



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAĞIŞLI GÜN SAYILARINDAKİ
DEĞİŞKENLİĞİN ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

SAMET BİLİR

Tez Danışmanı

DR. ÖĞRETİM ÜYESİ FAİZE SARIŞ

Çanakkale – 2019



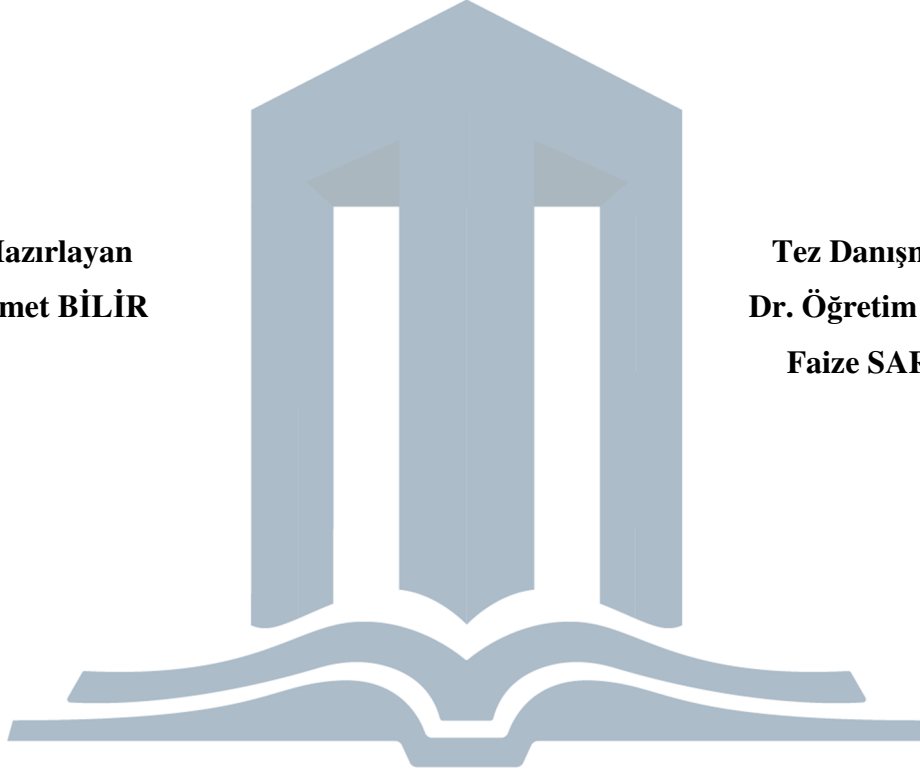
**T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

TÜRKİYE'DE YAĞIŞLI GÜN SAYILARINDAKİ DEĞİŞKENLİĞİN ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

**Hazırlayan
Samet BİLİR**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğretim Üyesi
Faize SARIŞ**



Çanakkale – 2019

TAAHHÜTNAME

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye’de Yağışlı Gün Sayılarındaki Değişkenliğin Analizi” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını, özgünlüğünü ve bir başka mecraya sunulmadığını, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu ve yararlandığım kaynak ve verilerde hiçbir çarpıtma yapmadığımı belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

28.06/2019

Adı ve Soyadı

Lamet Bilir

İmza

Lamet Bilir



Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne



Samet BİLİR'e ait 'Türkiye'de Yağışlı Gün Sayılarındaki Değişkenliğin Analizi' adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak ~~oybirliği~~oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Üyeler

İmza

Dr. Öğr. Üyesi
Faize SARIŞ
(Danışman)

Doç. Dr.
Cihan BAYRAKDAR

Doç. Dr.
Rüştü ILGAR

Tez No : 10273402
Tez Savunma Tarihi : 28.06.2019

ONAY

Prof. Dr. Şerif KORKMAZ
Enstitü Müdürü

29.07/2019

ÖZET

TÜRKİYE'DE YAĞIŞLI GÜN SAYILARINDAKİ DEĞİŞKENLİĞİN ANALİZİ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, 21.yy'ın en önemli çevre sorunlarından bir tanesidir. Bu nedenle; sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanlarındaki değişkenliklerin analiz edilmesi son derece önemlidir. Bu çalışma kapsamında; Türkiye sınırları içerisinde bulunan 100 adet meteoroloji istasyonunun, 1963-2016 yılları arası günlük yağış verilerinden faydalanılmıştır. Veri seti içerisinde çıkarılan mevsimlik ve yıllık yağışlı gün sayılarındaki; zamansal eğilimi tespit etmek için Mann-Kendall korelasyon analizi, alansal dağılımını göstermek için de Faktör analizi ve Kümeleme analizi (KA) gerçekleştirildi. Analizlerden elde edilen sonuçlar, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak haritalandırıldı. Oluşturulan haritalarda altlık olarak, Türkiye akarsu havza sınırları kullanıldı. Asal bileşen analizi sonucunda, en yüksek öz değere sahip faktör 1 (Pc1) ve faktör 2 (Pc2) değerleri tespit edildi. Faktör 1 (Pc1), yağışlı gün sayılarındaki atmosferik etkileri; faktör 2 de coğrafi etkileri temsil etmektedir. Alansal analiz sonuçlarında; faktör 1 (Pc1) değerleri Anadolu'nun güney ve batı kıyılarında dağılım gösterirken, faktör 2 (Pc2) değerleri de karasallığın etkili olduğu iç kesimler ve orografinin yoğun yaşandığı Doğu Karadeniz kıyılarında tespit edilmiştir. Trend analizi sonucunda, yıllık trendlerde %99 güven aralığındaki azalış trendleri; Meriç-Ergene, Kuzey Ege, Susurluk, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz, Batı Karadeniz, Sakarya, Konya ve Fırat Havzalarında tespit edilmiştir. Mevsimlik trend analizlerinde baskın azalış trendleri, kış ve ilkbahar mevsimlerinde tespit edilmiştir. Yıllık paydadaki en fazla yağışı, bu mevsimlerde alan istasyonlarda gözlenen azalış trendleri; gelecekte yaşanabilecek olan su sıkıntısı için önemli bir uyarı olarak dikkat çekmektedir. Havza bazlı hidro-meteorolojik bileşenlerin, zamansal değişimleri ve aralarındaki ilişki deseninin daha ayrıntılı veri setleriyle analiz edilip yorumlanması; daha önemli sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İklim, Yağışlı Gün Sayısı, Mann-Kendall Korelasyon Testi, Asal Bileşen Analizi, Kümeleme Analizi

ABSTRACT

ANALYSIS OF VARIABILITY OF RAINY DAYS IN TURKEY

Global warming and climate change are among the most important environmental problems of the 21st century. Therefore; Analyzing the changes in the fundamental climate elements such as temperature and precipitation is extremely important. In this study; Daily rainfall data has been used for the temporal analysis and spatial analysis. The data used in this study, has a time period of 1963-2016. Mann-Kendall analysis and factor analysis (FA) was performed to find the temporal changes and the spatial distribution pattern of rainy days, respectively. The results that obtained from the analyzes were mapped with the geographic information systems (GIS). Turkey's river basin borders were used as a map base. As a result of factor analysis; factor 1 (Pc1) and factor 2 (Pc2) values were determined based on the highest eigenvalues. Factor 1 (Pc1) values represents atmospheric effects and factor 2 (Pc2) values represents geographical effects on rainy days. Spatial analysis results show that the factor 1 (Pc1) values have different distributions for all seasons. Factor 2 values were determined only in winter season. This is because, the analysis results showed low variance percentages in all seasons other than winter. As a result of trend analysis, decreasing trends in 99% confidence interval in annual trends were determined at the Meriç-Ergene, North Aegean, Susurluk, West Mediterranean, East Mediterranean, West Blacksea, Sakarya, Konya and Fırat Basins. In seasonal trend analyzes, predominant decreasing trends were found in winter and spring seasons. The stations that have the maximum rainfall in those seasons are in an important danger for future water shortages. Analyzing and interpreting the temporal changes and relationship patterns of the basin-based hydro-meteorological components with more detailed data sets would help to achieve more important results.

Key Words: Climate, Number of Rainy Days, Mann-Kendall Trend Analysis, Principal Component Analysis, Cluster Analysis

ÖNSÖZ

İklim, dünya üzerindeki yaşamın şekillenmesinde ve gelişmesinde rol oynayan en önemli faktördür. Yaşamın, Dünya’da devam etmesi için de en önemli bileşen sudur. Su kaynaklarımızın devamlılığı yağışlar tarafından denetlenir ve hassas bir denge içerisinde. Beşeri faaliyetler sonucunda neden olduğumuz küresel ısınma ve iklim değişikliği; yağışlar üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler, su kaynaklarımızı da direkt olarak etkilemektedir. Yağışlarda yaşanan değişiklikleri gözlemlemek, su kaynaklarımızın kullanımında daha planlı ve bilinçli olmak; gezegenimizin sürdürülebilirliği için bize büyük faydalar sağlayacaktır. Özellikle, çölleşme tehdidi altında olan ülkemizde, su kaynaklarının bilinçli kullanımı ve sürdürülebilirliğiyle alakalı bilimsel çalışmaların devam etmesi; su kaynaklarımızın korunmasında ve gelecek nesillere aktarılmasında büyük fayda sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında; yardımlarını benden esirgemeyen, fikirleri ve görüşleriyle bilimsel ufku genişleten danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Faize SARIŞ’a, lisans eğitimim boyunca üzerimde emeği geçen tüm hocalarıma, bölüm arkadaşlarım Emrah AKA, Semra İSKAN ve Fazilet ATASOY’a, bana gösterdikleri destek ve inançları için dostlarım Dilara SAYGI, Burcu TÜRKMEN, Gökhan BÜYÜKBAYRAKTAR, Buğra Gökberk AKMAN’ ve Oğuz EYÜPLER’e, tüm hayatım boyunca maddi ve manevi bana desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Melek BİLİR ve babam Turgut BİLİR’e teşekkürü bir borç bilirim.

Samet BİLİR

Çanakkale 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR.....	vi
TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’NİN YAĞIŞ ÖZELLİKLERİ

2.1. Türkiye’yi Etkileyen Hava Kütleleri.....	13
2.2. Türkiye’de Yağışın Alansal Dağılışı.....	15

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

3.1. Veri.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Mann-Kendall Korelasyon Testi.....	19
3.2.2. Faktör Analizi.....	21
3.2.3. Kümeleme Analizi.....	23

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Yağışlı Gün Sayılarının Alansal Analiz Sonuçları.....	24
--	----

4.1.1. Yıllık Yağışlı Gün Sayılarının Faktör Analizi Sonuçları.....	25
4.1.2. Yağışlı Gün Sayılarının Kümeleme Analizi Sonuçları.....	29
4.2. Yağışlı Gün Sayılarının Zamansal Eğilim (Trend) Analiz Sonuçları.....	36
4.2.1. Yıllık Trend Analizi Sonuçları.....	36
4.2.2. Kış Mevsimi Trend Analizi Sonuçları.....	46
4.2.3. İlkbahar Mevsimi Trend Analizi Sonuçları.....	51
4.2.4. Yaz Mevsimi Trend Analizi Sonuçları.....	59
4.2.5. Sonbahar Mevsimi Trend Analizi Sonuçları.....	59
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKÇA.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	74

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği paneli
PC	: Asal Bileşen
MGM	: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
NAO	: Kuzey Atlantik Salınımı
MT	: Maritim Tropikal Hava Kütlesi
MP	: Maritim Polar Hava Kütlesi
CT	: Kontinental Tropikal Hava Kütlesi
CP	: Kontinental Polar Hava Kütlesi
MED	: Akdeniz Hava Kütlesi

TABLÖLAR

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 3.1:	Meteoroloji istasyonlarının genel bilgileri.	19
Tablo 4.1:	Asal bileşenlerin varyans değerleri.	24
Tablo 4.2:	Kümelerin genel özellikleri.	30



ŞEKİLLER

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 2.1.	Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri (yaz ve kış durumu)	14
Şekil 2.2.	Türkiye yıllık toplam yağış miktarı dağılımı (mm)	16
Şekil 3.1.	Meteoroloji istasyonlarının dağılışı	18
Şekil 4.1.	Yıllık yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri	25
Şekil 4.2.	Kış mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri	26
Şekil 4.3.	İlkbahar mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri	27
Şekil 4.4.	Yaz mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri	28
Şekil 4.5.	Sonbahar mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri	29
Şekil 4.6.	Yıllık kümeleme analizi sonuçları	31
Şekil 4.7.	Kış mevsimi kümeleme analizi sonuçları	32
Şekil 4.8.	İlkbahar mevsimi kümeleme analizi sonuçları	33
Şekil 4.9.	Yaz mevsimi kümeleme analizi sonuçları	34
Şekil 4.10.	Sonbahar mevsimi kümeleme analizi sonuçları	35
Şekil 4.11.	Yıllık yağışlı gün sayısı trendlerinin alansal dağılımı	37
Şekil 4.12.	Meriç-Ergene Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	37
Şekil 4.13.	Kuzey Ege Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	38
Şekil 4.14.	Susurluk Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	39
Şekil 4.15.	Batı Akdeniz Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	39
Şekil 4.16.	Doğu Akdeniz Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	40
Şekil 4.17.	Batı Karadeniz Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	41
Şekil 4.18.	Sakarya Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	41
Şekil 4.19.	Sakarya havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı)	42
Şekil 4.20.	Konya Kapalı Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	42

Şekil 4.21.	Konya Kapalı Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı)	43
Şekil 4.22.	Fırat havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması	44
Şekil 4.23.	Fırat Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması(devamı)	45
Şekil 4.24.	Kış mevsimi yağışlı gün sayısı trendleri alansal dağılımı	46
Şekil 4.25.	Meriç-Ergene Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması	47
Şekil 4.26.	Marmara Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması	48
Şekil 4.27.	Kuzey Ege Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması	48
Şekil 4.28.	Susurluk Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması	49
Şekil 4.29.	Batı Akdeniz Havzası kış mevsimi trend analizi sonucu	50
Şekil 4.30.	Doğu Akdeniz Havzası kış mevsimi trend analizi sonucu	51
Şekil 4.31.	İlkbahar mevsimi yağışlı gün sayısı trend dağılımları	52
Şekil 4.32.	Susurluk Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması	52
Şekil 4.33.	Sakarya Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması	53
Şekil 4.34.	Sakarya Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı)	54
Şekil 4.35.	Batı Akdeniz Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması	54
Şekil 4.36.	Konya Kapalı Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması	55
Şekil 4.37.	Kızılırmak Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması	56
Şekil 4.38.	Fırat Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması	57
Şekil 4.39.	Fırat Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı)	58
Şekil 4.40.	Yaz mevsimi yağışlı gün sayısı trend dağılımı	59
Şekil 4.41.	Sonbahar mevsimi yağışlı gün sayısı trend dağılımı	60

GİRİŞ

21.yy'da Dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük çevre sorunu küresel ısınma ve iklim değişikliğidir. Küresel ölçekteki sıcaklık artışı, iklim değişikliğinin en büyük nedenidir. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (Ipcc) raporlarında 1880-2012 periyodu küresel sıcaklık ortalamasında 0,85°C'lik bir artış olduğu belirtilmektedir (Hartmann vd., 2013:161). Sıcaklık artışları küresel ölçekteki en büyük etkiyi buzullar üzerinde göstermekte ve erimelerine neden olmaktadır. Küresel sıcaklıktaki artışlar, belirli mevsimlerini kurak geçiren bölgelerin kurak gün sayılarını da arttırmaktadır. Özellikle IPCC raporları olmak üzere iklim değişikliği alanındaki birçok çalışma küresel ısınmanın günümüz koşullarında devam etmesi durumunda, buzullardaki erimenin şiddetleneceği ve buna bağlı olarak 2100 yılına kadar deniz seviyesinin 0.88m yükseleceğini öngörmektedir (Çiner ve Sarıkaya, 2013:44; Clark ve Huybers, 2009:856). Küresel su döngüsü açısından yağışlarda büyük dengesizlikler yaşanacak, nemli bölgeler daha nemli kurak bölgeler ise daha kurak olacaktır. Bu durum afet boyutundaki aşırı yağış ve kuraklık olaylarının artmasına neden olacaktır. Yağış ve sıcaklıktaki ekstrem değişiklikler ekosistemler üzerinde büyük etkiler yaratacak ve ayak uyduramayan bir çok canlı türünün neslini tükenme aşamasına getirecektir. IPCC çalışma grupları yaşanan iklimsel değişimlerde insan etkisinin yadsınamaz durumu üzerinde durmaktadır. İnsan kaynaklı sera gazı salınımlarının artarak devam etmesi durumunda, doğal sera etkisinin daha da güçleneceği ve iklim değişikliğinin daha kötü senaryolara ilerleyeceği öngörülmektedir (Stocker vd, 2014:184).

Yağış, Dünya ve üzerindeki canlı yaşamı için çok büyük öneme sahiptir. İnsanların doğadaki yaşam şekilleri, yetiştirilen tarım ürünleri, bitki örtüsü, akarsu akımları, toprak nemi gibi birçok bileşeni yağışlar direkt olarak etkilemektedir (Kayam, 2014:43). Bu nedenle; Yağışta(şiddeti, gün sayısı ve miktarı) yaşanacak olan değişkenliklerin, yağışın etkilediği sistemler üzerinde de değişikliklere neden olacağı öngörülmektedir (Ortiz vd, 2011:1943). Yağışlar şiddet, miktar ve zaman açısından tüm dünyada farklılıklar gösterir. Bunun en temel nedeni, değişkenliği üzerinde farklı birçok faktörün etkili olmasıdır (Türkeş, 2010:375). Bölgesel ve küresel ölçekte yağış değişkenliğini etkileyen en önemli faktörler büyük ölçekli atmosferik salınımlar, bölgesel basınç değişkenlikleri ve coğrafi

(yer şekilleri) faktörlerdir (Brunetti, 2012:57). Atmosferik salınımlar içerisinde bulundukları evrelere göre yağışlar üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Örneğin, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) pozitif ve negatif evrelerinde Kuzey Avrupa ve Akdeniz havzası üzerindeki yağışların miktarları ve şiddetleri üzerinde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Buna verilebilecek en iyi örnek, Kuzey Atlantik Salınımı negatif evredeyken Akdeniz havzasında ortalamalardan daha nemli hava koşullarının yaşanmasıdır (Erlat, 2013:37). Sürekli basınç kuşaklarının etki alanında yaşanan değişiklikler de yağışlar üzerinde büyük etkiye sahiptir. Örnek vermek gerekirse Azor ve Basra yüksek basınç kuşaklarının yaz mevsiminde Akdeniz havzasında etkisini arttırması daha kararlı hava koşullarının yaşanmasına neden olmaktadır (Türkeş, 2010:416). Coğrafi faktörler ise daha küçük alan ölçeğinde etkilerini gösterirler. Batı Anadolu'dan doğuya gidildikçe yükselti ve karasallık koşullarının değişmesi nedeniyle yaşanan yağış miktarı ve mevsimselliği üzerindeki değişiklikler buna verilebilecek en iyi örnektir (Türkeş, 2010:57). Yağış değişkenliğinin yaşanmasına neden olan bu doğal faktörler göz önünde bulundurularak; küresel ısınmanın tüm yağış bileşenleri üzerinde yaratacağı değişkenlik durumları daha da hassas bir hal alacaktır. Bu çalışmanın konusu olan yağışlı gün sayıları yağışın yıl içerisindeki konsantrasyonunu dolayısıyla kurak-nemli dönemlerin süresi ve hidrolojik sistem üzerindeki etkileri itibariyle önemli bir yağış bileşenidir ve iklim değişikliğine bağlı olarak Akdeniz Havzası gibi yağış mevsimselliğinin yüksek olduğu bölgelerde daha da önem arz eder. Yağışlı gün sayılarının zamansal ve alansal değişkenliğinin analizi, yağış değişkenliğini anlamada, ekstrem yağış-kuraklık olaylarını değerlendirme konusunda kavrayış sağlamasına katkı koyacaktır.

Tezin Amaç Ve Kapsamı

Yağış değişkenliği Dünya ölçeğinde en yaygın çalışılan konulardan birisidir. Burada yağışın önemli olmasının nedeni, öncelikli olarak değişkenliğinin yüksek bir meteorolojik parametre olması ve daha da önemlisi yeryüzünde yenilenebilir su varlığını sağlamasıdır. Yağışlı gün sayılarının da önemli bir iklim elemanı olması ve değişiminin gözlemlenmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle, çalışma konusunun amacı;

- Türkiye'deki yağışlı gün sayılarının, mevsimlik ve yıllık alansal dağılış desenlerini belirlemek.

- Türkiye’deki yağışlı gün sayılarının, mevsimlik ve yıllık zamansal değişimini belirlemek.

Bu çalışma kapsamında; Türkiye’de yağışlı gün sayılarının alansal ve zamansal ölçekteki değişimi, güncel ve kapsamlı bir veriyle değerlendirildi. Özellikle, akarsu havzaları özelinde, yağışlı günlerde meydana gelen değişiklikler değerlendirilerek, yıl içerisindeki su varlığı açısından baskı altında olan/olabilecek havzalara dikkat çekilmeye çalışıldı. Bu kapsamda yağışlı gün sayıları ile ilgili akarsu havzaları ölçeğindeki çalışmaların azlığı problem olarak belirlenmiştir. Yağışlı gün sayısı değişimi analizinde farklı bir bakış açısı oluşturmak, havza bazlı çalışmaların önemini belirtmek ve ileride yapılabilecek olan akarsu havzalarıyla ilgili çalışmalara kaynak olmak adına Anadolu’daki akarsu havzaları bu çalışmanın alansal ölçeği olarak belirlendi. Çalışma dâhilinde verileri kesintisiz olan 100 istasyonun günlük yağış değerleri temin edildi. 0,25mm ve üzerinde yağış yaşanan günler aylık, mevsimlik ve yıllık olarak her istasyon için sayıldı ve 1963-2016 dönemi için değerlendirildi.

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İklim değışikliğı ve küresel ısınma, iklim sistemleri üzerinde yaşatacağı değışiklikler nedeniyle önemli bir konudur. Bu nedenle, Akdeniz Havzasında iklim değışikliğı-yağış değışkenliğı arasındaki ilişkileri konu alan çalışmalar 2000’li yıllarla birlikte büyük artış göstermiştir (Trigo vd., 2000: 2913-2916; Dünkeloh ve Jacobeit, 2003: 1843-1866; Norrant ve Douguédroit, 2006: 89-106; Hartmann vd., 2013: 159-254). Türkiye’de de bu değışikliklerin özellikle sıcaklık ve yağış alanlarında etkin şekilde yaşanacağı birçok çalışma tarafından ortaya konulmuştur (Türkeş, 2014: 1-12; Türkeş vd, 2014: 1-24; Gürkan vd, 2016: 77-88). Akdeniz havzası ve Türkiye genelinde yapılan çalışmalara değinilmeden önce Akdeniz havzası ve Türkiye’nin yağış klimatolojisi hakkında bilgi verilecektir.

Akdeniz Havzası, konum itibariyle yıl içerisinde dinamik subtropikal yüksek basınç ve dinamik polar alçak basınç sistemlerinin etkisi altında kalmaktadır. Havza genelindeki hava olaylarının zamansal değışkenlikleri bu sistemler tarafından denetlenirken, mekânsal değışkenlikleri ise yükseklik, orografi ve deniz-kara etkileşimi gibi fiziksel koşullar tarafından denetlenmektedir (Lolis vd, 1999: 185; Xoplaki vd, 2000: 129; Trigo vd, 2002: 549; Flaounas vd, 2015: 2411). Akdeniz havzası büyük bir alan kaplamaktadır ve havza içerisinde siklonik faaliyetlerin gelişebilmesi için önemli bir nem ve enerji kaynağını durumundadır. Bununla birlikte havza içerisindeki karmaşık topografya koşulları, hava akımlarının yönlendirilmesinde en büyük role sahiptir (Bartzokas vd, 1994: 201; Trigo vd, 1999: 1685; Maheras vd, 2001: 109; Ulbrich vd, 2009: 117; Turoğlu, 2015: 75).

Akdeniz yağış rejimi bölgeleri genel özelliğı ile ana karaların batı kıyılarında güçlü olarak görülürken karasallık etkisi altında kalan iç kısımlarda etkisi zayıflar (Öztürk vd, 2017: 21) Bu rejim 30°-40° enlemlerinde etkili olarak gerçekteşir. Karakteristik özelliğı kurak geçen yazlar ve yağışlı geçen kış aylarıdır. Akdeniz havzası dikkate alındığında yaz kuraklığı kış yağışlarına göre daha etkili yaşanmaktadır. Yaz mevsiminde Akdeniz ikliminin yaşandığı alanlarda subtropikal yüksek basıncın genel atmosfer koşullarına hakim olması ve orta enlem siklonları, polar cephe ve polar jet akımlarının 60° enlemlerine

doğru çekilmesiyle etkisini bölgede kaybetmesi dolayısıyla kararlı hava koşullarının yaşanıyor olması bunun en önemli nedenidir (Cheyette ve Kinoshita, 2014: 2). Orta enlem siklonlarının ve batı rüzgârlarının daha etkili olduğu; Batı Akdeniz kısımlarında sonbahar yağışları büyük yer tutarken, doğuya gittikçe yağışlar kış mevsimine ve hatta karaların iç kesimlerinde ilkbahara kaymaktadır (Erol, 1999: 45). Yağış miktarlarında da değişiklikler görülmektedir. Bunun nedeni orta enlem siklonları ve ya da batı rüzgârları ile gelen nemli hava kütlelerinin batı bölümlerde yağış bırakmaya başlaması ve doğu kısımlara ilerlerken nem miktarını kaybetmesidir (Cheyette ve Kinoshita, 2014: 4). Bu nedenle Akdeniz yağış rejimi bu bölgeler için değişmiş Akdeniz yağış rejimi ve ya da karasal Akdeniz yağış rejimi olarak adlandırılır. Anadolu yarımadasını ele almak gerekirse Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleri gerçek Akdeniz yağış rejimi karakterine sahip iken İç Anadolu, Doğu Anadolu ve güney kısımları karasal Akdeniz yağış rejimine sahiptir (Ölgen, 2010: 88). Havza genelinde hâkim olan doğal yağış değişkenlik koşulları dikkate alındığında, iklim değişimiyle bu değişkenliğin kuvvetleneceğine şüphe yoktur. İklim değişikliğinin Akdeniz Havzası üzerindeki yağışlarda gözlenen etkileri ile alakalı birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Palutikof vd., 1994: 863; Piervitali vd., 1997: 217; Trigo vd., 2000: 2914). Bu çalışmalar sonucunda Akdeniz Havzası genelinde varolan doğal yağış değişkenliğinin, atmosferik sirkülasyonlar tarafından denetlendiği ve ilkim değişikliğinden etkilenen bu sistemlerin yağış değişkenliğini daha da arttırdığı yorumu yapılmıştır. Özellikle 1960 yılından itibaren Akdeniz havzası yağışlarında azalan trendlerin hakim olduğunu belirtilmektedir. NAO (kuzey atlantik salınımı)'nın pozitif ve negatif evrelerinin çok güçlü şekilde yaşanıyor olması ve Akdeniz Havzası üzerindeki siklon faaliyetlerini etkilemesi bu durumun nedeni olarak beirtilmektedir. Sonuç olarak kış yağışlarının hızla azaldığı ve ilkbahar mevsiminin daha erken zamanlarda yaşanmaya başladığı vurgulanmaktadır. Türkiye'nin Akdeniz Havzasındaki konumu göz önüne alındığında yağışlardaki bu değişikliklerden etkileneceğine şüphe yoktur. Bu tez çalışmasının ana konusu yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik olması nedeniyle Akdeniz havzası ve Anadolu yarımadasında yağışlı gün sayılarıyla ve yağış değişkenliği ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda gösterilmektedir.

Norran ve Douguédroit (2006), çalışmalarında yağışlı gün sayısı değişkenliğine iki farklı indis ($Y_g > 0,1\text{mm}$ ve $Y_g > 10\text{mm}$) kullanarak değinmişlerdir. Her iki indiste de ocak

ayında Yunanistan ve İtalya’da, mart ayında ise Atlantik bölgesinde anlamlı azalmalar tespit edilmiştir. $Yg > 10\text{mm}$ indisi sonuçlarına göre şubat ayında Lion, Kasım-Aralık aylarında Cenova Körfezi ve ekim ayında Yunanistan’da yağışlı gün sayılarında anlamlı olan azalma eğilimleri tespit edilmiştir (Norrant ve Douguédroit, 2006: 89-106).

Akdeniz Havzası’nda gözlenen değişimlerin kuvvetlenmesi özellikle yağış ve yağışlı gün sayısındaki değişkenlik konusunda bölgesel ölçekteki birçok çalışmanın yapılmasına neden olmuştur (Russo vd., 2000: 39-52; Brunetti vd., 2001: 861-871; Nastos ve Zerefos, 2009: 616-628; Coscarelli ve Caloiero, 2011: 145-156). Alansal ölçeği İtalya ve Yunanistan olan bu çalışmalarda, toplam yağışlı gün sayılarının %95 güven seviyesinde azalış trendine sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırma alanlarının farklı coğrafi konumlara sahip olmasının yanında benzer sonuçlara ulaşıyor olması dikkat çekici bir noktadır. Akdeniz Havzasında yaşanan yağış değişkenliklerinin havzanın küçük ölçekli bölgelerinde de gözleneceği yorumunu yapmak yanlış olmayacaktır. Türkiye ölçeğinde yapılan yağış miktarı eğilimleri, yağış yoğunluğu, yağışlı gün sayıları ve havza ölçekli yağışla alakalı yapılan çalışmalar aşağıda gösterilecektir. Yağışın alansal dağılışı ile ilgili çalışmalara bir sonraki bölümde değinilecektir.

Akdeniz havzasındaki bu güncel durum dikkate alındığında, Türkiye ölçeğinde ve bölgesel ölçekte yağış miktarı ve eğilimleriyle alakalı birçok çalışma yapılmıştır (Türkeş, 1996: 1057-1076; Partal ve Kahya, 2006: 2011–2026; Türkeş vd., 2007: 57-73; Türkeş vd., 2009: 1056-1074; Türkeş, 2012: 1-32; İçel ve Ataol, 2014: 55-68; Kızılelma vd., 2015: 1-10; Efe vd., 2015: 791-800; Özfıdaner vd., 2016: 161-168).

Türkeş (1996), Türkiye’de gerçekleşen yıllık yağışların atmosferik karakterini incelediği çalışmasında; 91 istasyonun yıllık yağış verilerine Mann-Kendall ve Wald-Wolfowitz testlerini uygulamıştır. Analizler sonucunda, tüm yağış bölgelerinde yağış miktarlarının değişme eğilimde olduğu ve en kurak zamanların 1970 ve 1990 yılları başlarında yaşandığını belirtmiştir. Bu ciddi kuraklık durumlarının Akdeniz yağış rejiminin hâkim olduğu alanlarda ve özellikle kış mevsiminde yaşandığı vurgusunu yapmıştır (Türkeş, 1996: 1057-1076). Partal ve Kahya (2006) da Türkiye’deki yağış miktarlarının zamansal değişimini tespit etmek amacıyla, 1929-1993 zaman aralığındaki veri setine Mann-Kendall ve Sen’in T testini uygulamışlardır. Yıllık ortalama yağışlardaki önemli azalış eğilimlerinin Eylül, Ocak ve Şubat aylarında, Türkiye’nin batı ve güney kesimlerinde

gözlendiğini vurgulamışlardır. Diğer bir azalış trendinin de Doğu Karadeniz kıyı kuşağında gözlendiğini fakat yüksek bir eğilime sahip olmadığını belirtmişlerdir. 1930-2002 yıllarını kapsayan çalışmada da benzer sonuçlara rastlanmıştır (Türkeş vd., 2009: 1056-1074). Türkeş vd. (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada, 111 adet istasyonun yağış verilerinden faydalanılmıştır. Çalışma kapsamında Kruskal-Wallis türdeşlik analizi ve Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı teknikleri kullanılmıştır. Yağış tutarlarında ve yağış yoğunluklarında Anadolu yarımadasında azalma eğilimi tespit edilmekle birlikte güçlü azalma eğiliminin kış mevsiminde yaşandığı belirtilmiştir. Yağış miktarlarındaki artışlar ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde gözlendiği halde bu mevsimlerdeki yağış yoğunluklarının azalma eğilimi gösterdiği belirtilmiştir (Türkeş vd., 2007: 57-73). Türkiye'nin iklim değişikliğinden birçok alanda nasıl etkileneceğinden bahsettiği çalışmasında Türkeş (2012), özellikle yağış alanındaki bulgulara dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışma dahilinde uzun süreli azalış trendlerinin, genel olarak kış ve ilkbahar mevsimlerinde toplam yağış miktarlarında yaşandığını tespit etmiştir. Bununla birlikte yıllık yağış toplamalarının da mevsimlik toplam yağış sonuçlarına benzediğini belirtmiştir. En fazla azalış trendleri; Anadolu yarımadasının batı ve güney kısımlarında yaşanırken, yıllık yağış toplamalarındaki artış trendlerinin de Doğu Trakya, Karadeniz Bölgesi, İç ve Doğu Anadolu'nun kuzey kesimlerinde yaşandığını tespit etmiştir (Türkeş, 2012: 1-32). Türkiye'de bulunan 110 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık ve yağış verileri İçel ve Ataol (2014) tarafından incelenmiştir. Verilerin trend analizinde; zaman aralığı 1975-2009 olarak belirlenen çalışmada, sıcaklıklarda 1,01°C artış ve yıllık ortalama yağışlarda 21,6mm azalış eğilimleri tespit edilmiştir. Yağışlarda yaşanan azalış trendlerinin Marmara ve Karadeniz bölgeleri dışında yaşanmakta olduğunu belirtirken, NAO (kuzey atlantik salınımı) indisleri ve yıllık ortalama yağışlar arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde zayıf negatif ilişki bulunduğunu eklemişlerdir (İçel ve Ataol, 2014: 55-68). Efe vd. (2015) tarafından, 1950-2013 veri aralığında yağış ve sıcaklık verilerine trend analizi uygulanmıştır. Belirlenen zaman aralığında Türkiye'deki toplam yağışlarda, sıcaklıklardaki belirgin artış trendi kadar kuvvetli eğilimlerin tespit edilmediği; fakat azalışların belirgin hale gelmeye başladığı yorumu yapılmıştır. Sıcaklık ve yağış trendleri arasındaki bu fark ile ülke geneli bir kuraklığa gidildiğinin yorumu yapılmıştır (Efe vd., 2015: 791-800). Kızılelma vd. (2015) İç Anadolu Bölgesi'nin uzun yıllar trend varlığını analiz etmek için 1970-2010 zaman aralığına ait yağış ve sıcaklık verilerine Mann-Kendall analizi

uygulamışlardır. Toplam yağışlarda, mevsimlik negatif ve pozitif trendler tespit etmişlerdir. En fazla negatif trendlere İlkbahar mevsiminde, artış trendlerine de Sonbahar mevsiminde rastlanmıştır. Yaz mevsiminde ise %95 güven seviyesindeki azalma eğilimlerine sadece Akşehir ve Konya’da rastlanmıştır (Kızılelma vd., 2015: 1-10). Özfidaner vd. tarafından yine aynı bölgede gerçekleştirilen trend analizlerinde benzer sonuçlara ulaşılmakla birlikte, kış mevsiminde farklı aylarda ve farklı merkezlerde önemli azalış trendlerinin hakim olduğu belirtilmiştir (Özfidaner vd., 2016: 161-168).

