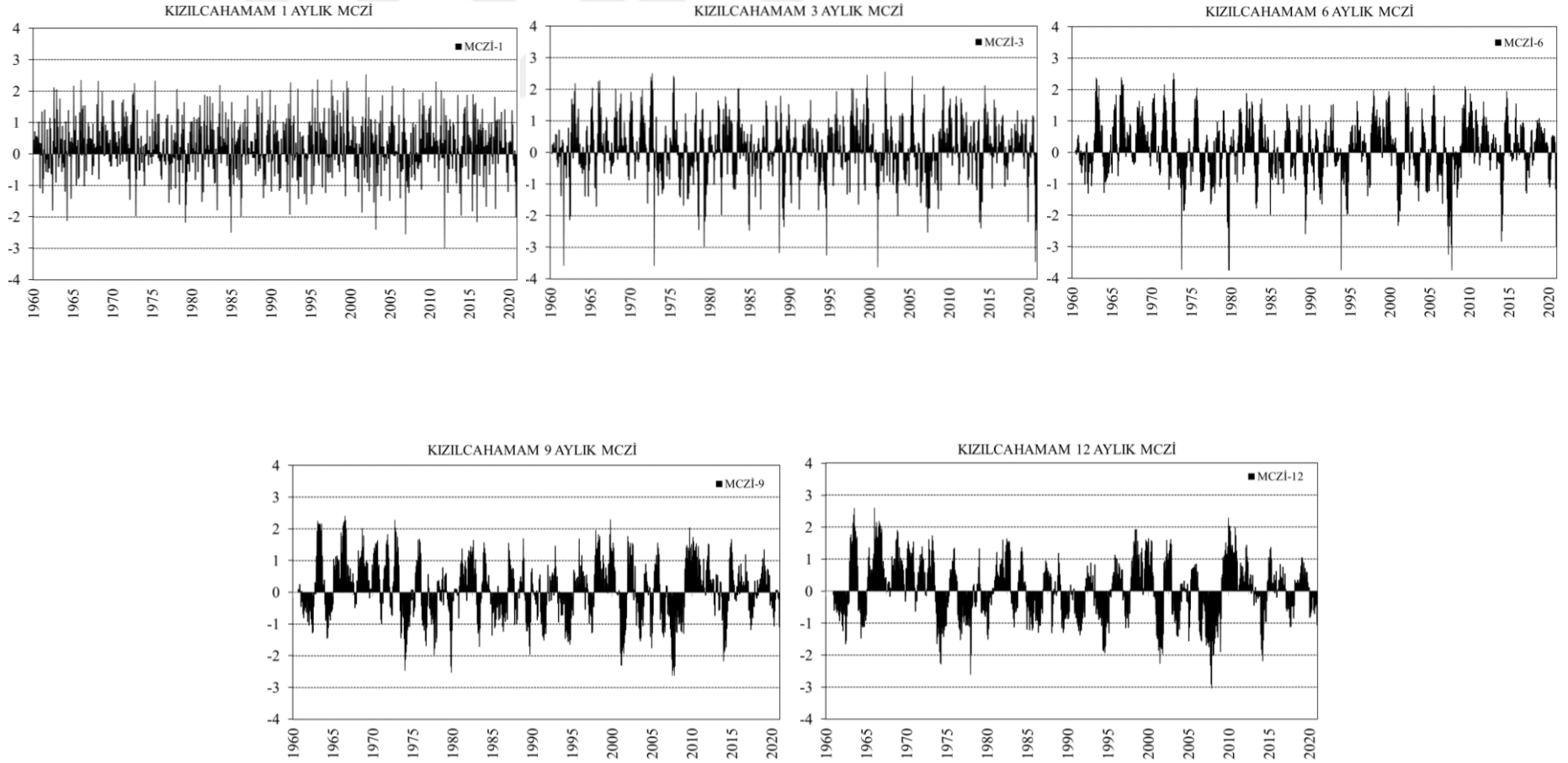
Ek 1.30. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



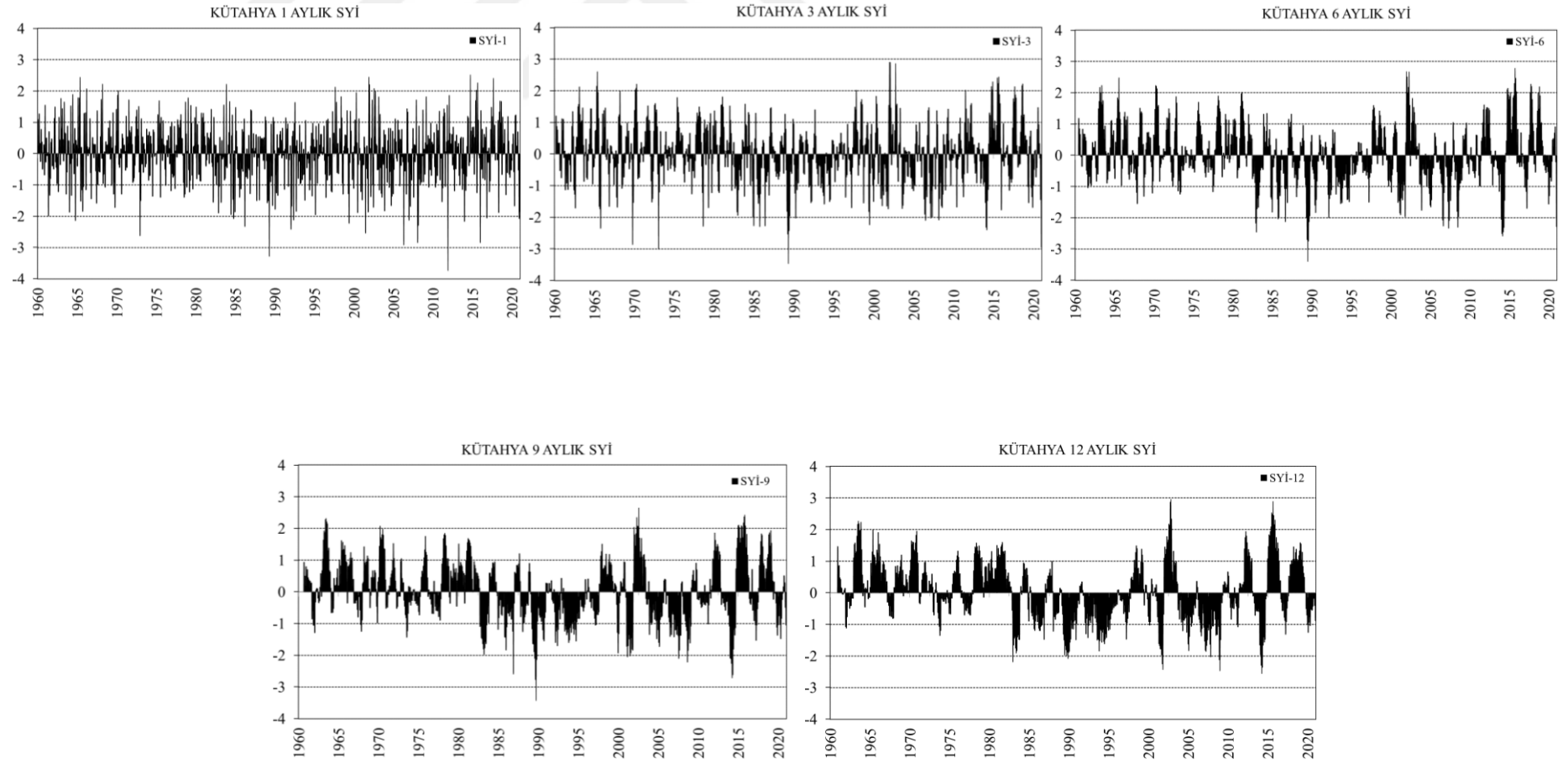
Ek 1.31. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



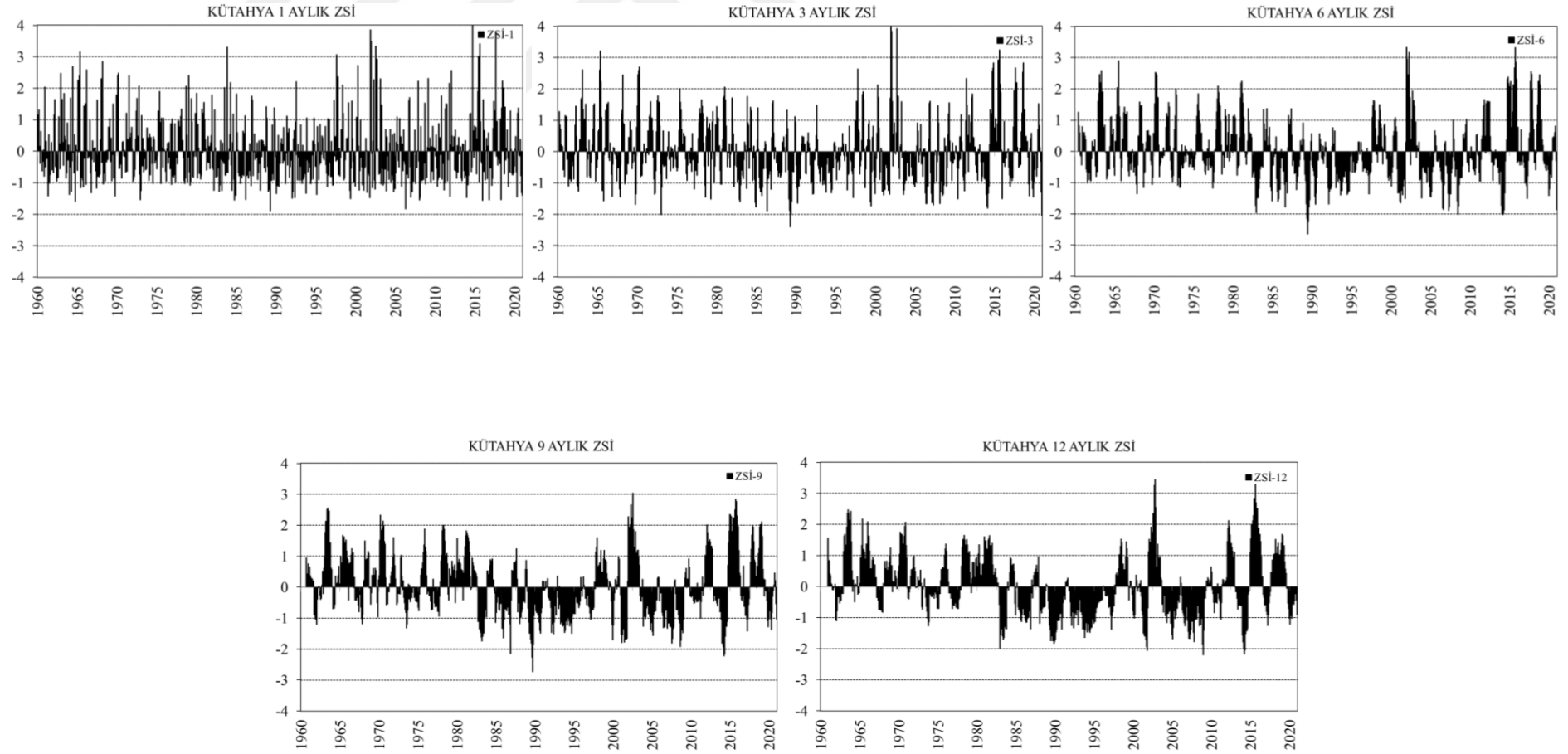
Ek 1.32. Kızılcahamam istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



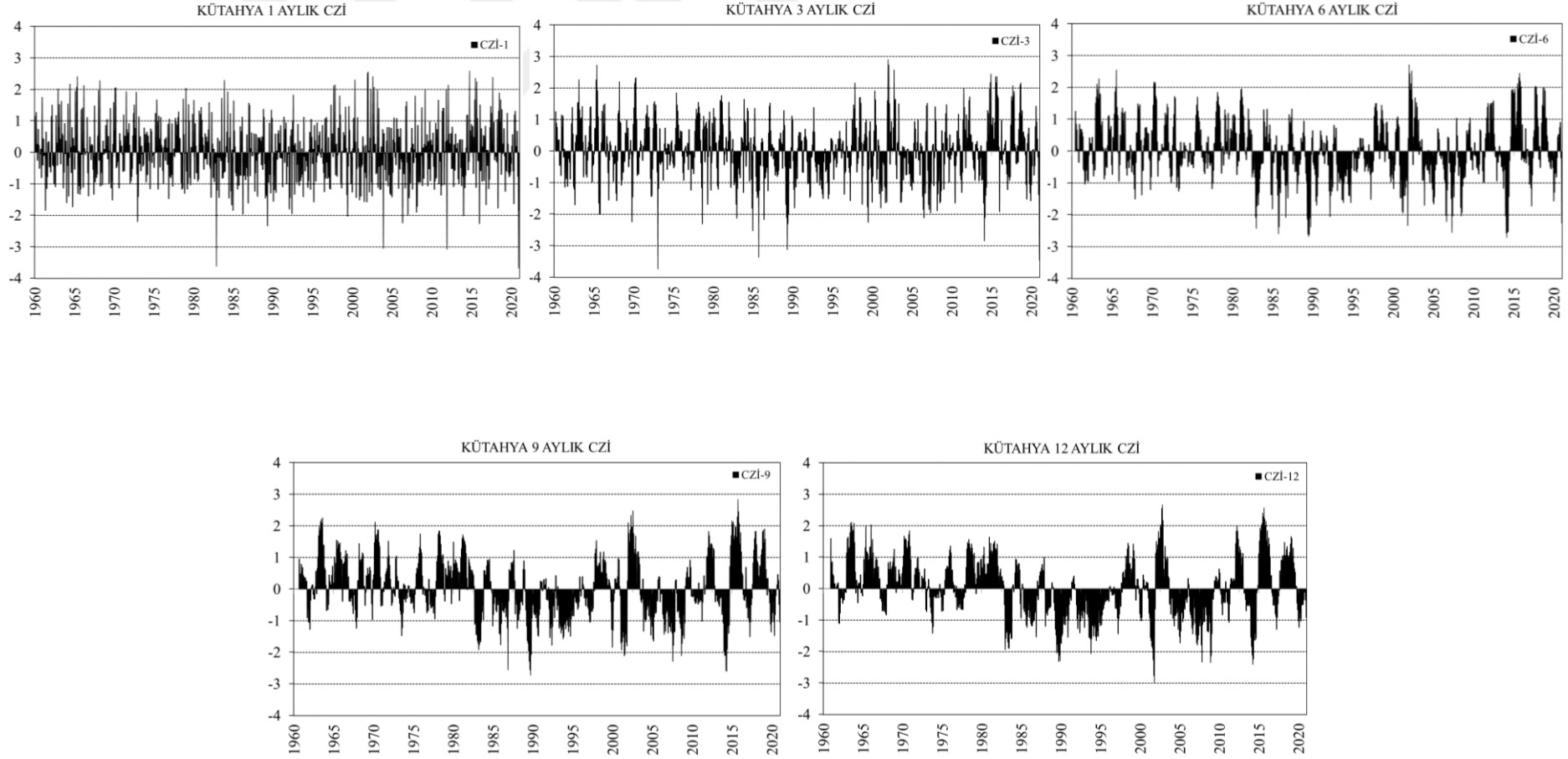
Ek 1.33. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



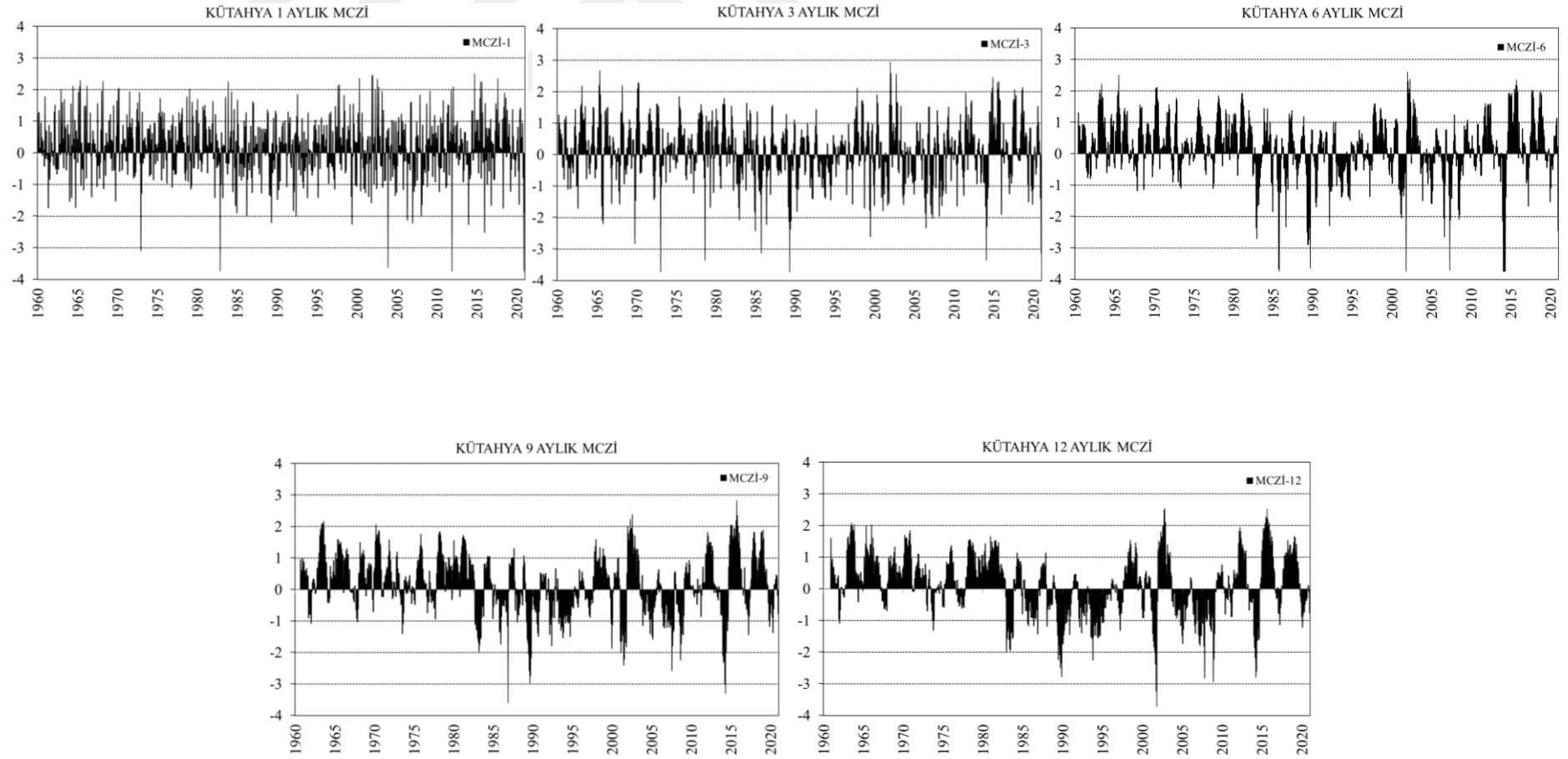
Ek 1.34. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