Yağışın; miktarı, yoğunluğu ve şiddeti gibi özelliklerini konu alan çalışmalar Sarış (2006) ve Erbekçi (2006) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda uyum ve dikkat çekici noktalar, çoğunlukla kış mevsimi ile alakalıdır. Akdeniz ve Karadeniz yağış rejimi bölgelerinde, kış yağışlarının önemli azalma eğiliminde olduğu ve 1950 yılından sonra da tüm mevsimlerde yağış yoğunluklarında azalmaların kuvvetlendiği Sarış (2006) tarafından ortaya konmuştur (Sarış, 2006: 1-116). Türkeş vd. (2007) tarafından, yağış yoğunluğunun da değinildiği çalışmada benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Türkeş vd., 2007: 57-73). Erbekçi (2006), çalışmasında yağış olasılığı değerlerindeki azalmanın sadece kış aylarında (ocak ve şubat) Akdeniz yağış rejiminin yaşandığı bölgelerde ve bunun dışında kalan kesimlerde yağış olasılıklarında genel bir artış eğiliminin hakim olduğunu ortaya koymuştur (Erbekçi, 2006: 1-87).

Türkiye’de yağış rejimi bölgelerine göre yağış şiddeti özelliğini ele alan ilk çalışma Erlat (1996) tarafından yapılmıştır. İlerleyen yıllarda İrdem (2006); Koç ve İrdem (2007) Türkiye ölçeğinde, yağış şiddetinin zamansal ve alansal değişimini kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir. Günlük yağışların şiddetini ele aldığı çalışmasında Erlat (1996), yağış şiddeti dağılımı ile bazı yağış şiddeti frekanslarının bölgeler arası farklar barındırdığını belirtmiştir. Günlük ortalama yağış şiddeti miktarının 5-20 mm olduğunu belirterek, yıllık toplam yağışların fazla olduğu Karadeniz, Marmara, Akdeniz ve Karasal Akdeniz bölgelerinde yağmur olarak şiddet artışları tespit etmiştir. Kar yağışının da sadece İç Anadolu Bölgesinde belirgin azalış trendlerini takip ettiği sonucuna ulaşmıştır (Erlat, 1996: 159-184). Alansal dağılış deseni yanında zaman dizininin de çözümlemesini yaparak İrdem (2005) ve Koç ve İrdem (2007), araştırmalarında farklı bir bakış açısı oluşturmuşlardır. Hafif (0-10 mm), normal (10,1-25 mm) ve orta şiddetli (25,1-50 mm) yağışların Türkiye genelinde eğilimlerini ve dağılışlarını incelemişlerdir. İstatistiksel olarak anlamlı artış

eğilimlerinin tüm Türkiye ölçeğinde, sadece hafif şiddetli yağışlarda ve kış mevsiminde yaşandığını belirtmekle birlikte; en kuvvetli artış eğilimlerinin Anadolu'nun güneybatısında, Orta Akdeniz'de ve Karadeniz kıyı kuşağında yaşandığını belirtmişlerdir. Şiddetli ve çok şiddetli yağışların değişkenlik oranının tüm ülke ölçeğinde farklılık gösterdiğinin altını çizerek, şiddetli yağışlardaki baskın artış eğilimlerinin sadece Marmara geçiş ve İç Anadolu bölgelerinde yaşandığını ortaya koymuşlardır. Çok şiddetli yağışlar için artış eğilimlerinin ülke genelinde belirli bir desen çizmediğinin, sadece Türkiye kıyı kuşağında bu eğilimlere rastlanıldığının vurgusu da yapılmıştır (Koç ve İrdem, 2007: 1-42). Zeybekoğlu ve Karahan (2018), Türkiye'nin 20 yıllık standart süreli yağış şiddetlerine Mann-Kendall ve Sperman'ın Rho analizlerini uyguladıkları çalışmada şu sonuçlara ulaşmışlardır. Kısa süreli yağış şiddetlerinde yaşanan trendler, 28 istasyonda azalma ve 34 istasyonda artış şeklinde tespit edilmiştir. Orta süreli yağış şiddetlerinde, 20 istasyonda azalma ve 129 istasyonda artma eğilimleri tespit edilmiştir. Uzun süreli yağışların şiddetinde ise 28 istasyonda azalma ve 34 istasyonda artış trendleri tespit edilmiştir. Kısa ve orta süreli yağış şiddetlerinin sadece Marmara Bölgesi'nde artış eğiliminde olduğuna dikkat çekilirken; tüm sürelerdeki yağış şiddetlerinin de sadece Doğu Anadolu Bölgesinde azalış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Zeybekoğlu ve Karahan, 2018: 974-1004).

Bu çalışmanın ana konusu olan yağışlı gün sayılarının, bölgesel ölçekte ve kısmen ele alındığı çalışmalar şunlardır; (Kadıoğlu, 1997: 37-46; Yılmaz, 2008: 19-65; Gönençgil ve İçel, 2010: 1-12; Özgür ve Koçak, 2012: 587-594; Özgür, 2013: 1-106). Akdeniz bölgesinin farklı konumlarını içeren çalışmalarında Yılmaz (2008) ve Gönençgil ve İçel (2010) yağışlı gün sayılarıyla ilgili benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Yıllık yağışların genellikle kış mevsiminde toplandığı, diğer mevsimlerde (ilkbahar ve sonbahar) yağışlı gün sayılarının azalma eğilimine sahip olduğu belirtilmiştir. Antalya ve çevresinde kış yağışlarında afet boyutunda sağanak yağışların yaşandığı da belirtilmiştir. Bu nedenle yağış miktarı ve yağışlı gün sayısı arasındaki ilişkinin son derece önemli olduğu vurgusu yapılmıştır (Gönençgil ve İçel, 2010: 1-12). Alansal ölçeği Kazdağları ve çevresi olan çalışmalarında Özgür ve Koçak, (2012), Çanakkale, Edremit ve Balıkesir istasyonlarının 1970-2010 yılları arasındaki günlük yağış verilerine Mann-Kendall trend analizi uygulamışlardır. Analizler sonucu, Çanakkale ve Edremit istasyonlarında yağışlı günlerin azalış yönünde bir eğilime sahip olduğu ve yağış miktarlarının da artış eğilimine sahip

olduğu tespit edilmiştir. Bu iki istasyonun yer aldığı noktalarda extrem yağış olaylarının yaşandığı çıkarımı yapılmıştır. Ipcc çalışmalarındaki extrem yağış olaylarının artacağı yönünde yapılan öngörülerin bu bölgede gerçekleşmeye başladığı yorumu yapılmıştır (Özgür ve Koçak, 2012: 587-594). Türkiye sınırları içerisindeki 238 meteoroloji istasyonlarının 1971-2011 zaman aralığındaki yağış-sıcaklık verileri kullanarak analizler yaptığı yüksek lisans çalışmasında Özgür (2013), önemli sonuçlara ulaşmıştır. . İki aşamada gerçekleştirilen çalışmada toplam yağış oranı, toplam yağışlı gün sayısı ve kar yağışlı gün sayıları üzerinde trend analizi gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise bu verilerin sıcaklık ile olan ilişkileri incelenmiştir. Analizler sonucu kar yağışlı gün sayılarındaki azalış trendlerinin, normal yağışlı gün sayılarındaki azalış trendlerinden daha güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kar yağışlı gün sayılarında yaşanan azalmanın özellikle doğu bölgelerdeki akarsu beslenmesini ve yaz akımlarını gelecekte olumsuz yönde etkileyeceği çıkarımı yapılmıştır (Özgür, 2013: 1-106).

Bu çalışmanın harita altlıklarının Akarsu havza sınırları olması nedeniyle, havzalardaki yağış eğilimlerini konu alan çalışmalar da incelenmiştir. Akarsu havzalarının yağış bileşenleri için eğim analizlerinin yapıldığı çalışmalar şunlardır; Büyükyıldız ve Berktaş (2004); Büyükyıldız (2004); Yeşilirmak vd. (2011); Altın ve Barak (2012); Sütgibi (2015); Yeşilirmak (2015); Çakmak ve Baran (2015); Ercan ve Yüce (2017); Yüce vd. (2018); Çeribaşı (2018); Dikici (2019); Çeribaşı (2019).

Büyükyıldız ve Berktaş (2004), çalışmalarında Sakarya Havzası içinde bulunan 25 gözlem istasyonunun, yıllık ve aylık toplam yağışlarına trend analizi uygulamışlardır. Yıllık toplam yağışların trend analizi sonucunda; sadece 12 istasyonda %95 aralığında azalış trendleri gözlemlenirken, 9 istasyonda anlamlı olmayan azalış trendleri tespit edilmiştir. Aylık ölçekte yağış trendlerine bakıldığında; Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında %95 güven aralığında azalış trendleri gözlemlenirken, Ekim ve Ağustos aylarında artış trendleri tespit edilmiştir (Büyükyıldız ve Berktaş, 2004: 23-38). Başka bir çalışmada, Büyükyıldız (2004) benzer sonuçlara ulaşmıştır (Büyükyıldız, 2004: 1-157).

Yeşilirmak vd. (2011), Büyük Menderes Havzası sınırları içinde bulunan 16 istasyonun yıllık toplam yağış serilerini kullanarak, trend varlığını kontrol etmek için Mann-Kendall analizi gerçekleştirmişlerdir. Yıllık ortalama yağış miktarlarındaki artış

eğilimi, Karacahisar ve Bafa istasyonlarında tespit edilmiştir; fakat bu eğilimlerin %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir. Azalış trendlerinin ise diğer 14 istasyonda gözlemlendiği ve sadece Güney istasyonunda anlamlı azalış trendinin varlığı belirtilmiştir (Yeşilırmak vd., 2011: 37-46). Yeşilırmak (2015), bir başka çalışmada günlük yağış konsantrasyonunu analiz etmiştir. Bu amaçla, Büyük Menderes Havzası içinde bulunan 7 istasyonun günlük yağış verilerinden faydalanmıştır. Yıllık ortalama yağış miktarı serilerinde; havzanın kuzey, güneydoğu ve doğu kısımlarında azalma, batı kısımlarında ise artış eğilimlerinin varlığını ortaya koyarak, bu eğilimlerin güçlü bir anlamlılığa sahip olmadığını belirtmiştir. Yağışlı gün sayıları ile ilgili analizinde; 1985 öncesinde uzun yıllar ortalamalarının üzerinde ve 1985 sonrası dönemde ise uzun yıllar ortalamalarının altında yağışlı günlerin yaşandığını tespit etmiştir (Yeşilırmak, 2015: 55-71). Sütgibi (2015), çalışmada Büyük Menderes Havzası içerisinde bulunan Aydın, Afyon, Uşak ve Denizli istasyonlarının yağış verilerinden faydalanarak trend analizi. Çalışma kapsamında; yağış etkinliği, yağışlı gün sayısı, yağış olasılığı, yağış şiddeti ve yağış yoğunluğu gibi yağış parametrelerini kullanmıştır. Analizler sonucunda, uzun dönem yağışlarda sadece Afyon istasyonunda anlamlı olmayan azalma eğilimi ve diğer istasyonlarda anlamlı olmayan artış eğilimleri tespit etmiştir. Tüm istasyonlarda, kurak-nemli dönemlerin arka arkaya geldiğini ancak eşit sürelerle sahip olmadığını da belirtmiştir. Yıllık yağışlı gün sayıları ile ilgili analizlerde; Afyon istasyonunda artış, Uşak, Denizli ve Aydın istasyonlarında azalma eğilimi tespit etmiştir. Bu trendlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirterek, yağışlı gün sayılarının kış mevsiminde her istasyonda azalma ve sonbaharda artma eğiliminde olduğuna dikkat çekmiştir. Denizli, Aydın ve Uşak istasyonlarında; yağışlı gün sayılarının, ilkbahar mevsiminde artma ve yaz mevsiminde azalma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur (Sütgibi, 2015: 398-414). Çakmak ve Baran (2015), tarafından yapılan çalışmada ise yağışlarda herhangi bir trend varlığı tespit edilmemiştir. Analizlerde kullanılan istasyon sayısı ve rasat zaman aralığının farklı olması, diğer çalışmalarla bir bağ kurulmasını zorlaştırmaktadır (Çakmak ve Baran, 2015: 419-427).

Ercan ve Yüce (2017), Kızılırmak Havzası için hidro-meteorolojik değişkenlerin trend analizini gerçekleştirmişlerdir. Analizlerde 1975-2015 zaman periyodunda yaşanan yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, 36 istasyonun

sadece 4'ünde %95 güven aralığında azalan yağış eğilimleri tespit edilmiştir (Ercan ve Yüce, 2017: 333-340).

Altın ve Barak (2012), Seyhan Havzası'ndaki yağış eğilimleri analizi için havza sınırları içerisinde bulunan 29 istasyonun 39 yıllık yağış verilerini kullanmışlardır. Havza genelinde azalış trendlerinin istatistiksel olarak anlam taşımadığı fakat 1988 yılından sonra azalış eğilimlerinin belirginleşmeye başladığı belirtilmiştir (Altın ve Barak, 2012: 21-34). Daha geniş bir veri aralığı kullanılarak, Yüce vd. (2018) tarafından yapılan eğilim analizlerinde; farklı anlamlılık düzeylerine sahip 3 istasyonda azalış trendleri tespit edilmiştir (Yüce vd., 2018: 316-324).

Dikici (2019) tarafından Asi Havzası'nın kuraklık analizinin gerçekleştirildiği çalışmada; havza içerisinde bulunan 11 istasyonun yağış verileri kullanılmıştır. Analizler sonucunda, yıllık ortalama yağışların hiçbir istasyonda azalış trendi göstermediği belirtilmiştir. İskenderun, Kırıkhan ve Arsuz istasyonlarında, %95 güven aralığında artış eğilimleri tespit edilmiştir (Dikici, 2019: 22-40).

Çeribaşı (2018) tarafından, Batı Karadeniz Havzası içinde bulunan 10 adet istasyonun yıllık yağış verilerine Şen analizi uygulanmıştır. Analizler sonucunda; 5 istasyonda herhangi bir trend gözlenmezken, 1 istasyonda artan trend ve geri kalan 4 tanesinde azalan trend varlığı tespit edilmiştir (Çeribaşı, 2018: 168-173).

Doğu Karadeniz Havzası'nın yağış verilerini analiz ettiği çalışmasında, Çeribaşı (2019) şu sonuçlara ulaşmıştır. Yıllık yağış miktarlarında, %90 güven aralığında artış trendleri; Ünye, Rize ve Pazar istasyonlarında gözlenirken, havza içindeki diğer istasyonlarda herhangi bir trend varlığı tespit edilmemiştir (Çeribaşı, 2019: 254-264).

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’NİN YAĞIŞ ÖZELLİKLERİ

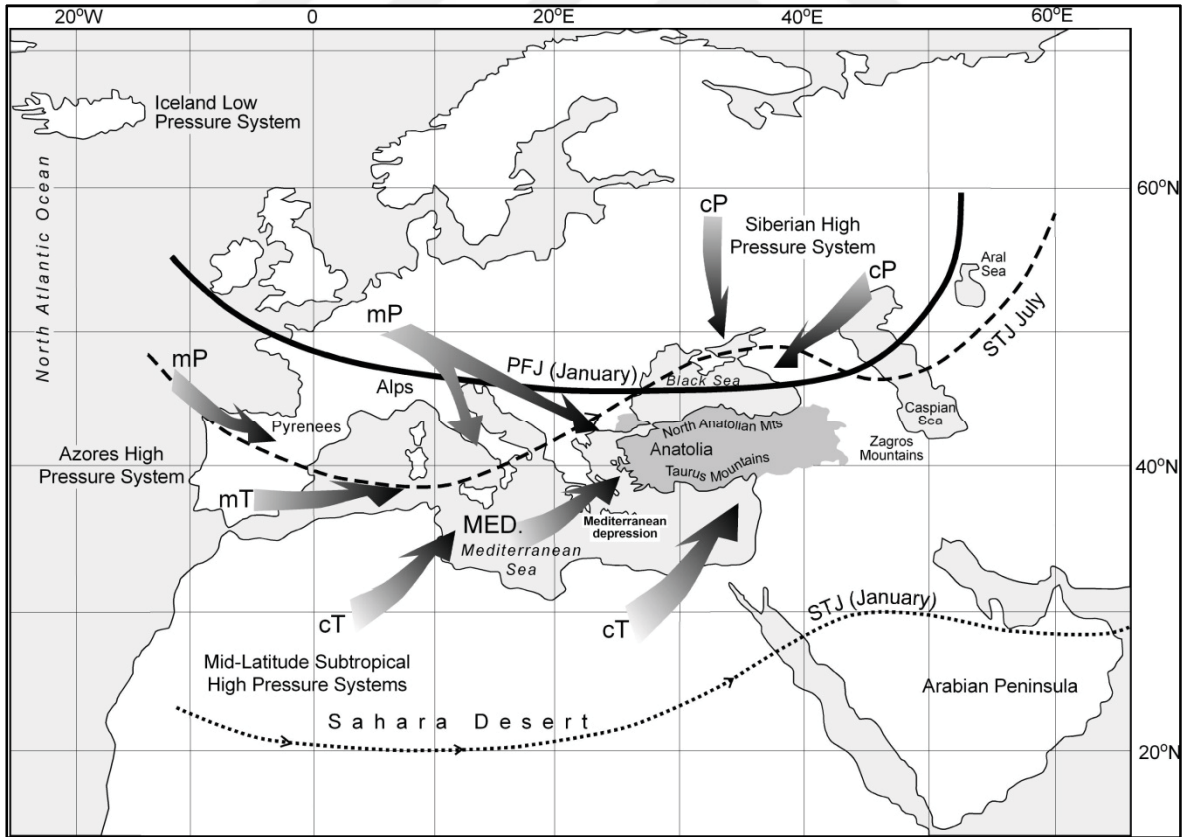
Yağışlar, miktar ve dağılışı olarak birçok parametrenin etkisiyle değişkenlik göstermektedir. Yüksek atmosfer dolaşımı, yükselti ve bakı gibi birçok parametre; bunlara örnek olarak verilebilmektedir (Koç, 2008: 104). Türkiye yağışlarının alansal değişkenliği üzerinde; yıl boyunca farklı basınç sistemlerinin etkisi, doğu-batı doğrultusunda yükseltinin artması ve dağların denize karşı olan konumları gibi parametrelerin büyük etkisi vardır. Türkiye’yi etkileyen hava kütleleri ve yağış bileşenlerinin alansal dağılışı, aşağıda değerlendirilecektir.

2.1. Türkiye’yi Etkileyen Hava Kütleleri

Türkiye, nemli orta kuşak ve kuru/sıcak tropikal kuşaklar arasında yer alır. Akdeniz Havzası’ndaki konumu itibarıyla, bu havzanın karakteristik iklim özellikleri batı ve güney bölgelerde yaşanır. Akdeniz ikliminin en karakteristik özelliği ise kurak geçen yaz mevsimi ve nemli-ılık geçen kış mevsimi şeklindedir (Xoplaki, 2002: 40; Harding, 2006; 15). Türkiye iklimi, yıl boyunca İzlanda (alçak), Azor (yüksek) ve Sibirya (yüksek) basınç sistemlerinden fazlasıyla etkilenmektedir (Şekil 2.1). Kış mevsiminde, Türkiye’de hakim olan hava akımları; büyük ölçekli Sibirya antisiklonu, Polar cephe siklonları ve Akdeniz depresyonları tarafından denetlenmektedir (Tatlı vd., 2004: 163). Türkiye’de gözlenen; doğu-kuzeydoğulu akımlar, önemli ölçüde Sibirya antisiklonu ve Polar cephe siklonlarının etkisiyle oluşmaktadır (Şekil 2.1). Güneyli ve güneydoğulu hava akımları ise, Akdeniz üzerinde gerçekleşen gezici depresyonların etkisiyle oluşmaktadır (Tatlı vd., 2004: 163). Türkiye; yaz ve kış aylarında, sırasıyla tropikal ve polar hava kütlelerinden şu şekilde etkilenmektedir. Maritim polar (mP) hava kütleleri; Atlas Okyanusu’nda oluşarak, Avrupa’ya ve Balkanlar’a ilerler. Türkiye üzerine gelince kararsızlaşan hava kütleleri, Marmara ve Karadeniz sahil kesimlerinde kış yağışlarının oluşmasına neden olur. Bununla birlikte; polar jet akımlarının, maritim polar hava kütlelerini Akdeniz Havzası’na taşıyarak oluşturduğu gezici depresyonlar da Türkiye’nin kış yağışları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Türkiye’nin kuzey ve kuzeydoğusunu etkileyen kontinental polar (cP) hava kütleleri; karasal Sibirya ve karasal Hazar-Aral bölgesinde oluşması nedeniyle, soğuk ve kuru karaktere sahiptir (Şekil 2.1). Karadeniz üzerinden geçerken doygunlaşan Sibirya

kaynaklı kontinental polar (cP) hava kütleleri, Karadeniz kıyılarında orografik yağışların yaşanmasına neden olur (Türkeş, 2010: 414). Aral-Hazar kaynaklı hava kütlesi ise geçiş yerinin hazar doğusunda bulunan plato ve dağlar olması nedeniyle, genellikle kuru ve kararlı bir karaktere sahiptir. Güneydoğulu ya da kuzeydoğulu akımlar sayesinde Anadolu'ya giriş yapan bu kütle; özellikle Anadolu'nun doğusunda, kuru ve şiddetli soğukların yaşanmasına neden olur. Yaz mevsiminde ise Türkiye üzerinde etkisini gösteren Azor yüksekliği; kararlı maritim tropikal (mT) hava kütlelerinin oluşmasına neden olarak, sıcak/kuru iklim koşullarının yaşanmasına neden olur. Bu hava kütlelerinin; Türkiye'ye doğru izlediği yol (Batı ve Güney Avrupa) genellikle karasal karakterde olması, bunun en önemli nedenidir. Kontinental tropikal (cT) hava kütleleri, Sahra Çölü kaynaklı oluşmaktadır (Şekil 2.1). Anadolu'ya ulaşırken; Akdeniz üstünden geçmesine ve nem kazanmasına rağmen, kuvvetli sübsidans nedeniyle kararlı bir karakter kazanır ve kuvvetli yaz kuraklıklarının yaşanmasına neden olur.

Sekil 2.1.: Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri (vaz ve kıs durumu).



Kaynak: Sarış vd. (2010) “Spatial Variability of Precipitation Regimes Over Turkey” makalesinden alınmıştır.

2.2. Türkiye’de Yağışın Alansal Dağılışı

Türkiye’nin matematiksel konumu ve fiziki coğrafya özellikleri; yağış miktarlarının ve yağışlı gün sayılarının, ülke genelinde değişkenlik göstermesine neden olmaktadır (Çağlıyan ve Ayhan, 2018: 103). Yıllık toplam yağışların dağılışına bakıldığında (Şekil 2.2); Karadeniz kıyı kuşağı, Batı Toroslar ve Menteşe yöresi en fazla yağışların yaşandığı alanlardır. Yıllık ortalama yağış miktarı, Karadeniz kıyı kuşağında 800 mm ve 2300 mm arasında değişim göstermektedir. Bu kuşakta en fazla yağış alan istasyon, 2304 mm ile Rize’dir (Tablo 3.1). Yağış değişkenliği açısından da en düşük değişkenlik kat sayısına sahip bölge, Karadeniz kıyı kuşağıdır (Ölgen, 2010: 92). Batı Toroslar ve Menteşe yöresinde; en fazla yağış alan yerler, 1194 mm ile Muğla ve 1066 mm ile Manavgat istasyonlarıdır (Tablo 3.1). Anadolu’da en az yağış alan bölgeler ise; İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu’nun güney kesimleridir. Yağış miktarlarındaki gözlenen bu farklılıklara neden olan ana bileşenleri, mevsimsel ölçekte incelemekte fayda vardır.

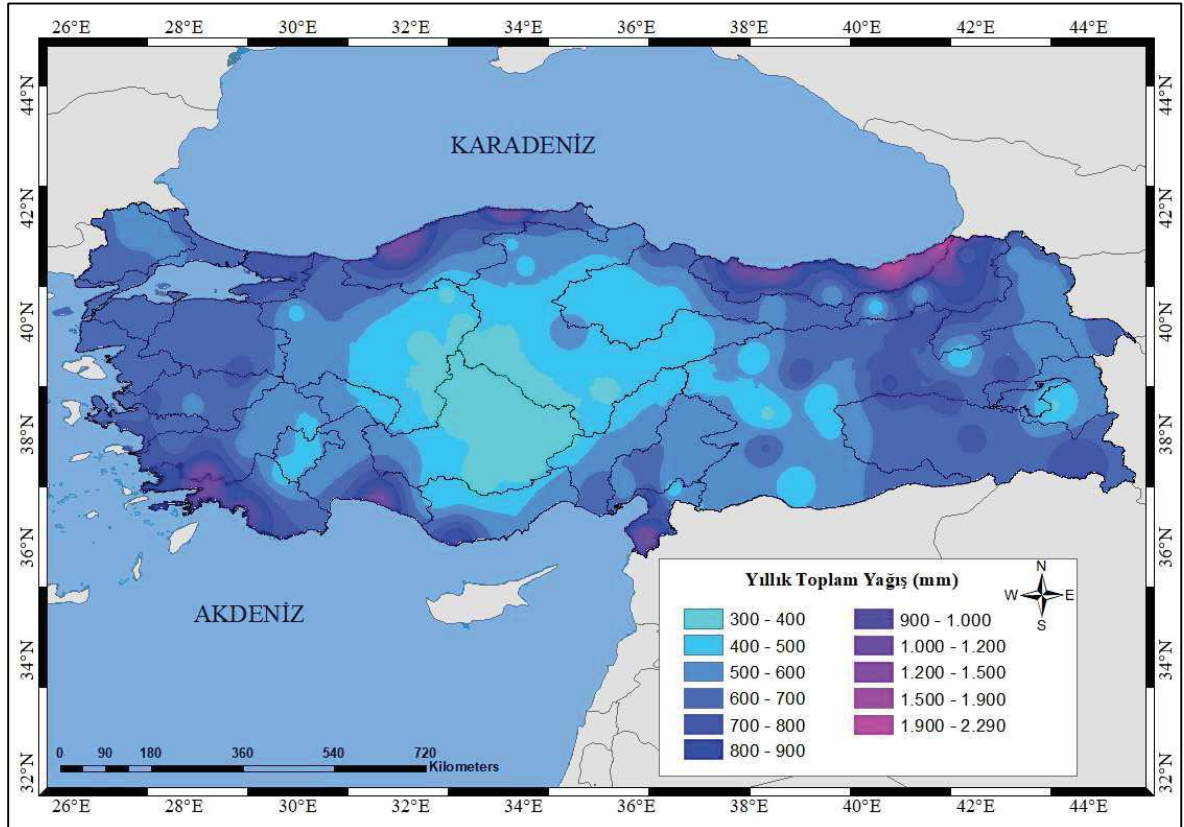
Türkiye’de kış yağışlarının oluşmasındaki en önemli ana bileşen, atmosferik etkililerdir (Kadioğlu, 2000: 1748). Atmosferik etkilerin en yoğun yaşandığı yerler, Anadolu’nun batı, kuzeybatı ve güneybatı kısımlarıdır. Atmosferik etkiler gözardı edildiğinde; en etkili ikinci bileşen, karasallıktır. Özellikle, İç Anadolu ve Doğu Anadolu’da yaşanan yıllık toplam yağışların, konvektif karakterli olması buna verilebilecek en önemli örnektir (Kadioğlu, 2000: 1749). Türkiye’deki yağışların oluşumunda ve miktarında önemli etkiye sahip olan bir diğer faktör de dağların denizel etkiyle olan ilişkisidir. Buna verilebilecek en önemli örnek de Doğu Karadeniz Bölgesi, Menteşe yöresi ve Batı Toroslar’da etkili olan orografik yağışlardır.

Önemli bir yağış bileşeni olan, yağışlı gün sayıları da bu ana faktörlerden yağış miktarları kadar etkilenmekte ve yağış miktarlarının alansal dağılışıyla benzerlik taşımaktadırlar (Türkeş vd., 2008: 508). Kış mevsiminde; atmosferik faktörlerin Türkiye üzerindeki etkisi sonucu, Anadolu’nun batı kısımlarında en fazla yağışlı gün sayıları bu mevsiminde yaşanmaktadır (Türkeş vd., 2008: 503). İlkbahar mevsimindeki konvektif yağışların; Anadolu’nun iç kesimlerinde yaşanıyor olması da, en fazla yağışlı günlerin bu mevsimde toplanmasına neden olmaktadır. Sonbahar mevsimindeki yağışlar, hem atmosferik koşulların hem de fiziki koşulların kontrolü altında gelişmektedir. Atlantik kaynaklı kuzeydoğulu depresyonların; Anadolu’nun güney kesimlerine göre kuzeyde etkisini arttırması ve orografik etkiyle birleşmesi sonucunda, yağış miktarlarının ve yağışlı

gün sayılarının Karadeniz kıyı kuşağında artmasına neden olmaktadır. Yaz mevsiminde, atmosferik şartların ülke genelinde etkili olması; Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz dışında kalan alanlarda, yağış miktarlarının ve yağışlı gün sayılarının az seyretmesine neden olmaktadır. Bu nedenle; Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz, sonbahar yağış değişkenliğinin en az yaşandığı bölgedir (Ölgen, 2010: 92).

Akarsu havzalarının yıllık toplam yağışlarına bakıldığında; yıllık toplam yağışın, Anadolu'nun iç kesimlerinde bulunan havzalarda ortalama 300-500 mm civarında olduğu görülür (Şekil 2.2). Özellikle; Burdur ve Konya Kapalı Havzaları, Kızılırmak, Sakarya ve Yeşilirmak Havzalarının bir kısmı, yıllık toplam yağış miktarının az olduğu yerlerdir. Bu havzaları takiben; Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Fırat Havzası'nın aşağı kesimleri az yağış alan yerler olarak dikkati çekmektedir. Anadolu'nun batı kısımlarında yer alan havzalarda yıllık toplam yağışlar 500-600 mm arasında değişmektedir. Yıllık toplam yağış miktarı en fazla; Doğu Karadeniz, Batı Karadeniz, Çoruh ve Batı Akdeniz Havzalarında ortalama 1000-2000 mm olarak gözlenmektedir. Havza içi yağış miktarı değişkenliğinin en fazla olduğu yer; Fırat Havzası olarak dikkat çekmektedir. Aşağı havzada, ortalama 300-400 mm yağış gözlenirken; üst havzada ortalama 500-700 mm yağış gözlenmektedir.