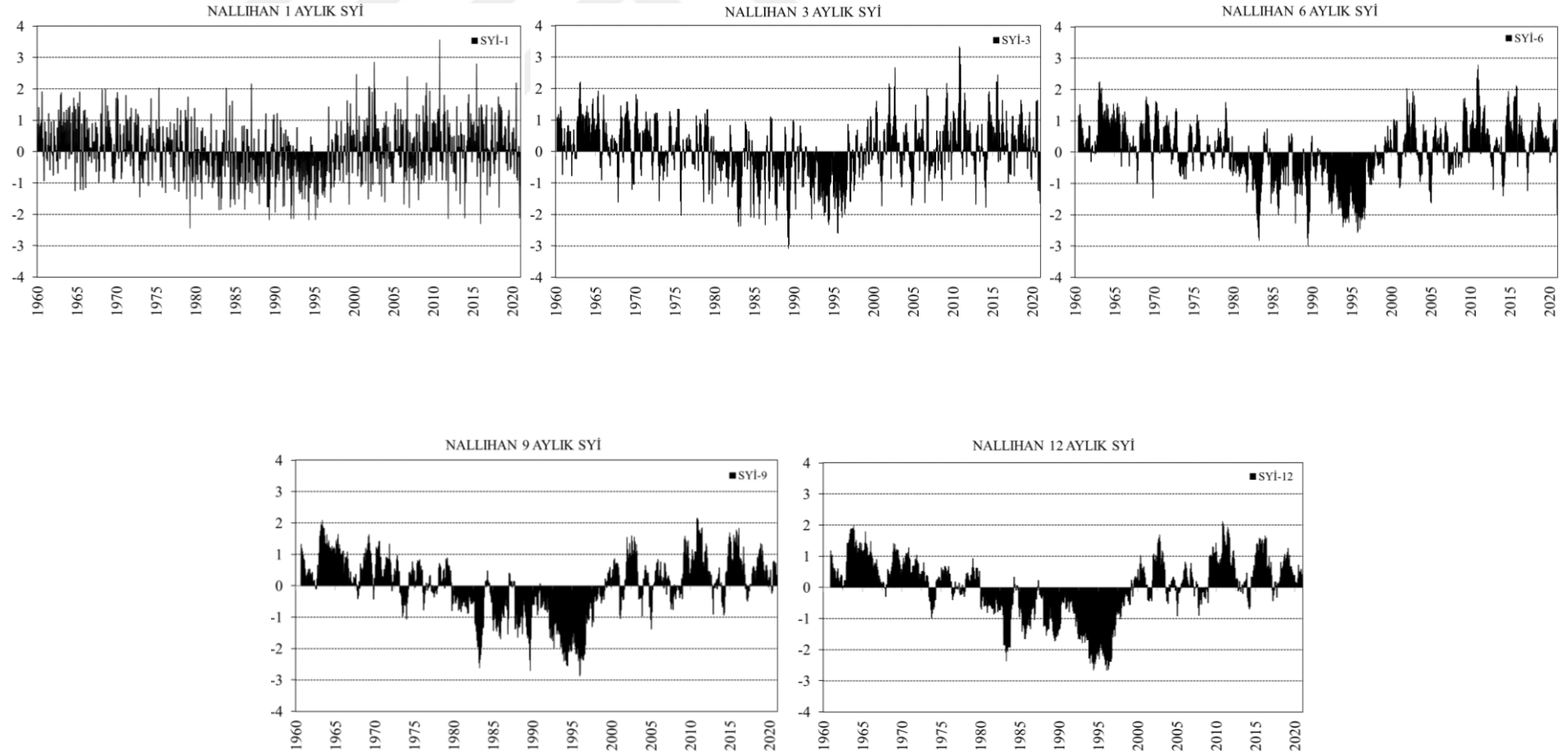
Ek 1.35. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



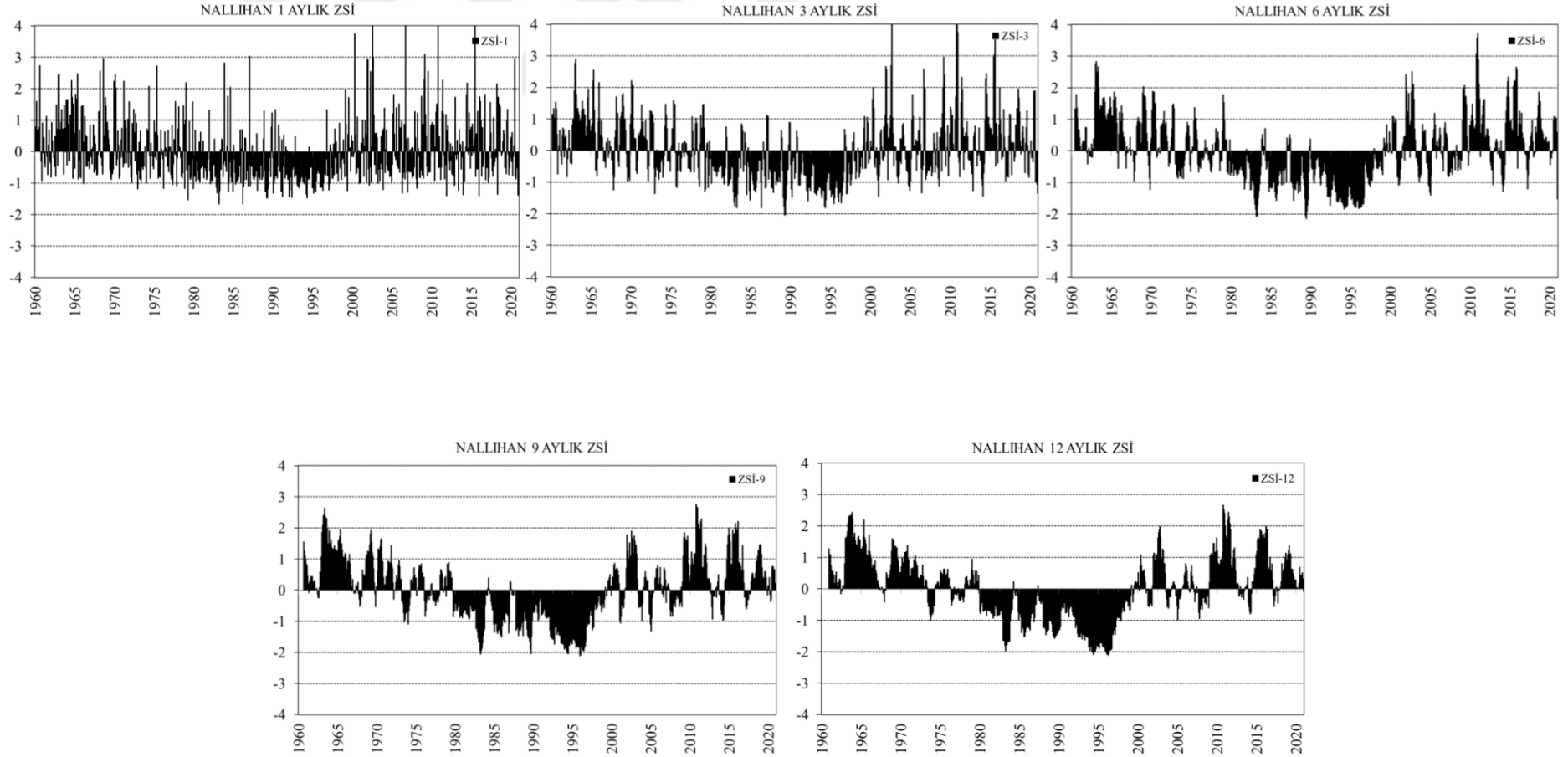
Ek 1.36. Kütahya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



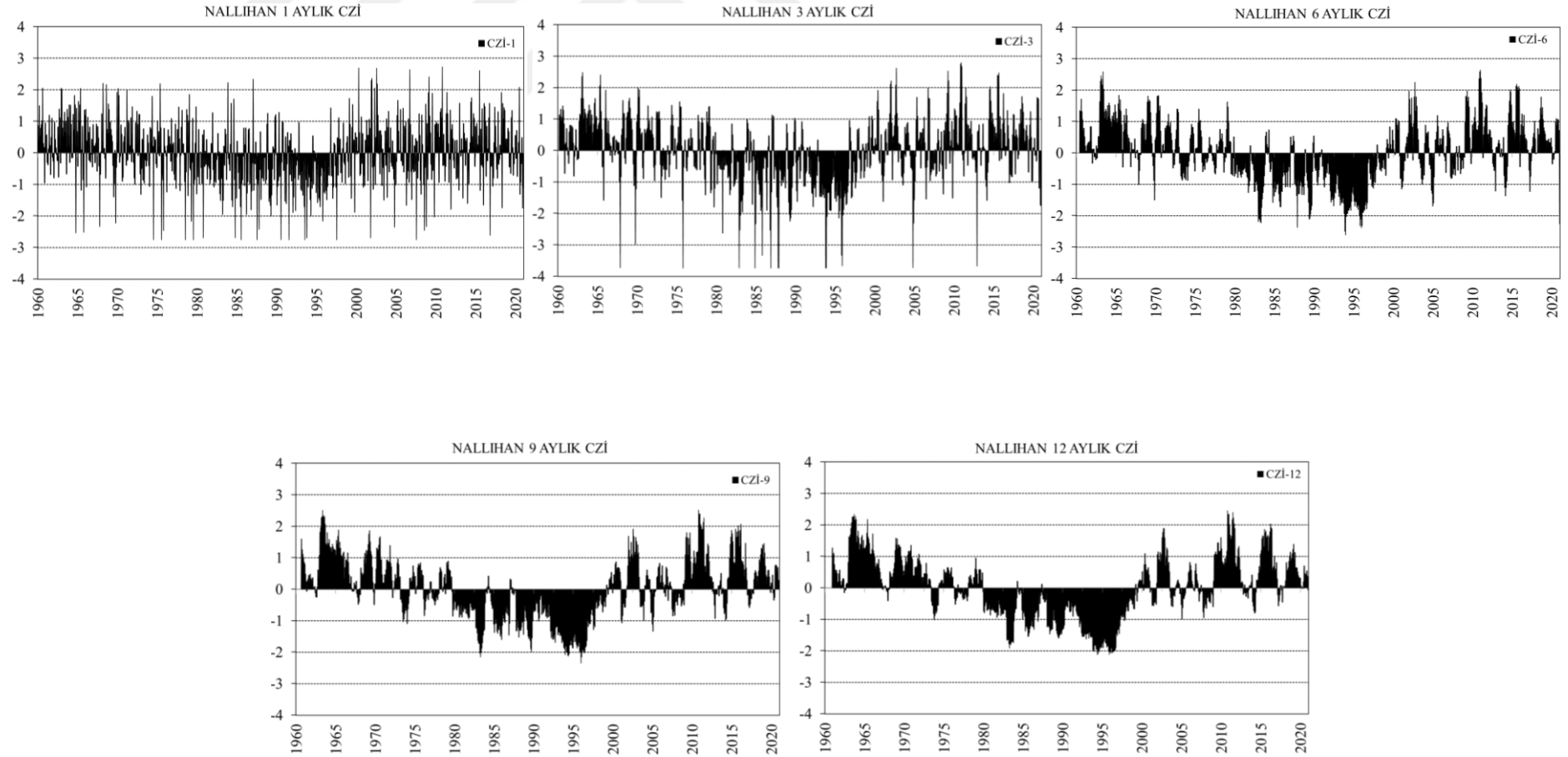
Ek 1.37. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



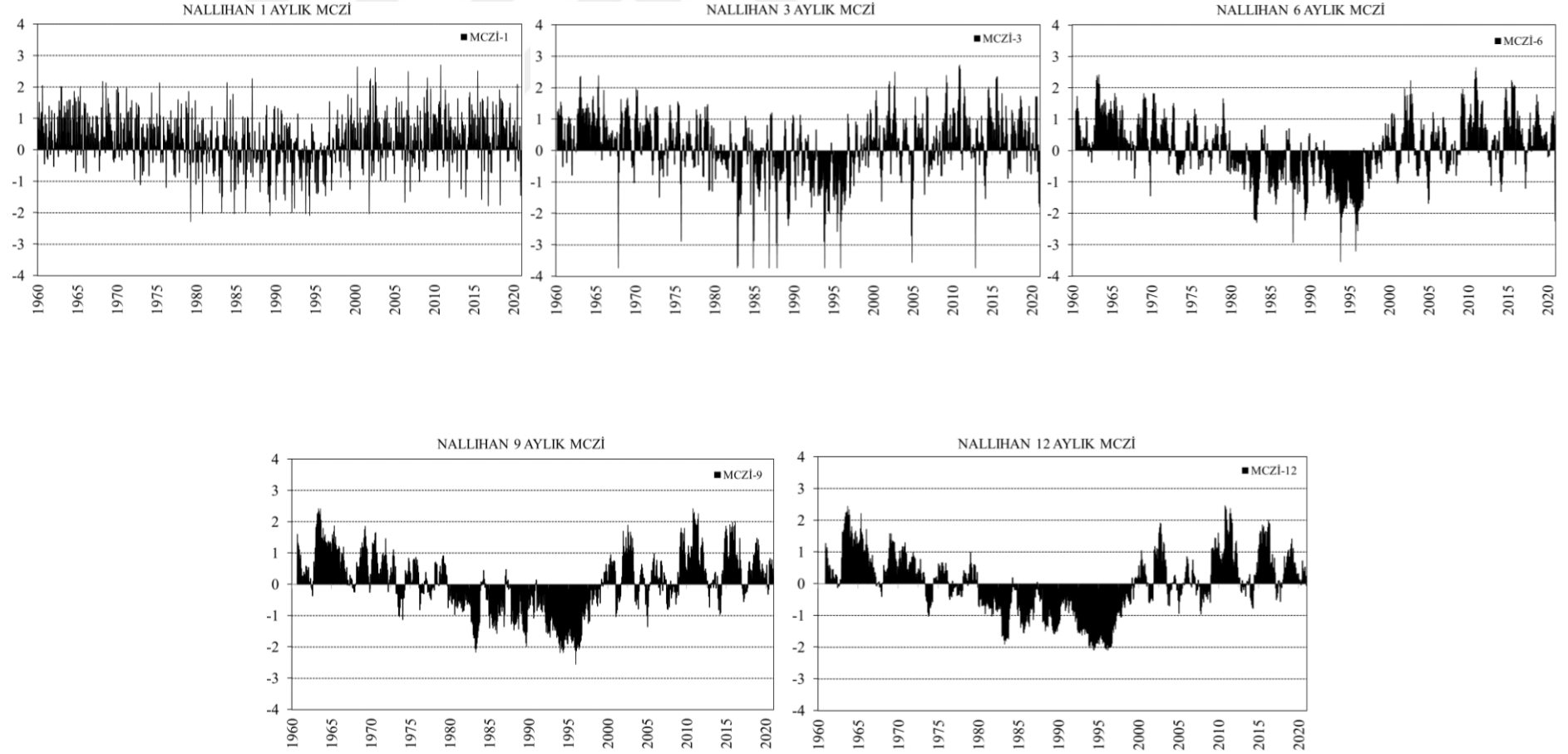
Ek 1.38. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



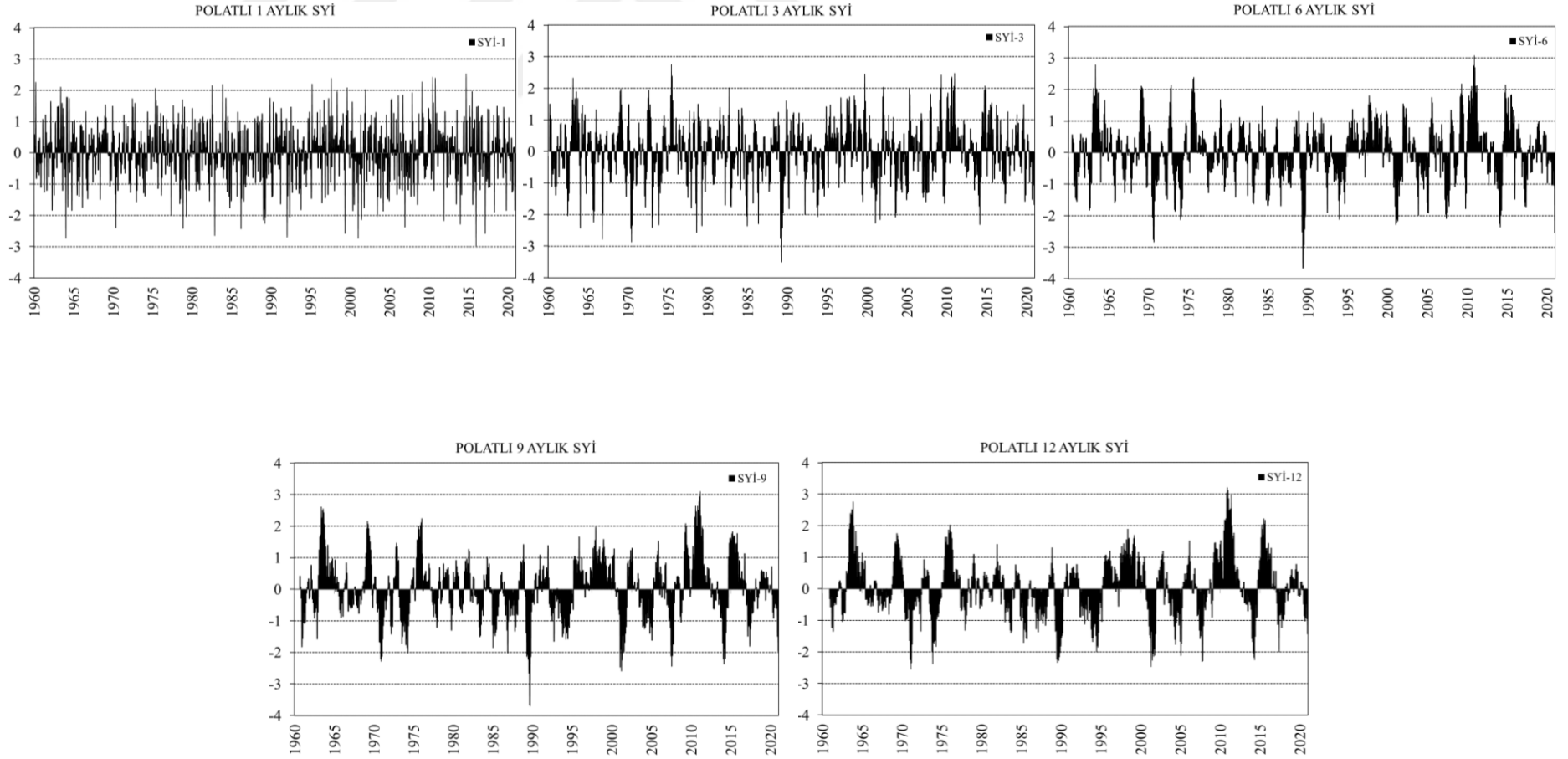
Ek 1.39. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



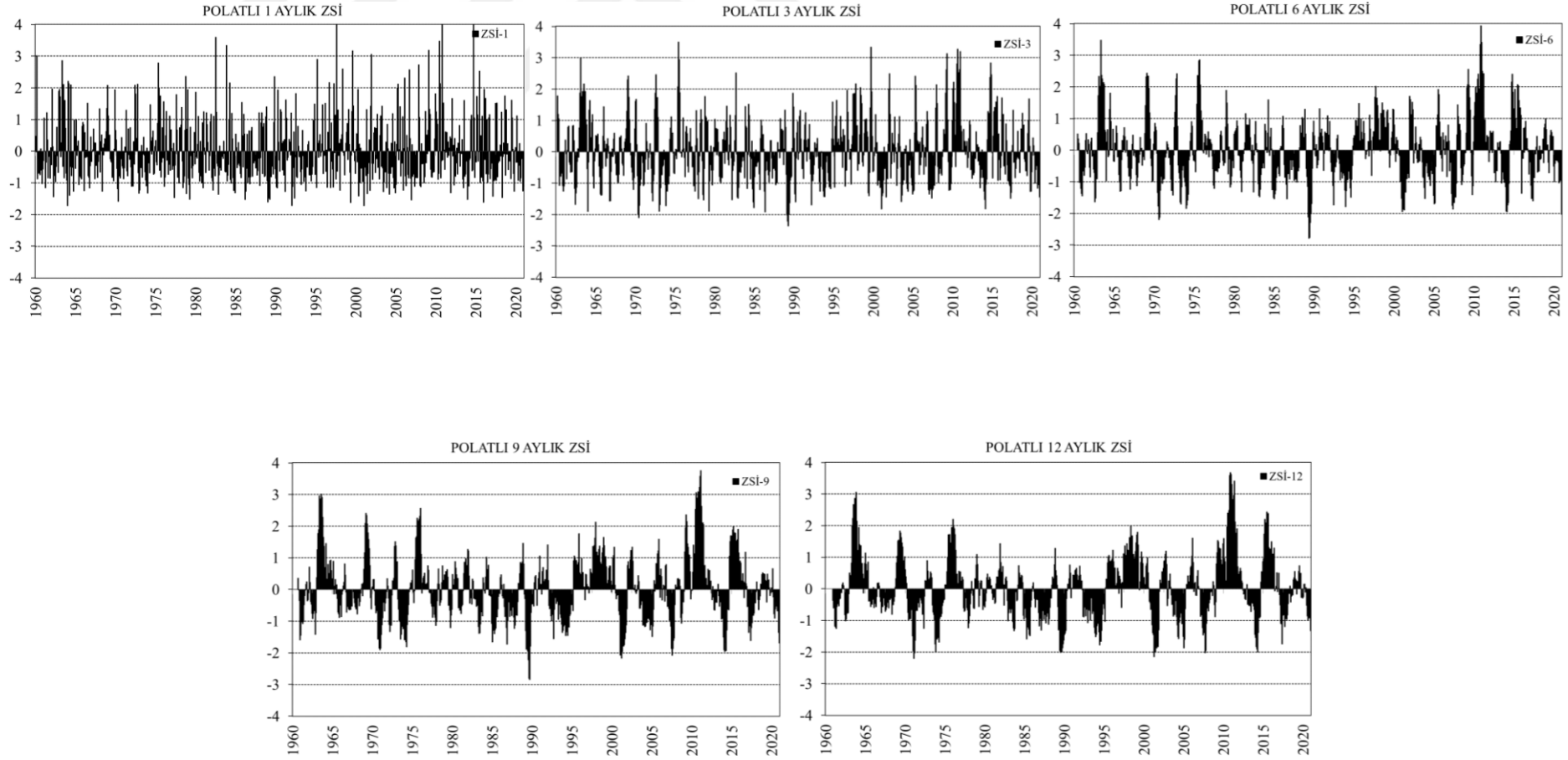
Ek 1.40. Nallıhan istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



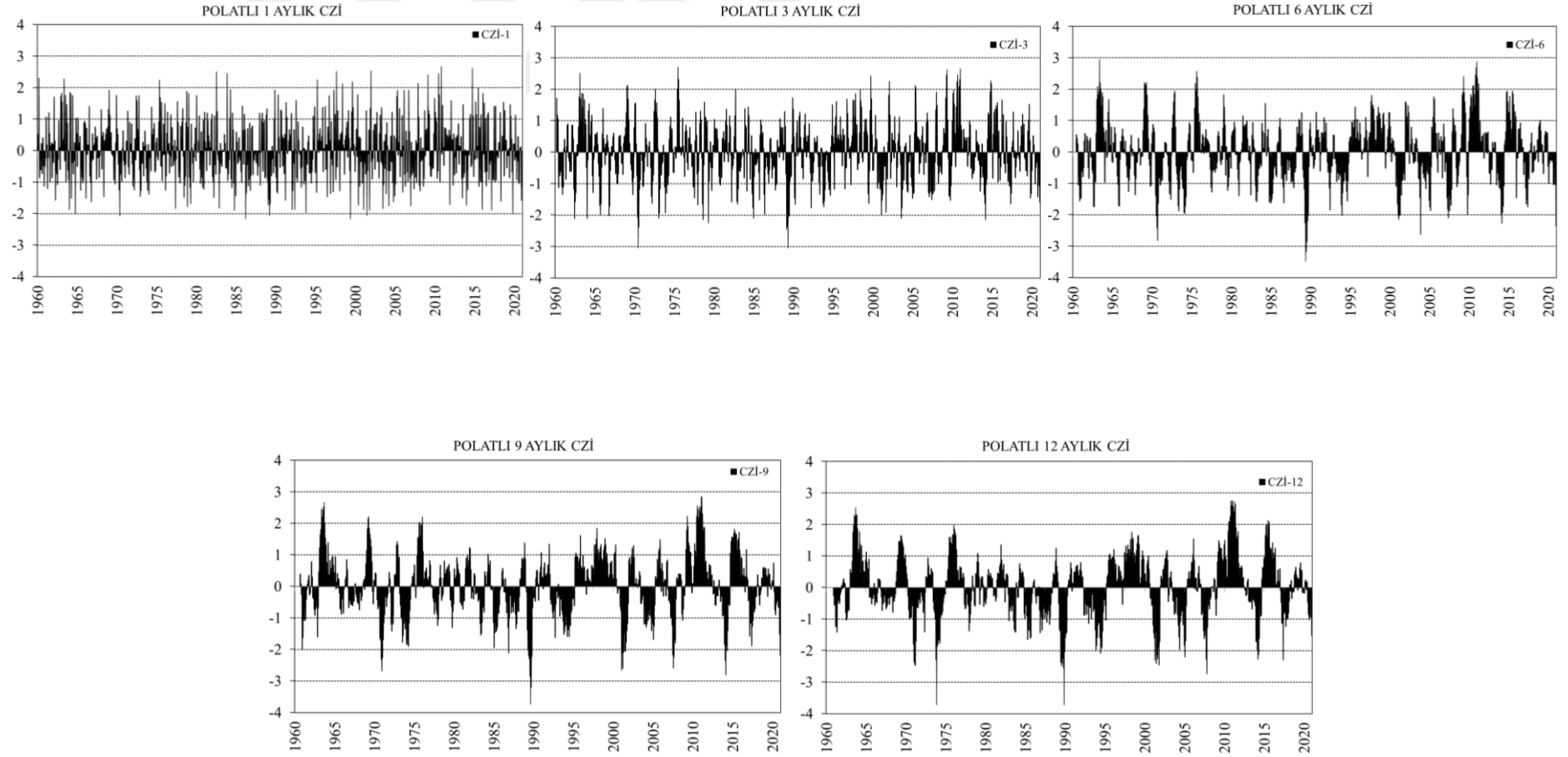
Ek 1.41. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



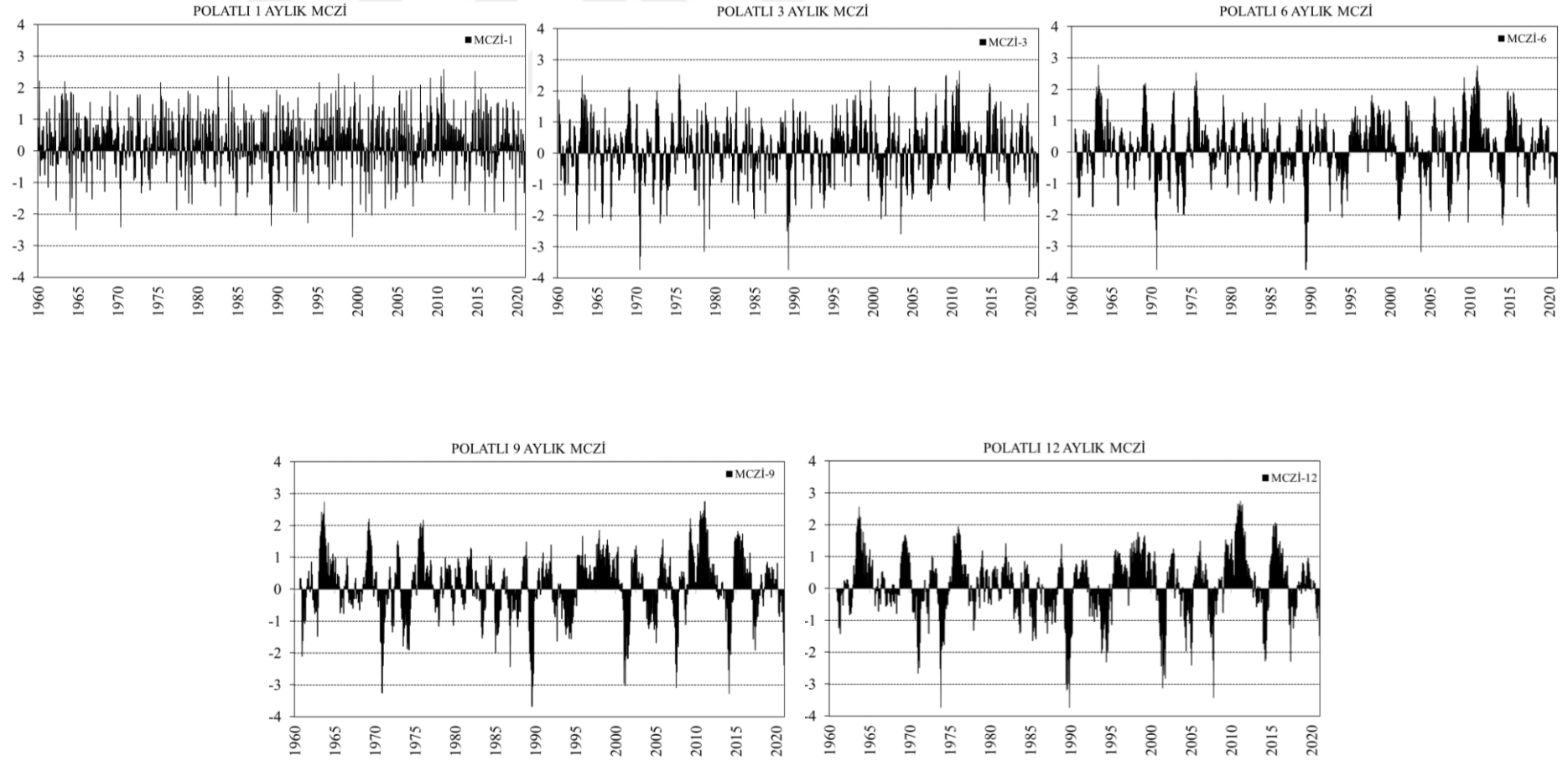
Ek 1.42. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



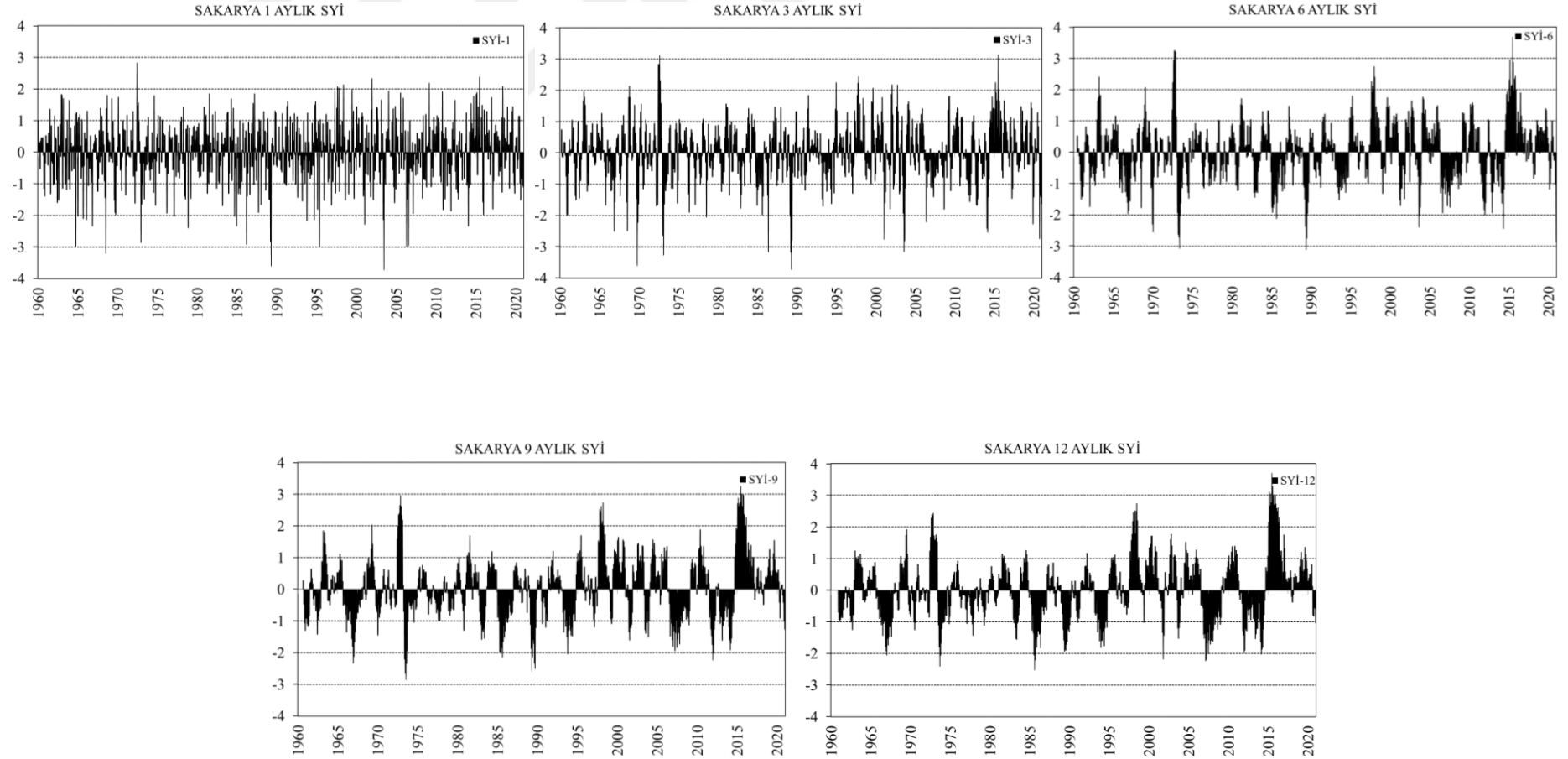
Ek 1.43. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



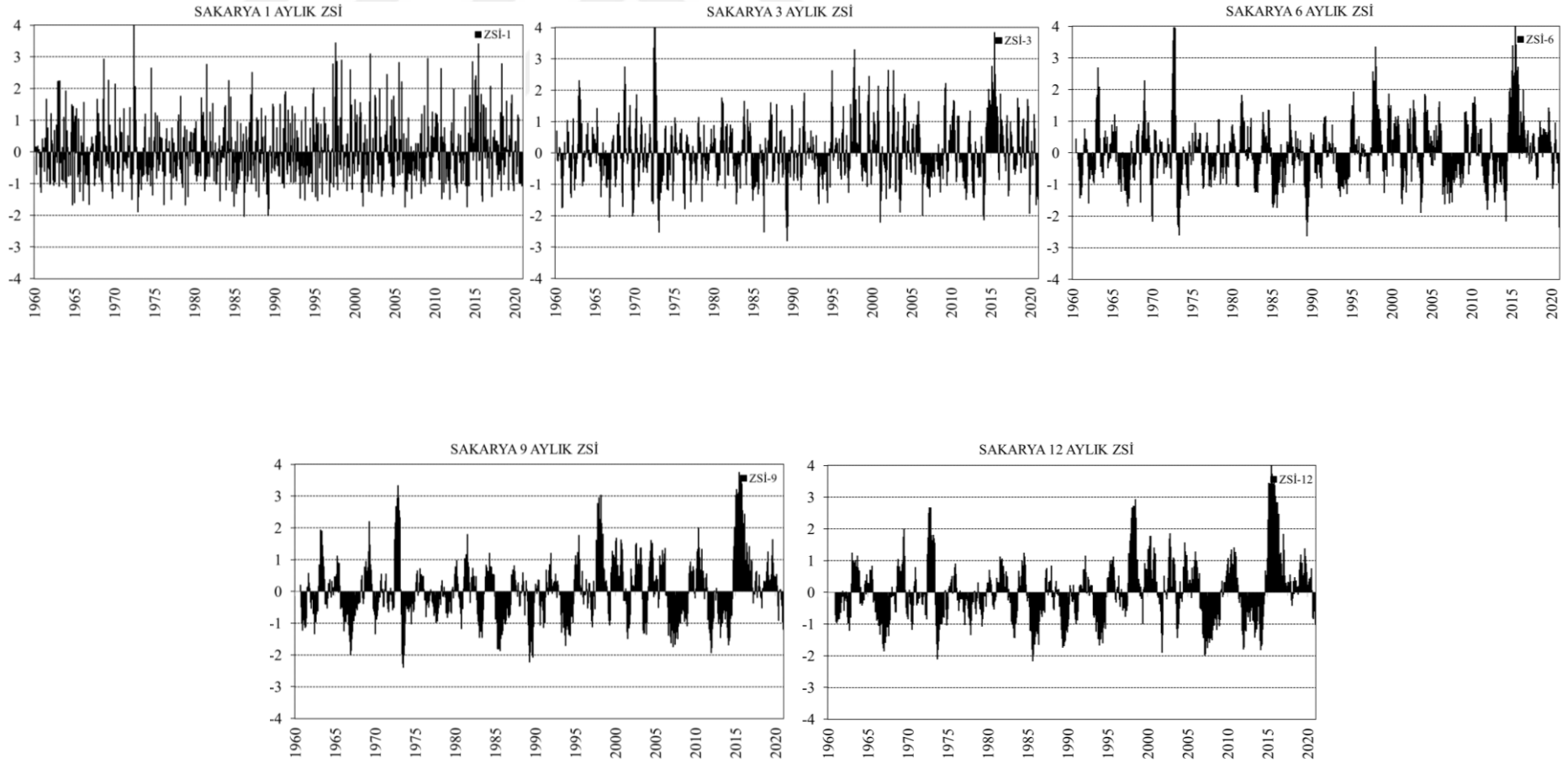
Ek 1.44. Polatlı istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