Şekil 2.2.:Türkiye yıllık toplam yağış miktarı dağılımı (mm).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

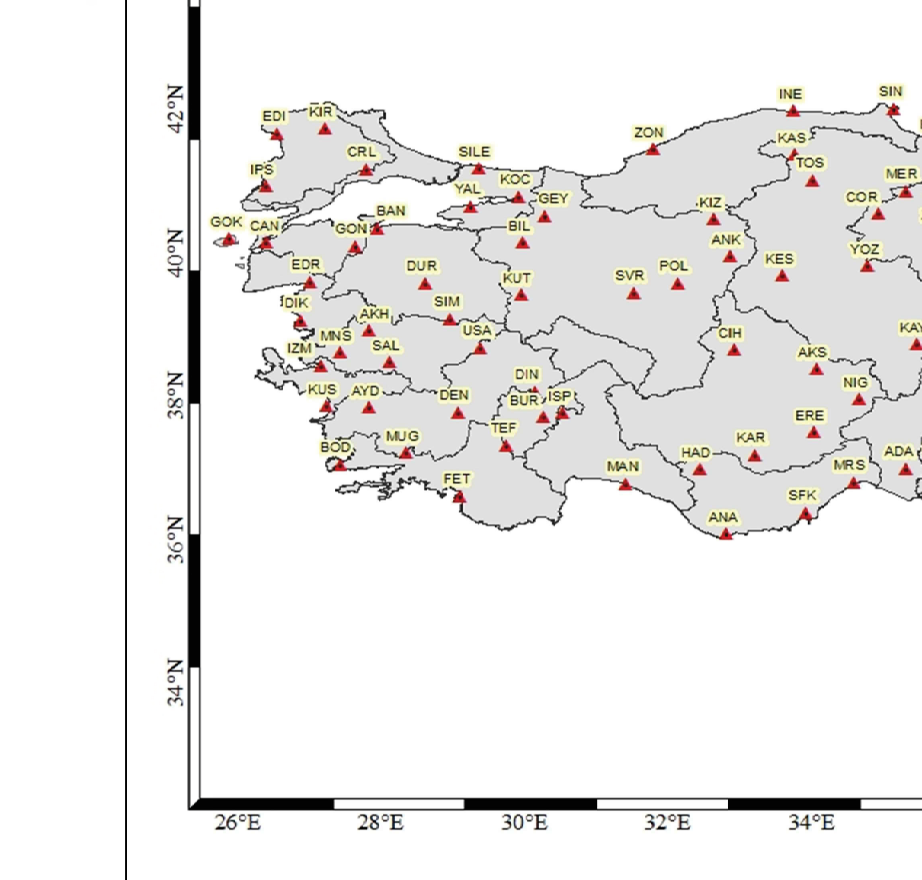
3.1. Veri

Çalışmada kullanılan günlük yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edildi. Veri devamlılığı dikkate alınarak analiz periyodu 53 yıl (1963-2016) olarak belirlendi. Bu kriter dahilinde kalan 100 adet istasyonun günlük yağış verileri, mevsimlik ve yıllık seriler şeklinde düzenlenerek analizler gerçekleştirildi. Yağışlı gün tanımlaması için kullanılan ölçüt, 0.25mm ve üzerinde olan yağışlar şeklindedir. Belirlenmiş olan zaman periyodu nedeniyle, istasyonların akarsu havzalarına dağılışında eşitsizlikler yaşandı. Dicle, Kuzey Ege, Gediz, Küçük Menderes, Susurluk, Batı Karadeniz, Aras, Ceyhan, Seyhan, Van Gölü ve Antalya Havzaları için kısıtlı sayıdaki istasyon verilerinden faydalanılarak yorumlar yapıldı. Akarçay Havzası, belirlenen zaman aralığında herhangi bir istasyona sahip olmaması nedeniyle çalışma dışında tutuldu. Fırat, Asi, Sakarya, Kızılırmak, Yeşilırmak, Doğu Karadeniz havzalarında ve Konya Kapalı Havzası'nda; istasyonların alansal dağılış deseni, havza geneli sonuçların yorumlanmasında kolaylık sağlamıştır. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının dağılışı Şekil 3.1'de ve genel özellikleri ise Tablo 3.1'de gösterildi.

3.2. Yöntem

Mevsimlik ve Yıllık Yağışlı gün serilerindeki zamansal değişimleri analiz etmek için Mann-Kendall Korelasyon testi, alansal dağılış özelliklerini belirlemek için ise Faktör Analizi ve Kümeleme Analizi kullanıldı. İhtiyaç duyulan analizler, istatistik paket programı olan SPSS 18 yazılımıyla gerçekleştirildi. Elde edilen tüm sonuçlar, coğrafi bilgi sistemleri yazılımı olan ArcGis 10.3 ile haritalandırıldı. Analiz sonuçlarını, havza bazlı değerlendirmek adına harita altlığı olarak; Türkiye akarsu havza sınırları seçildi. Akarsu havza sınırlarını gösteren harita altlığı, DSİ'den temin edildi.

Şekil 3.1.: Meteoroloji istasyonlarının dağılışı.



Tablo 3.1.: Meteoroloji istasyonlarının genel bilgileri.

Havzalar	İstasyon	Yükselti(m)	Toplam Yağış(mm)	Havzalar	İstasyon	Yükselti(m)	Toplam Yağış(mm)
Meriç-Ergene Havzası	EDİRNE (EDİ)	51	602,2	Sakarya Havzası	BİLECİK (BİL)	539	456,6
	İPSALA (İPS)	81	600		GEYVE (GEY)	100	659
	KIRKLARELİ (KIR)	232	570		ANKARA (ANK)	959	387,2
	ÇORLU (ÇOR)	160	580		KÜTAHYA (KÜT)	969	558
Batı Akdeniz Havzası	BODRUM (BOD)	26	900		KIZILCAHAMAM (KIZ)	1033	385
	FETHİYE (FET)	3	983		POLATLI (POL)	886	380
	MUĞLA (MUĞ)	646	1194	Batı Karadeniz Havzası	SİVRİHİSAR (SİV)	1100	418
Doğu Akdeniz Havzası	ANAMUR (ANA)	2	913		ZONGULDAK (ZON)	135	1218,5
	HADİM (HAD)	1552	400		İNEBOLU (İNE)	64	1200
	MERSİN (MER)	7	592		SİNOP (SİN)	7	687
Fırat Havzası	SİLİFKE (SİL)	10	500	Kızılırmak Havzası	BAFRA (BAF)	103	500
	ADİYAMAN (ADI)	672	709		KASTAMONU (KAS)	800	480
	DİVRİĞİ (DİV)	891	440		TOSYA (TOS)	870	490
	MALATYA (MAL)	891	376,4		KESKİN (KES)	1140	383,4
	ÇEMİŞGEZEK (ÇEM)	898	800		YOZGAT (YOZ)	1301	561,6
	ŞANLIURFA (ŞAN)	550	451		KAYSERİ (KAY)	1053	384,9
	ÇERMİK (ÇER)	695	480	Yeşilırmak Havzası	SİVAS (SİV)	1294	429,2
	ELAZIĞ (ELA)	881	409,5		AMASYA (AMA)	409	460,1
	AĞRI (AĞR)	891	523,8		ÇORUM (ÇOR)	776	427,2
	BİNGÖL (BİN)	1139	820		MERZİFON (MER)	754	460,1
	HİNİS (HİN)	1715	430		TOKAT (TOK)	611	431,7
	MALAZGİRT (MAL)	1540	760		ZİLE (ZİL)	719	430
	MUŞ (MUŞ)	1322	764,5		SAMSUN (SAM)	4	717,5
	GAZİANTEP (GAZ)	700	552,4	Doğu Karadeniz Havzası	ŞEBİNKARAHİSAR (ŞEB)	1364	500
	KİLİS (KİL)	640	492,2		GİRESUN (GİR)	38	1288
	MARDİN (MAR)	1083	667,4		GÜMÜŞHANE (GUM)	1216	530
Dicle Havzası	HAKKARİ (HAK)	1727	782,7		ORDU (ORD)	5	1042,2
	ŞİRT (ŞİL)	895	715,4		RİZE (RİZ)	10	2304
Marmara Havzası	ÇANAKKALE (ÇAN)	6	616,2		TRABZON (TRA)	39	818,8
	GÖNEN (GÖN)	37	610		HOPA (HOP)	33	2087
	YALOVA (YAL)	4	749,8	Aras Havzası	KARS (KAR)	1795	502,2
	KOCAELİ (KOC)	3	814,7	Ceyhan Havzası	ARDAHAN (ARD)	1827	556,6
	ŞİLE (ŞİL)	83	700		KAHRAMANMARAŞ (KAH)	67	600
Kuzey Ege	GÖKÇEADA (GÖK)	19	615		CEYHAN (CEY)	30	500
	EDREMİT (EDR)	21	680	Asi Havzası	ANTAKYA (ANT)	82	1126
Gediz Havzası	DİKİLİ (DİK)	3	652		DÖRTYOL (DÖR)	29	886
	AKHİSAR (AKH)	92	605		İSKENDERUN (İSK)	4	783
	MANİSA (MAN)	71	728		İSLAHİYE (İSL)	470	430
Küçük Menderes Havzası	SALİHLİ (SAL)	111	556	Konya Kapalı Havzası	AKSARAY (AKS)	970	346
	KUŞADASI (KUŞ)	25	712		CİHANBEYLİ (CİH)	970	300
	İZMİR (İZM)	29	695,9		NİĞDE (NİĞ)	1211	341
Büyük Menderes Havzası	AYDIN (AYD)	56	645,1		KARAMAN (KAR)	1018	330,8
	DENİZLİ (DEN)	425	564,6	Antalya Havzası	EREĞLİ/KONYA (ERE)	1046	305
	UŞAK (UŞA)	919	547,7		ISPARTA (ISP)	997	564,8
	DİNAR (DİN)	864	475	Van Gölü Havzası	MANAVGAT (MAN)	38	1066
Burdur Havzası	BURDUR (BUR)	957	427,9	Seyhan Havzası	VAN (VAN)	1726	388,5
	TEFENNİ (TEF)	1142	425	Çoruh Havzası	ADANA (ADA)	20	646,6
Susurluk Havzası	SİMAV (SİM)	809	795		ARTVİN (ART)	613	700,2
	DÜRSÜNBEY (DUR)	637	640		BAYBURT (BAY)	1584	440,8
	BANDIRMA (BAN)	63	683		İSPİR (İSP)	1223	500

3.2.1. Mann-Kendall Korelasyon Testi

Mann-Kendall sıralı korelasyon katsayısı yöntemi ile mevsimlik ve yıllık yağışlı gün sayısı serilerindeki zamansal değişkenliğin analizi yapıldı. Parametrik olmayan Mann-Kendall testi Kendall'ın Tau olarak bilinen testinin özel bir uygulamasıdır. Belirlenen zaman aralığı içinde kalan veri serisinin H_0 hipotezi kontrolü ile trend varlığının tespit edildiği yöntemdir (Kendall, 1975: 10). Bu testte verilerin sırası büyüklüklerinden daha önemlidir. “Veri serileri($X_1, X_2, \dots, X_n$) H_0 hipotezine göre benzer dağılmış rastgele değişkenlerdir. H_1 alternatif hipotezi $k \neq j$ ve $n \geq k$ (n veri kayıt süresi) olmak üzere seride

bulunan X_k ve X_j ardışık veri veri değerlerinin dağılışı benzer değildir” (Kahya ve Kalaycı, 1998: 506). Mann-Kendall testinin S (denklem 1.1 ve denklem 1.2) şeklinde hesaplanır.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1.1.)$$

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} \text{sgn}(x_j - x_k) > +1 \\ \text{sgn}(x_j - x_k) = 0 \\ \text{sgn}(x_j - x_k) < -1 \end{cases} \quad (1.2.)$$

Asimptotiği normal ve ortalaması 0 olan istatistiğin S değeri varyansı şu şekilde (denklem 1.3) hesaplanır.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (1.3.)$$

Eğer veri setinde benzer değerler (bağ durumu) bulunuyorsa varyans hesabında şu yol(denklem 2.2) izlenmelidir.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (1.4.)$$

Belirlenen varyansın önem durumu, standart normal değişken z 'nin aşağıdaki eşitlikle (denklem 2.3) hesaplanıp kritik z değeriyle karşılaştırılması sonucu belirlenir.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{Eğer} & S > 0 \\ 0 & \text{Eğer} & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{Eğer} & S < 0 \end{cases} \quad (1.5.)$$

“Eğer seçilen α anlamlılık seviyesinde $|z| \leq z_\alpha$ ise H_0 hipotezi kabul edilir, aksi halde reddedilir. Hesaplanan S değeri pozitif ise artan, negatif ise azalan bir trendin varlığı söz konusudur” (Büyükyıldız ve Bektay, 2004: 25).

3.2.2. Faktör Analizi

Bu çalışma kapsamında, veri seti içerisindeki değişkenlerin aralarındaki ilişki varlığını denetlemek adına faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Faktör analizi için ihtiyaç duyulan veri seti; Yıllık ve mevsimlik yağışlı gün sayılarının ortalama, maksimum, minimum ve varyans değerleri şeklindedir. Faktör analizindeki asıl amaç fazla değişkenli verilerin arasında bulunan ilişkinin kolay yorumlanabilmesi için daha az sayıdaki değişkene indirgenmesi veya özetlenmesidir. Faktör analizini gerçekleştirebilmek için ön koşullar bulunmaktadır. “a) Örneklem sayısı değişken sayısından büyük olmalıdır, b) Örneklem sayısı en az 50 olmalıdır. c) İfade başına düşen gözlem sayısı yüksek tutulmaya çalışılmalıdır. İdeal oran 1’e 5’tir” (Yaşlıoğlu, 2017: 75). Analizin kaç faktör içerdiğini anlamak için de öz değerler tablosuna bakılır. Faktör varlığının aranması için de özdeğerlerin 1’den küçük olmaması şartı aranır. Bu çalışmada da 100 adet istasyon bulunması ve değişken sayısının fazlalığı faktör analizi için gerekli olan ön koşullar sağlanmaktadır. Veri setinin büyüklüğü ve aranılan ilişki durumu nedeniyle açıklayıcı faktör analizi gerçekleştirildi. “Açıklayıcı faktör analizi, verilerin kovaryans ya da korelasyon matrisinden yararlanılarak birbirleri ile p sayıda değişkenden daha az sayıda ($k < p$) ve birbirlerinden bağımsız yeni değişkenler(faktör) türetmek üzere yararlanılan bir tekniktir” (Doğan ve Başokçu, 2010: 66). Birbirinden bağımsız bu faktörler arasındaki ilişkiyi test etmek için de faktör analizi yapılırken kovaryans ve korelasyon matrislerine ortogonal döndürme tekniklerinden varimax rotasyonu tekniği kullanılır. Faktör analizinde iki faktörlü denklem aşağıdaki gibi kurulur ve ifadeler şunları anlatmaktadır (Polat, 2012: 23).

“ δ ” ortak faktörü.” $x_1 x_2 \dots x_p$ ” ortak faktör göstergesi, “ $\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_p$ ” faktör ağırlıkları ve “ $\varepsilon_1 \varepsilon_2 \dots \varepsilon_p$ ” spesifik karakterdeki faktörleri temsil etmektedir.

$$\begin{aligned}
x_1 &= \lambda_{11}\delta_1 + \lambda_{12}\delta_2 + \varepsilon_1 \\
x_1 &= \lambda_{21}\delta_1 + \lambda_{22}\delta_2 + \varepsilon_2 \\
&\cdot \\
&\cdot \\
x_p &= \lambda_{p1}\delta_1 + \lambda_{p2}\delta_2 + \varepsilon_p
\end{aligned}$$

(1.6.)

Her x değeri için varyans aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$\begin{aligned}
E(x^2) &= E(\lambda_1\delta_1 + \lambda_2\delta_2 + \varepsilon)^2 \\
&= \lambda_1^2 E(\delta_1^2) + \lambda_2^2 E(\delta_2^2) + E(\varepsilon^2) + 2\lambda_1\lambda_2 E(\delta_1\delta_2) \\
&\quad + 2\lambda_1 E(\delta_1\varepsilon) + 2\lambda_2 E(\delta_2\varepsilon) \\
Var(x) &= \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + Var(\varepsilon) + 2\lambda_1\lambda_2\emptyset
\end{aligned}$$

(1.7.)

“ δ_1 ” ve δ_2 faktörleri arasındaki korelasyon “ $\emptyset$ ” şekilde ifade edilir.

Ortogonal faktör modelinde “ $\emptyset=0$ ” dır. Buna göre şu eşitlik kullanılır;

$$Var(x) = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + Var(\varepsilon)$$

(1.8.)

Değişken ve faktör arasındaki ilişkiyi belirlemek için de şu formül kullanılır;

$$\begin{aligned}
E(x\delta_1) &= E[(\lambda_1\delta_1 + \lambda_2\delta_2 + \varepsilon)\delta_1] \\
&= \lambda_1 E(\delta_1^2) + \lambda_2 E(\delta_1\delta_2) + E(\varepsilon\delta_1) \\
Cor(x\delta_1) &= \lambda_1 + \lambda_2\emptyset
\end{aligned}$$

(1.9.)

“Yani herhangi bir değişken ile faktör arasındaki ilişki, birinci faktör yüküne iki faktör arasındaki korelasyon ile ikinci faktör yükünün çarpımı ilave edilerek hesaplanmaktadır” (Polat, 2012: 27)

Ortogonal model kullanımında $\emptyset=0$ olacağı için denklem aşağıdaki gibi gösterilir;

$$Cor(x\delta_1) = \lambda_1 \quad (1.10.)$$

3.2.3. Kümeleme Analizi

Kümeleme Analizi, X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen değişkenleri birbiri ile benzer olan alt kümelere (grup, sınıf) ayırmaya yardımcı olan yöntemler topluluğudur. Kümeleme analizi, nesneleri küme içerisinde çok benzer biçimde, kümeler arasında farklı olacak biçimde kümeler (Hair vd, 1995: 418). Bu çalışmada, hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden biri olan Ward's yöntemi kullanıldı. "En küçük varyans" yöntemi olarak da adlandırılan Ward's yöntemi kümeler içi varyansı en küçük yapmayı amaçlar. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri, veri setinin birimlerinin birbirilerine olan uzaklık değerlerini kullanarak, veri setindeki birimlerin hiyerarşik ayrıştırmasını yapar. Hiyerarşik ayrıştırma sırasında, ağaç veri yapısı olarak da bilinen dendogram kullanılır. Bu analiz için ihtiyaç duyulan veri; belirlenen gözlem aralığındaki, yıllık ve mevsimlik yağışlı gün sayısı değerleridir. Bu analiz; yağışlı gün sayılarının birbirileri arasındaki benzerlikleri göz önünde bulundurarak, homojen gruplara bölmek amacıyla kullanılmıştır. Bu sayede; çalışma alanında yer alan istasyonlardaki yağışlı gün sayısı karakterlerinin, ne derecede benzerlik taşıdıkları yorumlanmıştır. Yıllık ve mevsimlik olarak tespit edilen her küme, farklı sembollerle gösterilerek haritalanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Yağışlı Gün Sayılarının Alansal Analiz Sonuçları

Çalışma alanında bulunan 100 istasyonun; yağışlı gün sayısı dizileri arasındaki ilişki varlığını ve alansal değişkenliğini belirlemek adına faktör analizi gerçekleştirildi. Yağışlı gün sayılarının faktör yükleri, veri seti içerisinde bulunan yıllık ve mevsimlik yağışlı gün sayıları kullanılarak tespit edildi. Analiz sonucunda 1. ve 2. asal bileşenlere ait toplam öz değer ve açıklanan varyans (%) sonuçlarına ulaşıldı. Yağış verilerine uygulanan faktör ya da asal bileşenler analizlerinde genel kabul, Pc1 değerlerinin daha çok atmosferik dolaşım etkilerini, Pc2 değerlerinin ise coğrafi etkileri temsil ettiğidir (Kadıoğlu, 2000: 1745). Türkiye'de toplam yağışlı gün sayılarında istasyonlar arasında kuvvetli bir varyans olmaması, yağışlı gün sayılarının en yüksek olarak kış mevsiminde gözlenmesi ve bu dönemdeki yağış etkinliğinin çoğunlukla dinamik süreçlerle ilişkili olması nedeniyle analiz sonucunda varyans açıklama yüzdeleri kış mevsimi dışında PC1'de oldukça yüksek çıkmıştır. Bu nedenle; bu çalışma kapsamında, sadece faktör 1 değerlerinin haritaları oluşturuldu.

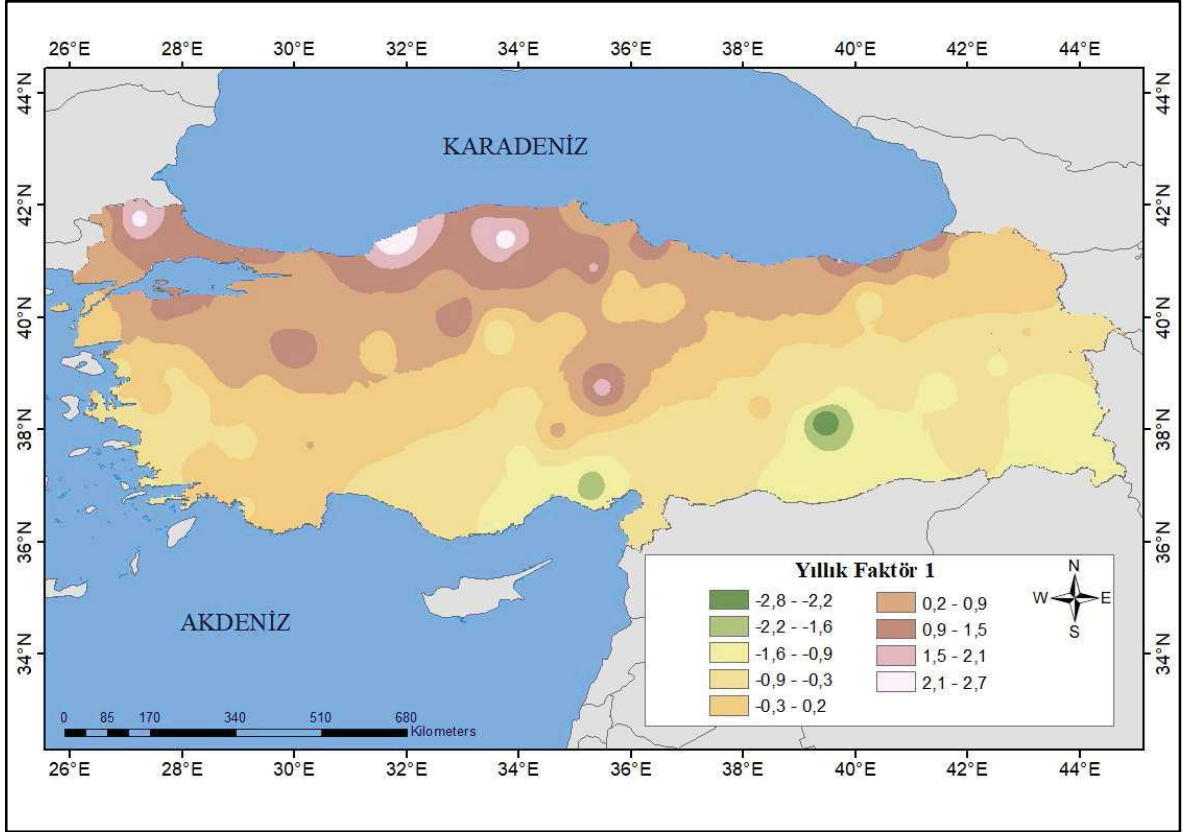
Tablo 4.1.:Asal bileşenlerin varyans değerleri.

PC	Toplam Özdeğer	Açıklanan Varyans (%)
YILLIK		
1	35884	80,3
2	1413	3,1
KIŞ		
1	1523	41,3
2	592	16,1
İLKBAHAR		
1	3083,8	63,6
2	370,9	7,6
YAZ		
1	3200	88
2	150,2	3,2
SONBAHAR		
1	2907,9	72
2	233,4	5,8

4.1.1. Yağışlı Gün Sayılarının Faktör Analizi Sonuçları

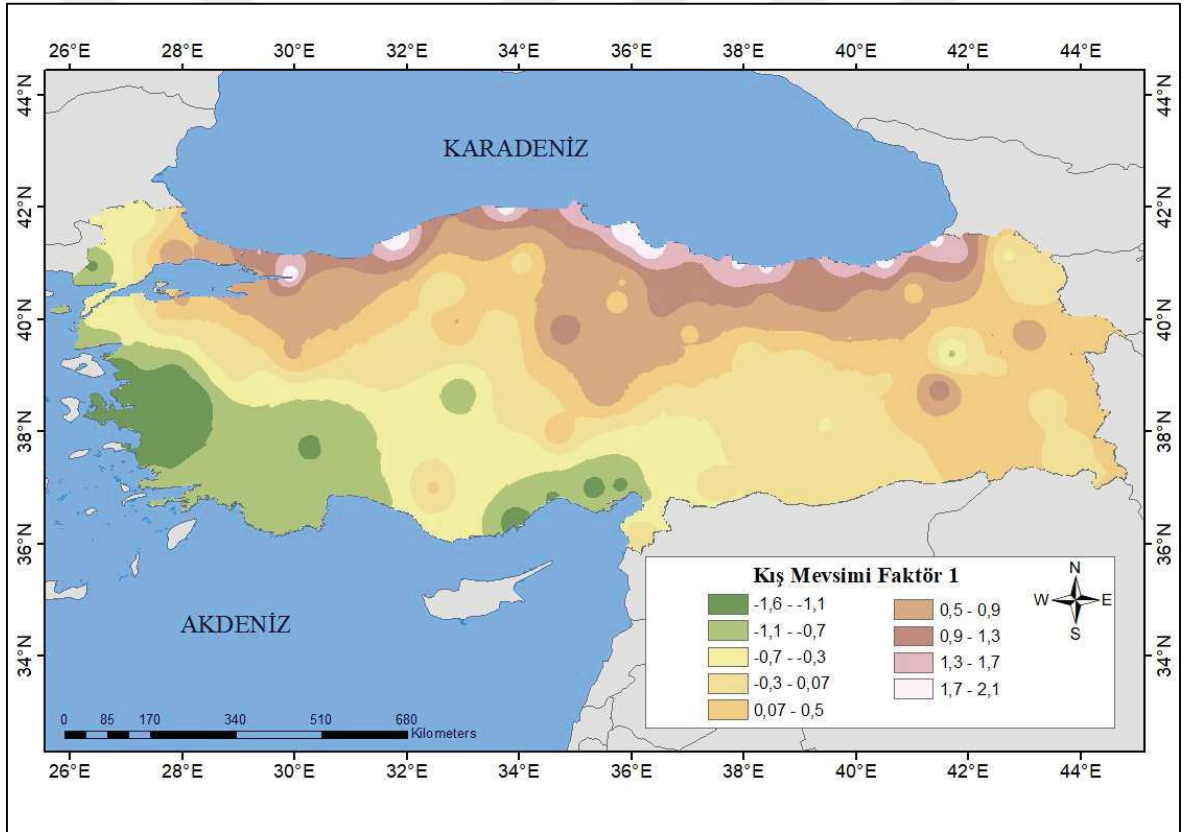
Yıllık yağışlı gün sayılarına ait 1.Pc (PC1)'nin özdeğeri, yağışlı gün sayılarındaki varyansın %80,3'ünü açıklamaktadır (Tablo 4.1). 2.Pc (PC2) varyans değerinin düşük olması nedeniyle, yıllık faktör 2 değerine ulaşamamıştır. Yüksek negatif yüklere sahip katsayı yükleri; Akdeniz Bölgesi, Ege Kıyıları ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde gözlenmekle beraber dağılımlarında kuşaklaşma dikkati çekmektedir. Negatif yük değerleri genellikle Akdeniz yağış rejimi bölgeleri, İç Anadolu'nun bir kısmı ve Anadolu'nun güneydoğu kısımlarında gözlenmektedir. Büyük pozitif yük değerleri, tüm Karadeniz kıyı kuşağında ve İç Anadolu'nun belirli kesimlerinde dağılış göstermektedir (Şekil 4.1). Bunun nedeni; Türkiye'nin kuzey kıyılarında yağış oluşumunun, topografya etkisi ve kuzeyli akımlar tarafından ortak şekilde denetleniyor olmasıdır. Anadolu'nun iç kesimlerinde ise denizel etkinin zayıf olması ve yağışların büyük çoğunluğunun konvektif karakterli olmasıdır.

Şekil 4.1.: Yıllık yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri.



Kış mevsimine ait 1.Pc (PC1)'nin öz değeri, yağışlı gün sayılarındaki varyansın %41,3'ünü açıklamaktadır (Tablo 4.1). Negatif yüklerin dağılımı Anadolu yarımadasının batı ve güney kısımlarında güçlü olacak şekilde, iç kesimlere gelindikçe küçülmektedir (Şekil 4.2). Bunun nedeni; orta enlem ve Akdeniz siklonlarının, Balkanlar ve Akdeniz üzerinden Batı Anadolu'ya girerek buralardaki yağışlara direkt etki etmesidir. Pozitif yük değerleri, tüm Karadeniz kıyı kuşağına ve Anadolu'nun doğu kesimlerinde yayılmış durumdadır. Kuzeyli hava akımlarının, coğrafi koşullarla birlikte yağışlı gün sayılarına oluşturduğu etki bunun nedenidir. Özellikle; Karadeniz kıyılarındaki dağların denize olan konumu ve Doğu Anadolu'daki yükselti ve karasallık buna verilebilecek en iyi örneklerdir.

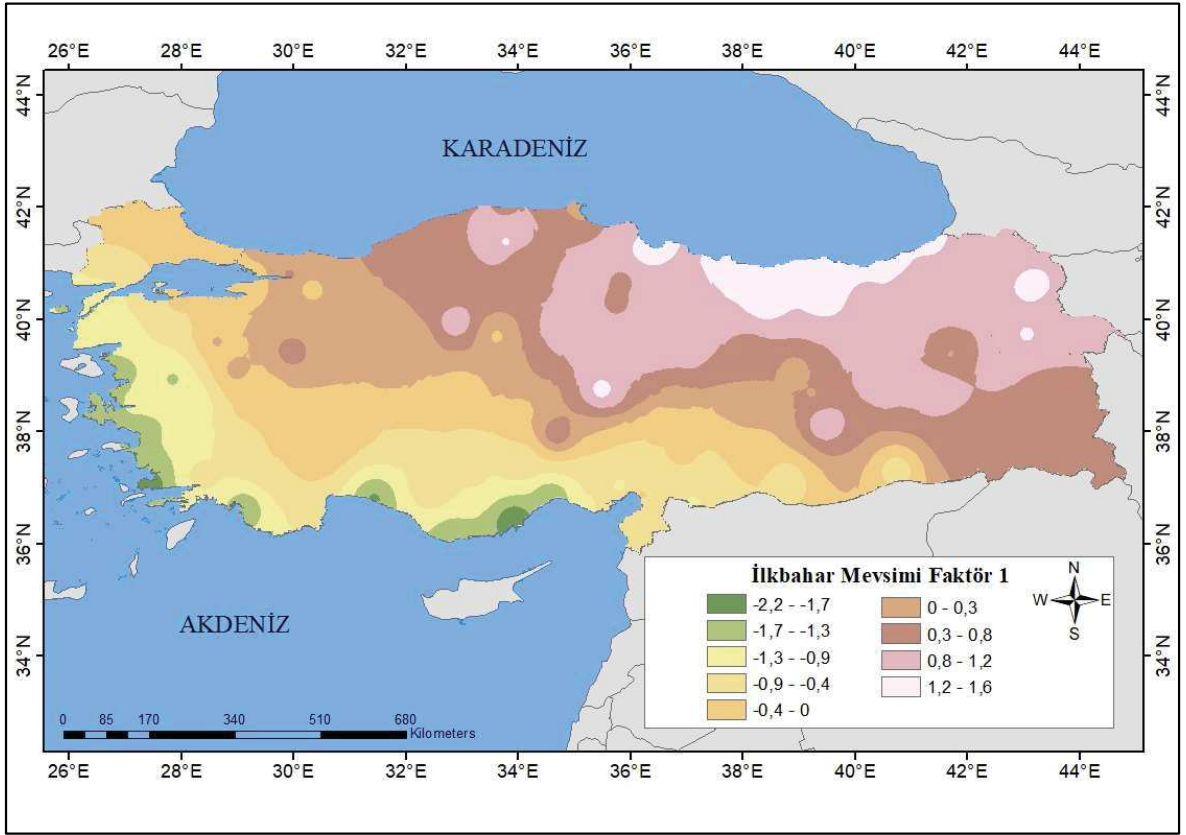
Şekil 4.2.: Kış mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri.



İlkbahar mevsimi 1.Pc (PC1)'nin öz değeri yağışlı gün sayılarındaki varyansın %63,6'sını açıklamaktadır (Tablo 4.1). Doğu Anadolu, Doğu Karadeniz ve Orta Karadeniz'in tamamı ile İç Anadolu'nun belirli kısımlarında, pozitif değerler dikkat çekmektedir (Şekil 4.4). Negatif faktör yükleri; Anadolu'nun batı ve güney kıyıları, Trakya yarımadası, İç Anadolu'nun güneyi ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin belirli kısımlarında dağılış göstermektedir. Kış mevsimine kıyasla, yüksek negatif faktör yüklerinde daralmalar gözlemlense de; Akdeniz ve orta enlem siklonlarının, bu alanlardaki

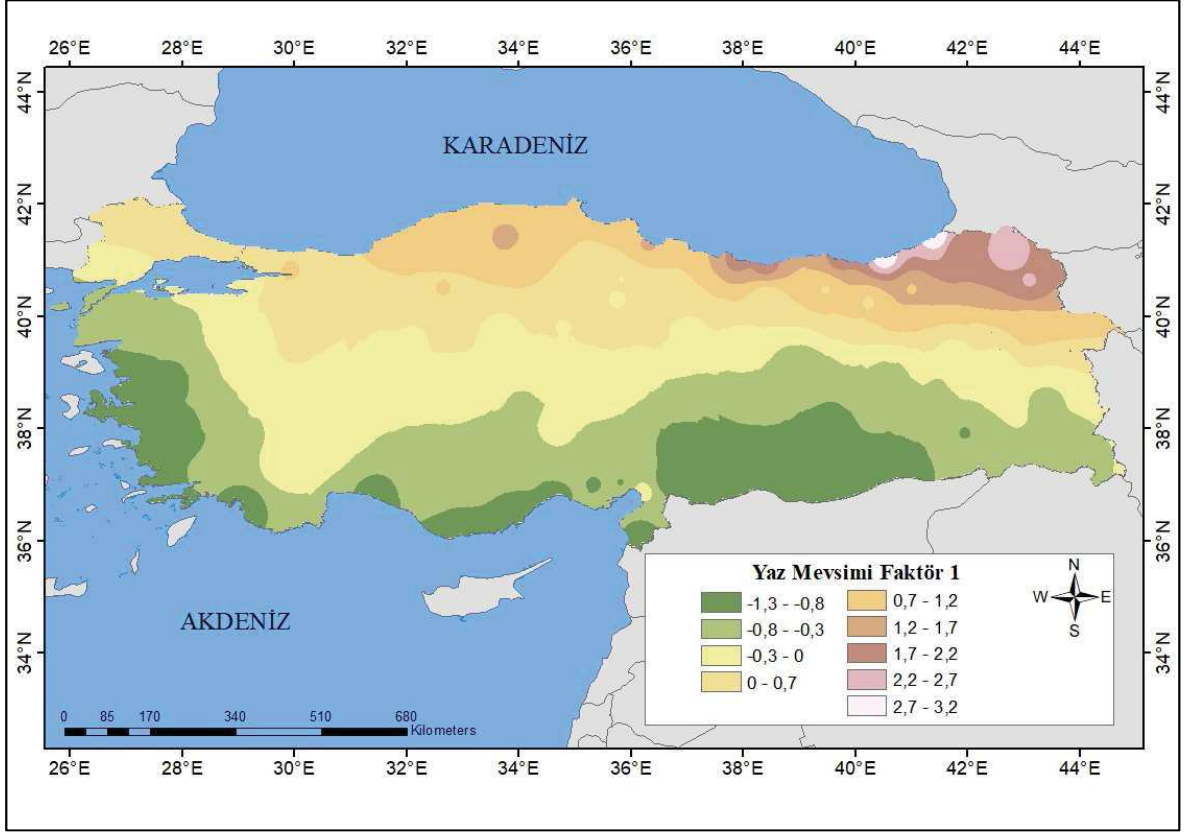
yağışlı gün sayılarına etkisinden söz edilebilmektedir. Yüksek pozitif yük değerleri, kış mevsimine kıyasla Doğu Karadeniz kıyılarında dağılışını kuvvetlendirdiği görülmektedir (Şekil 4.4). Bu durum; Orta Akdeniz kaynaklı 500 ve 700 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeylerindeki, güneybatılı hava akışlarının yarattığı fön etkisi ile açıklanabilir (Türkeş vd, 2008: 505). İç Anadolu ve Doğu Anadolu gibi karasal bölgelerde gözlenen pozitif değerler; ilkbahar mevsiminde yaşanan yükselim yağışlarıyla açıklanabilmektedir.