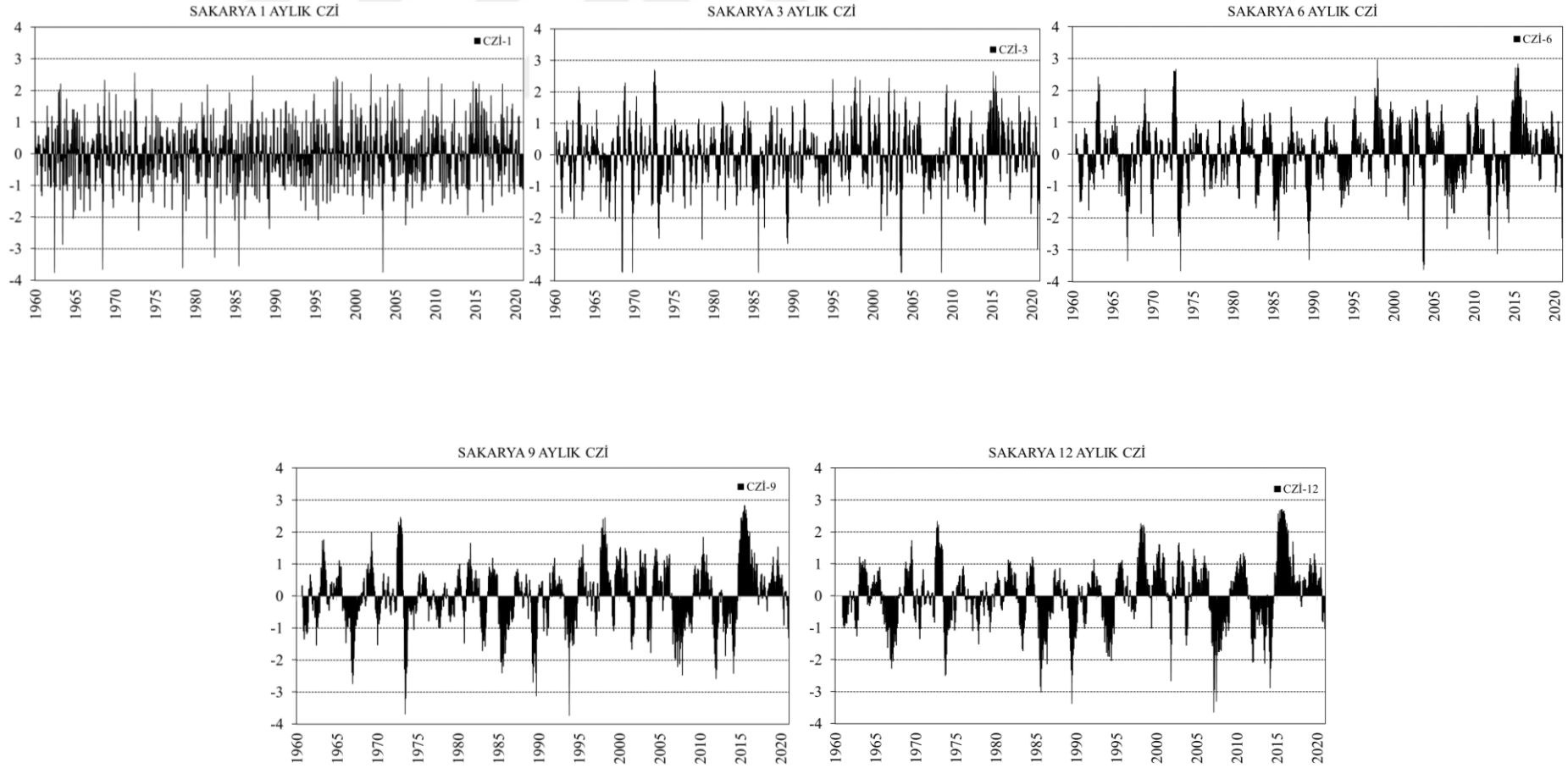
Ek 1.45. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



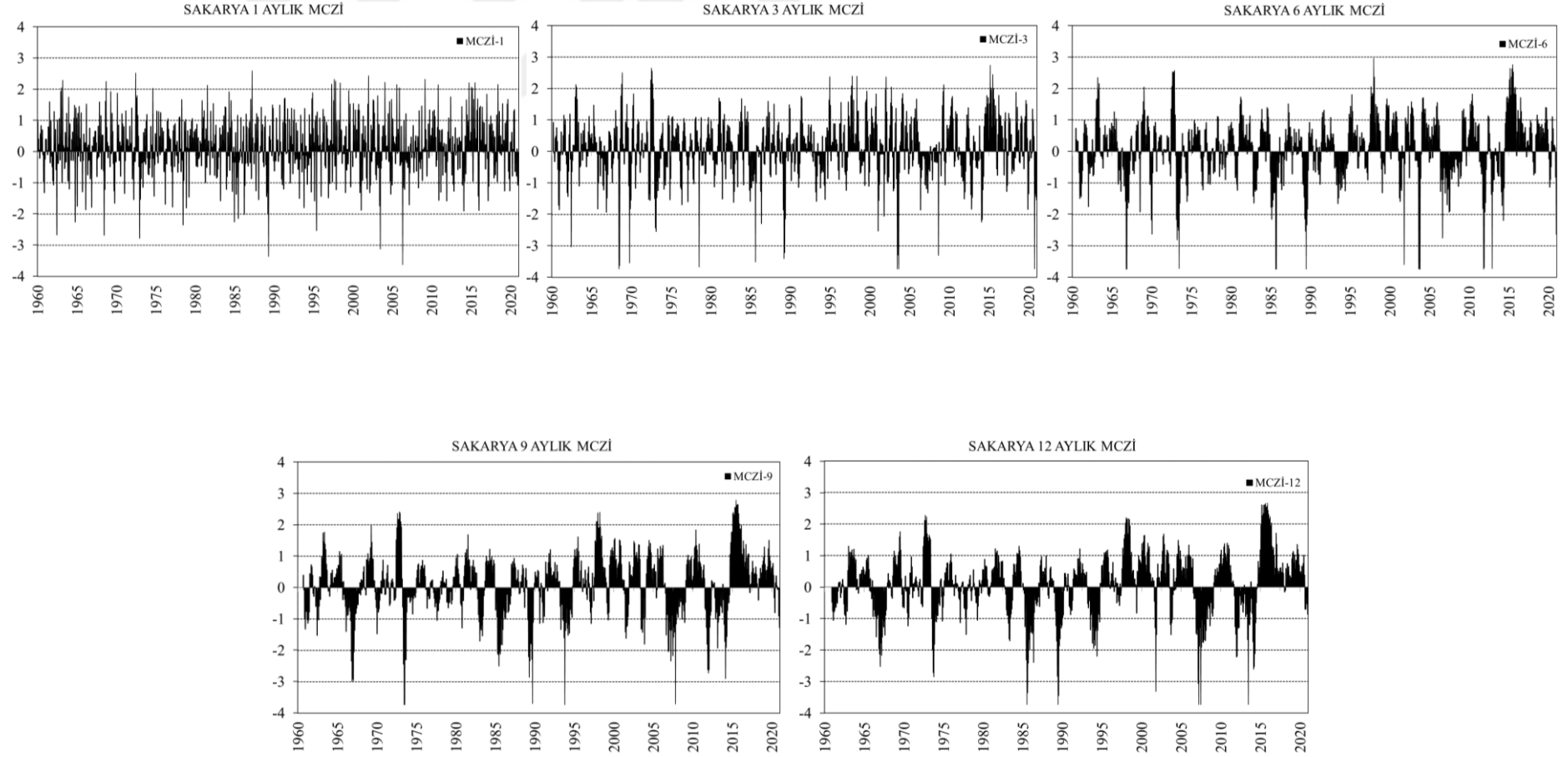
Ek 1.46. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



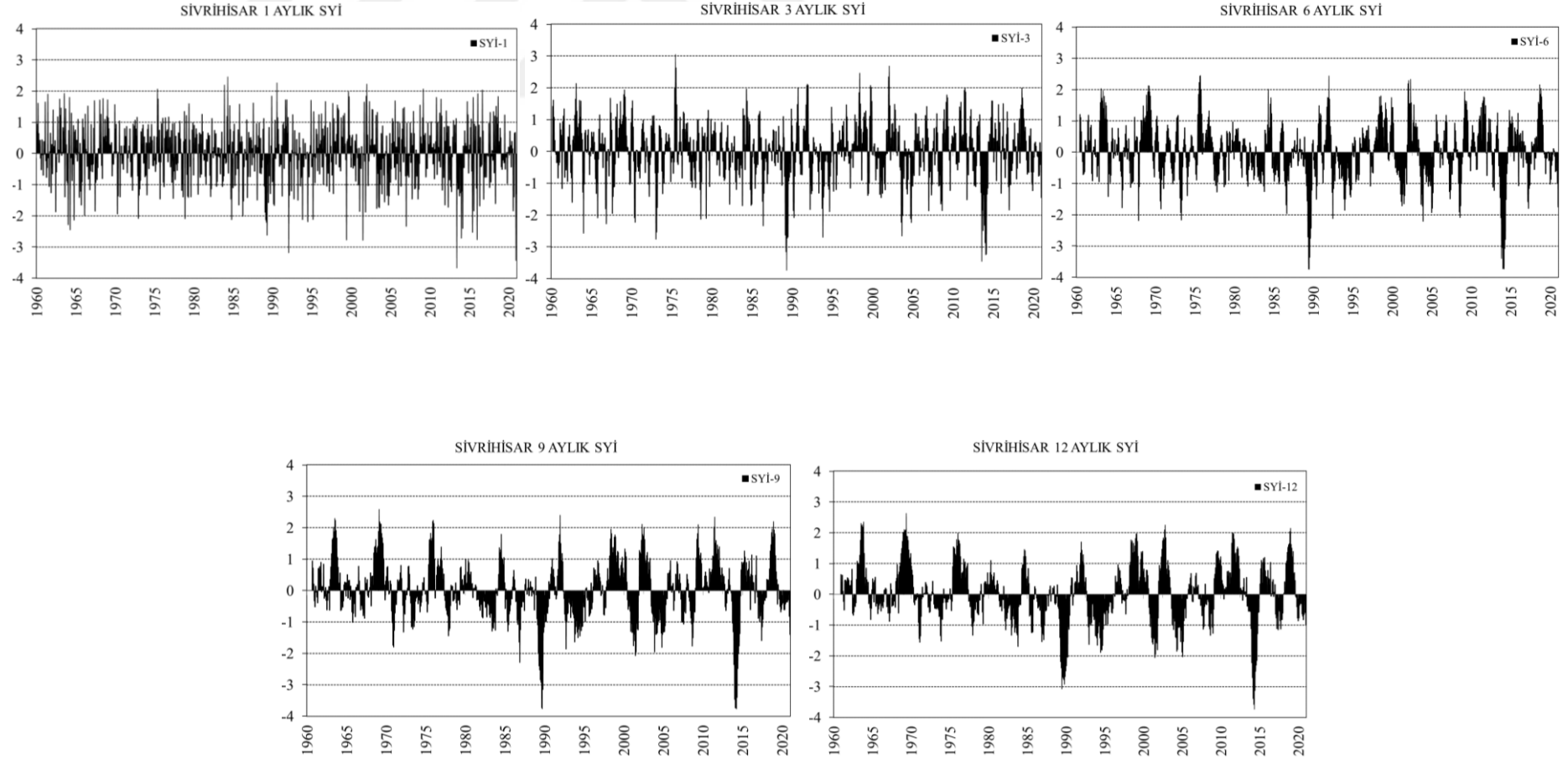
Ek 1.47. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



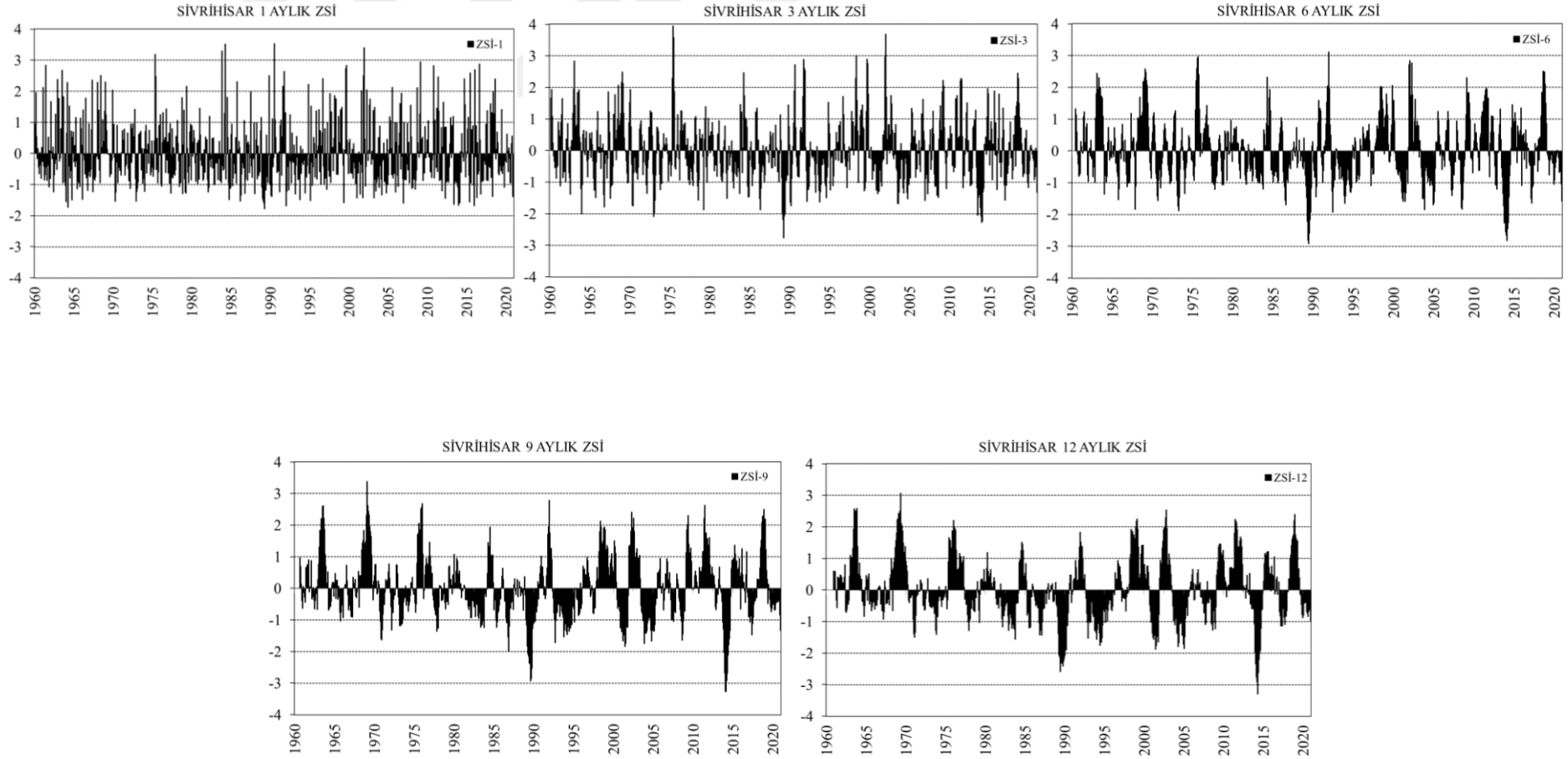
Ek 1.48. Sakarya istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