Şekil 4.3.: İlkbahar mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri



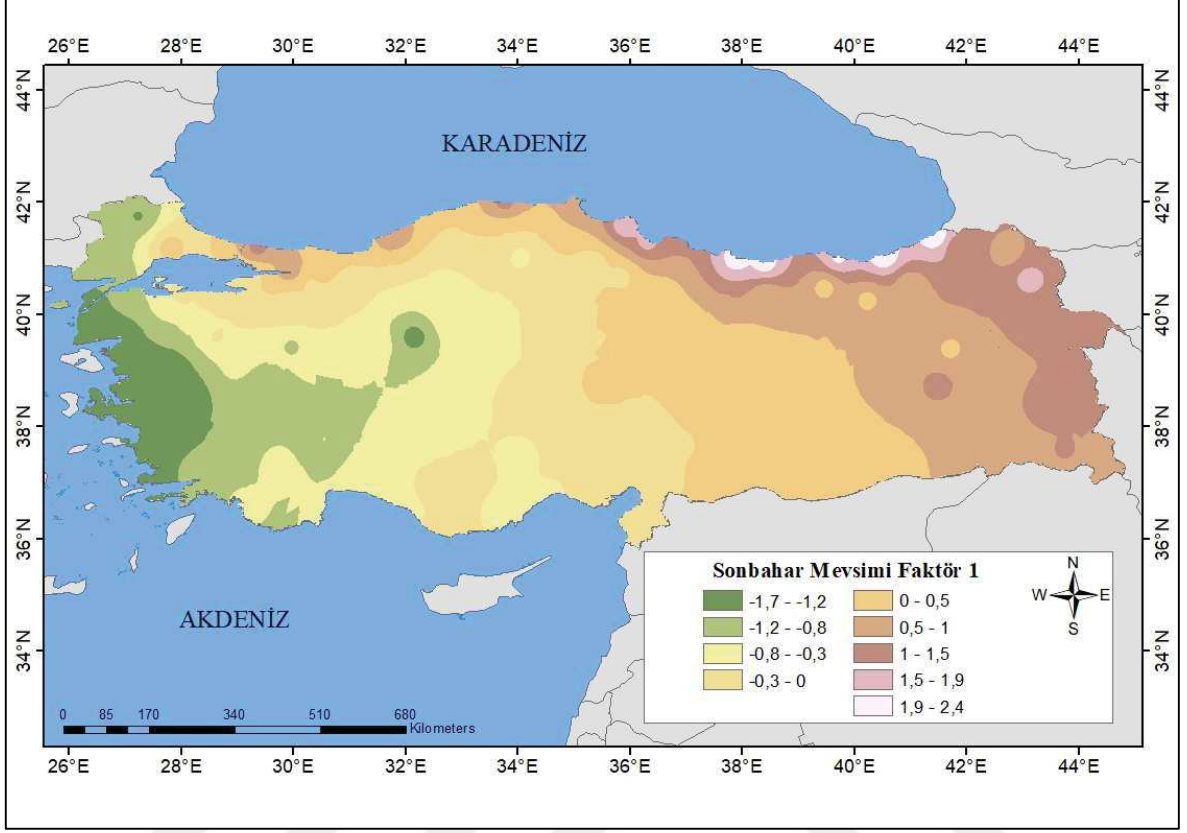
Yaz mevsimine ait 1.Pc (Pc1)'nin öz değeri, yağışlı gün sayılarındaki varyansın %88'ini açıklar (Tablo 4.1). Negatif yüklü değerler Anadolu'nun güneyinde dağılım göstermektedir (Şekil 4.5). Güneybatı- Kuzeydoğu doğrultusunda bir kuşaklaşma dikkati çekmektedir. Negatif yüklerde gözlenen yoğunluğun nedeni, Anadolu'daki yaz yağışlı günlerinin büyük atmosfer dolaşımına bağlı hava sistemleri tarafından denetleniyor olmasıdır. Batıda; Kuzeydoğulu yüksek atmosfer olukları, orta Anadolu'da yüksek atmosfer oluklarından kaynaklı gezici depresyonlar ve doğuda termik kaynaklı Basra alçığının etkisini genişletmesi bunun bir örneğidir (Türkeş vd, 2008: 507).

Şekil 4.4.: Yaz mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri.



1.Pc (PC1), sonbahar mevsiminde yaşanan yağışlı gün sayılarındaki varyansın %72'sini temsil eder (Tablo 4.1). Sonbahar mevsiminde; genel dolaşım etkisiyle, geniş alanlı ve etkili orta enlem/Akdeniz depresyonları yağışlı günler üzerinde önemli etkiye sahiptir. Anadolu'nun batı, güney ve iç bölgelerinde gözlenen negatif değerli PC1 yükleri bunun en önemli göstergesidir (Şekil 4.5). Karadeniz kıyı kuşağı boyunca, kuzeyli dolaşımın etkisini arttırması, topografya nedeniyle orografik yağışların yaşanması ve orografik yükselmenin desteğiyle soğuk cephelerin kuvvetlenmesi; sonbahar mevsiminde Karadeniz kıyı kuşağında uzun süreli ve etkili yağışların yaşanmasına neden olur. Bu mevsimdeki yağışların genel atmosferik dolaşım ve çoğunlukla topografya tarafından denetleniyor olması pozitif faktör yüklerini açıklamaktadır.

Şekil 4.5.: Sonbahar mevsimi yağışlı gün sayıları 1. asal (PC1) bileşenleri.



4.1.2. Yağışlı Gün Sayılarının Kümeleme Analizi Sonuçları

Kümeleme analizi; değişken sayısının çok olduğu veri setlerinde, değişkenler arasındaki benzerlik ilişkisini bulabilmek amacıyla değişkenleri daha küçük alt kümelere ayırmaya yarayan bir yöntemdir. Bu çalışmada; yağışlı gün sayılarının temin edildiği istasyonların, aralarındaki benzerlikleri daha iyi göstermek adına kümeleme analizi gerçekleştirildi. Analizler sonucunda bulunan her kümeye sembol değeri atanarak haritalandırıldı. İstasyonlar arasındaki benzerlikler; Spss ortamında tespit edilerek, Arcgis 10.3 yazılımı yardımıyla haritalandırıldı. Yıllık ve mevsimlik küme değerleri, istasyon sayıları ve genel özellikleri Tablo 4.2’de gösterilmektedir.

Yıllık kümeleme analizi sonucunda; Türkiye’nin yağış özellikleri dikkate alınarak, 100 istasyona 5 adet küme değeri atandı. En fazla dağılışa sahip olan 1 numaralı küme değeri; Anadolu’nun batı, güney ve güneydoğu kısımlarında yayılım göstermektedir (Şekil 4.7). 1 numaralı küme içerisinde 47 adet istasyon bulunmaktadır (Tablo 4.2). Baskın dağılışa sahip 1 numaralı küme değerlerine; Kuzey Ege, Gediz, K. Menderes, B.

Menderes, B. Akdeniz, D. Akdeniz, Asi, Ceyhan, Dicle havzalarında ve Konya Kapalı Havzasında rastlanmaktadır.

Tablo 4.2.: Kümelerin genel özellikleri.

	Yağışlı gün sayısı	KÜMELER				
		1	2	3	4	5
KIŞ	Ortalama	35	36	42	45	*
	Maksimum (ort)	55	56	67	62	*
	Minimum (ort)	11	16	16	26	*
	Varyans (ort)	90	74	86	57	*
	İstasyon sayısı	18	47	25	10	*
İLKBAHAR	Ortalama	30	36	42	31	*
	Maksimum (ort)	46	57	60	47	*
	Minimum (ort)	12	13	24	16	*
	Varyans (ort)	57	77	57	72	*
	İstasyon sayısı	42	31	26	1	*
YAZ	Ortalama	7	14	36	*	*
	Maksimum (ort)	17	31	57	*	*
	Minimum (ort)	1	3	19	*	*
	Varyans (ort)	14	34	52	*	*
	İstasyon sayısı	34	58	8	*	*
SONBAHAR	Ortalama	19	24	22	36	*
	Maksimum (ort)	34	48	38	53	*
	Minimum (ort)	6	7	7	20	*
	Varyans (ort)	33	53	38	48	*
	İstasyon sayısı	45	15	27	13	*
YILLIK	Ortalama	93	108	116	138	172
	Maksimum (ort)	131	162	158	185	213
	Minimum (ort)	53	51	67	78	140
	Varyans (ort)	258	483	332	443	252
	İstasyon sayısı	47	13	24	12	4

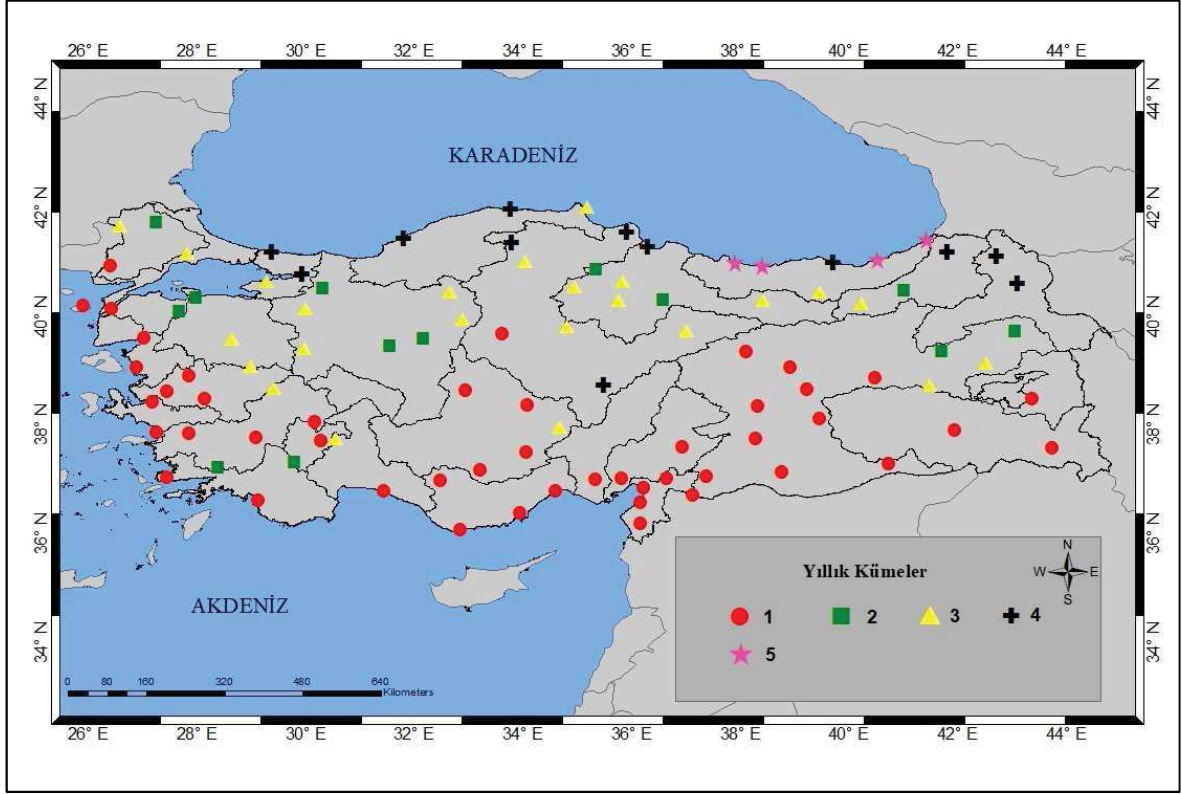
Fırat Havzası'nda baskın bir numaralı küme değerlerine, aşağı havza kısımlarında rastlanırken; yukarı havza sınırında konumlanan dört istasyonda, iki ve üç numaralı kümelerle ait ikişer istasyon dikkat çekmektedir. Bu durum; yağışlı gün sayısı karakterinde, yukarı ve aşağı havza bölümleri arasında farklılıkların olduğunu göstermektedir.

2 ve 3 numaralı kümeler; havza bazında ayırt edilen bir baskınlık göstermemekte ve genellikle Anadolu'nun iç kesimlerinde gözlenmektedir. 4 numaralı küme içerisinde bulunan istasyonlar, çoğunlukla Karadeniz kıyılarında bulunan havzalara ait istasyonlardır. Çoruh Havzası içerisindeki Artvin istasyonu ve Aras Havzası'nda da 4 numaralı küme dağılışı gözlenmektedir. Bu dağılışa uymayan tek istasyon, Kayseri istasyonudur. Faktör yüklerinin dağılışı da benzer durum söz konusudur (Şekil 4.1).

Anadolu'nun iç kesimlerinde bulunan bir istasyonun, Karadeniz kıyılarındakine benzer özellik göstermesi yerel etkilerle açıklanabilir. Beş numaralı küme ise sadece Doğu

Karadeniz Havzası'nda bulunmaktadır. Havzadaki yağış özellikleri de dikkate alındığında, havza içerisindeki yağışlı gün sayılarının benzer özellik taşıdığı yorumu yapılabilir.

Şekil 4.6.: Yıllık kümeleme analizi sonuçları.

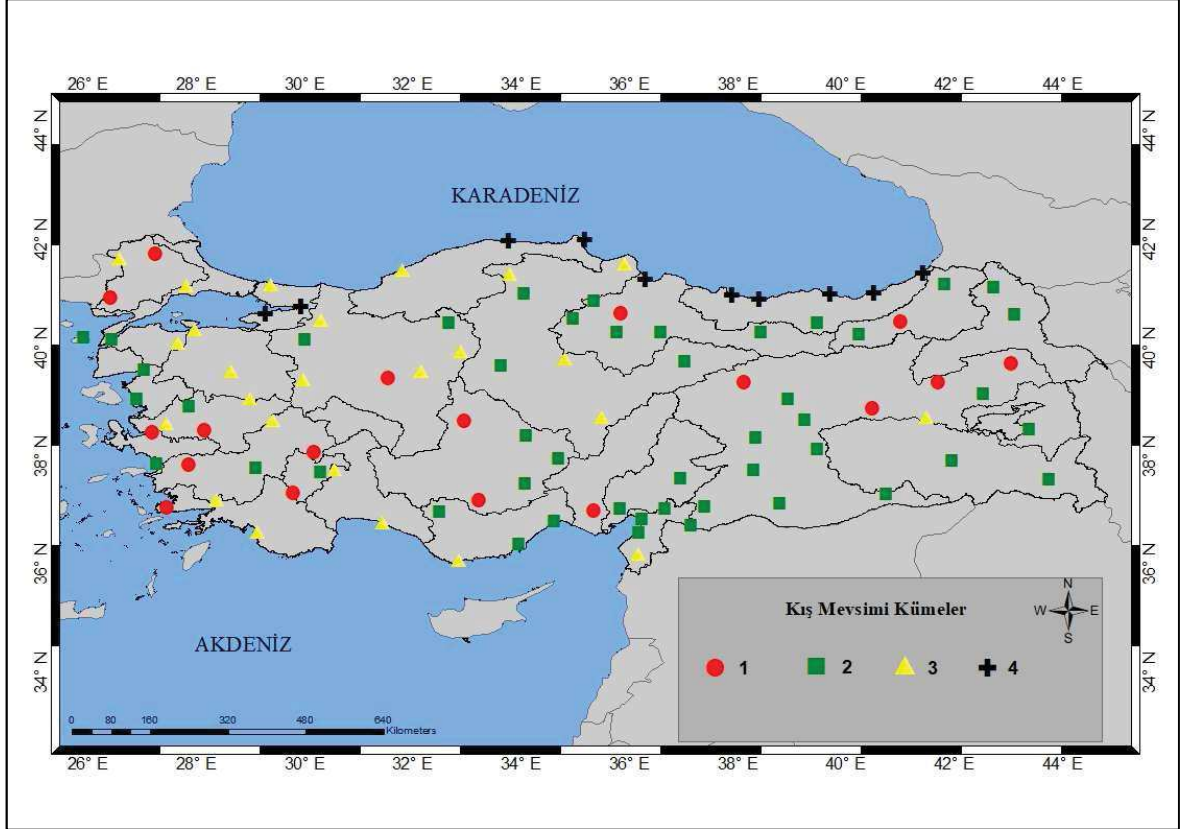


Farklı kümeleri içinde bulunduran havzalar, Meriç, Kızılırmak, Yeşilırmak ve Çoruh Havzalarıdır. Bu durum; belirtilen havzalarda, yağışlı gün sayısı karakterinin çeşitlilik taşıdığını göstermektedir. Yıllık kümelerin barındırdığı özellikler açısından, varyans değerlerinin taşıdığı farklılık dikkat çekmektedir. Yıllık varyans değerleri; 1 numaralı kümede 258, 2 numaralı kümede 483, 3 numaralı kümede 332, 4 numaralı kümede 443 ve 5 numaralı kümede ise 252 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Kış mevsimi kümeleme analizi için; Türkiye'nin yağış özellikleri dikkate alınarak, 4 adet küme belirlendi. 1 numaralı kümede 18, 2 numaralı kümede 47, 3 numaralı kümede 25 ve 4 numaralı kümede 10 istasyon bulunmaktadır (Tablo 4.2). 1 numaralı küme değeri, dağılışı olarak belirgin bir desen izlememektedir (Şekil 4.7). Kış mevsiminde en fazla istasyon sayısına sahip 2 numaralı küme, genellikle Anadolu'nun iç ve doğu kısımlarında ve Akdeniz'in doğu kıyılarında dağılışı göstermektedir (Şekil 4.8). 3 numaralı küme; Susurluk, Antalya ve Batı Akdeniz Havzaları dışında, baskın dağılışı göstermemektedir. 4

numaralı küme değerine; en belirgin Doğu Karadeniz Havzası'nda rastlanmaktadır. Havza içi küme dağılışı, homojenliğin en az rastlandığı; B. Menderes, Gediz ve Marmara Havzalarında, havza içi yağışlı gün sayısı karakterleri farklılık göstermektedir. Batı kısımlarda gözlenen bu farklılaşma; kış mevsiminde yaşanan yoğun cephesel geçişlerle açıklanabilir.

Şekil 4.7.: Kış mevsimi kümeleme analizi sonuçları.

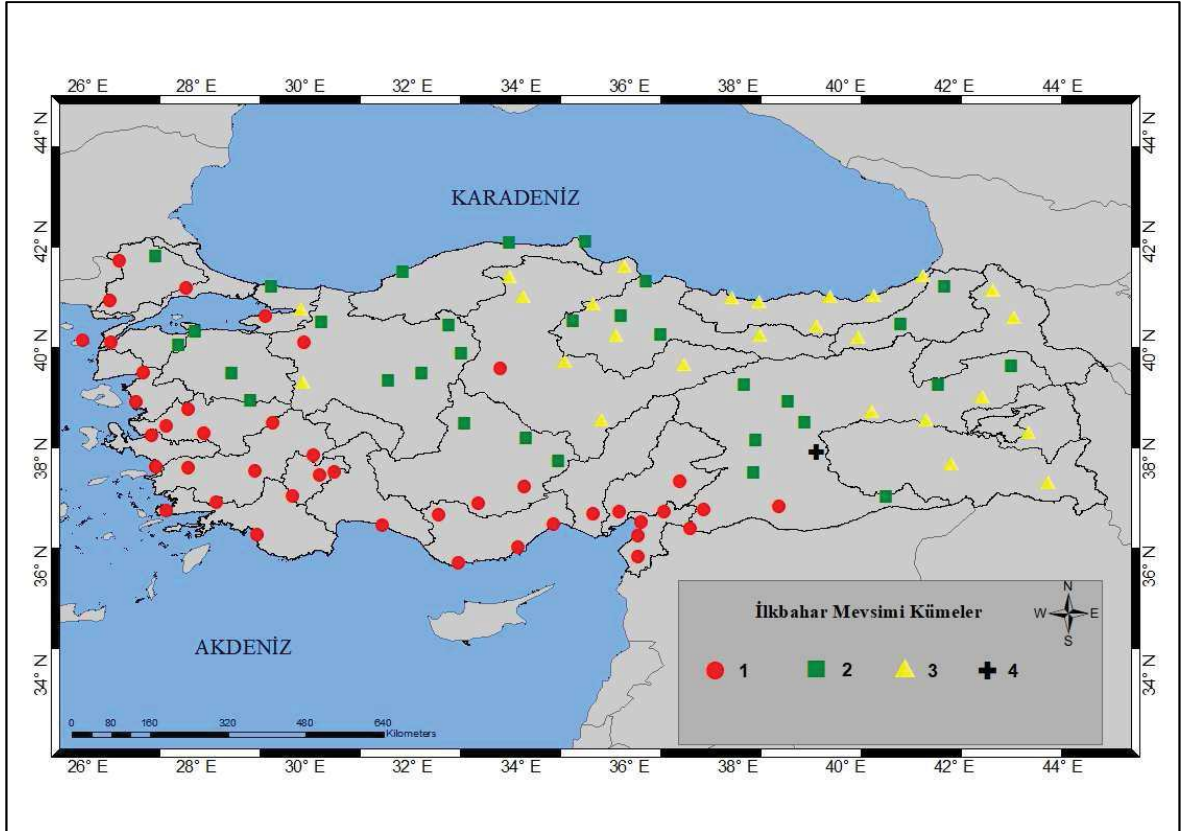


Kış mevsimi kümelerinin genel özelliklerine bakılacak olursa; ortalama yağışlı gün sayısı, maksimum yağışlı gün ve varyans değerleri arasındaki farklar, kümelerin oluşmasında büyük katkı sağlamıştır. Örneğin; birinci ve ikinci küme ortalamaları arasında, 1 günlük farklar gözlenirken; varyans değerleri arasındaki farklar daha dikkat çekmektedir (Tablo 4.2).

İlkbahar mevsimi kümeleme analizi için; Türkiye'nin yağış özellikleri dikkate alınarak, 4 adet küme belirlendi. 1 numaralı kümede 42, 2 numaralı kümede 31, 3 numaralı kümede 26 ve 4 numaralı kümede 1 istasyon bulunmaktadır (Tablo 4.2). 1 numaralı küme; Anadolu'nun batı ve güney kıyılarında bulunan havzalarda yoğun dağılışı göstermektedir (Şekil 4.8). 2 numaralı küme değerleri; Susurluk, Sakarya, B. Karadeniz ve Fırat

Havza'larında gözlenmektedir. Genel dağılım yönü kuzeybatı-güneydoğu doğrultusundadır. 3 numaralı küme dağılımı ise Anadolu'nun doğusu ve kuzeydoğusu şeklindedir. En baskın 3 numaralı kümeye Doğu Karadeniz, Dicle ve Aras Havza'larında rastlanmaktadır. 4 numaralı küme sadece Fırat Havzası içinde konumlanan, Çermik istasyonunda bulunmaktadır.

Şekil 4.8.: İlkbahar mevsimi kümeleme analizi sonuçları.

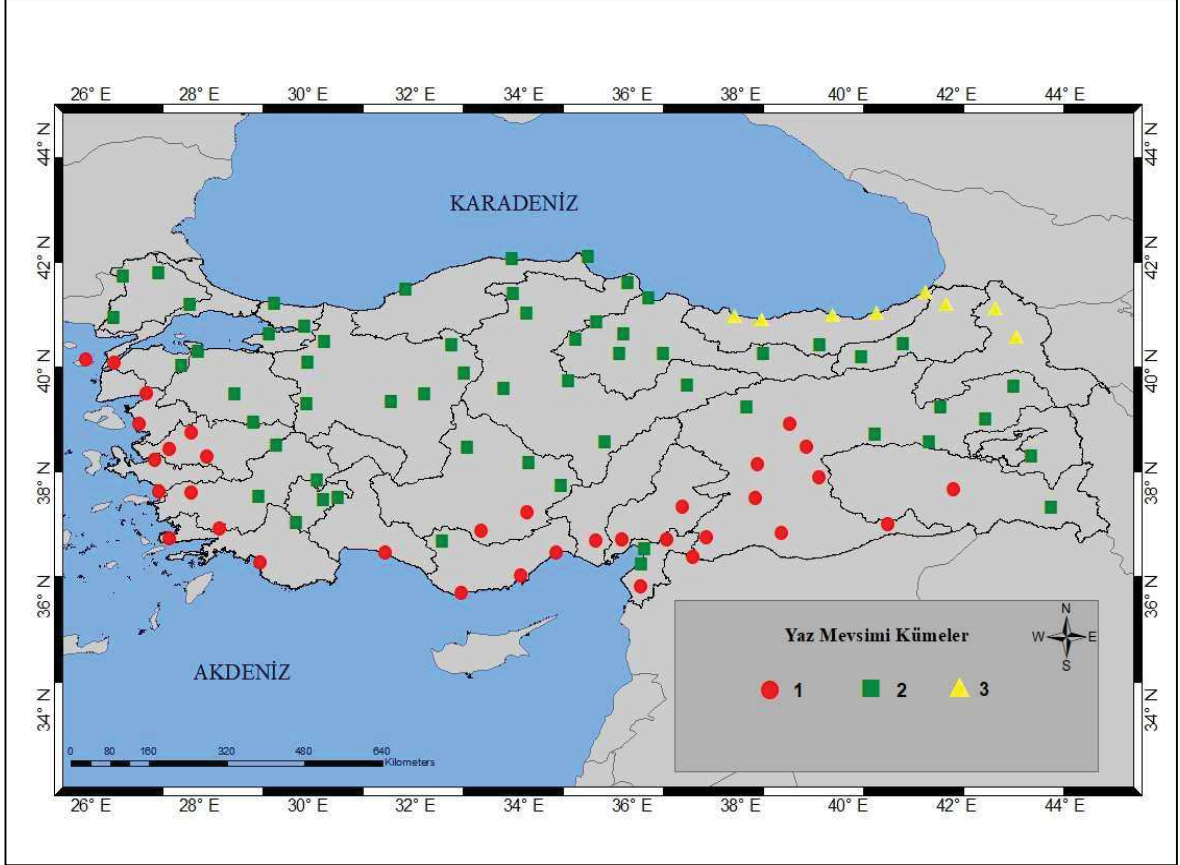


Bu durum; yerel koşulların, yağışlı gün sayılarında farklılıklar yaşanmasına neden olduğunu göstermektedir. Havza içi yağışlı gün sayısı karakteri farklılığının en yoğun yaşandığı yer de Fırat Havzası olarak gözlenmektedir. Kümelerin özelliklerine bakıldığında; kümeler arasındaki en önemli farkların maksimum ve minimum yağışlı gün sayılarında yaşandığı gözlenmektedir (Tablo 4.2).

Yaz mevsimi kümeleme analizi için; Türkiye'nin yağış özellikleri dikkate alınarak, 3 adet küme belirlendi. 1 numaralı kümede 34, 2 numaralı kümede 58 ve 3 numaralı kümede 8 istasyon bulunmaktadır (Tablo 4.2). 1 numaralı küme değerlerinin dağılımına bakıldığında; Kuzey Ege, Gediz, K. Menderes, B. Menderes, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz

Havzaları ve Fırat Aşağı Havzasında baskınlık gözlenmektedir (Şekil 4.9). Yaz mevsiminde 2 numaralı küme; Anadolu'nun kuzeybatısı ve iç kesimlerinde bulunan havzalarda homojen dağılışı göstermektedir. Doğu Karadeniz Havzası ve Aras Havzası, 3 numaralı kümenin dağılışı alanları olarak görülmektedir.

Şekil 4.9.: Yaz mevsimi kümeleme analizi sonuçları.

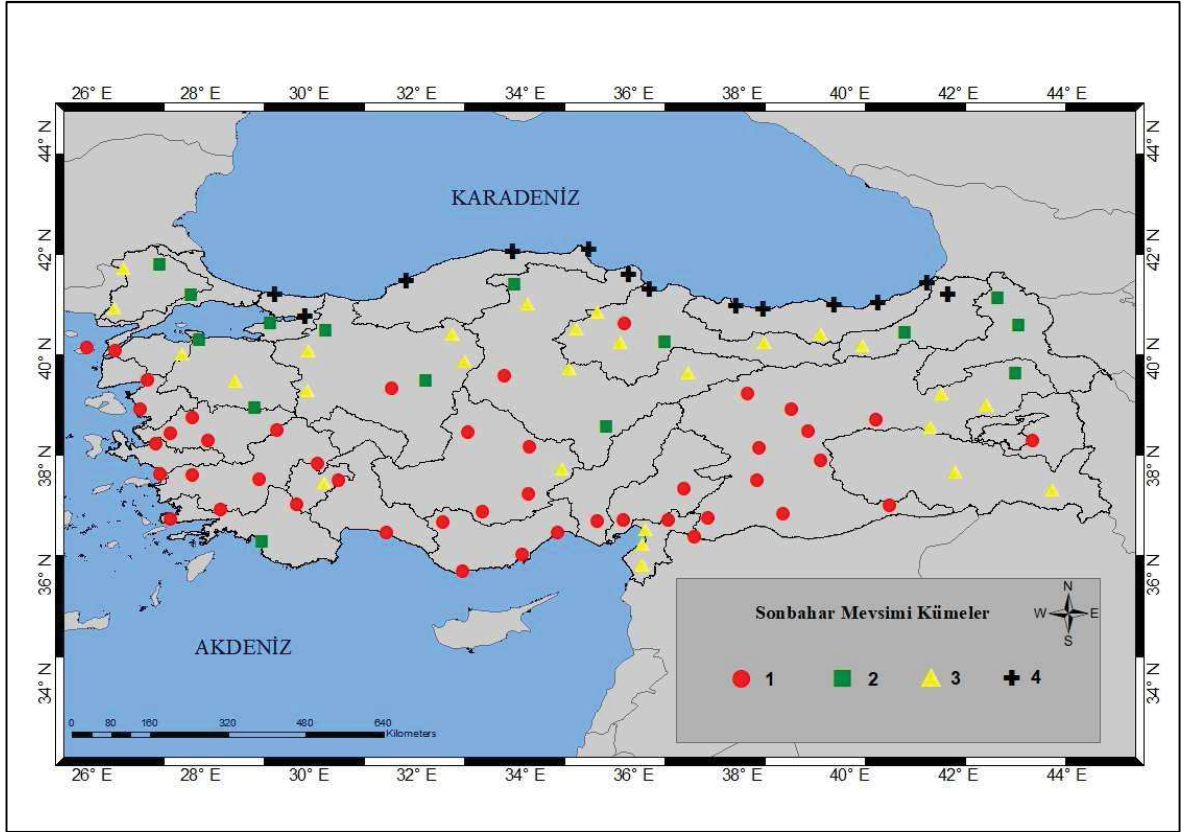


Yağışlı gün sayılarının direkt olarak iklim koşullarından etkileniyor olması, kümelerin bu denli homojen dağılışı göstermesini açıklamaktadır. Türkiye iklimi, genel olarak yaz boyunca sıcak ve kurak karaktere sahiptir. Bu nedenle; havzalar arası yağışlı gün sayısı özelliklerinde belirgin farklara rastlanmamaktadır. Havza içi farklılığa en fazla, Fırat Havzası'nda rastlanmaktadır. Fırat Havzası'ndaki farklılık; diğer mevsimlerde olduğu gibi, aşağı ve yukarı havzalar arasında gözlenmektedir. Kümelerin özelliklerine bakıldığında; kümeler arasındaki farklılaşmanın, maksimum yağışlı gün sayısı ve varyans değerleri ile bağlantılı olduğu görülmektedir (Tablo 4.2).

Sonbahar mevsimi kümeleme analizi için; Türkiye'nin yağış özellikleri dikkate alınarak, 4 adet küme belirlendi. 1 numaralı kümede 45, 2 numaralı kümede 15, 3 numaralı

kümede 27 ve 4 numaralı kümede 13 istasyon bulunmaktadır (Tablo 4.2). Kümelerin genel dağılımına bakıldığında; en fazla istasyon sayısına sahip olan 1 numaralı küme, Akdeniz ve Ege kıyılarında bulunan havzalarda, Konya Kapalı Havzası'nda ve Fırat Havzası'nda baskın durumdadır. 2 ve 3 numaralı kümeler, genellikle Anadolu'nun iç kesimlerinde dağılış göstermektedir. 4 numaralı kümelere, Karadeniz kıyı kuşağında bulunan havzalarda rastlanmaktadır. Sonbahar mevsiminde en fazla yağışların yaşandığı bu havzalar, yağışlı gün sayısı karakterlerinde de benzerlikler göstermektedir. Farklı değerlerde kümelerin görüldüğü havzalar; Sakarya, Kızılırmak, Yeşilırmak, Çoruh ve Fırat Havza'larıdır.

Şekil 4.10.: Sonbahar mevsimi kümeleme analizi sonuçları.



Kümelerin özelliklerine bakıldığında; küme sayısı dışında, yaz mevsimiyle benzerlik gözlenmektedir. Kümeler arasındaki farklılaşma, maksimum yağışlı gün sayısı ve varyans değerleri ile bağlantılıdır (Tablo 4.2). Sonbahar mevsimi kümeleri arasındaki ilişkiye bakıldığında; 4 numaralı kümeye ait tüm ortalama değerlerin, diğer kümelere göre daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

4.2. Yağışlı Gün Sayılarının Zamansal Eğilim (Trend) Analiz Sonuçları

100 istasyona ait yağışlı gün sayılarının yıllar arası değişkenliği, yıllık ve mevsimlik seriler olarak Mann-Kendall testi ile analiz edilerek haritalandı. Analiz sonuçlarının yorumlanmasında altlık olarak Türkiye akarsu havza sınırları kullanıldı. Analiz sonucunda elde edilen korelasyon katsayılarının anlamlılığı, %99 ve %95 güven seviyeleri ve değişim yönü dikkate alınarak (azalış-artış durumları) değerlendirildi. Türkiye genelinde baskın eğilim azalma yönündedir. Bu özellik açısından en öne çıkan ve güçlü azalış eğilimi tespit edilen havzalarda bulunan istasyonların, yıllar arası yağışlı gün sayılarındaki zamansal gidiş deseni grafikler ile gösterildi.

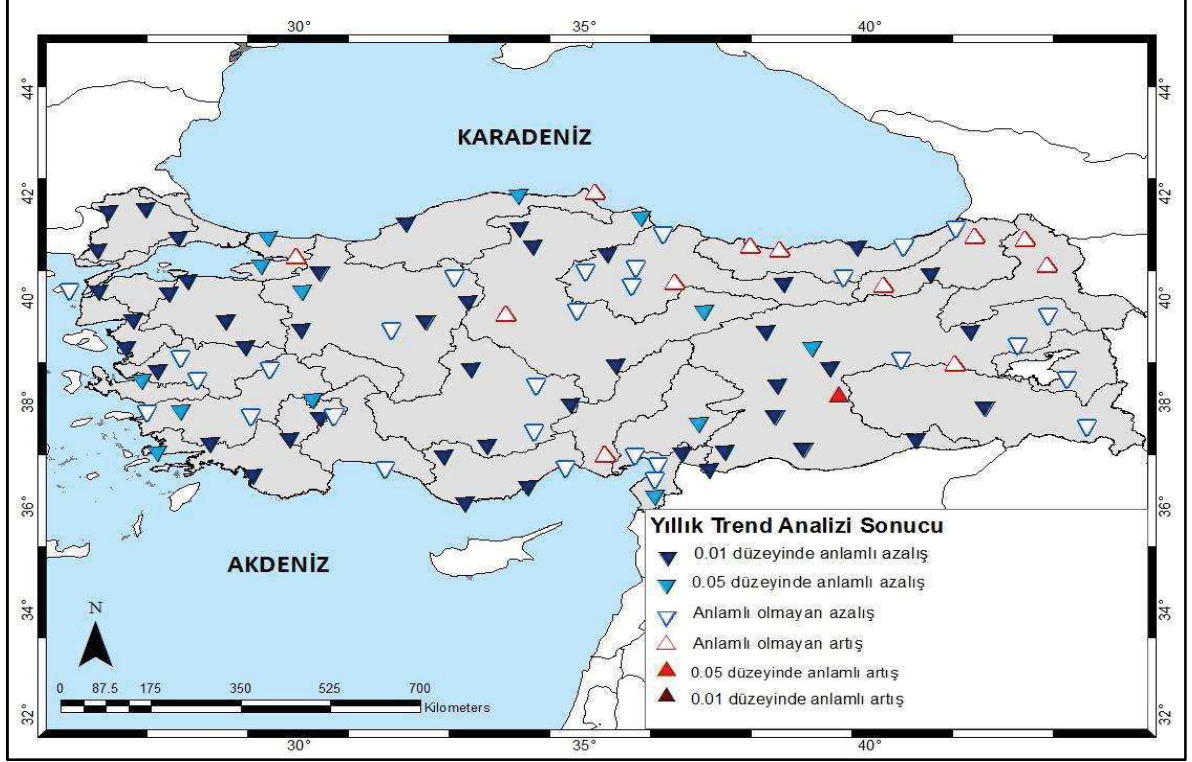
4.2.1. Yıllık Trend Analizi Sonuçları

Yıllık trendlerde; araştırma sahasındaki istasyonların %45'inde 0.01, %13'ünde 0.05 anlamlılık düzeylerinde azalış trendleri tespit edilmiştir. Türkiye genelinde %99 güven aralığında azalış trendleri, özellikle Anadolu'nun kuzeybatı, güney ve güneydoğusundaki havzalarda baskın olarak görülmektedir (Şekil 4.11). Karadeniz kıyı kuşağına yakın havzalardaysa, doğu ve batı kesimler arasında trendlerin zıtlık taşıdıkları gözlenmektedir. Karadeniz'in batı kıyılarında bulunan havzalarda, anlamlı ve yarı anlamlı azalış trendleri gözlenirken; doğu kıyılarında da anlamlı olmayan artış ve azalış trendleri dikkat çekmektedir. İç kesimlerde bulunan havzalarda; yıllık yağışlı gün sayısı trendlerinde, anlamlılık düzeylerine göre çeşitlilikler gözlenmektedir. Önemli azalış trendleri; Susurluk, Sakarya, Fırat Havzaları ve Konya Kapalı Havzası'nda gözlenmektedir. Azalış trendleri açısından öne çıkan havzalar, eğilim şemaları ile birlikte aşağıda değerlendirildi. Anlamlı olmayan azalış trendleri çoğunlukta olan havzalar için ayrıntılı grafik yorumlaması yapılmayacaktır.

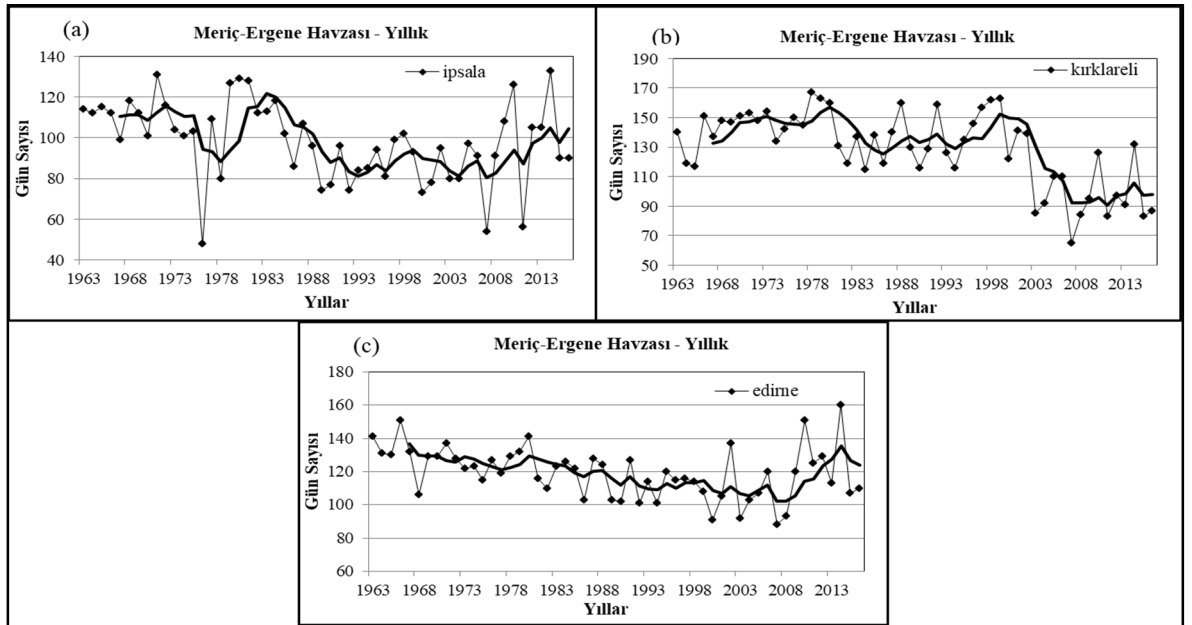
Meriç-Ergene Havzası sınırları içerisinde İpsala, Edirne ve Kırklareli istasyonları bulunmaktadır (Tablo 3.1). Yağışlı gün sayılarının azalış trendi üç istasyonda da kuvvetli olarak gözlenmektedir (Şekil 4.12). İpsala istasyonunda 1980 yılından itibaren yağışlı gün sayılarında şiddetli bir azalış tespit edilmiştir (Şekil 4.12.a). Azalış durumundaki trendler 2007 yılından itibaren artış durumuna geçmektedir. İpsala istasyonunda yağışlı gün sayılarının değişiminde dalgalı bir yapı dikkati çekmektedir. Kırklareli istasyonu en fazla değişkenliğin yaşandığı istasyondur (Şekil 4.12.b). 1963'ten 2000 yılına kadar dalgalanmalar gözlenmektedir. 2000 yılından itibaren şiddetli azalış eğilimi sürmektedir. Edirne istasyonu 1966 yılından 2006 yılına kadar sürekli bir azalış eğilimine sahiptir (Şekil

4.12.c). 160 gün ile en fazla yağışlı günün yaşandığı yıl 2014'tür. Edirne istasyonundaki azalış trendi diğer istasyonlara göre daha düzenli bir azalış karakteri göstermektedir.

Şekil 4.11.: Yıllık yağışlı gün sayısı trendlerinin alansal dağılımı.



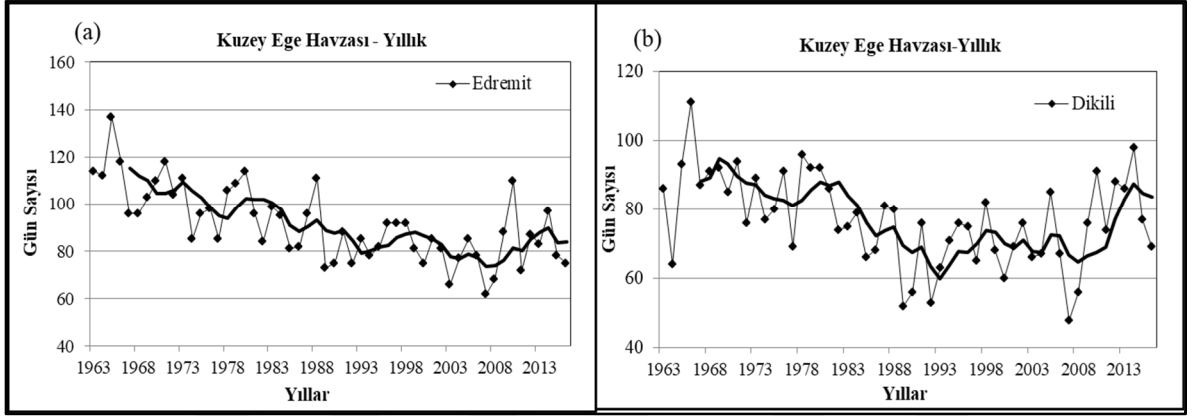
Şekil 4.12.: Meriç-Ergene Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Kuzey Ege Havzasında Edremit ve Dikili istasyonları bulunmaktadır (Tablo 3.1). nın yağışlı gün sayılarındaki azalış trendi dikkat çekmektedir (Şekil 4.13). Edremit istasyonu gözlem süresi boyunca azalış eğilimini korumakla beraber dikili istasyonundaki azalış eğilimi yılar arası dalgalandırarak devam etmektedir. Her iki istasyonda da en düşük yağışlı günlerin yaşandığı yıl 2007 olarak tespit edilmiştir. 2007 yılından itibaren iki istasyonda da yağışlı gün sayılarında yıllar arası dalgalandırarak devam etmektedir.

Şekil 4.13.: Kuzey Ege Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.

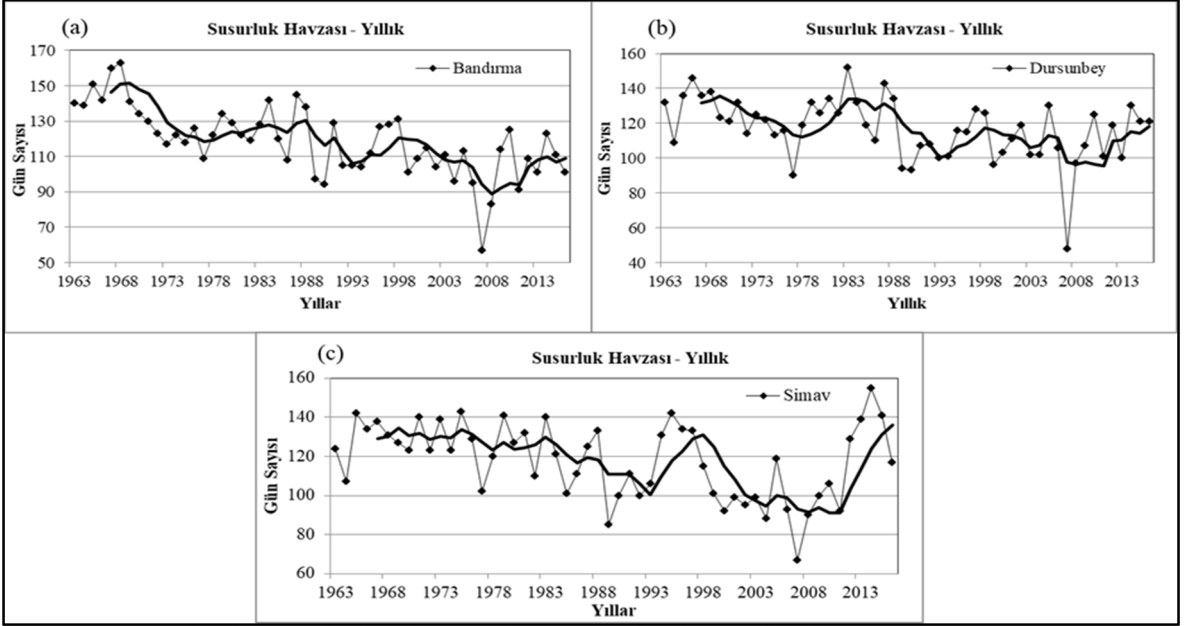


Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Susurluk havza sınırları içerisinde üç adet istasyon bulunmaktadır. Bunlar Bandırma, Simav ve Dursunbey İstasyonlarıdır (Tablo 3.1). Her 3 istasyonda da yıllık yağışlı gün sayılarında azalış trendi tespit edildi (Şekil 4.14). Bandırma istasyonunda yaşanan azalma trendi gözlem süresi boyunca dikkat çekmektedir. En yüksek yağışlı gün sayısı 1968 yılında 160 gün olarak ölçülmüştür (Şekil 4.14.a). Dursunbey istasyonunda gözlem süresi boyunca azalma trendi hakim olup dalgalandırarak belirgin şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.14.b). Simav istasyonunda gözlem süresi boyunca düzenli bir azalış trendi gözlenmektedir. 1992 yılından itibaren azalış trendinde dikkat çekici dalgalandırarak gözlenmektedir (Şekil 4.14.c). Analiz sonuçlarında her üç istasyon için yağışlı gün sayılarının en az olduğu yıl 2007 olarak tespit edilmiştir.

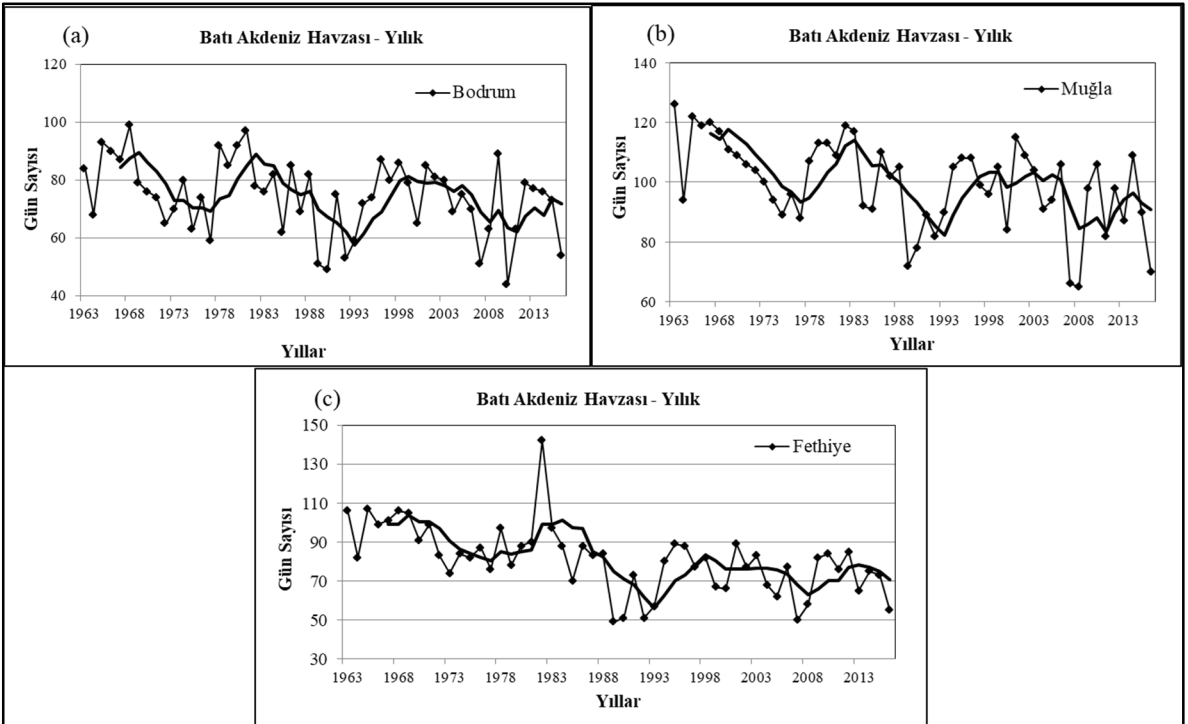
Batı Akdeniz Havzası içerisinde Bodrum, Muğla ve Fethiye istasyonları yer almaktadır (Tablo 3.1). Üç istasyonda da yıllar arası trendlerde azalışlar hâkim olmakla beraber dalgalandırarak gözlenmektedir (Şekil 4.15). Her üç istasyonda da yağışlı gün sayılarının en az olduğu yıl 2007 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.14.: Susurluk Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

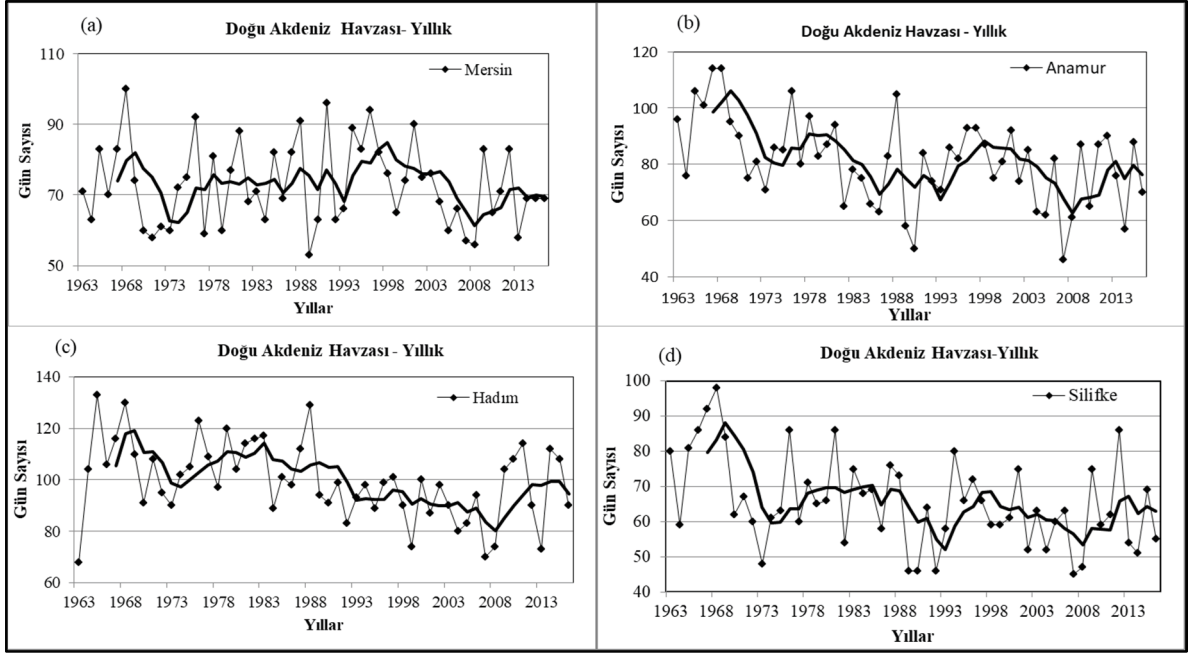
Şekil 4.15.: Batı Akdeniz Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Doğu Akdeniz Havzası içerisinde Anamur, Hadım ve Mersin istasyonları yer almaktadır (Tablo 3.1). Tüm istasyonlarda azalış trendiyle birlikte, yağışlı gün sayılarında yüksek değişkenlik gözlenmektedir. 2007 havza genelinde, yağışlı günlerin en düşük sayıda gözleendiği yıldır. Havza içerisindeki tüm istasyonlarda trendler benzerlik göstermektedir (Şekil 4.16).

Şekil 4.16.: Doğu Akdeniz Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.

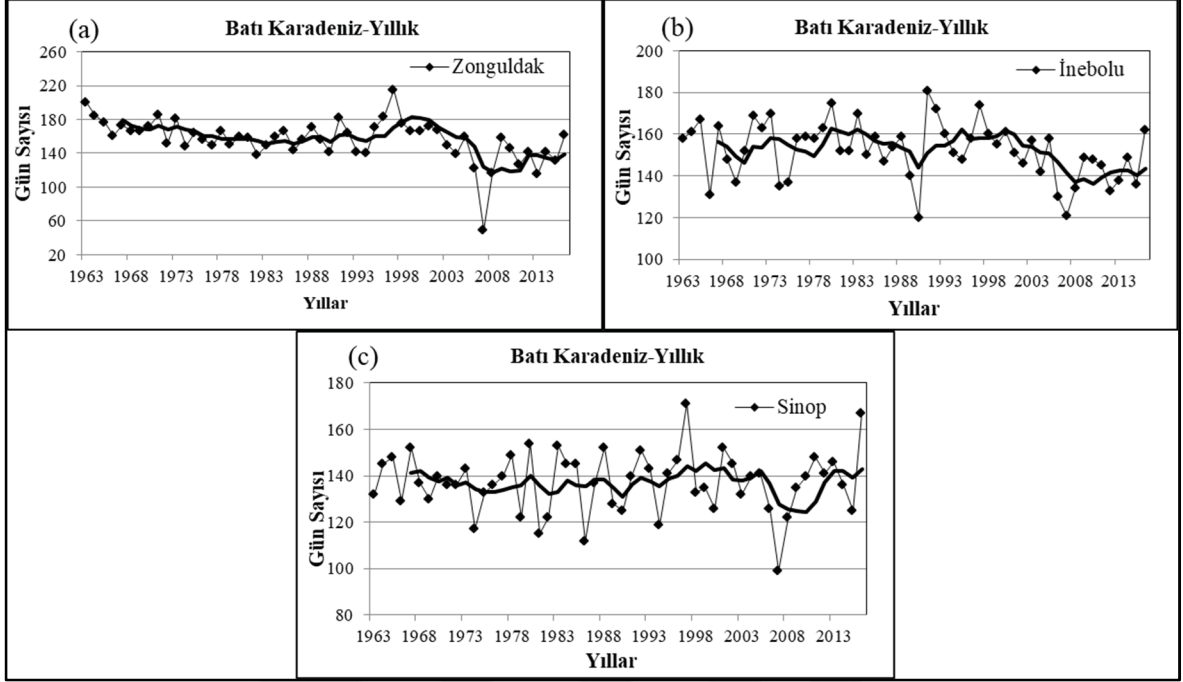


Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Batı Karadeniz Havzası içinde Zonguldak, İnebolu ve Sinop istasyonları bulunmaktadır (Tablo 3.1). Anlamlı azalışlar Zonguldak ve İnebolu istasyonlarında gözlenmektedir (Şekil 4.17.a ve Şekil 4.17.b). Her iki istasyonda da 2000 yılından itibaren azalma eğilimi dikkat çekmektedir. Sinop istasyonunda herhangi bir azalış trendi tespit edilmemiştir (Şekil 4.17.c).

Sakarya Havzası içerisinde Bilecik, Geyve, Ankara, Kütahya, Kızılcahamam, Polatlı ve Sivrihisar istasyonları bulunmaktadır (Tablo 3.1). Tüm istasyonlarda ilk azalış eğilimi 1970 yılından itibaren gözlenmektedir (Şekil 4.18 ve Şekil 4.19). Yağışlı gün sayılarındaki azalış, havza genelinde düzenli bir şekilde yaşanmaktadır. 2000 yılı yağışlı gün sayıları için bir kırılma noktası durumundadır. Havza genelinde en az yağışlı günlerin yaşandığı yıl 2007'dir.

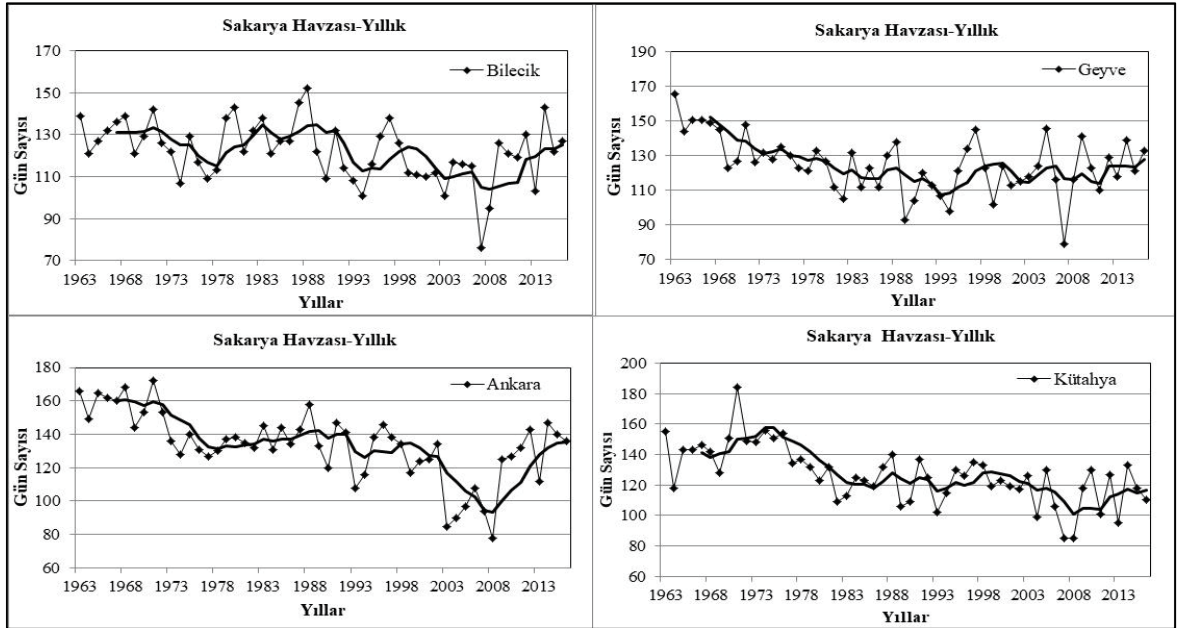
Şekil 4.17.: Batı Karadeniz Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

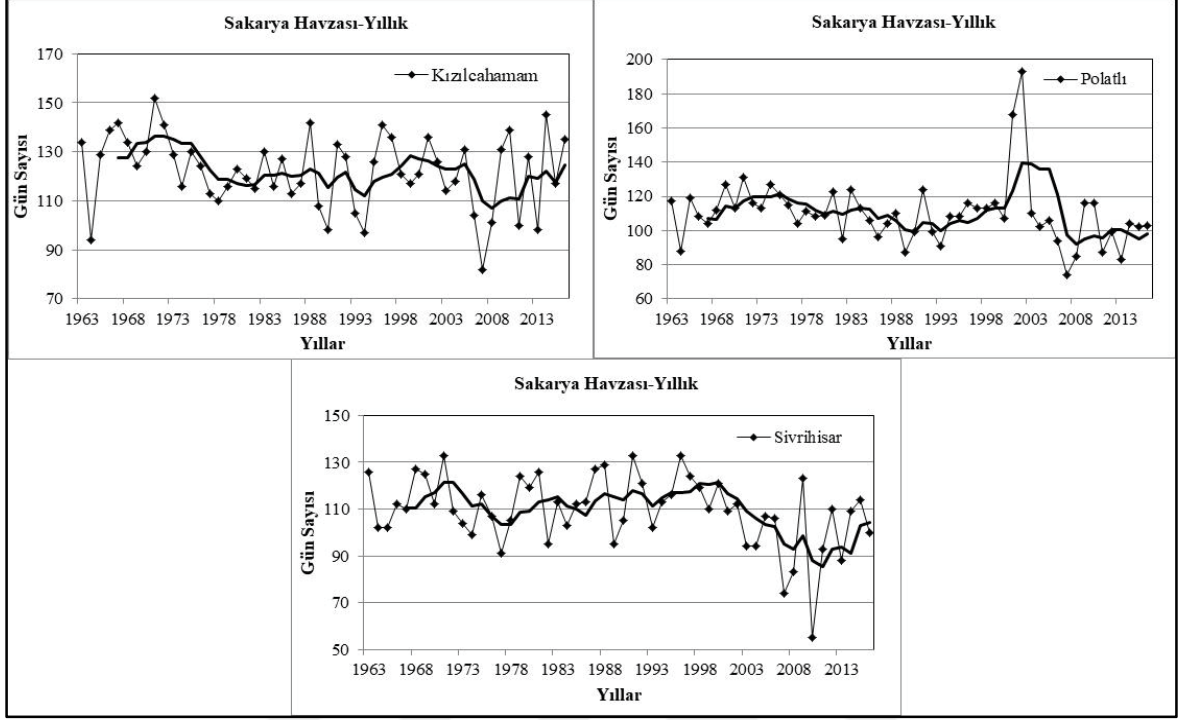


Şekil 4.18.: Sakarya Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

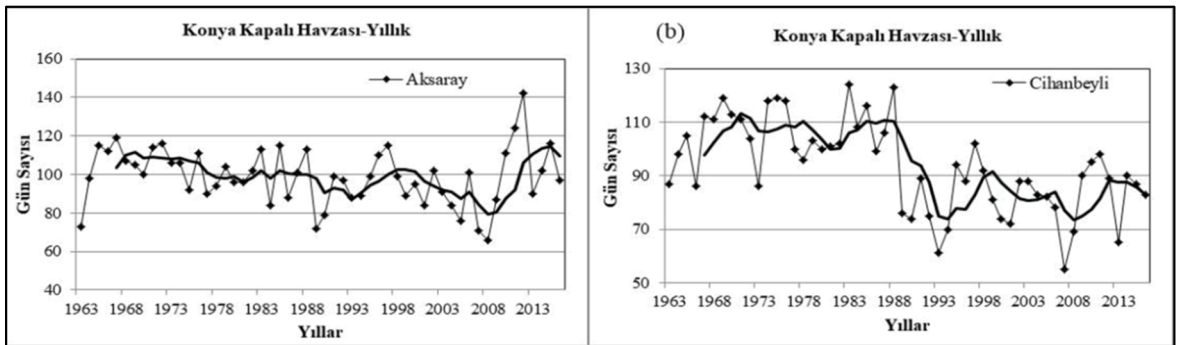
Şekil 4.19.: Sakarya havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı).



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

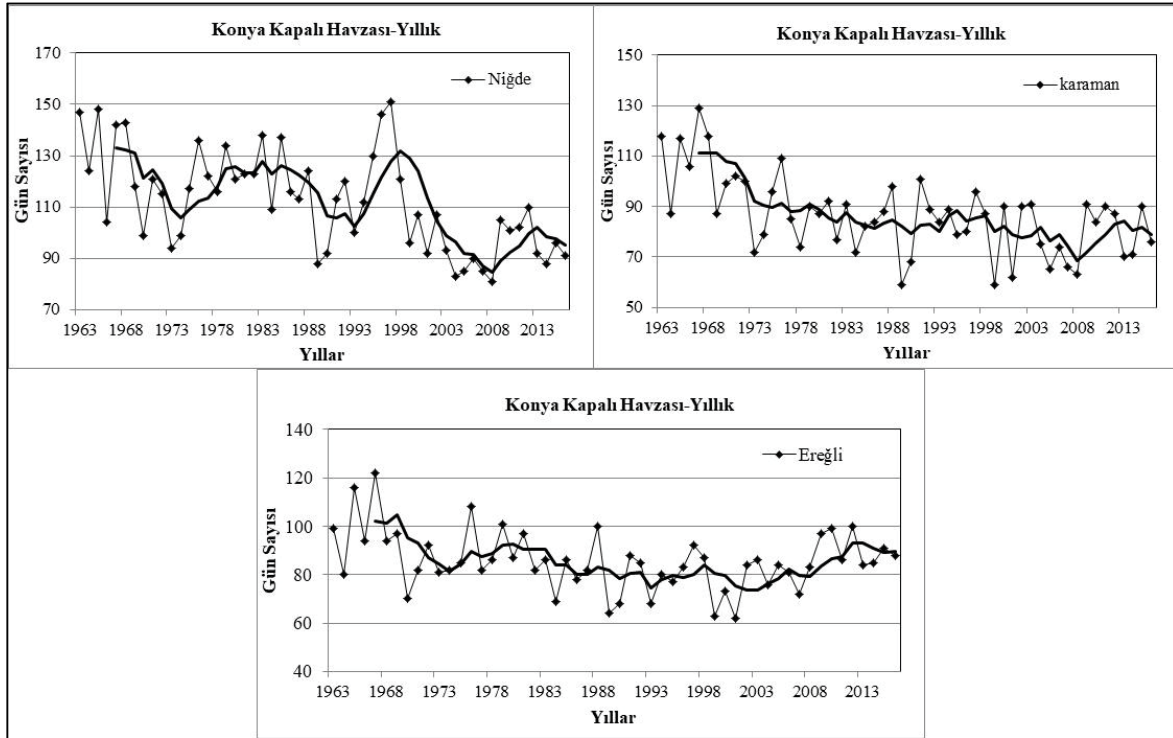
Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde Aksaray, Cihanbeyli, Niğde, Karaman ve Ereğli istasyonları bulunmaktadır (Tablo 3.1). Niğde, Karaman ve Cihanbeyli istasyonlarında belirgin trend azalışları dikkat çekmektedir. Yağışlı gün sayılarındaki değişkenliğin en güçlü olduğu istasyonlar Niğde ve Cihanbeyli'dir. Aksaray ve Ereğli istasyonlarında kuvvetli bir azalış trendi gözlenmemektedir. Havza genelinde yağışlı günlerin en z olduğu yıl 2007 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.20 ve Şekil 4.21).