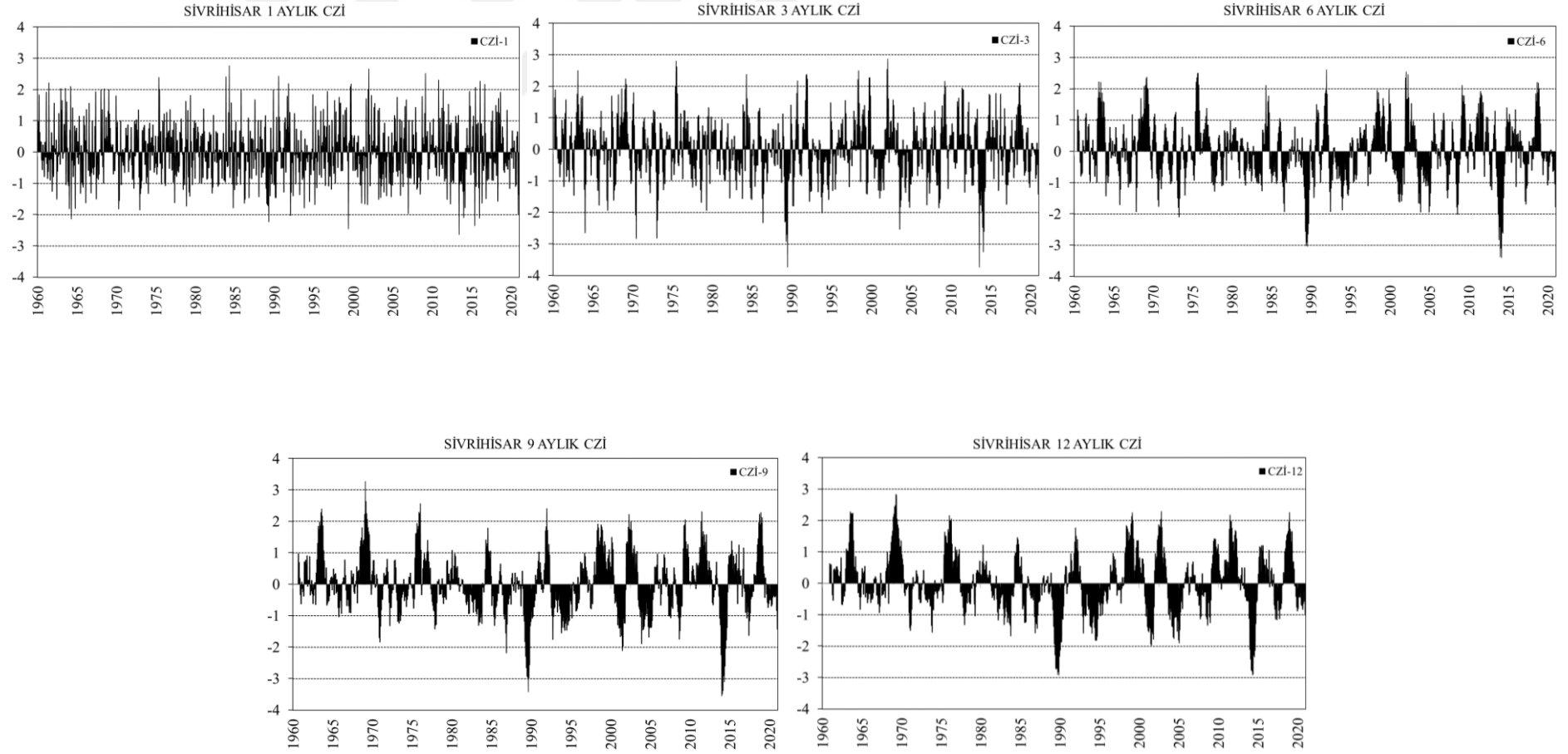
Ek 1.49. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



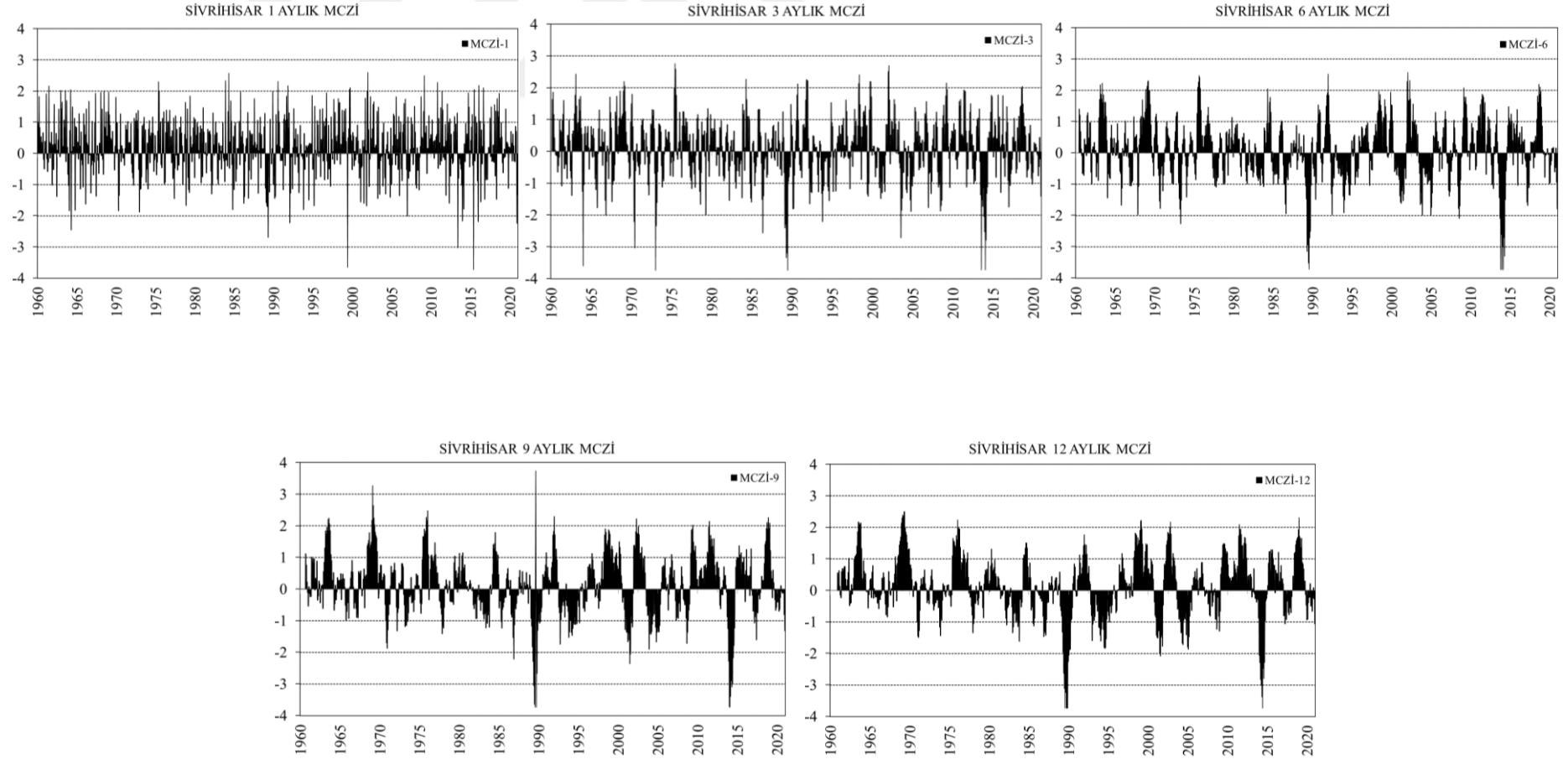
Ek 1.50. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



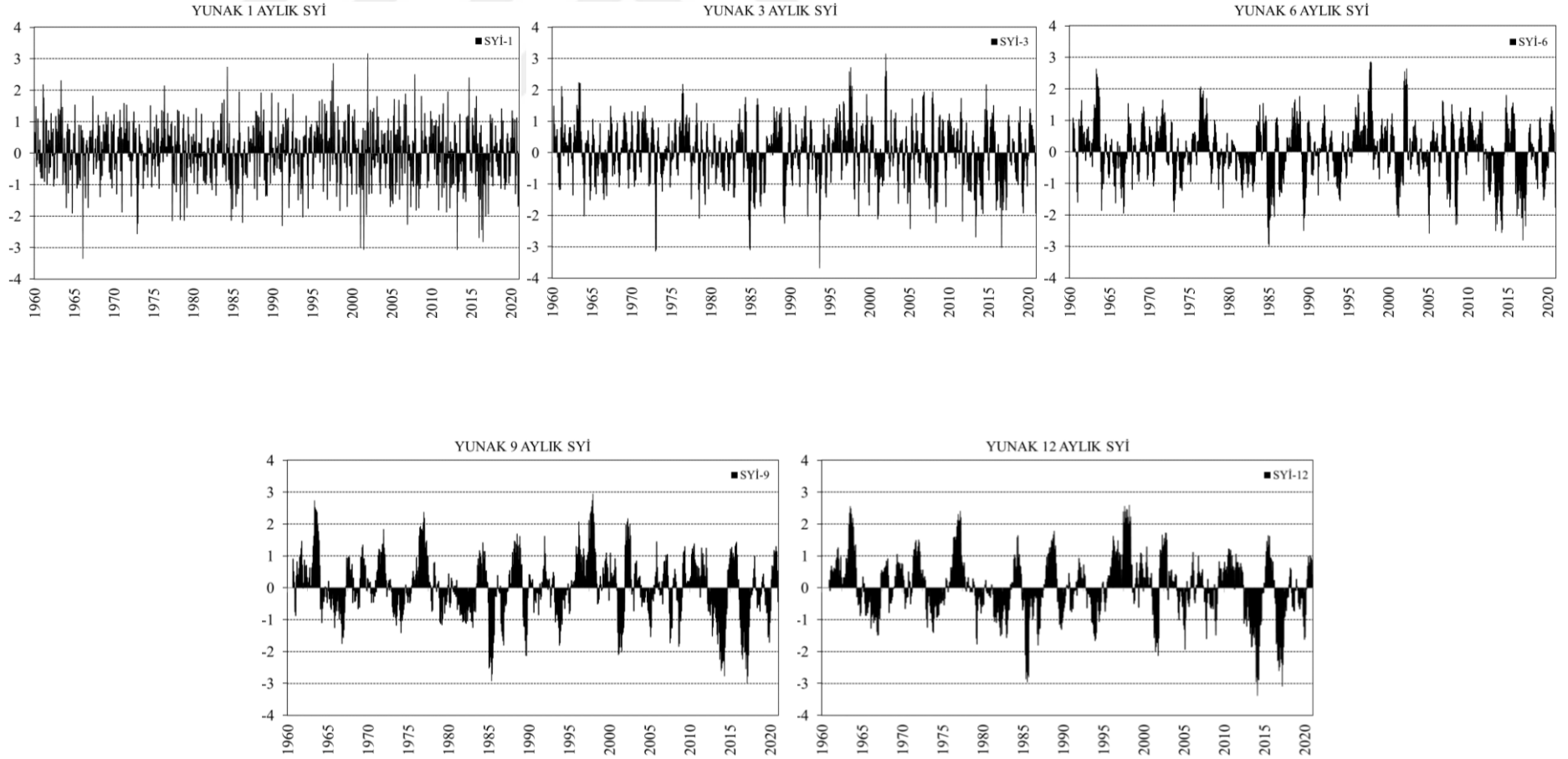
Ek 1.51. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



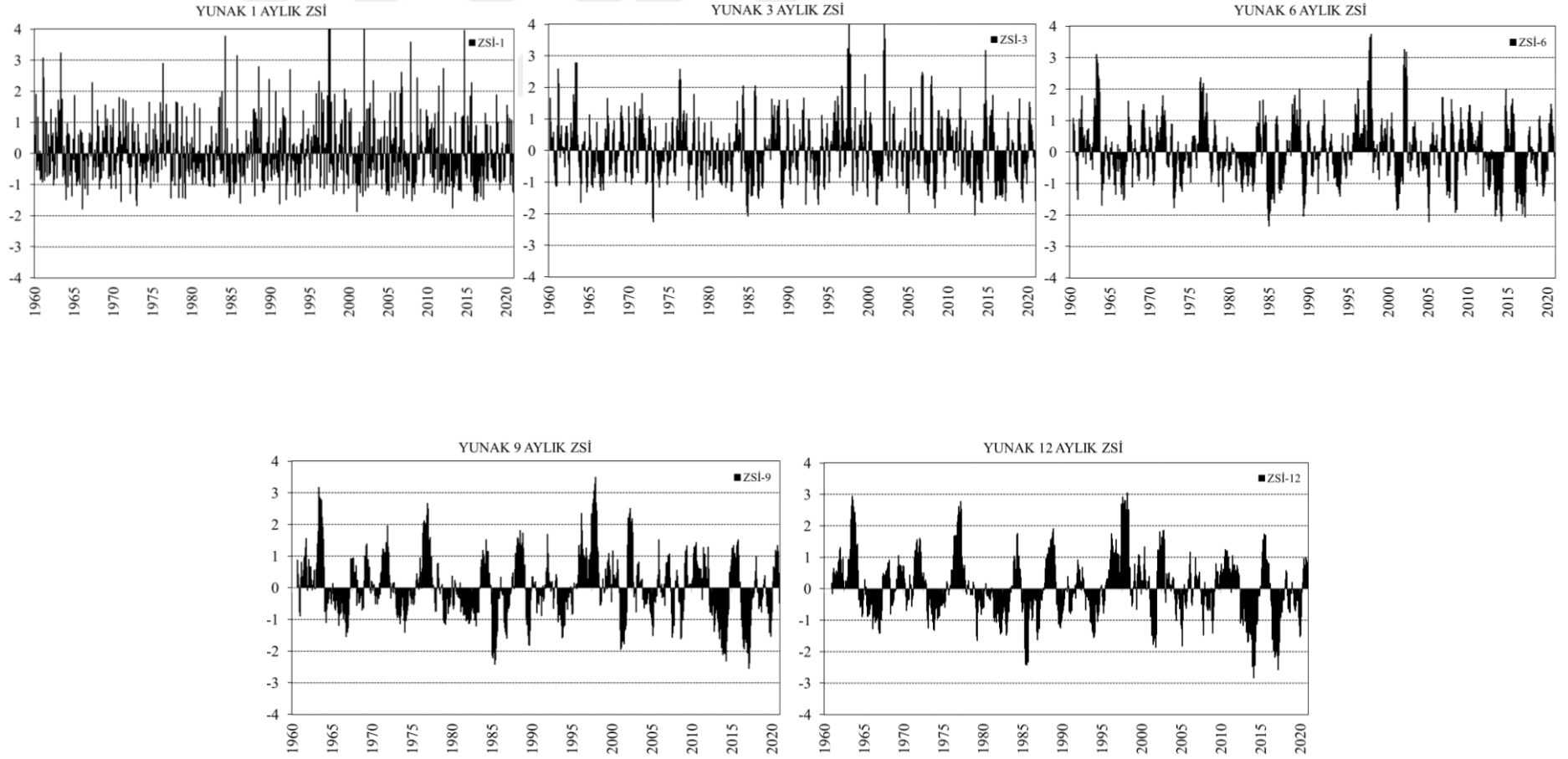
Ek 1.52. Sivrihisar istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



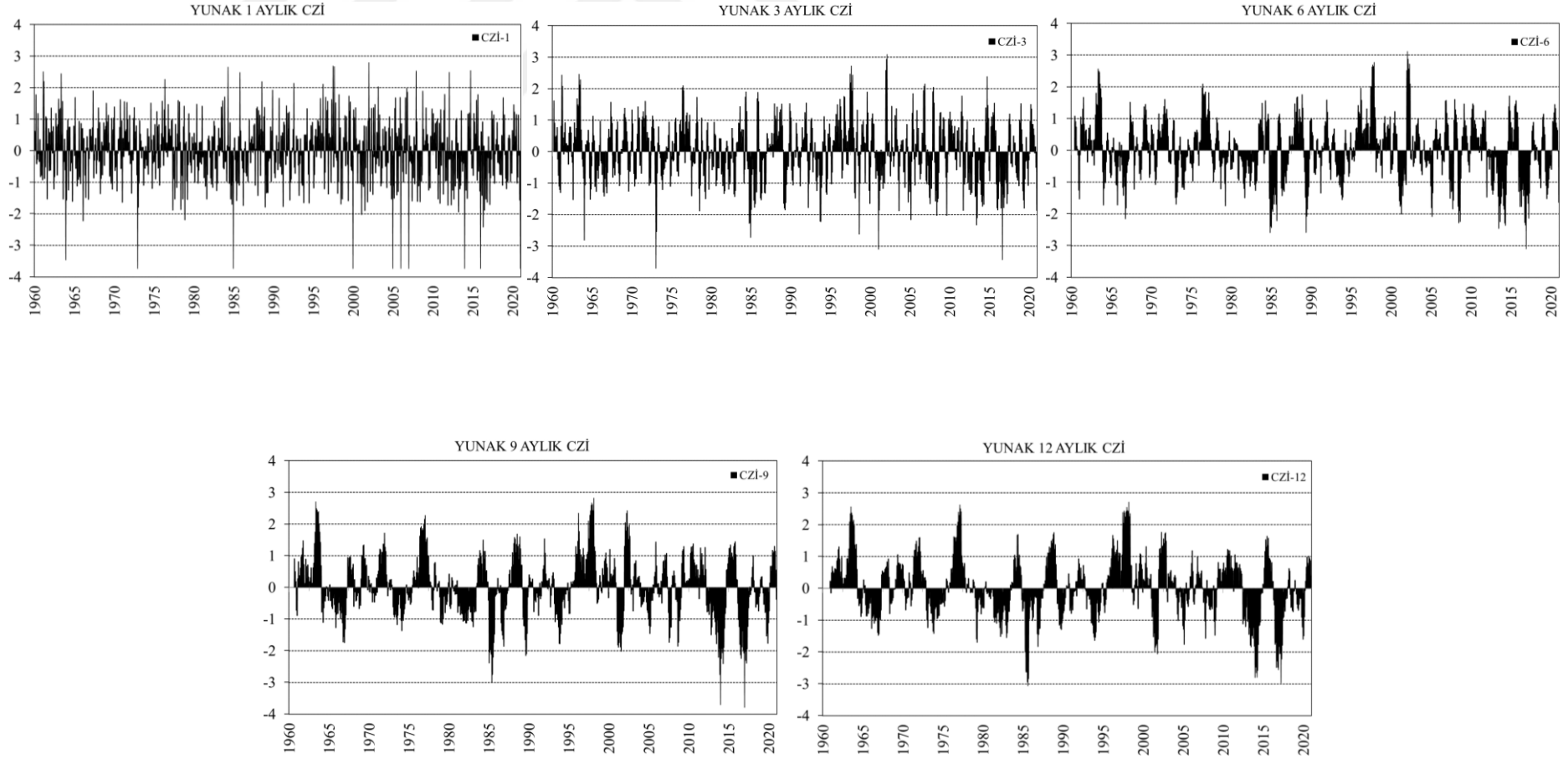
Ek 1.53. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ kuraklıkları