Şekil 4.20.: Konya Kapalı Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

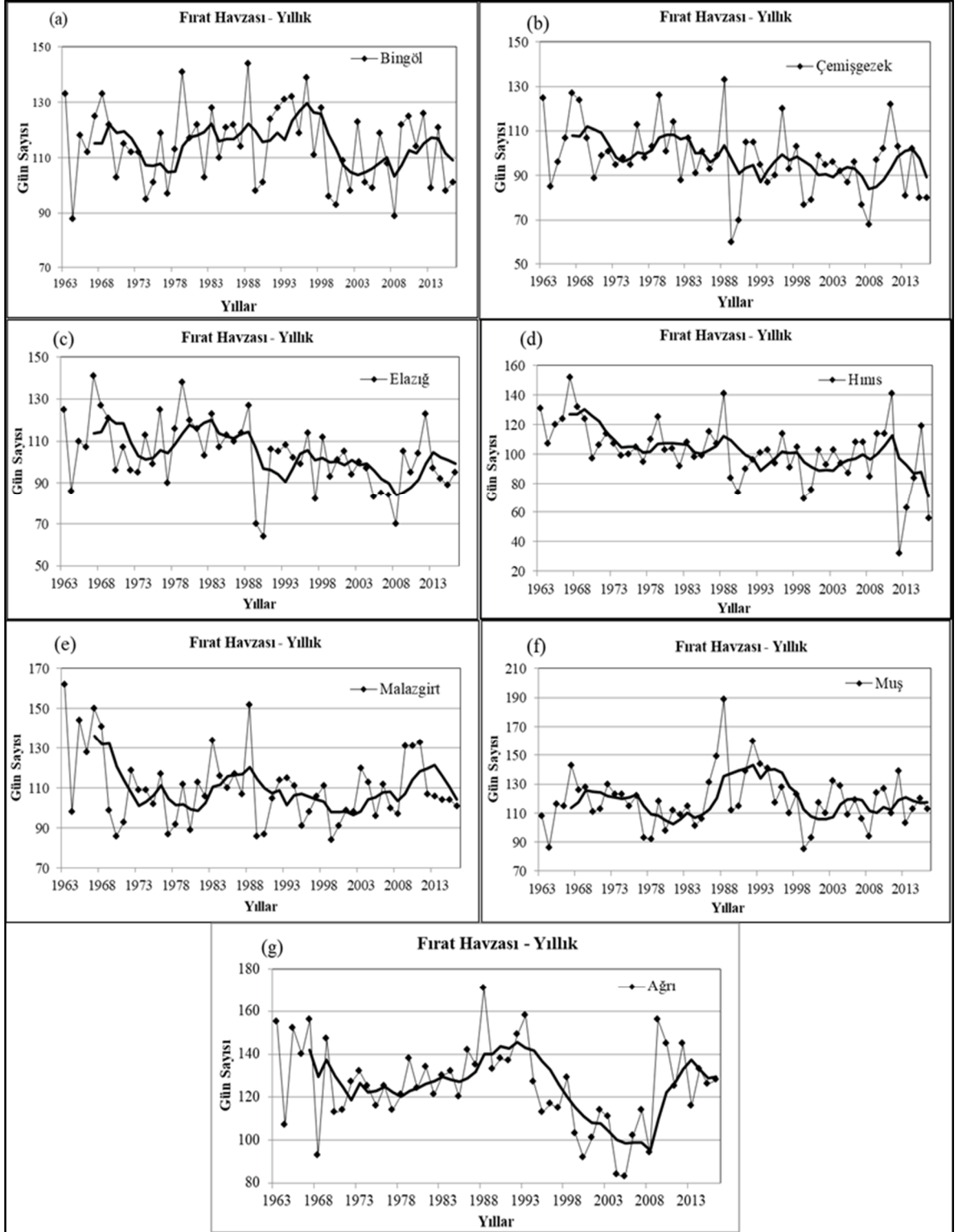
Şekil 4.21.: Konya Kapalı Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı).



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

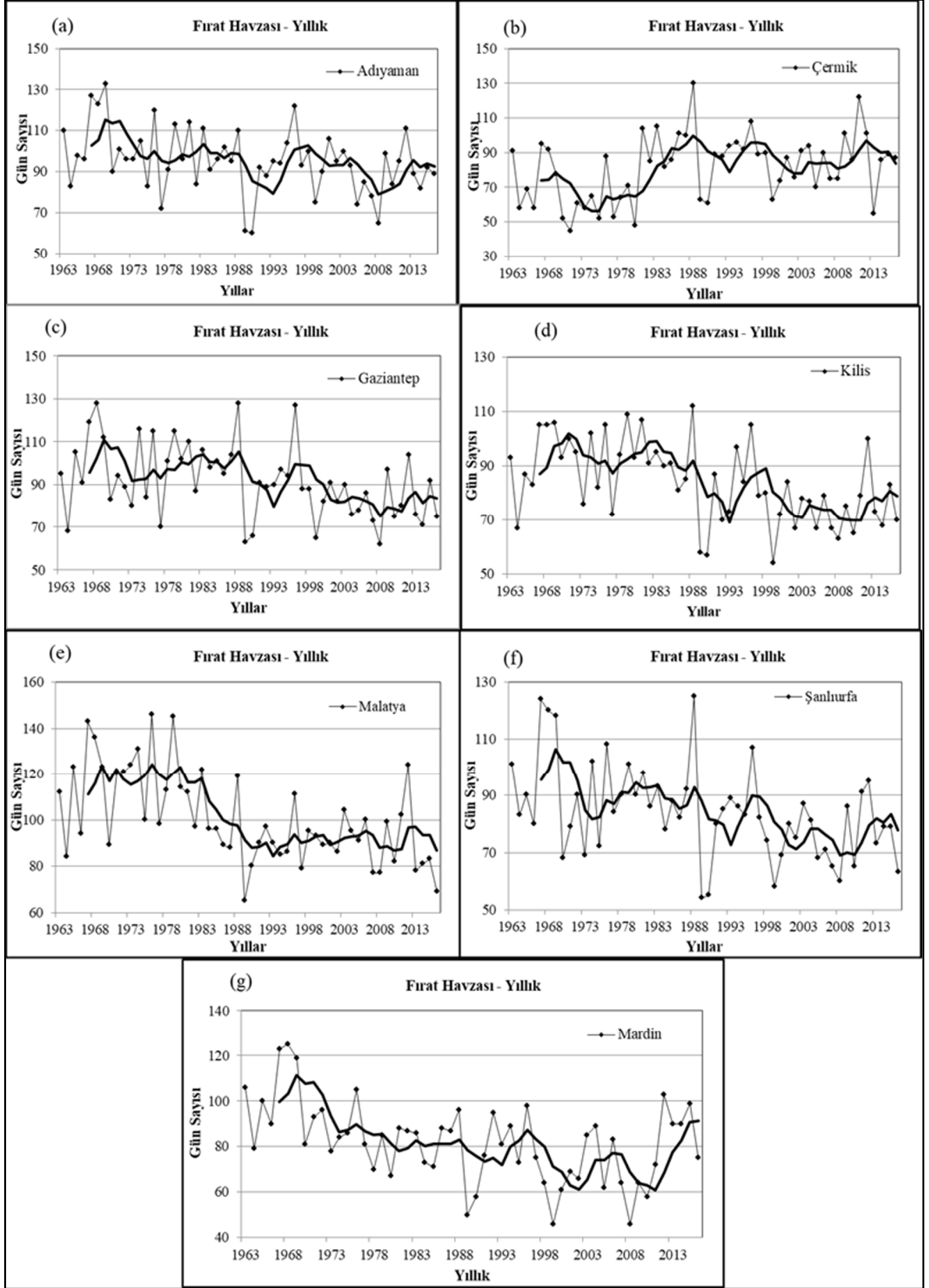
Fırat Havzası içerisinde bulunan istasyonlar Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Havza içerisinde en kuvvetli trend azalışları Ağrı, Malatya, Kilis ve Urfa istasyonlarında gözlenmektedir. Bingöl (Şekil 4.22.a), Ağrı (Şekil 4.22.b), Gaziantep (Şekil 4.23.c), Kilis (Şekil 4.23.d), Şanlıurfa (Şekil 4.23.f) ve Mardin (Şekil 4.23.g) istasyonlarında 1994 yılı sonrası azalış trendlerinde kuvvetlenme gözlenmektedir. Çermik istasyonunda yıllık trendlerde anlamlı artış tespit edilmemiştir (Şekil 4.23.b).

Şekil 4.22.: Fırat havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Şekil 4.23.: Fırat Havzası yıllar arası yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı).

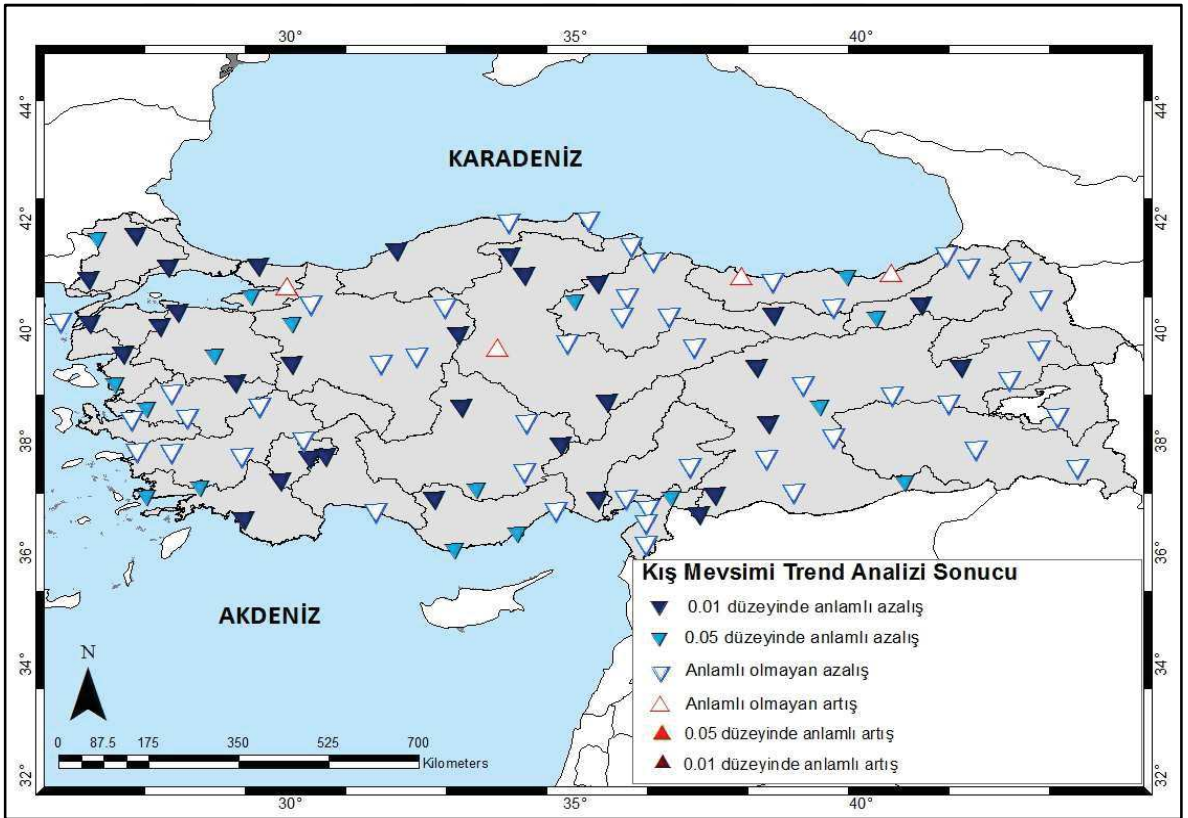


Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

4.2.2. Kış Mevsimi Trend Analizi Sonuçları

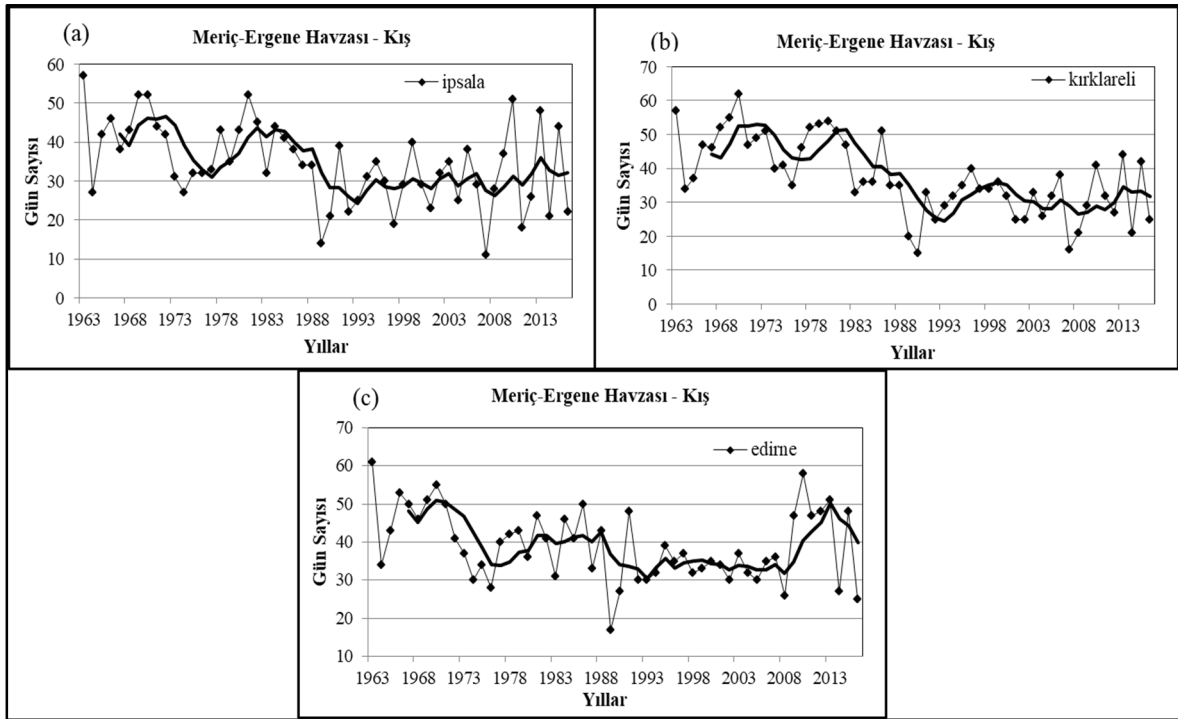
Kış mevsimi trendlerinde; araştırma sahasındaki istasyonların %31’inde 0.01 %17’sinde 0.05 anlamlılık düzeylerinde azalış ve %48’inde anlamlı olmayan azalış trendleri tespit edilmiştir (Şekil 4.24). Türkiye genelinde, yarı anlamlı ve anlamlı olmayan azalış trendleri baskın durumdadır. Anlamlı negatif trendlerin de çoğunlukta olduğu istasyonlar, Anadolu’nun kuzeybatısında bulunan havzalarda gözlenmektedir. Diğer akarsu havzalarında bulunan istasyonlarda; anlamlı azalış trendleri bulunsa da, havza içi dağılışında baskınlık gözlenmemektedir. Azalış trendleri açısından öne çıkan havzalar, eğilim şemaları ile birlikte aşağıda değerlendirildi. Anlamlı olmayan azalış trendleri çoğunlukta olan havzalar için ayrıntılı grafik yorumlaması yapılmayacaktır.

Şekil 4.24.: Kış mevsimi yağışlı gün sayısı trendleri alansal dağılımı.



Meriç Ergene havzası genelinde kış mevsimi yağışlı gün sayılarında anlamlı azalmalar gözlenmektedir. İpsala (Şekil 4.25.a) ve Kırklareli (Şekil 4.25.b) istasyonlarında yağışlı günlerdeki azalış ve artışlar benzer deseni izlemektedir. Yağışlı gün sayılarındaki devamlı düşüş 1980 sonrasında kuvvetlenmektedir. Havza genelinde 1988 ve 2007 yağışlı günlerin en az yaşandığı yıllar olarak gözlenmektedir.

Şekil 4.25.: Meriç-Ergene Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması.

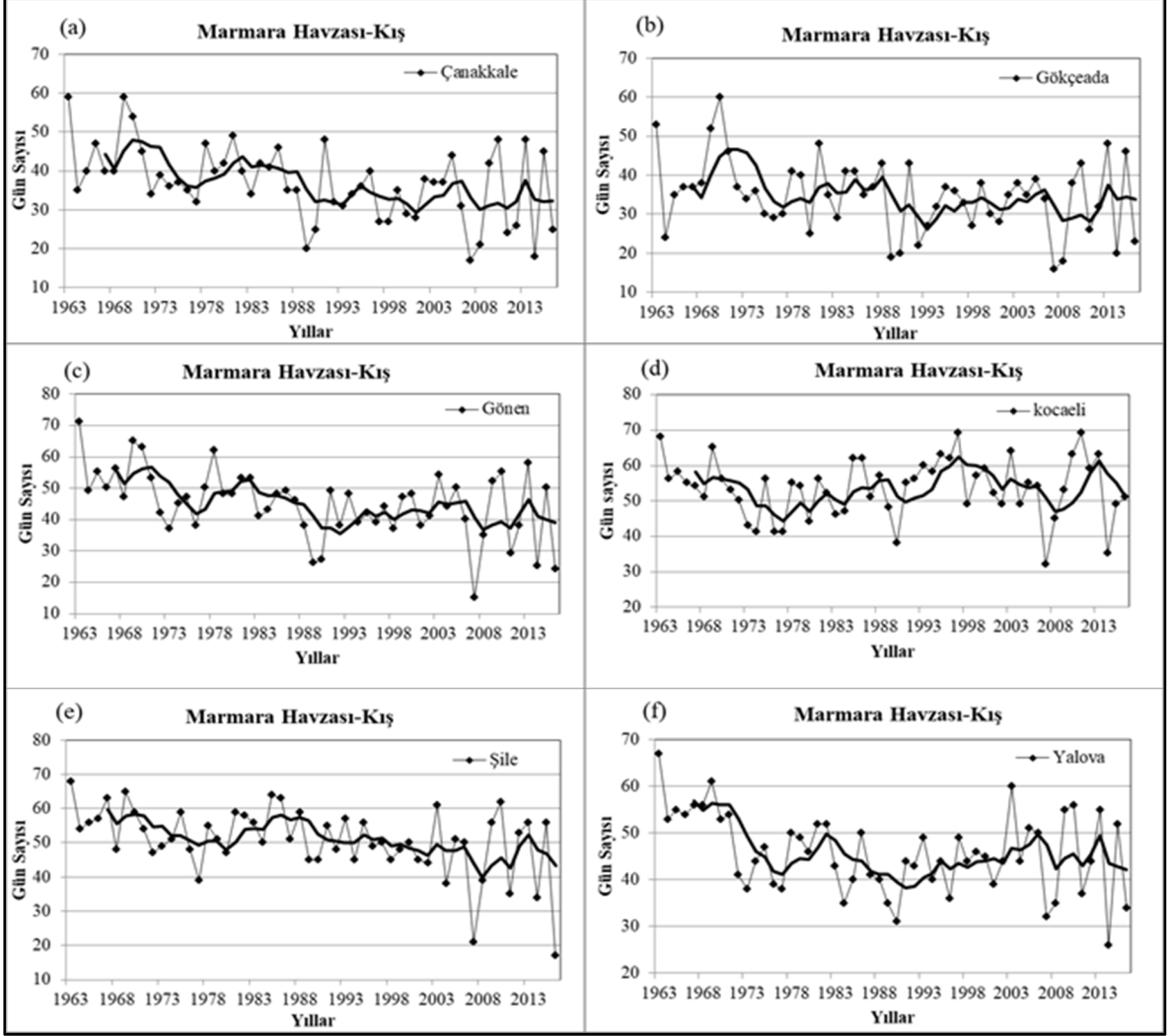


Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Marmara Havzası genelinde kış mevsimi yağışlı gün sayılarında azalış trendi çoğunluktadır. Çanakkale (Şekil 4.26.a), Gönen (Şekil 4.26.c) ve Şile (Şekil 4.26.e) istasyonlarında %99 güven seviyesinde azalış trendi dikkat çekmektedir. Bu istasyonların yıllar arası yağışlı günlerinin dağılım deseni birbirine benzemektedir. Sadece Kocaeli istasyonunda azalış trendi bulunmamaktadır (Şekil 4.26.d).

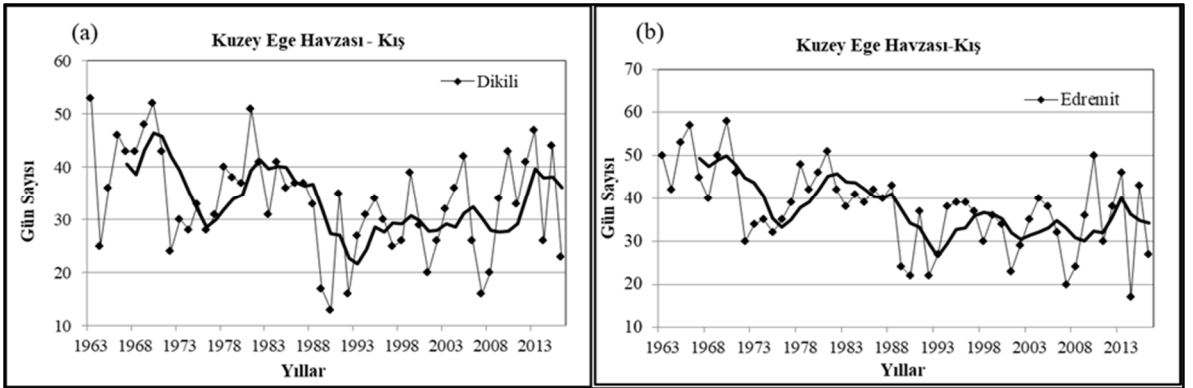
Kuzey Ege Havzası içerisinde Edremit ve Dikili istasyonları bulunmaktadır (Tablo 3.1). Dikili (Şekil 4.27.a) istasyonunda azalış trendi %95 güven seviyesinde gözlenmekle beraber bu oran Edremit (Şekil 4.27.b) istasyonunda %99 güven seviyesindedir. Havza içerisindeki yağışlı gün sayıları değişkenliği, yıllar arasında benzer deseni göstermektedir. Her iki istasyonda da en yüksek yağışlı günler 1970'te gözlenirken, en az yağışlı günlerin 2007 de yaşandığı gözlenmektedir.

Şekil 4.26.: Marmara Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

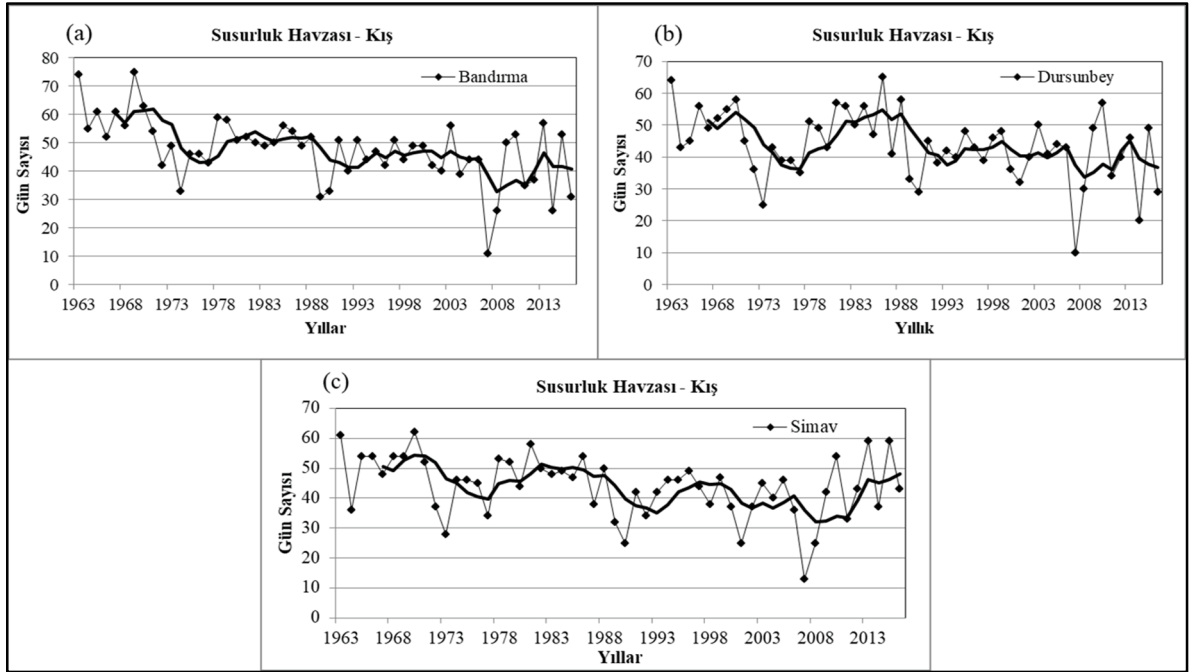
Şekil 4.27.: Kuzey Ege Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Susurluk Havzası'nda bulunan Bandırma ve Dursunbey istasyonlarında azalış trendleri %99 güven seviyesinde gözlenirken, bu oran Simav istasyonunda %95'tir (Şekil 4.28.c). Havza genelinde yağışlı gün sayılarının yıllar arası salınım desenleri benzerlik göstermektedir (Şekil 4.28). Yağışlı gün sayılarında yaşanan azalış trendinin ilk kırılma noktası 1970 olarak gözlenmektedir. Tüm havzada en az yağışlı günün yaşandığı yıl 2007'dir.

Şekil 4.28.: Susurluk Havzası kış yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



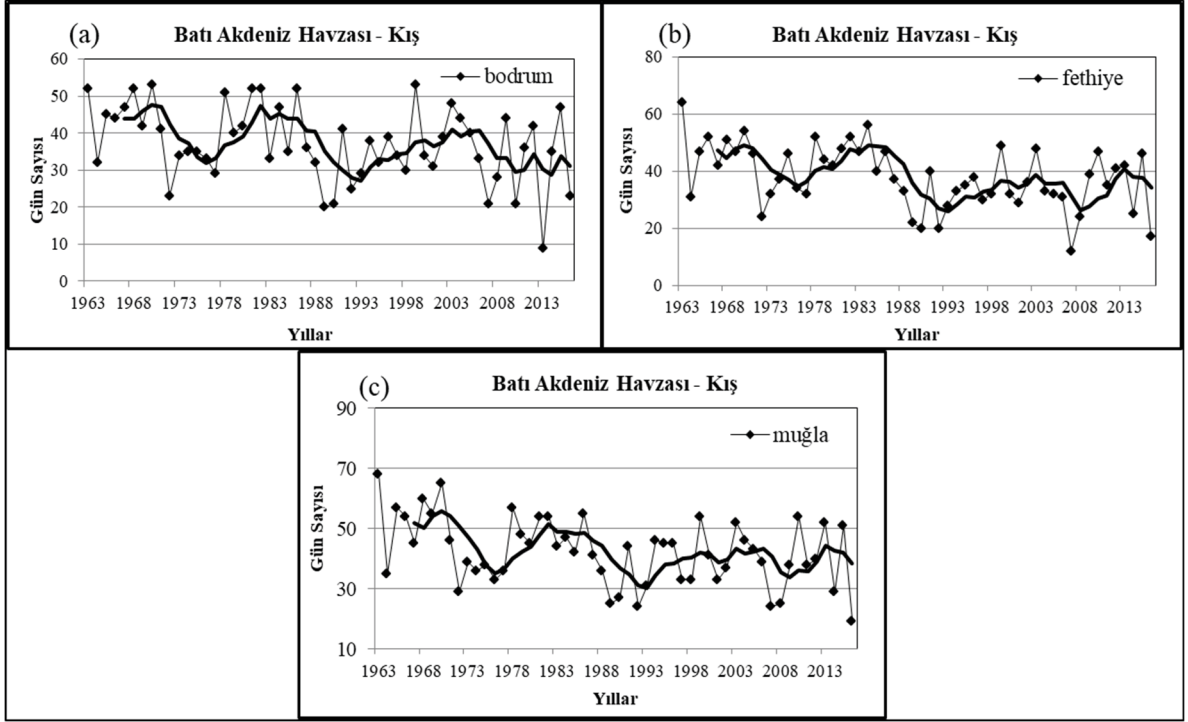
Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Batı Akdeniz Havzası kış mevsimi yağışlı gün sayılarına bakıldığında Muğla ve Bodrum istasyonlarında %95 güven seviyesinde, Fethiye istasyonunda %99 güven seviyesinde azalış trendleri dikkat çekmektedir (Şekil 4.24). Havza genelinde tüm istasyonlarda yağışlı gün sayılarında benzer salınım deseni hâkimdir (Şekil 4.29). Kış mevsimi yağışlı gün sayılarında yaşanan azalma trendi 1970 yılında başlamaktadır. Gözlem yapılan üç istasyonda da trendlerin en düşük olduğu yıl 1993'tür. 2007 tüm havzada yağışlı günlerin en az yaşandığı yıldır.

Doğu Akdeniz Havzası'ndaki trendlere bakıldığında, Hadım istasyonunda azalış trendleri %99, Anamur ve Silifke istasyonlarında %95 güven seviyesinde seyretmektedir

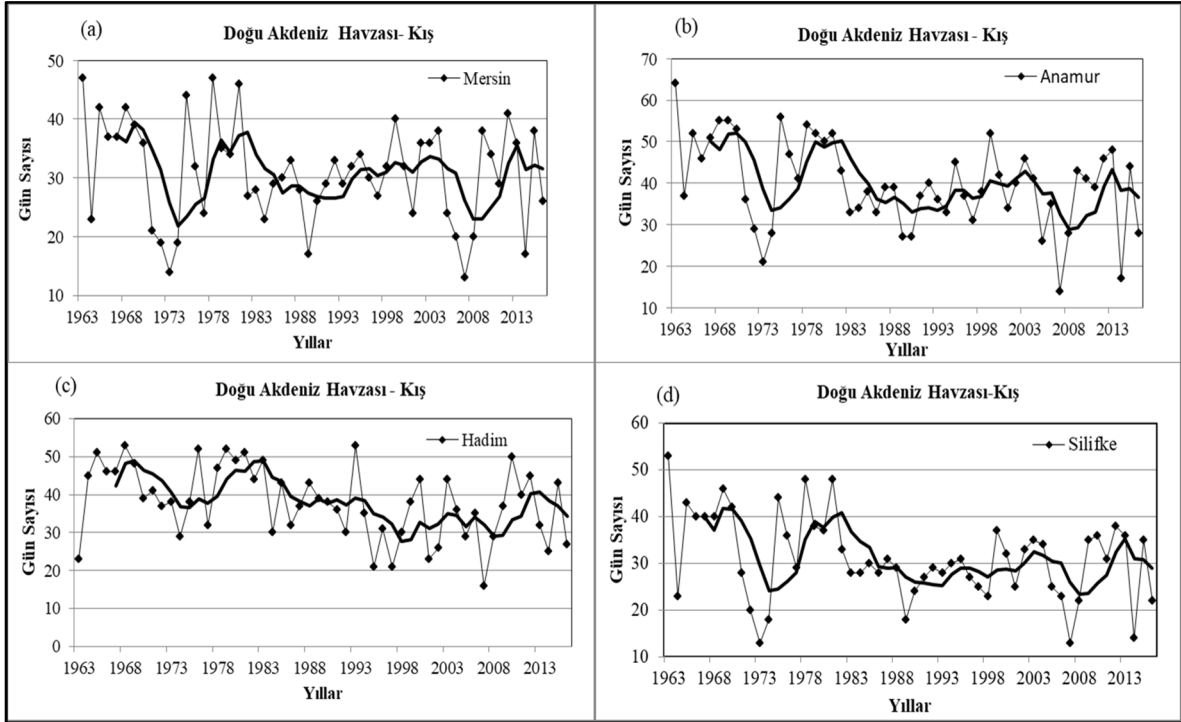
(Şekil 4.24). Mersin istasyonunda yağışlı günlerin azalışında güçlü bir trend tespit edilmemiştir (Şekil 4.24). Havza içerisindeki istasyonlarda yağışlı günlerin azalma trendinde benzer salınım deseni hâkimdir (Şekil 4.30). Havzada bulunan istasyonların trendlerinde dalgalanmalar mevcuttur. 2008 havza genelinde yağışlı günlerin en az yaşandığı ortak yıldır.