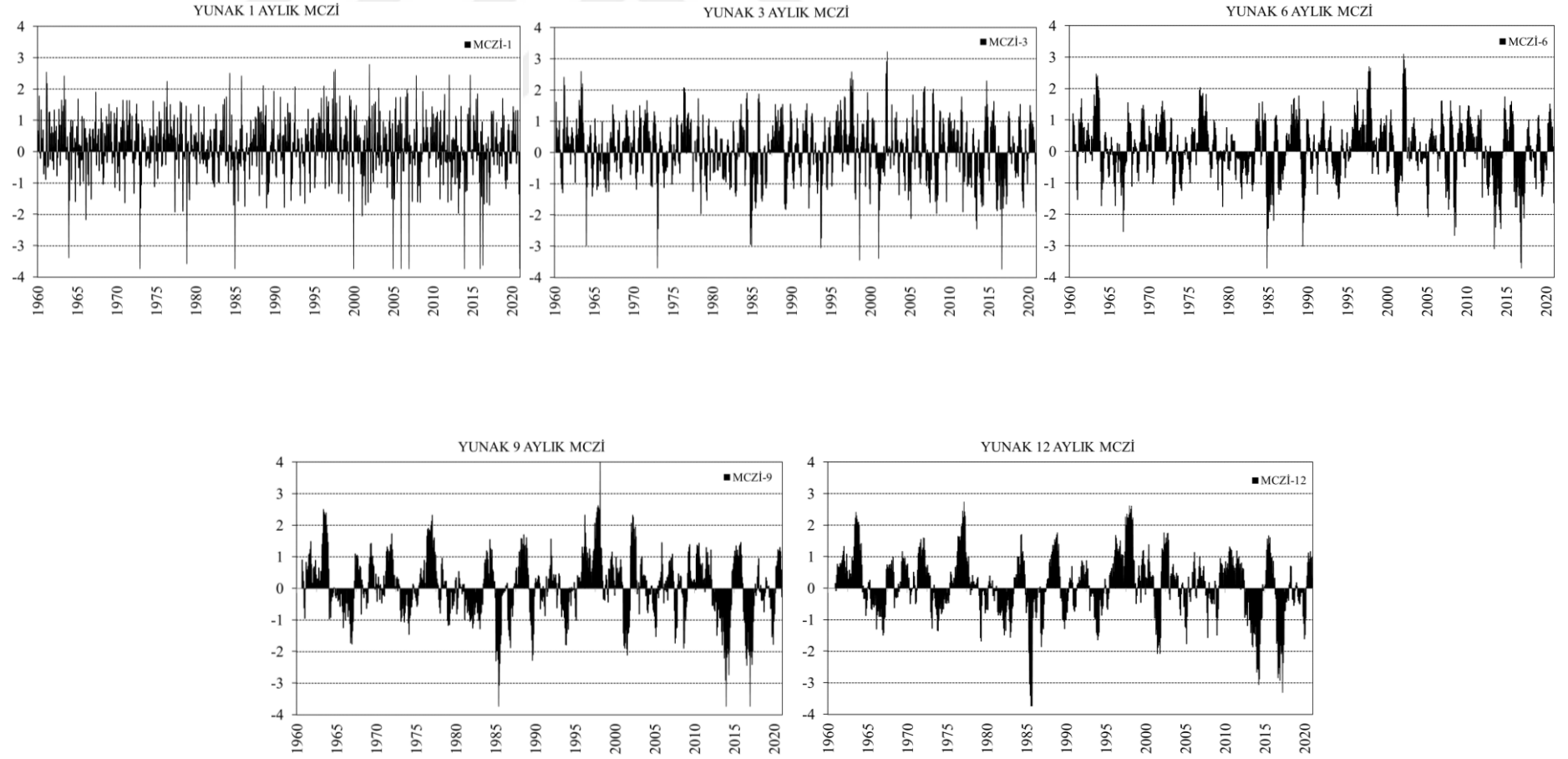
Ek 1.54. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık ZSİ kuraklıkları



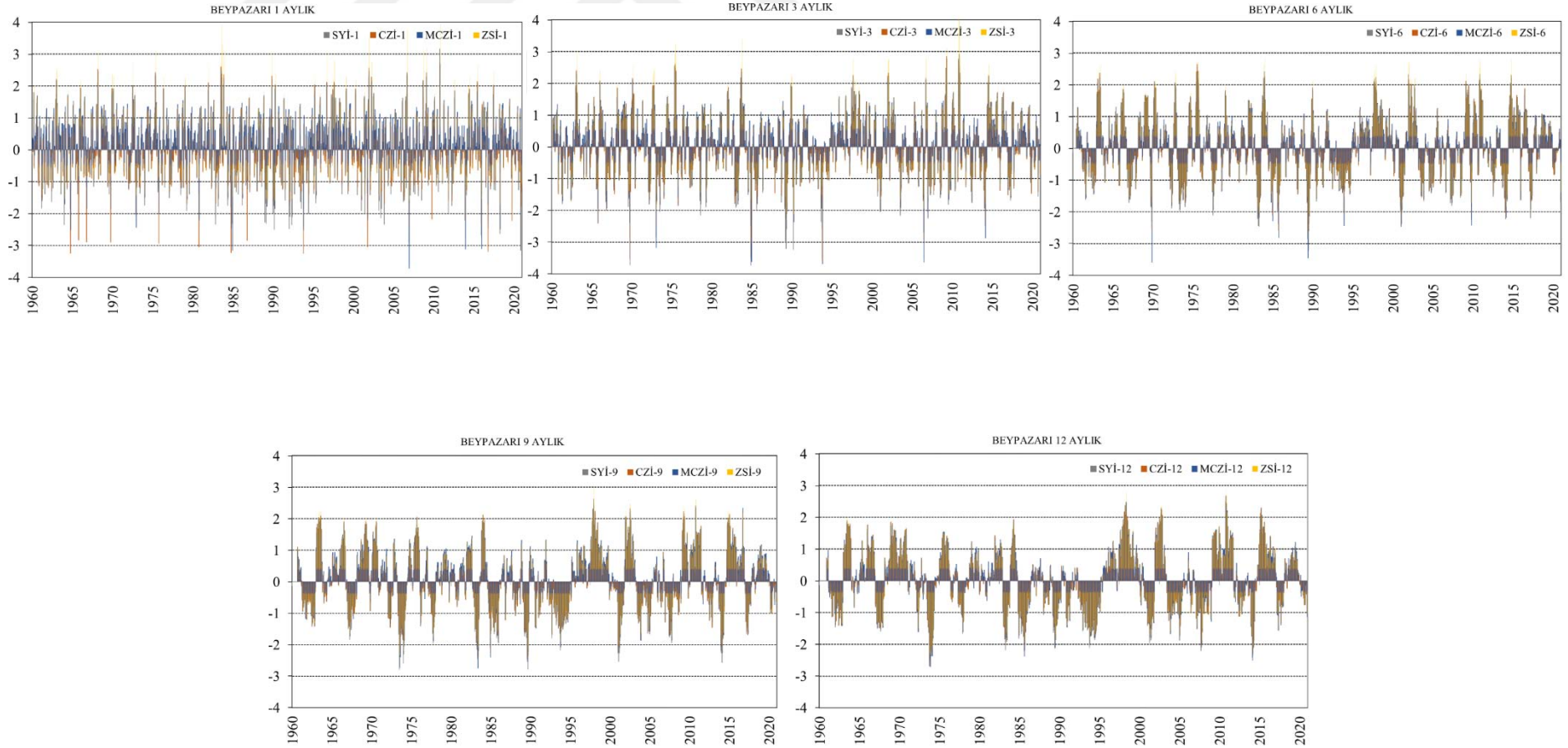
Ek 1.55. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık CZİ kuraklıkları



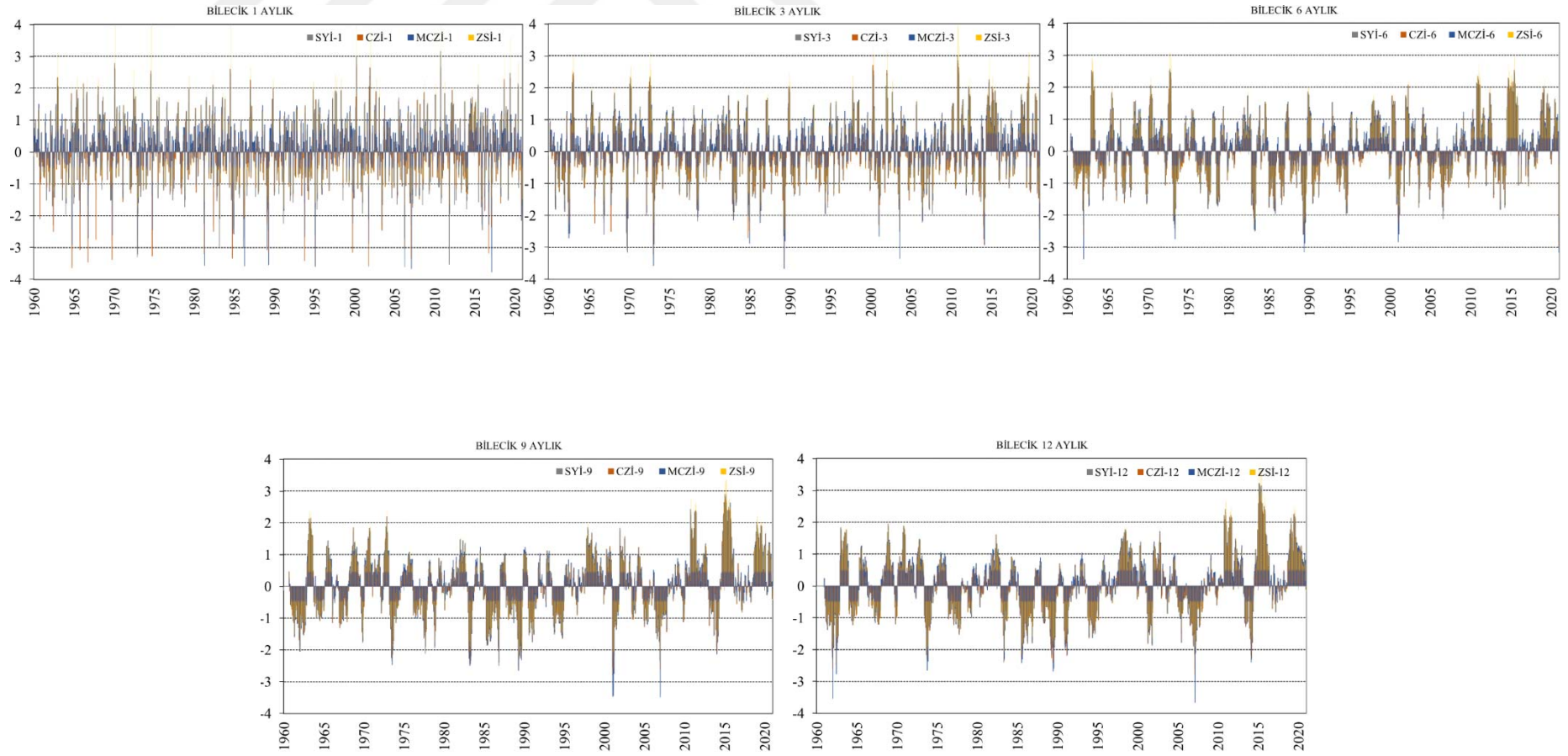
Ek 1.56. Yunak istasyonu 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık MCZİ kuraklıkları



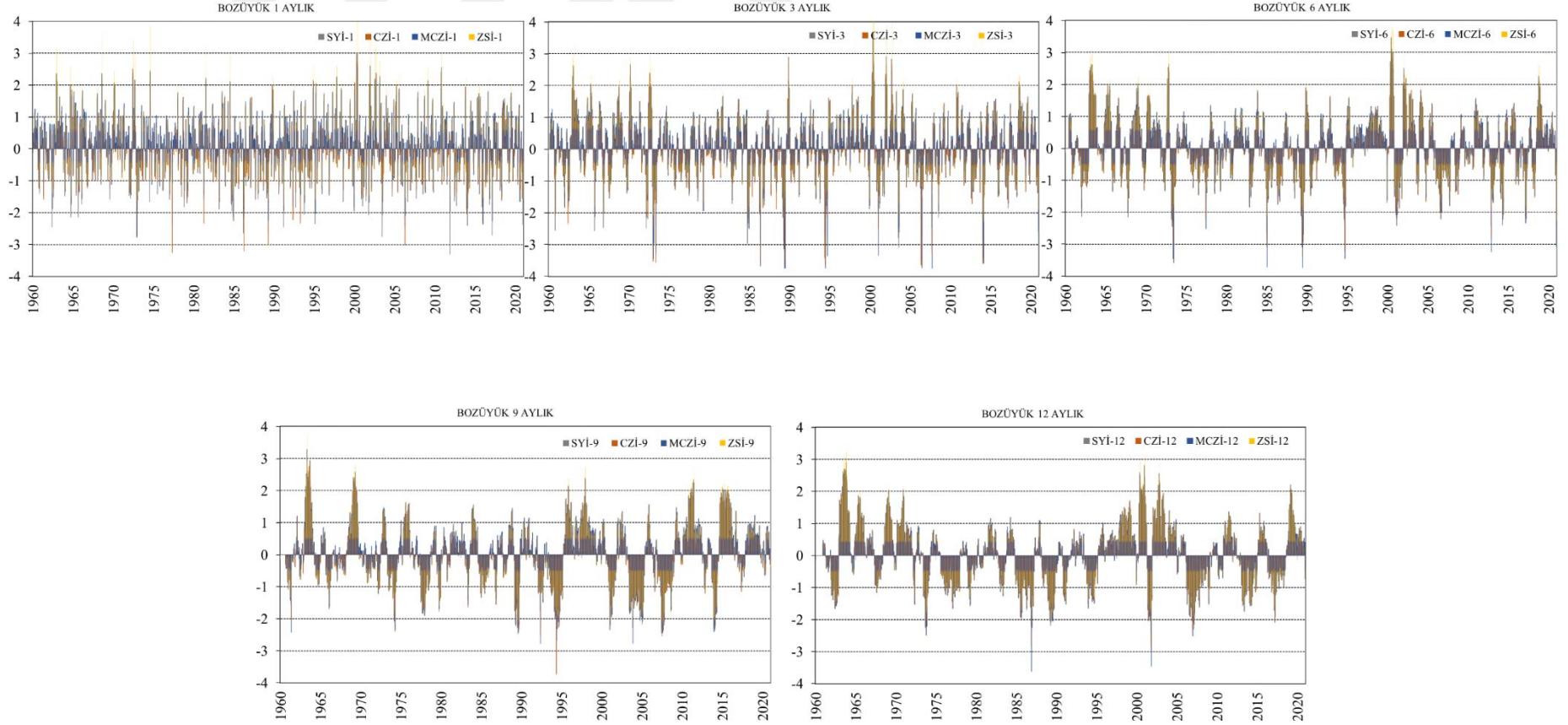
Ek 2.1. Beypazarı istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



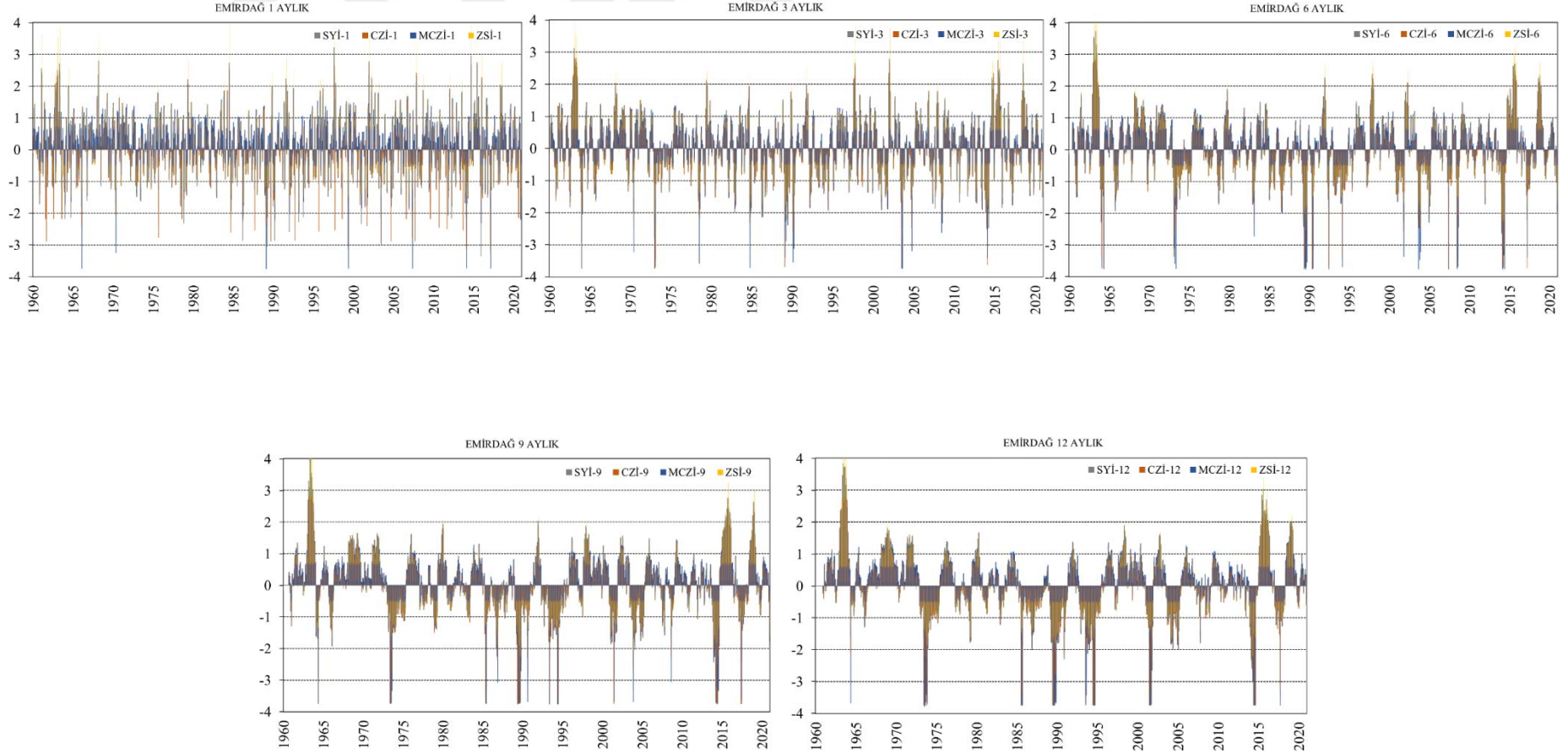
Ek 2.2. Bilecik istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



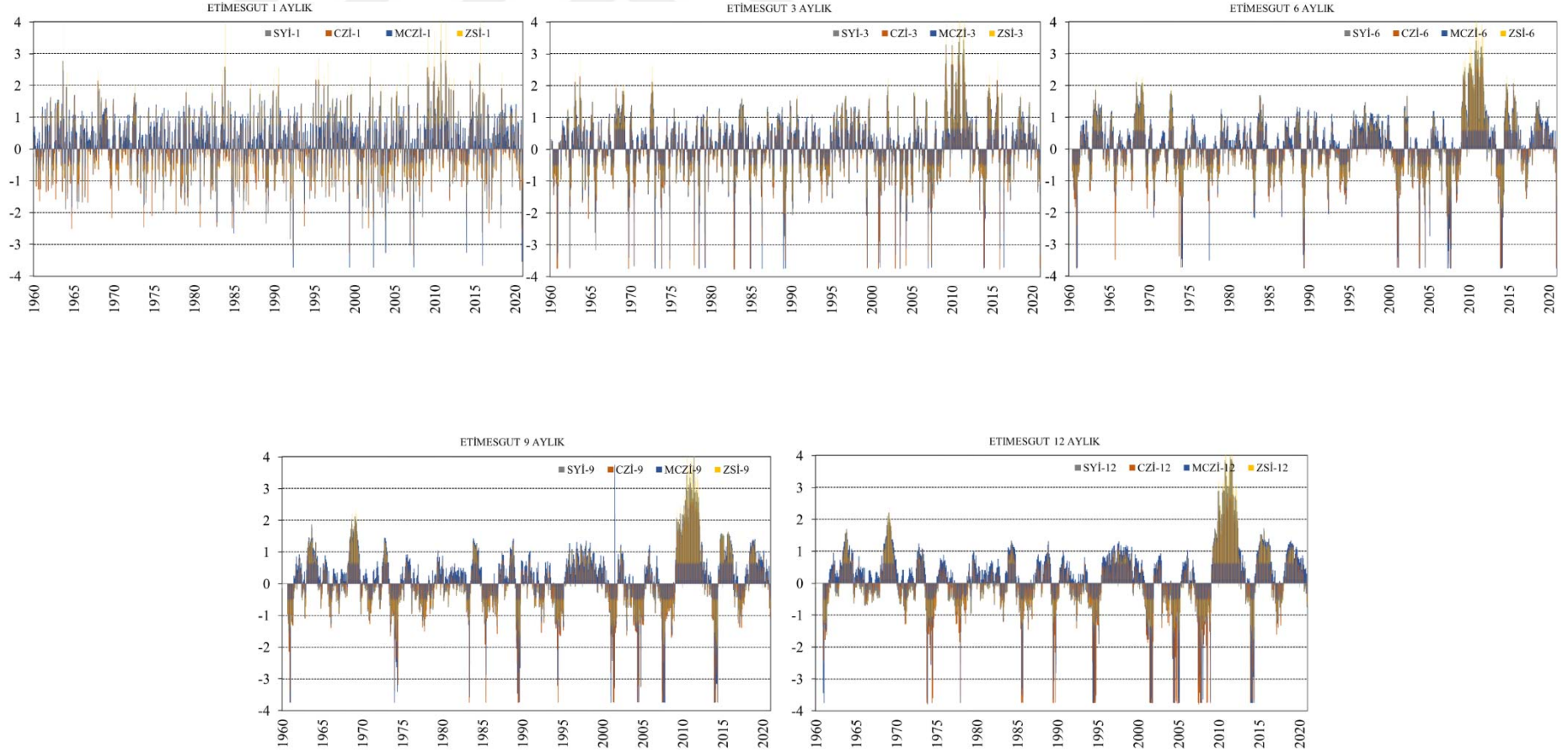
Ek 2.3. Bozüyük istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



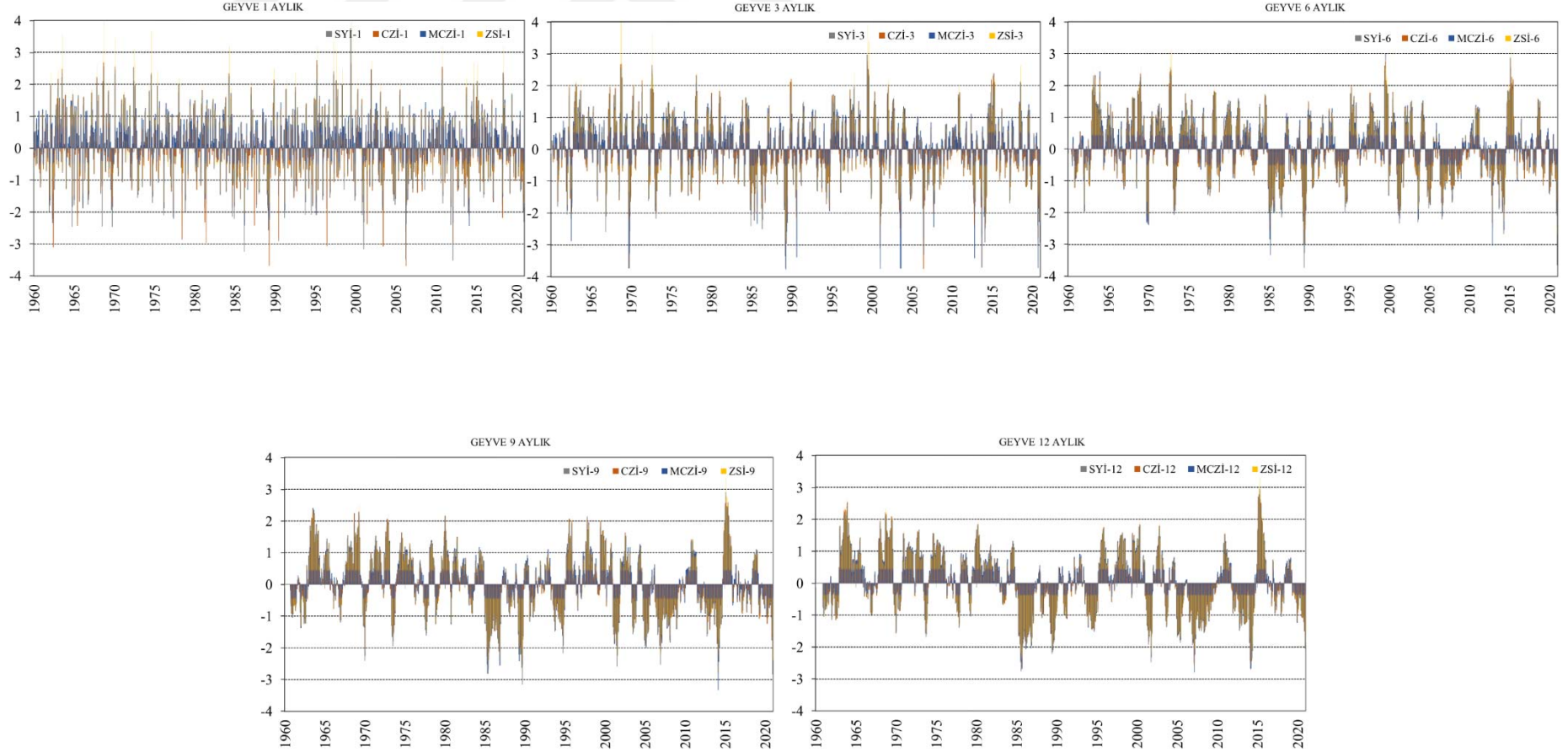
Ek 2.4. Emirdağ istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



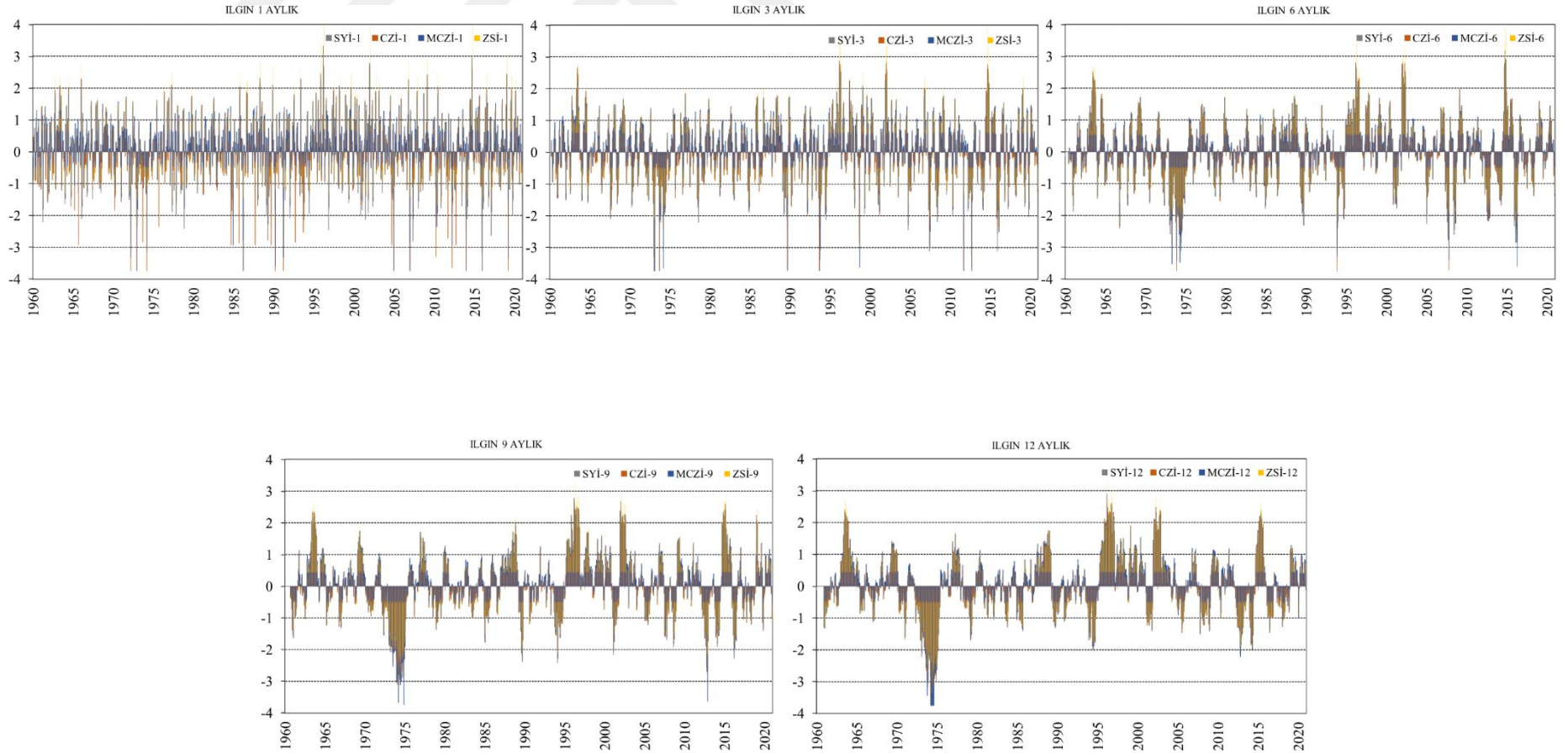
Ek 2.5. Etimesgut istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



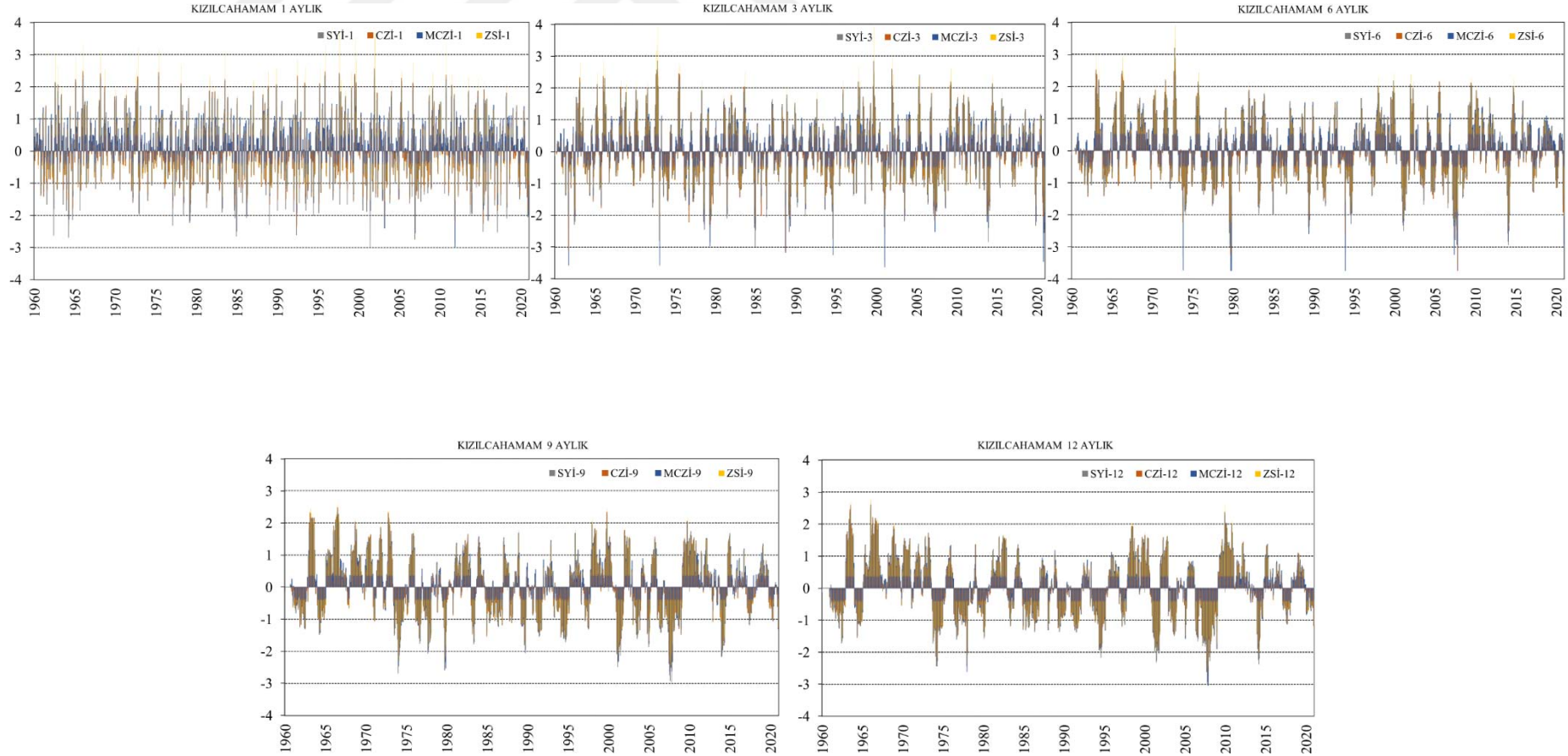
Ek 2.6. Geyve istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



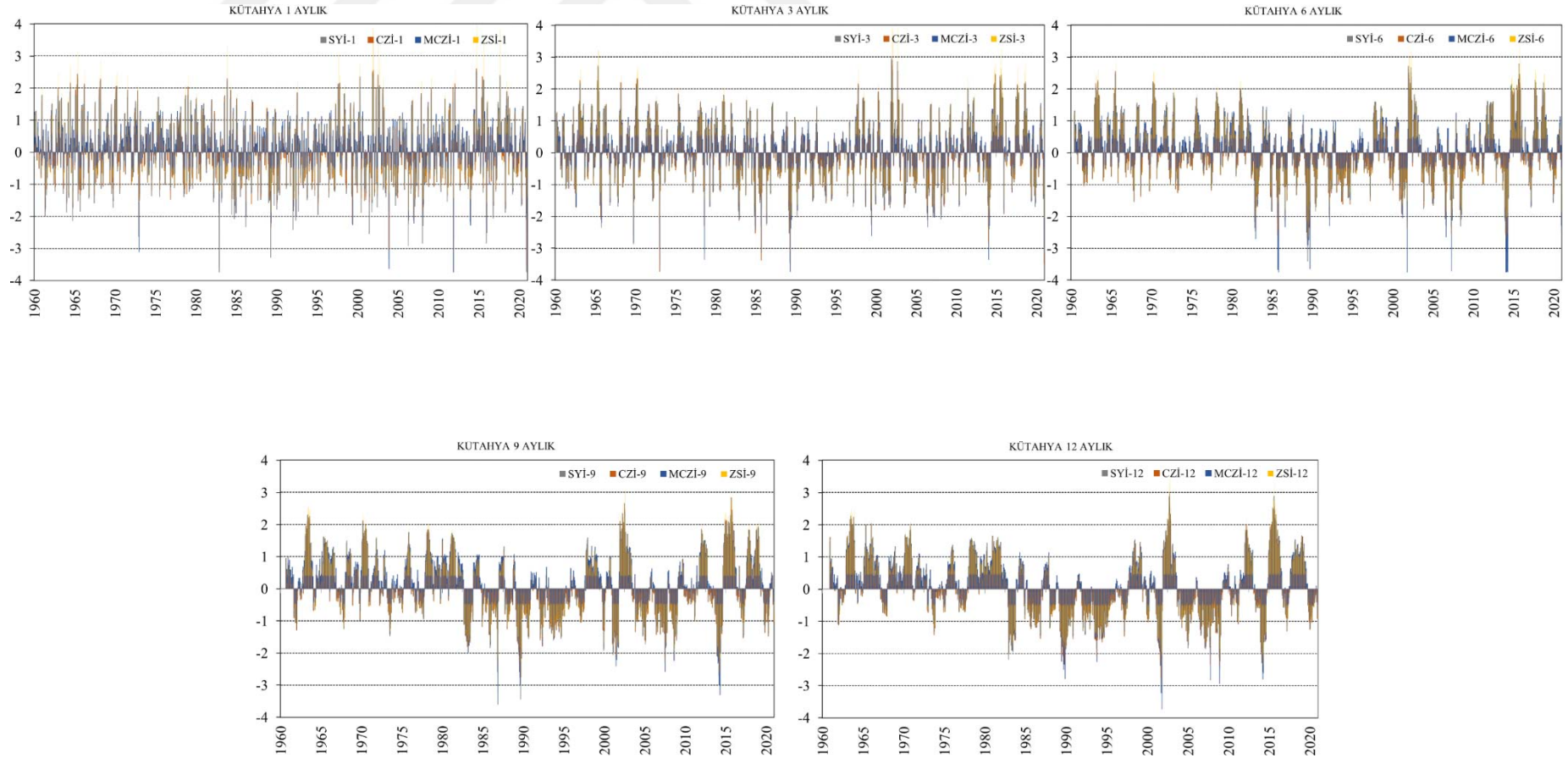
Ek 2.7. Ilgın istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