Şekil 4.29.: Batı Akdeniz Havzası kış mevsimi trend analizi sonucu.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Şekil 4.30.: Doğu Akdeniz Havzası kış mevsimi trend analizi sonucu.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

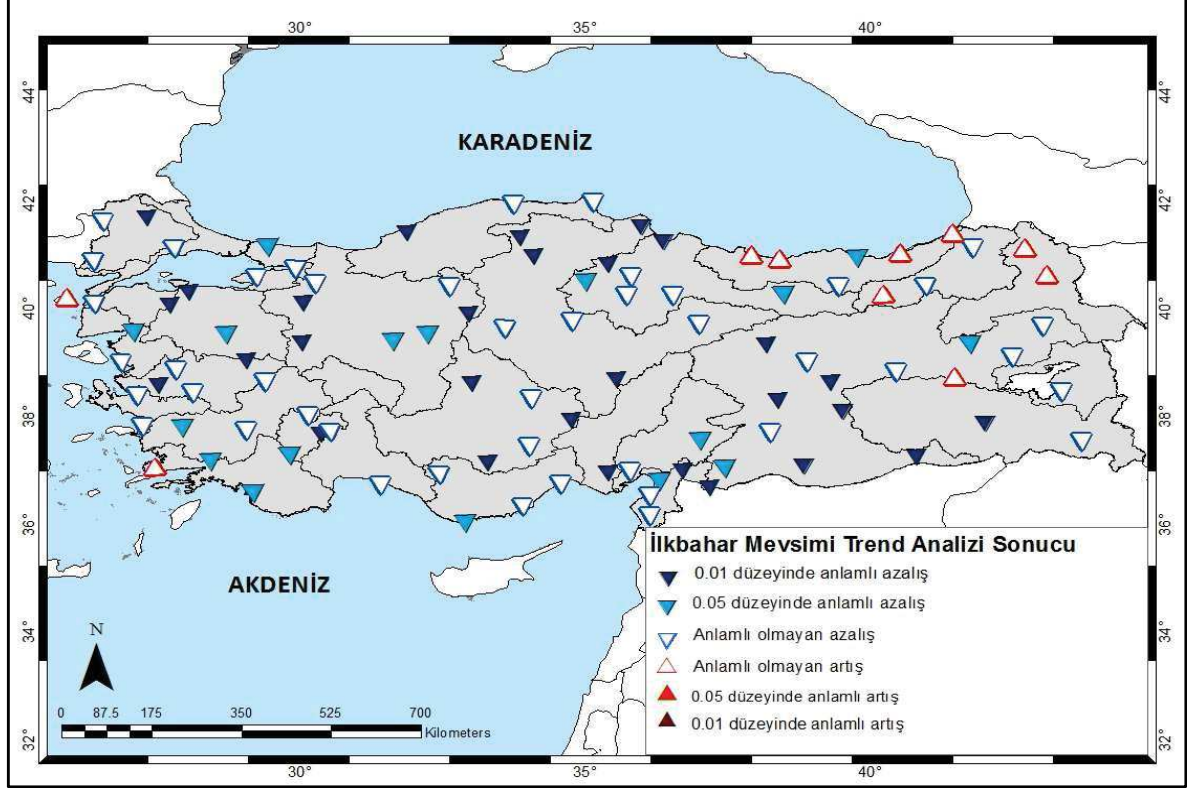
4.2.3. İlkbahar Mevsimi Trend Analizi Sonuçları

İlkbahar mevsimi trendlerinde; araştırma sahasındaki istasyonların; %29’unda 0,01, %17’sinde 0,05 oranında anlamlı ve %44’ünde anlamlı olmayan azalışlar tespit edilmiştir. İlkbahar mevsimi yağışlı gün sayısı trendlerine bakıldığında; Anadolu Yarımadası’nın kuzeydoğusu dışında kalan tüm havzalarda azalma eğilimi mevcuttur. İstatistiksel olarak anlamlı (%95 ve %99 güven seviyesinde) azalmaların çoğunlukta olduğu yerler Susurluk, Batı Akdeniz, Sakarya, Kızılırmak, Fırat Havzaları ve Konya Kapalı Havzasıdır (Şekil 4.31). Azalış trendleri açısından öne çıkan havzalar, eğilim şemaları ile birlikte aşağıda değerlendirildi. Anlamlı olmayan azalış trendleri çoğunlukta olan havzalar için ayrıntılı grafik yorumlaması yapılmayacaktır.

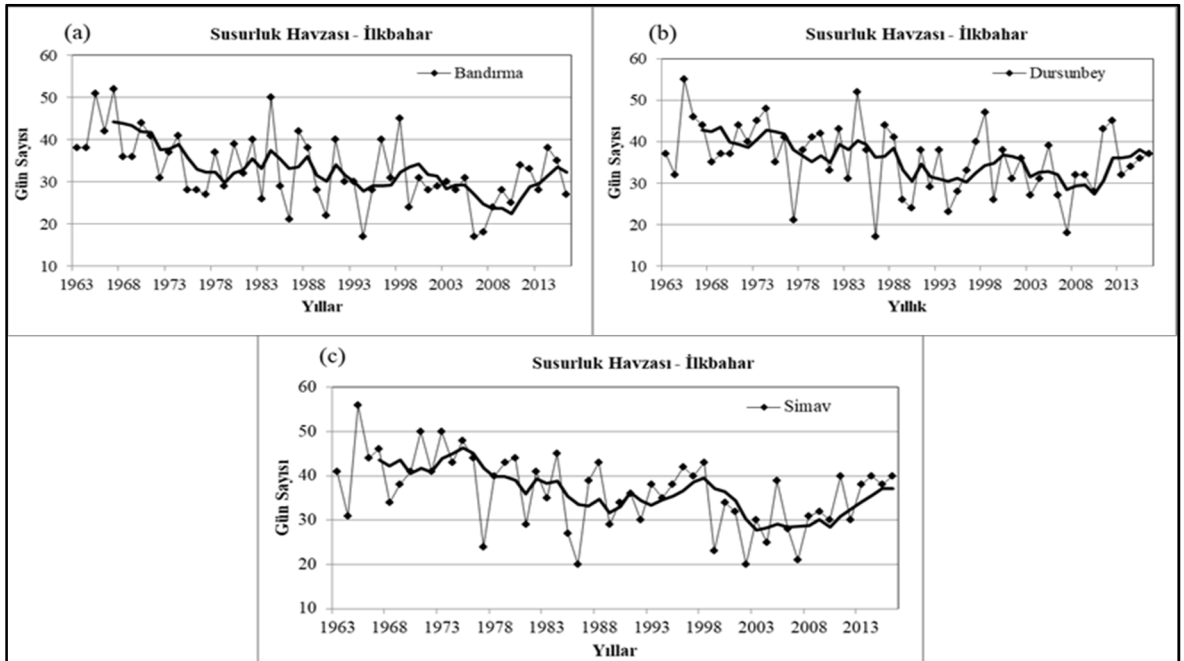
Susurluk Havzası’nın yağışlı gün sayıları eğilimlerine bakıldığında; Bandırma ve Dursunbey istasyonlarında %99 ve Simav istasyonunda %95 güven seviyesinde azalış trendleri tespit edilmiştir (Şekil 4.31). Havza içerisinde yer alan istasyonların yağışlı gün sayısı miktarları birbirlerine yakın değerdedir (Şekil 4.32.a, Şekil 4.32.b ve Şekil 4.32.c). İlkbahar yağışlı gün sayılarındaki dalgalanmalar tüm havzada gözlenmektedir. Havza

sınırları içerisinde bulunan istasyonların grafikleri incelendiğinde eğim çizgisinde gerçekleşen ani değişimler, yağışlı gün sayılarında yıllar arası değişkenliğin kuvvetli olduğunu görülmektedir

Şekil 4.31.: İlkbahar mevsimi yağışlı gün sayısı trend dağılımları.



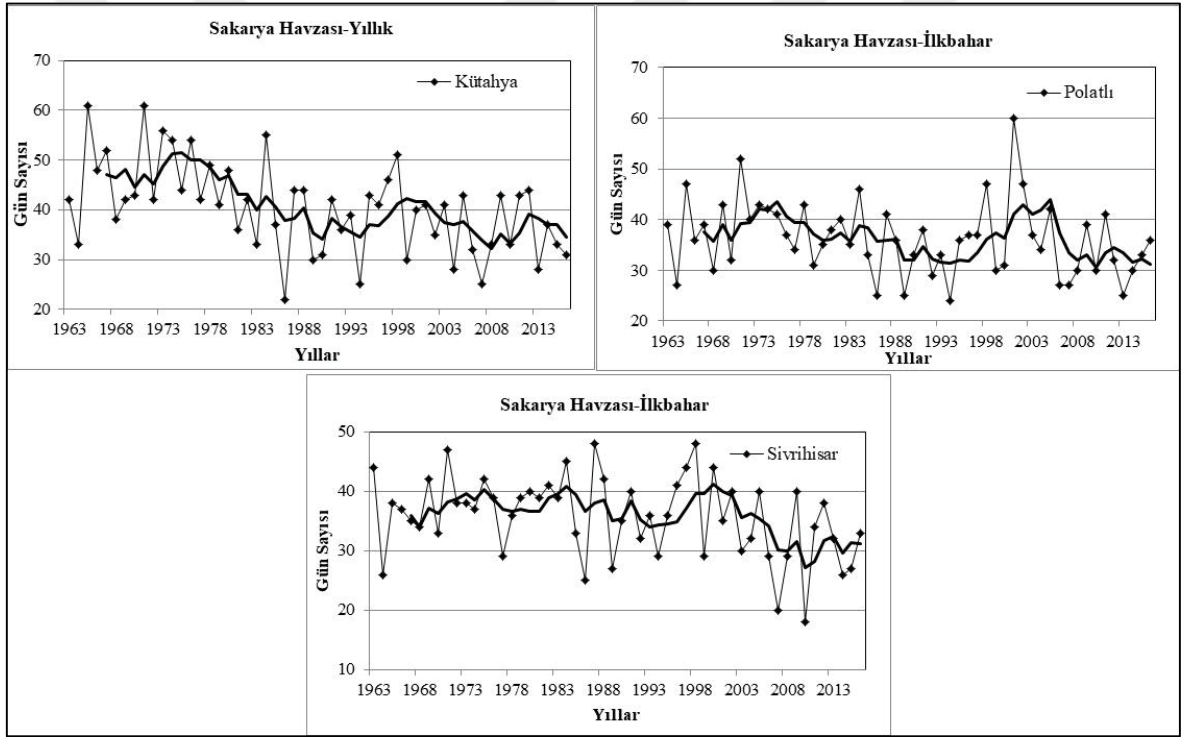
Şekil 4.32.: Susurluk Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Sakarya Havzasında bulunan istasyonlara bakıldığında; Ankara, Bilecik ve Kütahya istasyonlarında yağışlı gün sayılarının %99 güven seviyesinde negatif trendler izlediği tespit edildi (Şekil 4.31). Polatlı ve Sivrihisar istasyonlarında bu negatif trendler %95 seviyesindedir. Kızılcahamam ve Geyve istasyonlarında anlamlı negatif trendlere rastlanmamaktadır. Havza içerisinde yer alan istasyonların yağışlı gün sayısı değişimlerinde gözlenen desenler farklılık göstermektedir (Şekil 4.33 ve Şekil 4.34). Yağışlı gün sayılarındaki düşüşler 2000 yılında kuvvetlenmektedir. Tüm havza sınırları içerisinde 2007, yağışlı günlerin en az olduğu ortak yıldır.

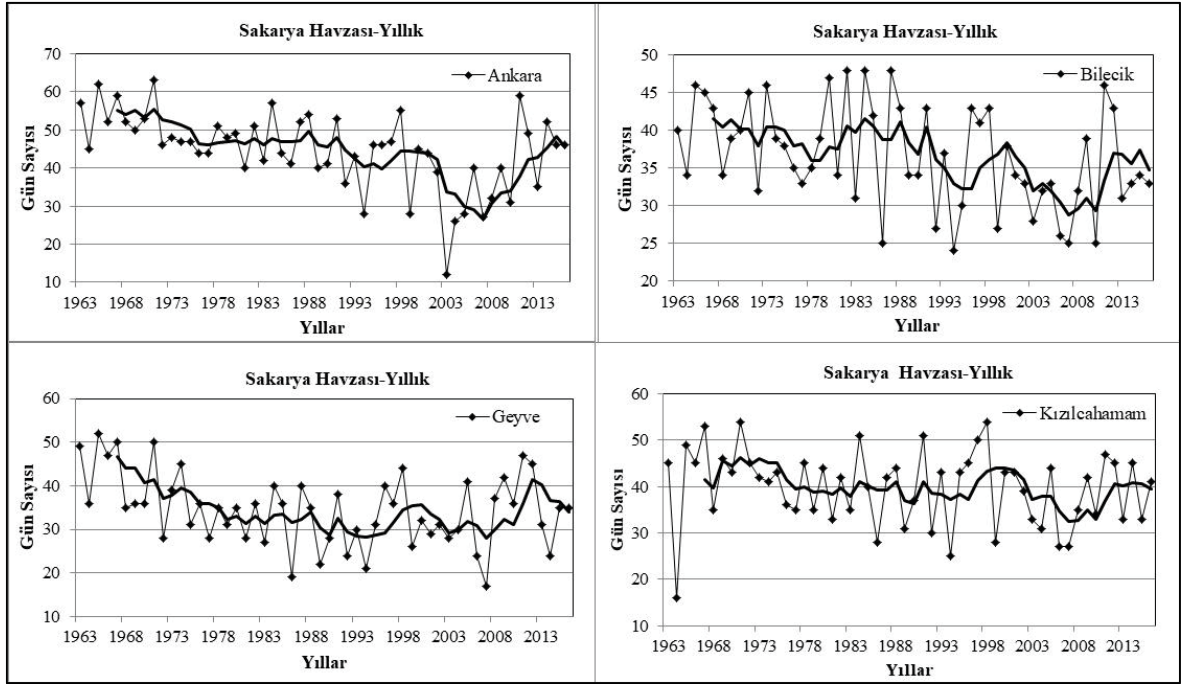
Şekil 4.33.: Sakarya Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak : Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

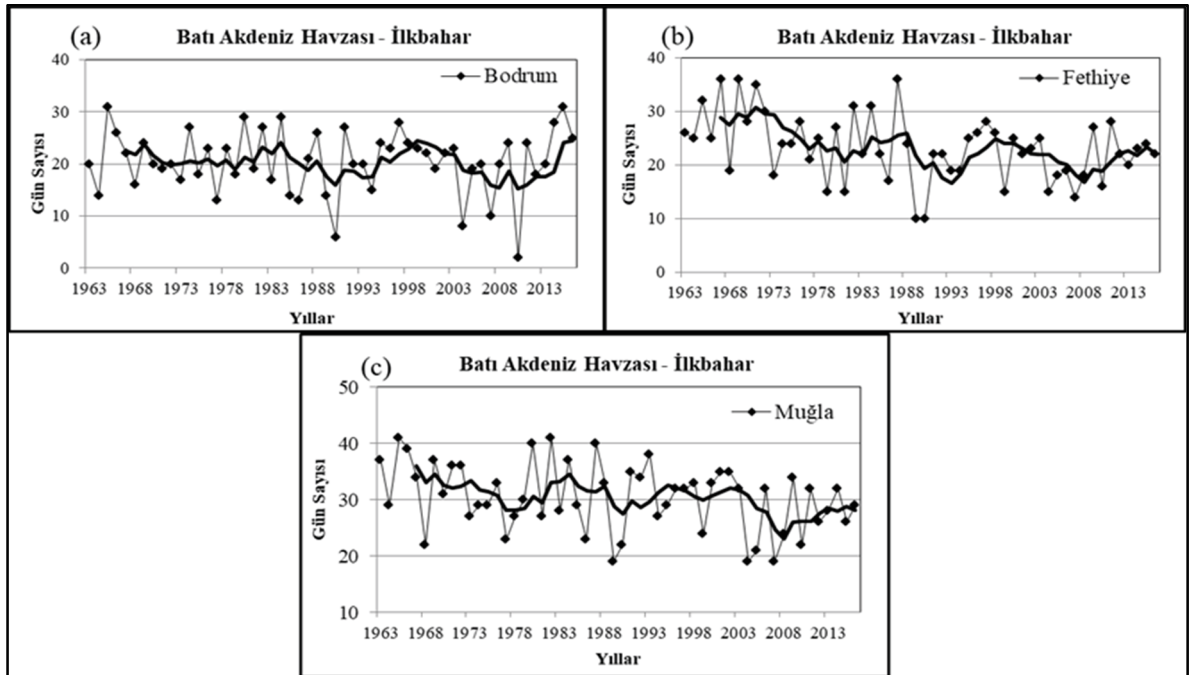
Batı Akdeniz Havzası’na bakıldığında; Fethiye ile Muğla istasyonlarında %95 seviyesinde azalış trendleri ve Bodrum istasyonunda anlamlı olmayan artış eğilimi tespit edilmiştir (Şekil 4.31). Fethiye ve Muğla istasyonları yıllar arası yağışlı gün sayılarının değişme deseni benzerlik taşımaktadır (Şekil 4.35.b, c).

Şekil 4.34.: Sakarya Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı).



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

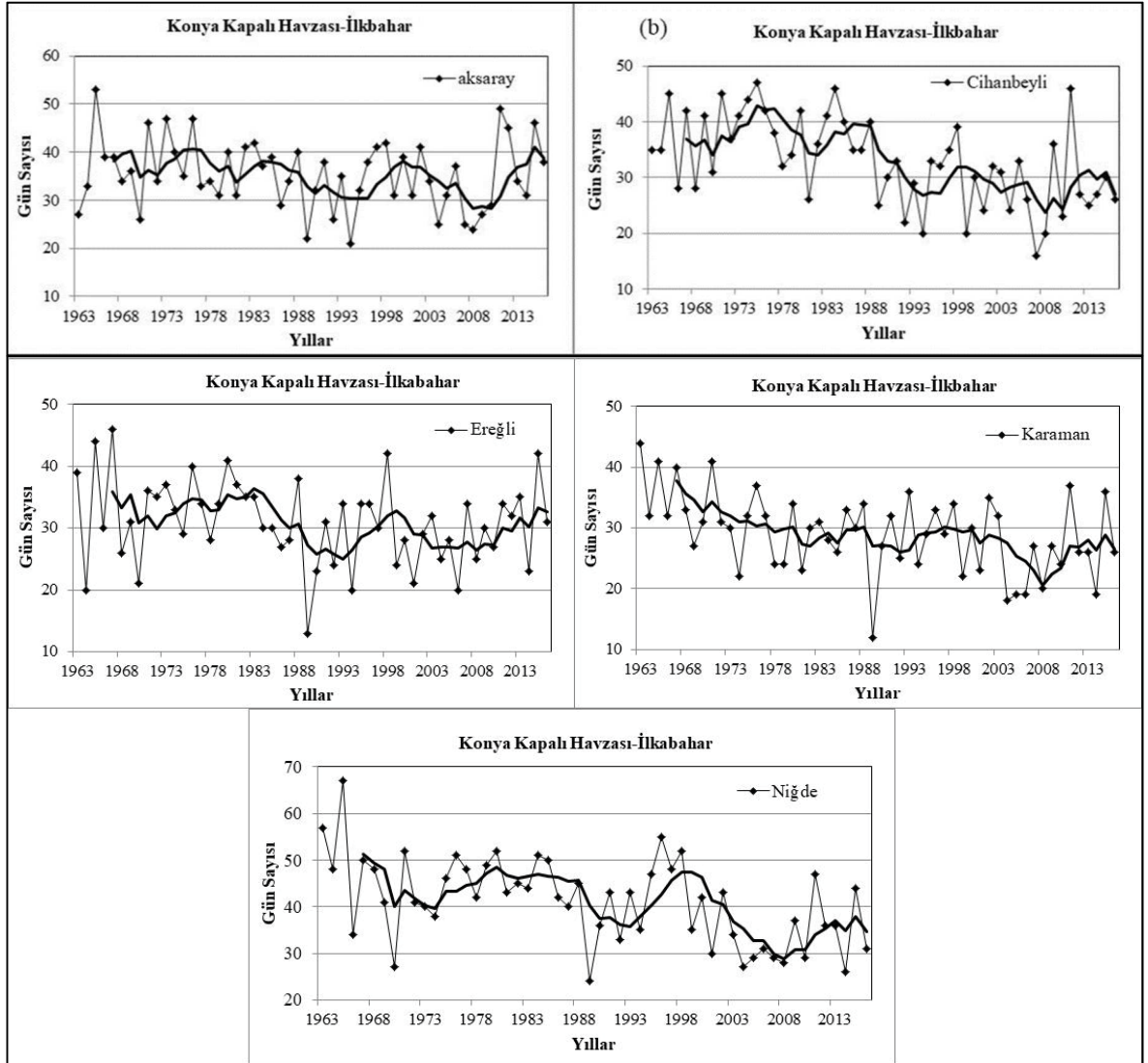
Şekil 4.35.: Batı Akdeniz Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Konya Kapalı Havzası'na bakıldığında; Karaman, Niğde ve Cihanbeyli istasyonlarında %99 güven seviyesinde azalış, Aksaray ve Ereğli istasyonlarında ise anlamlı olmayan azalış trendleri tespit edildi (Şekil 4.31). Havza genelinde 1990, en az yağışlı günlerin yaşandığı yıldır. Havza içerisinde yağışlı gün sayısı eğilim desenleri benzerlik göstermemekle birlikte en şiddetli azalış trendleri Cihanbeyli ve Niğde istasyonlarında tespit edilmiştir (Şekil 4.36).

Şekil 4.36.: Konya Kapalı Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması.

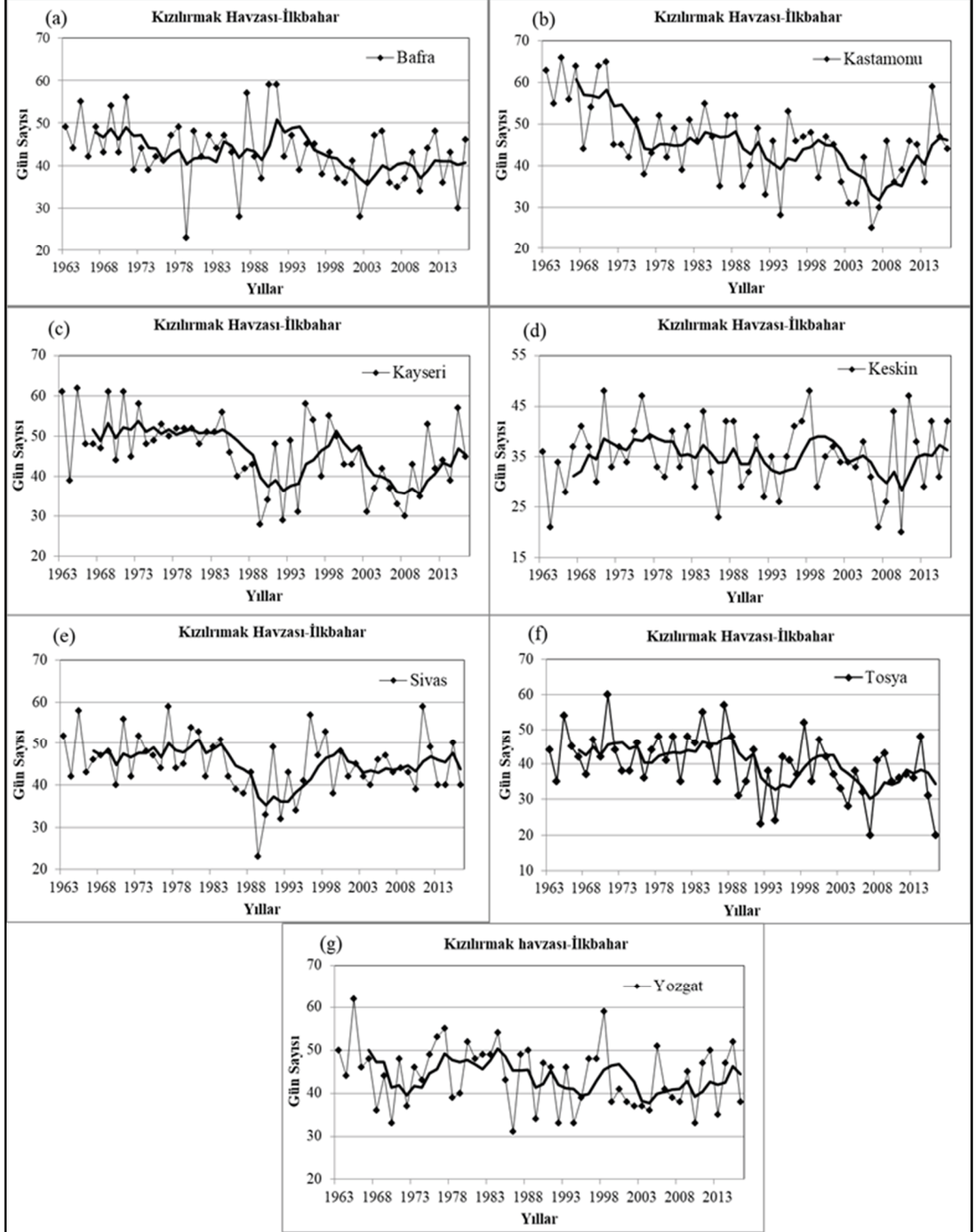


Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Kızılırmak Havzası sınırları içerisinde bulunan istasyonlar Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Bafra, Kastamonu, Kayseri ve Tosya istasyonlarında %99 güven seviyesinde azalış trendleri hâkimdir. Sivas, Yozgat ve Keskin istasyonlarında anlamlı

olmayan azalış trendleri tespit edildi (Şekil 4.38). Tüm havzada yağışlı gün sayılarının eğilim desenleri benzerlik göstermektedir. Yağışlı gün sayılarında en fazla düşüş Kastamonu istasyonunda yaşamıştır (Şekil 4.38.b).

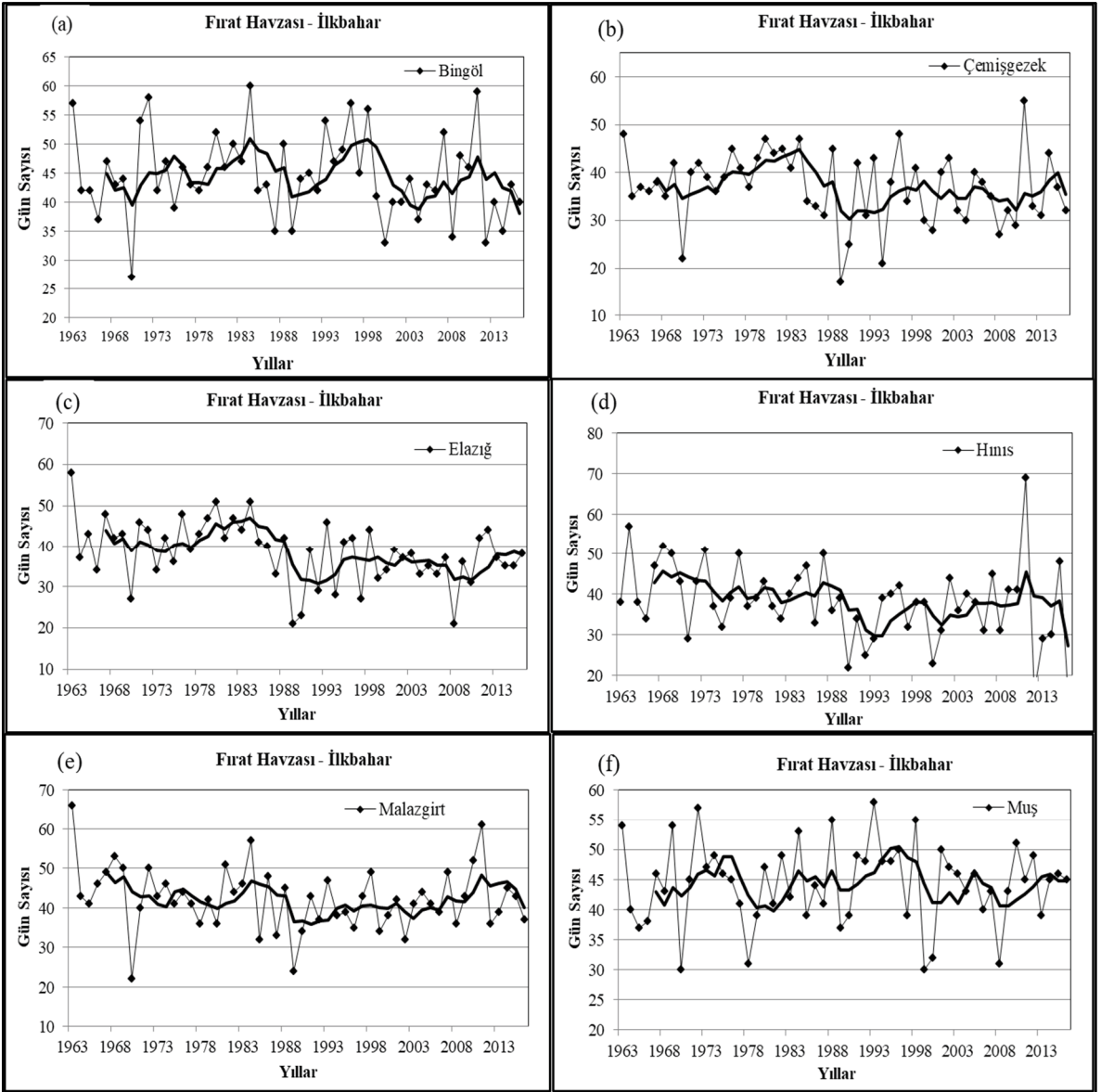
Şekil 4.37.: Kızılırmak Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

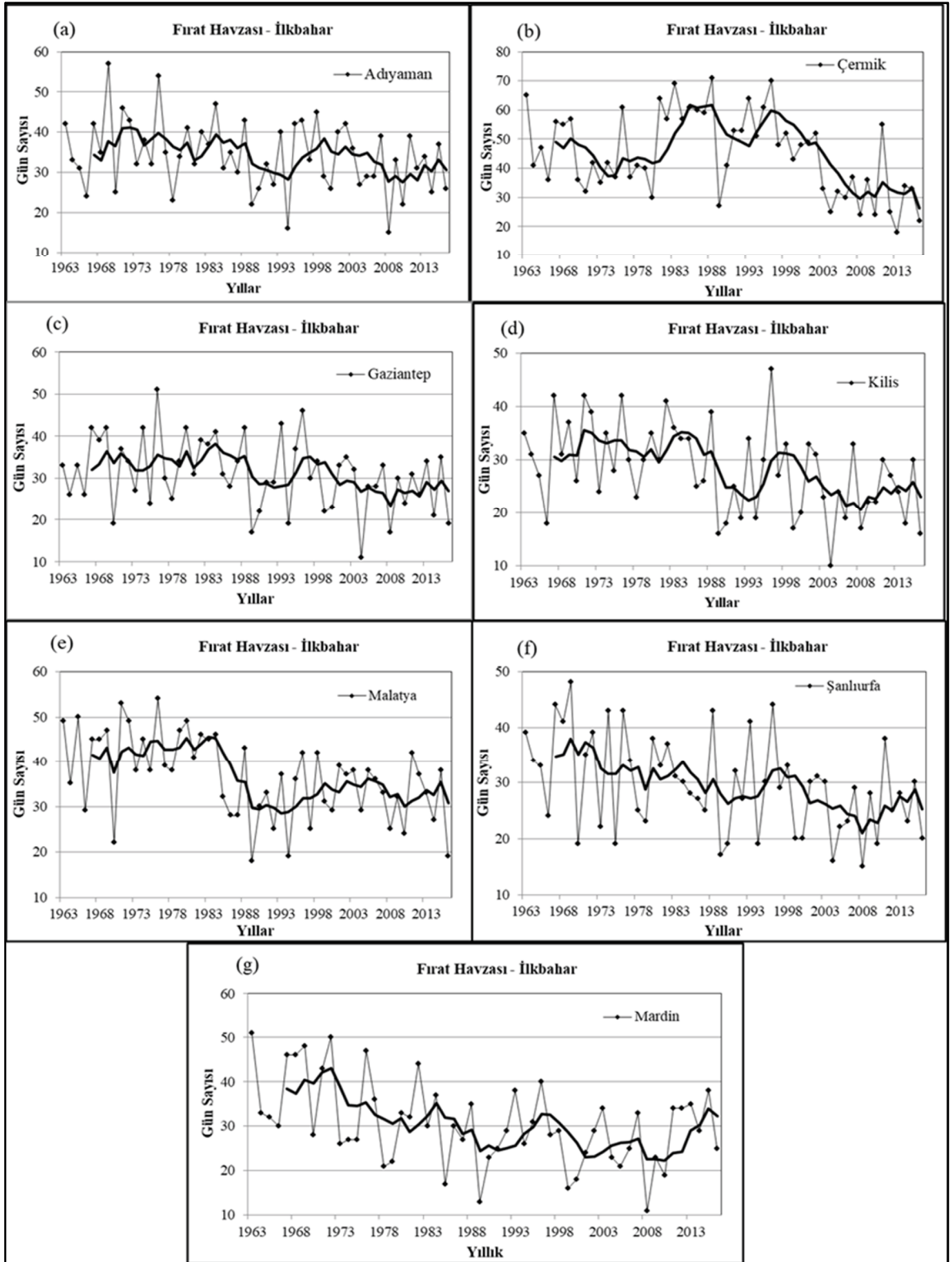
Fırat Havzası sınırları içerisinde bulunan istasyonlar Tablo 3.1’de ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Havza içerisinde gözlenen %99 güven seviyesindeki azalış trendleri Karasal Akdeniz İkliminin hakim olduğu güney kısımlarda dağılım göstermektedir (Şekil 4.31). En güçlü azalış trendleri Bingöl, Çermik, Kilis, Malatya ve Şanlıurfa istasyonlarında gözlenmektedir. Beşer yıllık hareketli eğilimi gösteren çizgi desenine bakıldığında, bu istasyonlarda yaşanan dalgalanmaların benzerliği dikkat çekmektedir (Şekil 4.39 ve Şekil 4.40).

Şekil 4.38.: Fırat Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması.



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

Şekil 4.39.: Fırat Havzası ilkbahar yağışlı gün sayısı eğilim şeması (devamı).

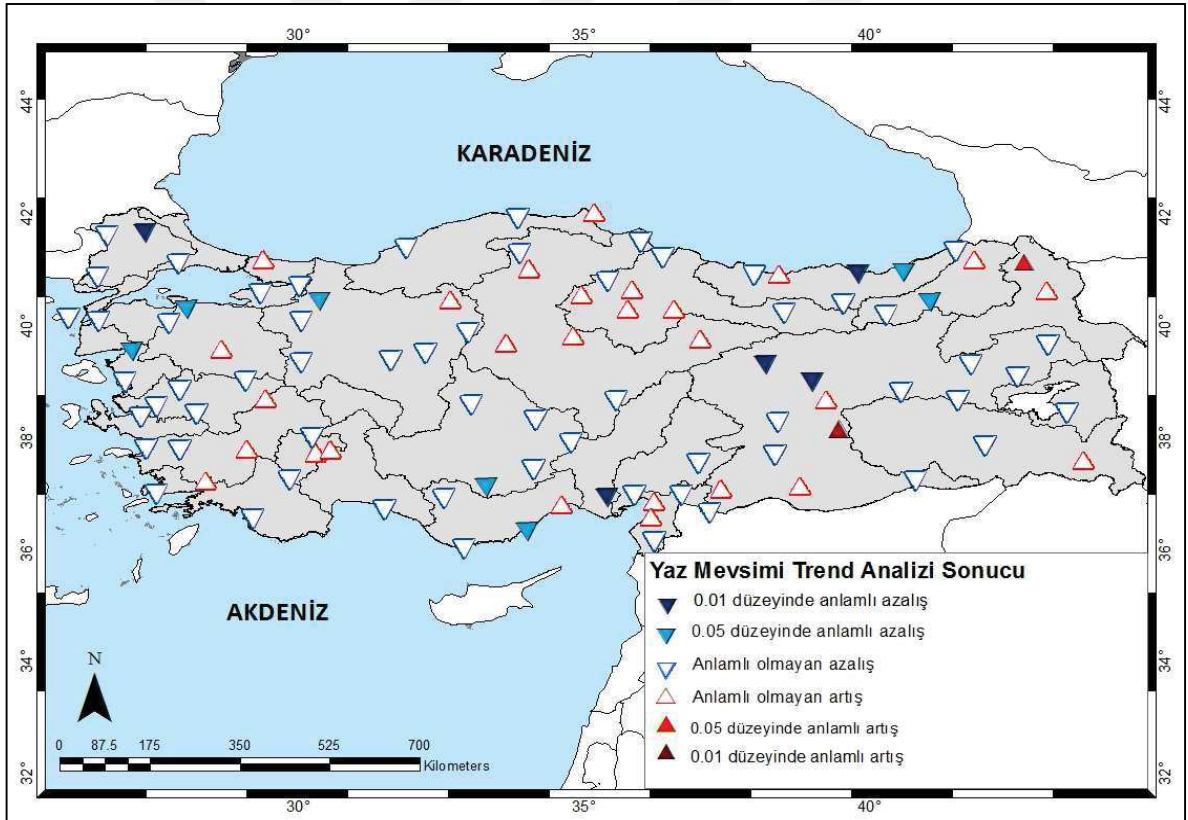


Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilerle oluşturulmuştur.

4.2.4. Yaz Mevsimi Trend Analizi Sonuçları

Yaz mevsimi trend analizi sonuçlarına bakıldığında, Türkiye genelinde istasyonların %59'unda anlamlı olmayan azalış ve %27'sinde anlamlı olmayan artış trendleri tespit edilmiştir (Şekil 4.44). Anlamlı artış trendleri; Aras Havzası'nda bulunan Ardahan ve Fırat Havzası'nda bulunan Çermik istasyonlarında tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde, Türkiye genelinde yaşanan iklim şartları nedeniyle yağışların az yaşanıyor olması yağışlı gün sayılarında güçlü trendlerin gözlenmemesine neden olmuştur. Yaz mevsimi için bulunan trend sonuçlarının; çoğunlukla anlamsız olması nedeniyle, ayrıntılı eğilim çizelgeleri oluşturulmamıştır.

Şekil 4.40.: Yaz mevsimi yağışlı gün sayısı trend dağılımı.

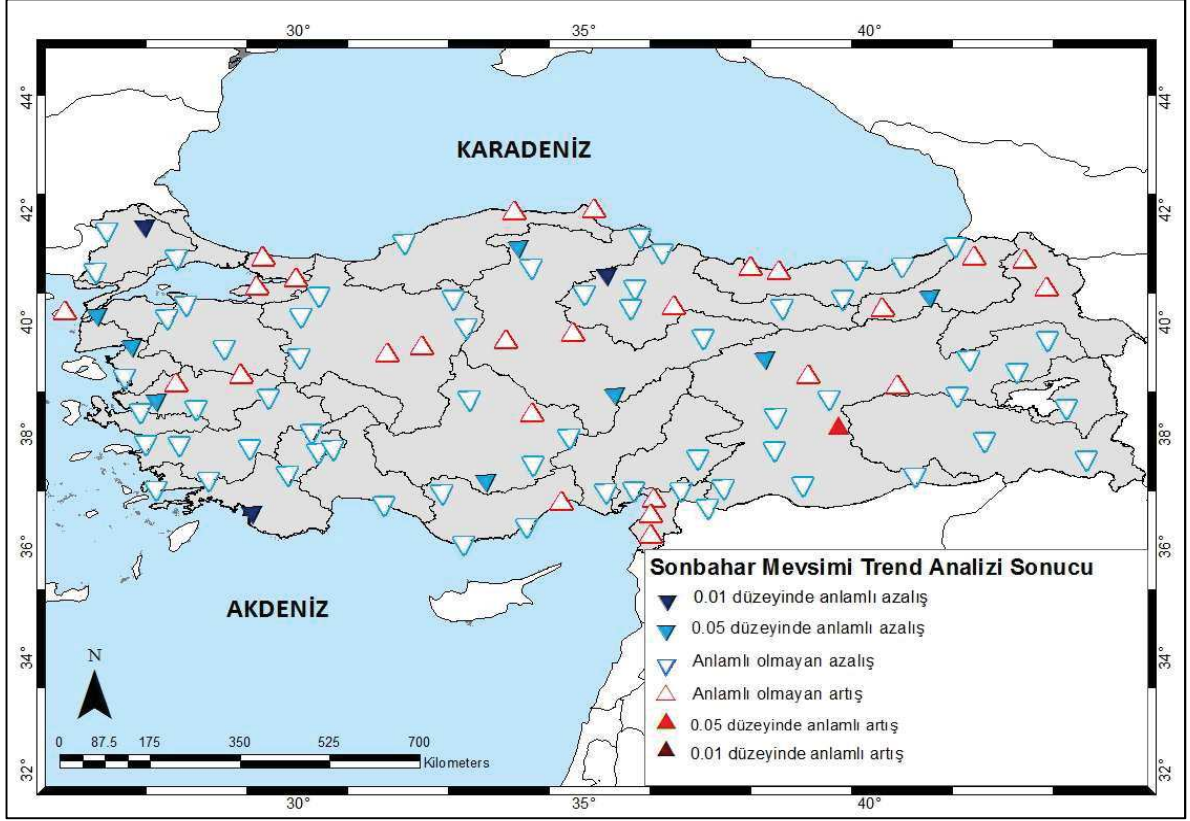


4.2.5. Sonbahar Mevsimi Trend Analizi Sonuçları

Sonbahar mevsimi trend analizi sonuçlarına bakıldığında, yaz mevsimiyle benzer dağılış desenine sahip olduğu görülmektedir. Tüm Türkiye'de istasyonların %62'sinde anlamlı olmayan azalış ve %26'sında anlamlı olmayan artış trendleri tespit edilmiştir

(Şekil 4.45). İstatistiksel olarak anlamlı trendlerin, havzalarda baskınlık göstermemesi nedeniyle; ayrıntılı eğilim çizelgeleri oluşturulmamıştır.

Şekil 4.41.: Sonbahar mevsimi yağışlı gün sayısı trend dağılımı.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında; iklim değişikliğine bağlı olarak, extrem hava olaylarında ve sıklıklarında artışlar beklenen ve Akdeniz Havzası'nın bir parçası olan Türkiye'nin, yağışlı gün sayılarına alansal ve zamansal ölçekte analizler yapıldı. Çalışma için ihtiyaç duyulan günlük yağış verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edildi. Gözlem zamanını eşit tutmak adına 1963-2016 yılları arasında günlük yağış verisi bulunan 100 istasyon verisinden faydalanıldı. Yağışlı gün sayılarının alansal ölçekteki dağılımını belirlemek adına; yıllık ve mevsimlik faktör, kümeleme analizleri ve zamansal ölçekteki değişimini belirlemek için de yıllık ve mevsimlik Mann-Kendall trend analizleri uygulandı. Analiz sonuçları, ArcGIS 10.3 yazılımı kullanılarak haritalandırıldı. Harita altlığı olarak, Türkiye akarsu havza sınırları kullanıldı.

Yıllık faktör analizi sonuçlarına göre; Akdeniz ikliminin hakim olduğu batı ve güney bölgelerde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yüksek negatif değerli faktör1 yükleri tespit edildi. Yıl boyunca yaşanan yağış olaylarının; cephesel aktiviteler, gezici depresyonlar ve 500-700 hPa jeopotansiyel yükseklikteki hava olayları tarafından denetleniyor olması bunun nedenidir.

Kış mevsimi faktör analizi sonuçlarında negatif ve pozitif yük değerleri güney-kuzey ekseninde dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Negatif yük değerleri Anadolu yarımadasının çoğunda hakim olması yüksek atmosfer etkinliklerinin yağışlar üzerindeki etkileriyle açıklanabilir. Özellikle Batı Anadolu ve Güney Anadolu gibi kış yağışlarının Akdeniz gezici depresyonları tarafından denetleniyor olaması bunu açıklamaktadır. Genellikle Karadeniz kıyılarında hakim olan pozitif yüklü değerler atmosferik etkiler yanında başka etkilerin de (denizellik, yükselti, bakı vb.) yağış oluşumunda rol üstlenmeleriyle açıklanabilir.

İlkbahar mevsimi faktör 1 (Pc1) analiz sonucuna bakıldığında; pozitif yüklü değerlerin Kuzeydoğu Anadolu'dan Güneybatı Anadolu'ya doğru, negatif değerlere dönüştüğü dikkat çekmektedir. Kuzeydoğu Anadolu'da gözlenen güçlü pozitif yükler; orta Akdeniz kaynaklı 500 ve 700 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeylerindeki, güneybatılı hava akışlarının yarattığı fön etkisi ile açıklanabilir. Negatif faktör yüklerine bakıldığında; sadece batı ve güney kıyılarında gözlenmekte ve iç kesimlere gidildikçe pozitif değerlere dönüştüğü görülmektedir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu gibi karasal bölgelerde gözlenen

bu pozitif değerler ise; ilkbahar mevsiminde yaşanan yükselim yağışlarıyla açıklanabilmektedir.

Yaz mevsimi faktör 1 (Pc1) analizi sonucunda pozitif değerler Anadolu'nun güneyinden kuzeyine doğru kuşaklar şeklinde ilerlediği tespit edilmiştir. Negatif değerlerin Anadolu'nun büyük kısmına hakim olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni, Anadolu'nun yaz mevsimi boyunca azor dinamik yüksek basınç kuşağı ve yüksek atmosfer oluklarının yaz yağışları üzerindeki etkisiyle açıklanabilir.

Sonbahar mevsimi faktör 1 (Pc1) analizi sonuçlarında; Anadolu'nun batı ve güney kısımlarında yüksek negatif yükler tespit edilmiştir. Geniş ölçekli orta enlem ve Akdeniz siklomlarının sonbahardaki yağışlar üzerindeki etkisi, ulaşılan negatif yük değerlerini açıklamaktadır. Karadeniz kıyı kuşağında gözlenen pozitif yüklü değerler, kuzeyli dolaşım nedeniyle orografik yükselmenin güçlenmesiyle yağışlarda yaşanan artış ile açıklanabilir.

Yağışlı gün sayılarının istasyonlar arasındaki benzerliklerini tespit etmek için, kümeleme analizi gerçekleştirildi. Yıllık kümelerin dağılışı en baskın olan 1 numaralı küme; Kuzey Ege, Gediz, K. Menderes, B. Menderes, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan, Asi, Fırat Havzaları ve Konya Kapalı Havzasında dağılışı göstermektedir. Diğer kümeler ise havza bazlı baskın dağılışı göstermemektedir. Yıllık yağışlı gün sayısı karakteri bakımından özgün olan tek havza, Doğu Karadeniz Havzası olarak belirlendi. Doğu Karadeniz Havzası'nın, yıllık yağış miktarı ve yağış karakteri göz önünde bulundurulduğunda (Tablo 3.1); yağışlı gün sayılarının diğer havzalardan farklı çıkması olağandır.

Kış mevsimi yağışlı gün sayısı kümelerine bakıldığında; homojen dağılışlar, Karadeniz kıyı kuşağında bulunan havzalarda ve çoğunlukla karasal iklim koşullarının yaşandığı iç ve doğu kesimlerdeki havzalarda gözlenmektedir. Küme dağılışının en değişken olduğu havzalar; Gediz, K. Menderes, B. Menderes, Batı Akdeniz ve Doğu Akdeniz Havzaları olarak belirlendi.

İlkbahar mevsiminde; 1 numaralı kümenin, Anadolu'nun batı ve güney kıyılarında bulunan havzalarda yoğun dağılışı gösterdiği tespit edildi. 2 numaralı küme değerlerine; Susurluk, Sakarya, Batı Karadeniz ve Fırat Havza'larında rastlandı. 2 numaralı küme değeri en çok Doğu Karadeniz, Dicle ve Aras Havza'larında tespit edildi. 4 numaralı küme ise sadece Fırat Havzası içinde bulunan Çermik istasyonunda tespit edildi. Çermik

istasyonunun, havza içerisinde özgün bir karaktere sahip olması; yağışlı gün sayıları üzerinde yerel koşulların etkisini göstermektedir.

Yaz mevsimi, kümelerin Türkiye genelinde en homojen dağılışı gösterdiği yıl olarak tespit edildi. Genel iklim koşulları nedeniyle, daha kararlı hava olaylarının yaşanıyor olması, yağışlı gün sayılarının daha homojen dağılışı göstermesine neden olmaktadır. Yaz yağışlarının, diğer havzalara oranla daha fazla yaşanması nedeniyle; Doğu Karadeniz ve Aras Havzaları özgün küme değerlerine sahip olduğu tespit edildi.

Sonbahar mevsimi küme dağılışı, yaz mevsimiyle benzerlik gösterse de; Anadolu'nun iç kesimlerinde bulunan havzalarda, yaz mevsimindeki homojen küme dağılışına rastlanmadı. Karadeniz kıyılarında yer alan Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz Havzaları; en yağışlı mevsimlerini yaşamaları nedeniyle, benzer küme değerlerine sahip oldukları tespit edildi.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen ikinci analiz aşaması, yağışlı gün sayılarının zamansal değişimini içermektedir. Yapılan Mann-Kendall trend analizi yıllık ve mevsimlik olarak gerçekleştirilmiştir.

Yıllık trend analizi sonucunda; Meriç-Ergene, Kuzey Ege, Susurluk, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz, Batı Karadeniz, Sakarya, Konya ve Fırat Havzalarında bulunan istasyonların çoğunda %99 güven seviyesinde negatif trendler tespit edilmiştir. 1960'lardan başlayan gözlem zamanı boyunca yağışlı gün sayılarında dalgalanmalar gözlenmekle beraber negatif trendler bu havzalarda hakim durumdadır.

Kış mevsimi trend analizi sonucunda; Meriç-Ergene, Marmara, Kuzey Ege, Susurluk, Batı Akdeniz ve Doğu Akdeniz havzalarında bulunan istasyonlarda %99 ve %95 güven seviyesinde negatif yönlü trendler tespit edilmiştir. Gözlem süresi boyunca yağışlı gün sayılarında dalgalanmalar gözlenmektedir. Kış mevsimi yağışlı günlerinin en az yaşandığı yılların, bu havzalarda benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu havzalarda yaşanan en yağışlı mevsimin, iklim koşulları nedeniyle kış olması çok önemli bir durumdur. Çünkü yağışlı gün sayıları, extrem yağış olaylarının tespit edilmesinde kullanılan parametrelerden birtanesidir. Bu havzalardaki yağış karakterlerini belirlemek adına yağış miktarları ve sıcaklık parametrelerinin de hesaba katılması önemli sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

İlkbahar mevsimi trend analizi sonucunda; Susurluk, Sakarya, Batı Akdeniz, Kızılırmak, Fırat Havzaları ve Konya Kapalı Havzası istasyonlarında %99 ve %95 güven aralığında trendlerin çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Konya Kapalı Havzası ve Fırat Havzasında azalış trendlerinin varlığı önemli bir sonuçtur. Çünkü bu havzalar yağışlarının büyük çoğunluğunu ilkbahar mevsiminde; coğrafi etkiler nedeniyle yaşanan konvektif karakterli yağışlarla alır. Yağışlı günlerde gözlenen bu azalış trendlerinin, yağış miktarlarındaki ve/veya sıcaklıklardaki trendlerle de karşılaştırılması özellikle extrem yağışların varlığı, toprak nemi ve yeraltı-yerüstü su kaynaklarının durumuyla ilgili önemli çıkarımlar yapılmasına yardımcı olacaktır.

Yaz mevsimi trend analizi sonucunda, Türkiye'nin büyük çoğunluğunda anlamlı olmayan azalış trendleri tespit edildi. İklim şartları gereği Türkiye'nin yazları kurak ve sıcak geçiyor olması yıllar arasındaki yağışlı gün sayısındaki trendlerin güçlü seyretmesine engel olmaktadır. Dikkat çeken %99 ve %95 güven aralığındaki azalış trendleri Doğu Karadeniz kıyılarında gözlenmektedir.

Sonbahar mevsimi trend analizi sonucunda, Türkiye genelinde akarsu havzalarında bulunan istasyonların yağışlı gün sayısı değişiminde anlamlı olan azalış ve artış trendleri seyrek şekilde gözlenmektedir. Anlamlı olmayan azalış ve artış trendleri tüm Türkiye'de çoğunluk göstermektedir.

Trend analizleri sonucunda yıllık değerlerde tespit edilen anlamlı azalış trendleri, giriş kısmında verilmiş olan Akdeniz Havzasında yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bu durum, Türkiye'de yağışlı gün sayısında yaşanan azalış trendlerinin bölgesel karakterli olmadığını göstermektedir. Bu durum atmosferik sistemlerin Akdeniz Havzası üzerinde gösterdiği değişimlerle açıklanabilir. Bu değişimlerin nedeni şüphesiz küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliğinin seyrini sürdürmesidir. Yağışlı gün sayılarında yaşanan azalış trendlerinin seyrini sürdürmesi durumunda, yağışların şiddet ve yoğunluğunda artışlar gözlenmesi kaçınılmazdır. Yağışlı gün sayılarının azalması; mevsimlik yağışların belirli günlere toplanmasına, kuvvetli orajların yaşanmasına ve uzun süreli kurak dönemlerin daha sık yaşanmasına neden olacaktır. Yağışlı gün sayılarındaki azalış trendinin kuvvetli gözlemlendiği Konya Kapalı Havzası, bu tehlikelerin en erken ve etkili yaşanacağı Akarsu Havzası olarak dikkat çekmektedir. Gelecekte yapılacak olan havza bazlı çalışmalarda, yağış miktarı ve sıcaklık gibi iklim parametrelerinin de

eklenmesiyle yaşanan değişimlerin etkili şekilde değerlendirilmesine ve havzaların korunması ile ilgili alınacak önlemler için faydalı olacağı düşünölmektedir.



KAYNAKÇA

- Altın, Türkan Bayer; Barak, Belma (2012). Seyhan Havzası'nda 1970-2009 Yılları Arasında Yağış ve Hava Sıcaklığı Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 21-34.
- Bartzokas, Aristides; Metaxas, Dimitris; Ganas, Ioannis (1994). Spatial and Temporal Sea-surface Temperature, Covariances in The Mediterranean. *International Journal of Climatology*, 201-213.
- Brunetti, Michele; Caloiero, Tommaso; Coscarelli, Roberto; Gulla, Giovanni; Nanni, T; Simolo, Claudia (2012). Precipitation Variability and Change In The Calabria Region(Italy) From a High Resolution Daily Dataset. *International Journal Of Climatology*, 57-73.
- Brunetti, Michele; Maugeri, Maurizio; Nanni, T. (2001). Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy. *International Journal of Climatology*, 861-871.
- Büyükyıldız, Meral (2004). Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi Ve Stokastik Modellemesi. 1-157. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Büyükyıldız, Meral; Bektay, Ali (2004). Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23-38.
- Horden, Peregrin; Kinoshita, Sharon (2014). The Mediterranean Climate. , *A Companion to Mediterranean History* (s. 1-483). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Clark, Peter; Huybers, Peter (2009). Interglacial And Future Sea Level. *International Journal Of Science*, 856-857.
- Coscarelli, Roberto; Caloiero, Tommaso (2011). Analysis of daily and monthly rainfall concentration in Southern Italy. *Journal of Hydrology*, 145-156.
- Çağlıyan, Ayşe; Ayhan, Gülsen (2018). Türkiye’de Yağışın Mekansal Analizi. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu* (s. 103-120). Ankara: Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi.

- Çakmak, Özkan; Baran, Türkay (2015). Büyük Menderes Havzası Yağışlarında Eğilim Analizi. 4. *Su Yapıları Sempozyumu* (s. 419-427). Antalya: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.
- Çeribaşı, Gökmen (2018). Batı Karadeniz Havzasının Yağış Verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi İle Analizi. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 168-173.
- Çeribaşı, Gökmen (2019). Şen Yöntemi ve Trend Yöntemleri Kullanılarak Doğu Karadeniz Havzası'nın Yağış Verilerinin Analiz Edilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 254-264.
- Çiner, Attila; Sarıkaya, Mehmet Akif (2013). *Buzullar ve İklim Değişikliği: Geçmiş, Günümüz ve Gelecek*. İstanbul: İstanbul: ENIVA Vakfı Yayınları.
- Dikici, Mehmet (2019). Ası Havzası'nda (Türkiye) Kuraklık Analizi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 22-40.
- Doğan, Nuri; Başokçu, Oğuz (2010). İstatistik Tutum Ölçeği İçin Uygulanan Faktör Analizi ve Aşamalı Kümeleme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 65-71.
- Dünkeloh, Armin; Jacobbeit, Jucundus (2003). Circulation dynamics of Mediterranean precipitation variability 1948–98. *International Journal of Climatology*, 1843-1866.
- Efe, Bahtiyar; Toros, Hüseyin; Deniz, A (2015). Türkiye Geneli Yağış Ve Sıcaklık Verilerinde Eğilimler Ve Salınımlar. VII. *Atmospheric Science Symposium*, (s. 791-800). İstanbul.
- Erbekçi, Eray (2006). Türkiye Yağışlarının Olasılık Bakımından Zamansal ve Alansal Değişkenliği. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale
- Ercan, Burcu; Yüce, Mehmet İshak (2017). Trend Analysis of Hydro-Meteorological Variables of Kızılırmak Basin. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 333-340.
- Erlat, Ecmel (1996). Türkiye'de Günlük Yağışların Şiddeti Üzerine Bir İnceleme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 159-184.
- Erlat, Ecmel (2013). *İklim Sistemi ve İklim Değişimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

- Erol, Oğuz (1999). *Genel Klimatoloji*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Flaounas, Emmanouil; Raveh-Rubin, Shira; Wernli, Heine; Drobinski, Philippe; Bastin, Sophie (2015). The Dynamical Structure of Intense Mediterranean Cyclones. *Climate Dynamics*, 2411–2427.
- Gönençgil, Barbaros; İçel, Gülten (2010). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006). *Türk Coğrafya Dergisi*, 1-12.
- Gürkan, Hüdaverdi; Arabacı, Hüseyin; Demircan, Mesut; Eskioğlu, Osman; Şensoy, Serhat; Yazıcı, Başak (2016). GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 77-88.
- Hair, Joseph F.; Black, William C.; Barry, Babin J.; Anderson, Rolph E. (1995) *Multivariate Data Analysis*. Essex: Pearson Education Limited
- Harding, Andrew E. (2006). *Changes in Mediterranean Climate Extremes: Patterns, Causes, and Impacts of Change*. Norwich, UK: University of East Anglia.
- Hartmann, Dannis L.; Tank, Albert M.; Rusticucci, Matilde (2013). *Observations: atmosphere and surface*. Cambridge : Cambridge University Press.
- İçel, Gülten & Ataol, Murat (2014). Türkiye'de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve Nao Arasındaki İlişkileri. *Coğrafya Dergisi*, 55-68.
- İrdem, Cemil (2005). Türkiye'de Yağışların Şiddet Bakımından Alansal ve Zamansal Değişikliği. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Kadioğlu, Mikdat (1997). Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki Yağışlara Etkisi. *Su Ve Çevre Sempozyumu* (s. 37-46). İstanbul: İst. Şub. Yay.
- Kadioğlu, Mikdat (2000). Regional Variability of Seasonal Precipitation Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 1743–1760.
- Kahya, Ercan; Kalaycı, Serdar (1998). Detection of Water Quality Trends in the Rivers of the Susurluk Basin. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 503-514.

- Kayam, Yıldırım (2014). İklim Değişikliğine Bağlı Toprak Nemindeki Değişimin Aydın'da Örnek Bir Alanda Pamuk Bitkisinde Swap Modeli İle Simulasyonu. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın
- Kendall, Maurice (1975). *Rank Correlation Methods*. Londra: Charles Griffin.
- Kızılelma, Yakup; Çelik, Mehmet Ali; Karabulut, Murat (2015). İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık Ve Yağışların Trend Analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1-10.
- Koç, Telat (2008). Kuzeybatı Anadolu'da (Türkiye) Hava Tipleri. *Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı*, 103-132.
- Koç, Telat; İrdem, Cemil (2007). Türkiye'de Yağışların Şiddet Bakımından Zamansal ve Alansal Değişkenliği. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1-42.
- Lolis, Christos; Bartzokas, Aristides; Metaxas, Dimitris (1999). Spatial Covariability of The Climatic Parameters. *International Journal of Climatology*, 185-196.
- Maheras, Panagiotis; Flocas, Helena; Patrikas, Ioannis; Anagnostopoulou, Chr (2001). A 40 Year Objective Climatology of Surface Cyclones in The Mediterranean Region: Spatial and Temporal Distribution. *International Journal of Climatology*, 109-130.
- Nastos, Panagiotis; Zerefos, Christos (2009). Spatial and temporal variability of consecutive dry and wet days in Greece. *Atmospheric Research*, 616-628.
- Norrant, Caroline; Douguédroit, Annick (2006). Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000). *Theoretical and Applied Climatology*, 89-106.
- Ortiz, Vicent Altava; Llasat, Maria Carmen; Ferrari, Ennio; Atencia, Aitor; Sirangelo, Beniamino (2011). Monthly Rainfall Changes in Central and Western Mediterranean Basins, at The End of The 20th And Beginning of the 21st Centuries. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, 1943–1958.
- Ölgen, Kırımı (2010). Türkiye'de Yıllık Ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 85-95.
- Özfıdaner, Mete; Şapolyo, Duygu; Topaloğlu, Fatih (2016). İç Anadolu Bölgesi Yağış Verilerinin Gidiş Analizi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 161-168.

- Özgür, Evren (2013). Kar Yağışlı Gün Sayılarının Toplam Yağışlı Gün Sayılarına Oranının Yıllık ve Bölgesel Trend Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özgür, Evren; Koçak, Kasım (2012). Kazdağları ve Çevresinde Yağış Bileşenlerinin ve Ekstrem Yağışların İncelenmesi. *Kazdağları III. Ulusal Sempozyumu*, (s. 587-594). Balıkesir.
- Öztürk, Muhammed; Çetinkaya, Gülден ; Aydın, Selman (2017). Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 17-27.
- Palutikof, J. P.; Guo, Xiangjie; Goodess, C. M. (1994). Climate change, potential evapotranspiration and moisture availability in the Mediterranean Basin. *International Journal of climatology*, 853-869.
- Partal, Turgay; Kahya, Ercan (2006). Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. *Hydrological Processes*, 2011–2026.
- Piervitali, E. C. (1997). Signals of climatic change in the Central-Western Mediterranean Basin. *Theoretical and Applied Climatology*, 211-219.
- Polat, Yadigar (2012). Faktör Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi ve Hayvancılık Denemesine Uygulanışı. 1-168. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Russo, Giorgio; Sacchini, Alessandro; Eva, C., Palau, C., Caneva, A. (2000). The recent abrupt increase in the precipitation rate, as seen in an ultra-centennial series of precipitation. *NUOVO CIMENTO-SOCIETA ITALIANA DI FISICA SEZIONE*, 39-52.
- Sarış, Faize (2006). Türkiye’de Yağış Yoğunluğunun Alansal ve Zamansal Değişimi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Sarış, Faize; Hannah, David M.; Eastwood, Warren (2010). Spatial Variability of Precipitation Regimes Over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 234-249.

- Stocker, Thomas; Qin, Dahe; Platter, Gian-Kesper; Tignor, Melinda (2014). *Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sütgibi, Semra (2015). Büyük Menderes Havzasının Sıcaklık, Yağış Ve Akım Değerlerindeki Değişimler Ve Eğilimler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 398-414.
- Tatlı, Hasan; Dalfes, Nüzhet; Menteş, Sibel (2004). A Statistical Downscaling Method For Monthly Total Precipitation Over Turkey. *International Journal Of Climatology*, 161-180.
- Trigo, Isabel F. (2000). Decline in Mediterranean rainfall caused by weakening of Mediterranean cyclones. *Geophysical Research Letters*, 2913-2916.
- Trigo, Isabel F.; Bigg, Grant R.; Davies, Trevor D. (2002). Climatology of Cyclogenesis Mechanisms in the Mediterranean. *Monthly Weather Review*, 549-569.
- Trigo, Isabel F.; Davies, Trevor D.; Bigg, Grant R. (1999). Objective Climatology of Cyclones in the Mediterranean Region. *Journal of Climate*, 1685-1696.
- Turoğlu, Hüseyin (2015). Tarihlendirilmiş Bazı Jeomorfolojik Verilere Dayandırılan, Anadolu'nun Kuvaterner İklim Özellikleri Rekonstrüksiyonu. R. Efe içinde, *Prof. Dr. h.c. İbrahim ATALAY'ın 45. Meslek yılına armağan Kitabı* (s. 75-102). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Türkeş, Murat (1996). Spatial And Temporal Analysis Of Annual Rainfall Variations In Turkey. *International Journal Of Climatology*, 1057-1076.
- Türkeş, Murat (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. İstanbul: Kriter.
- Türkeş, Murat (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Çevre Bilimi Dergisi*, 1-32.
- Türkeş, Murat (2014). *Kuraklık Olaylarının İklim Değişikliği ve Çölleşme Açısından Önemi ve Türkiye'deki 2013-2014 Kuraklığının Sinoptik Klimatolojik/Meteorolojik ve Atmosferik Bağlantıları*. Ankara: İstatistik Bölümü Bağlantılı Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

- Türkeş, Murat; Koç, Telat; Sarış, Faize (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 57-73.
- Türkeş, Murat; Koç, Telat; Sarış, Faize (2008). Türkiye'de Yağışlı Gün Sayılarının Klimatolojisi Ve Alansal İlişki Desenleri. *IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı*, (s. 500-511). İstanbul.
- Türkeş, Murat; Koç, Telat; Sarış, Faize (2009). Spatiotemporal Variability Of Precipitation Total. *International Journal Climatology*, 1056-1074.
- Ulbrich, U.; Leckebusch, G. C.; Pinto, Joaquim G. (2009). Extratropical Cyclones in The Present And Future Climate: A Review. *Theoretical and Applied Climatology*, 117-131.
- Xoplaki, Elena (2002). Climate Variability Over The Mediterranean. Bern, Switzerland: Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Xoplaki, Elena; Luterbacher, Jürg; Burkard, R.; Patrikas, Ioannis; Maheras, Panagiotis (2000). Connection Between the Large-scale 500 hPa Geopotential Height Fields and Precipitation Over Greece During Wintertime. *Climate Research*, 129-146.
- Yaşlıoğlu, Muhsin Murat (2017). Sosyal Bilimlerde Faktör Analizi ve Geçerlilik: Keşfedici ve Doğrulamalı Faktör Analizlerinin Kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 74-85.
- Yeşilırmak, Ercan (2015). Büyük Menderes Havzası'nda Günlük Yağış Konsantrasyonunun Analizi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55-71.
- Yeşilırmak, Ercan; Akçay, Selin; Dağdelen, Necdet (2011). Büyük Menderes Havzasında Yıllık Toplam Yağışların Zamansal Değişimleri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37-46.
- Yılmaz, Fatma (2008). Antalya'nın Günlük Yağış Özellikleri Ve Şiddetli Yağışların Doğal Afetler Üzerine Etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 19-65.

- Yüce, Şimal; Ercan, Burcu; Eşit, Musa; Ünsal, Mehmet ; Yüce, Mehmet (2018). Seyhan Havzası Yağış Verilerinin Eğilim Analizi. *Uluslararası Su ve Çevre Kongresi*, (s. 316-324). Bursa.
- Zeybekoğlu, Utku; Karahan, Halil (2018). Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Eğilim Analizi Yöntemleriyle İncelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 974-1004.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BİLİR Samet
Uyruğu : TC
Doğum Tarihi ve Yeri : 29/02/1992 AYDIN
Telefon : +905067789201
E-mail : bilirsamet1@gmail.com

Eğitim

<i>Derece</i>	<i>Eğitim Birimi</i>	<i>Mezuniyet Tarihi</i>
Yüksek lisans	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	2019
Lisans	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	2015
Lise	Aydın Lisesi	2010

Yabancı Dil

İngilizce