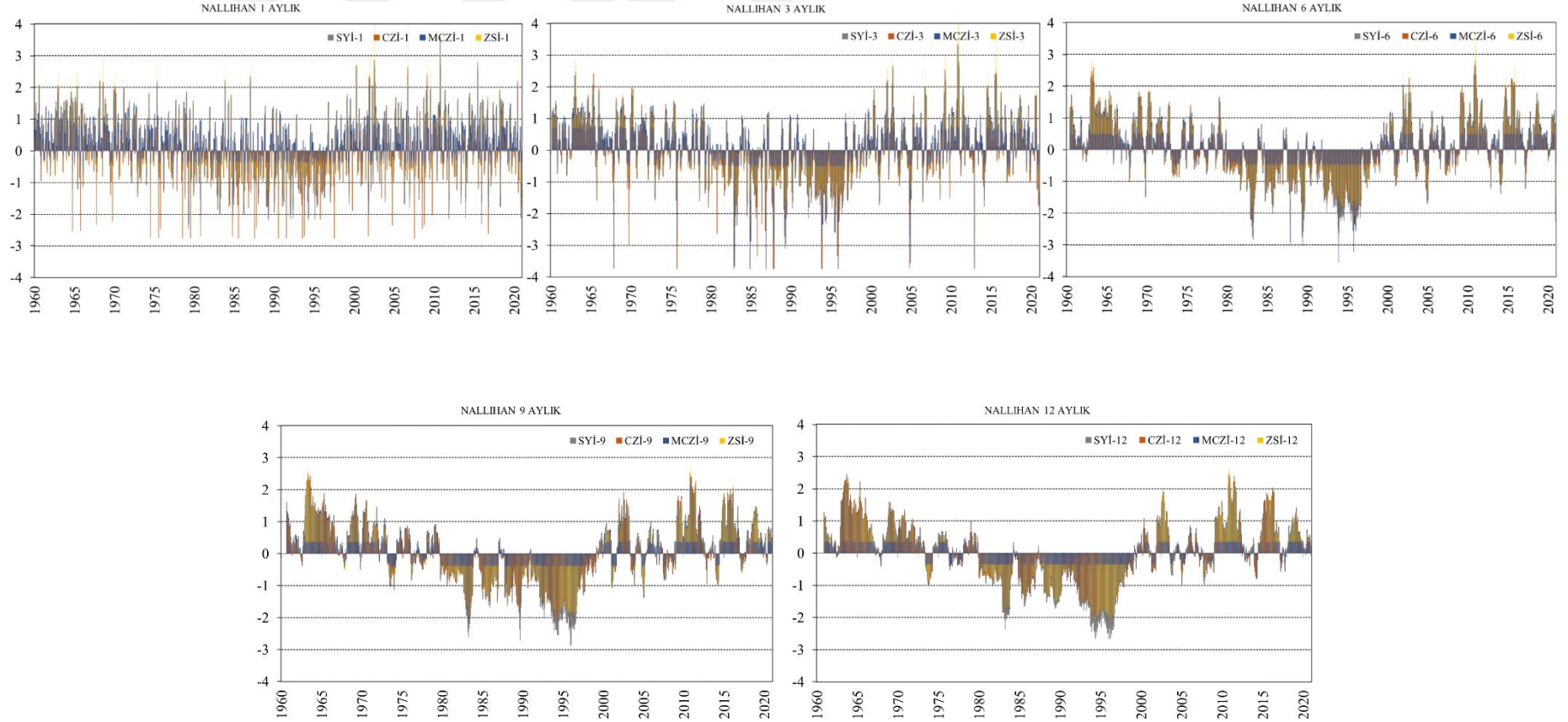
Ek 2.8. Kızılcahamam istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



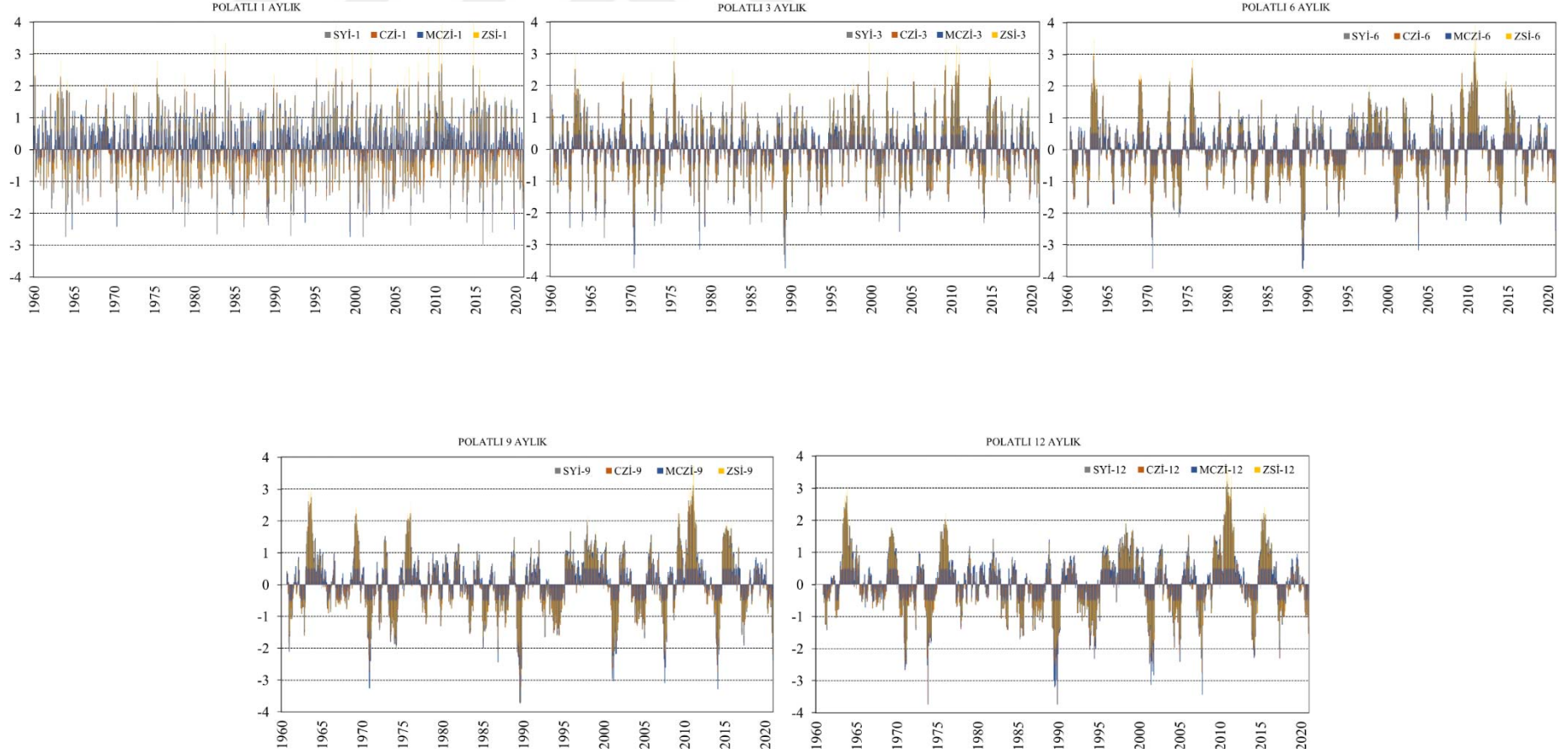
Ek 2.9. Kütahya istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



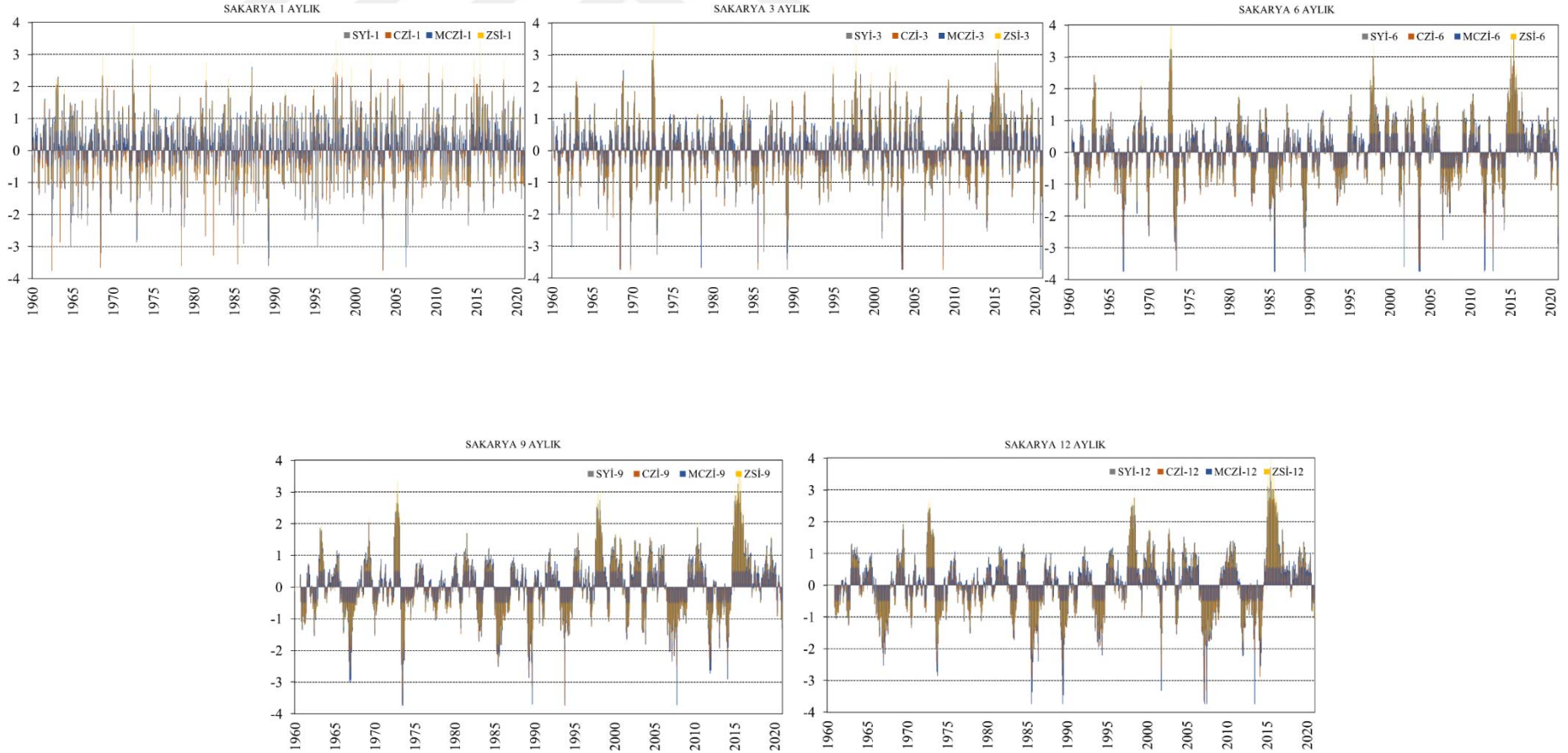
Ek 2.10. Nallıhan istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



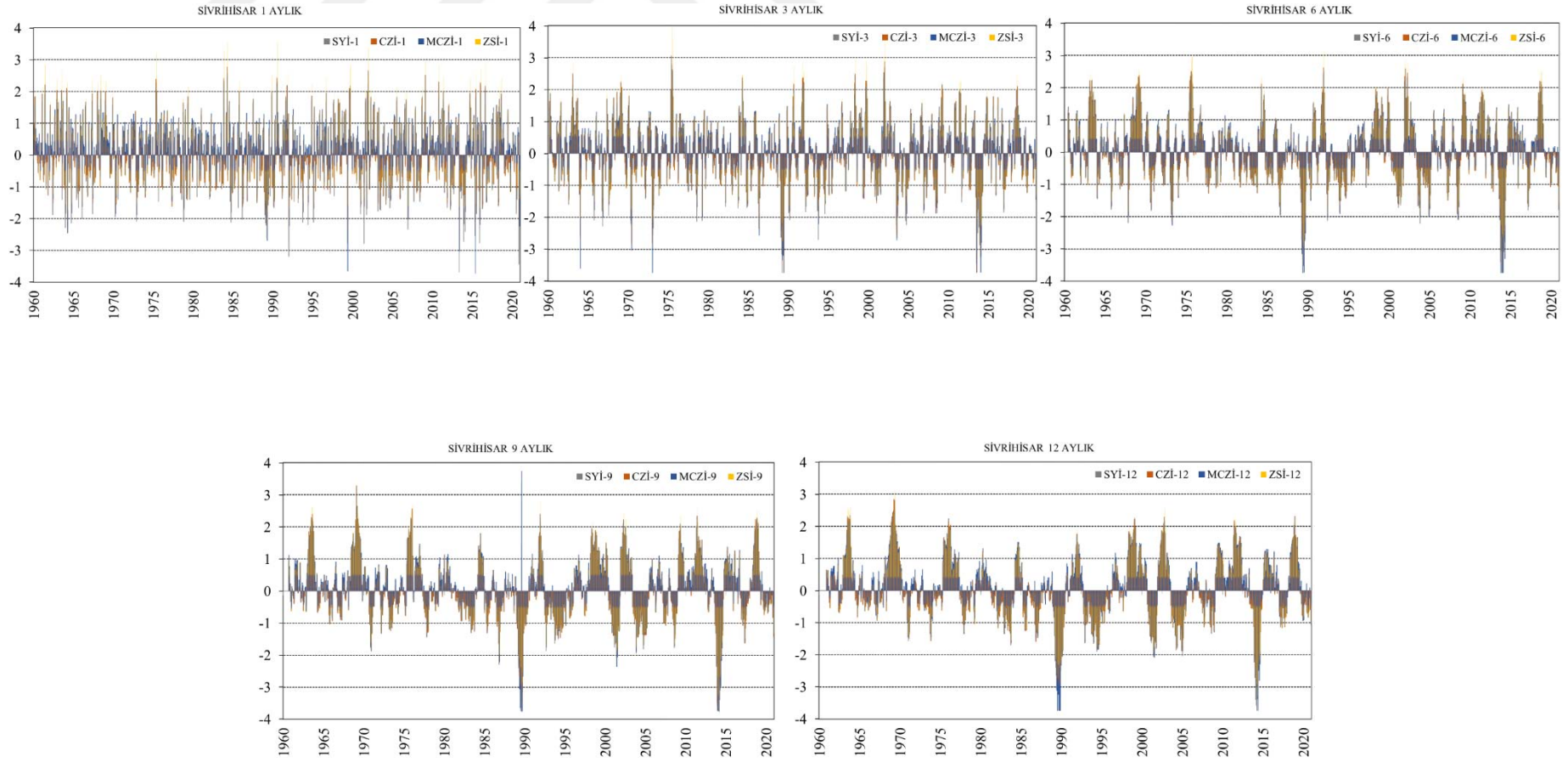
Ek 2.11. Polatlı istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



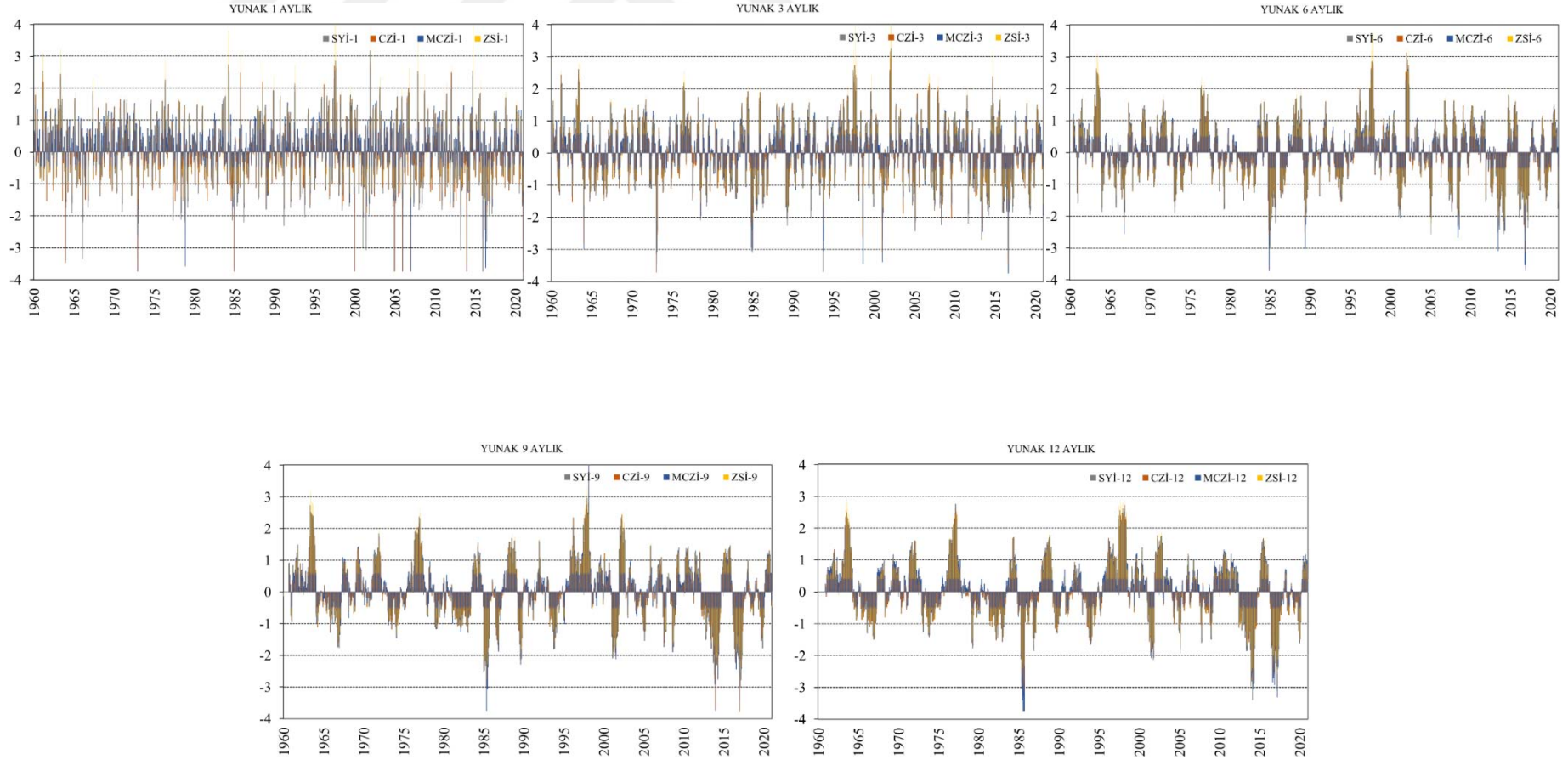
Ek 2.12. Sakarya istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



Ek 2.13. Sivrihisar istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



Ek 2.14. Yunak istasyonuna ait 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ, ZSİ, CZİ ve MCZİ değerlerinin zamanla değişimi



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abdulsamed ÖZLÜ

Doğum Yeri ve Tarihi : 1996, Kırıkkale

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu : Kırıkkale Üniversitesi 2015-2019

Lisans : Kırıkkale Üniversitesi

Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar : Teknik-1 Yapı Denetim Ltd. Şti. 2020

Araştırma Alanları : Hidroloji