



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞLAR ve YAĞIŞ
EĞİLİMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

IRMAK ZIMBA

Tez Danışmanı

Doç.Dr. ZAHİDE ACAR

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞLAR ve YAĞIŞ EĞİLİMLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

IRMAK ZIMBA

Tez Danışmanı
Doç.Dr. ZAHİDE ACAR

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Irmak ZIMBA tarafından Doç. Dr. Zahide ACAR yönetiminde hazırlanan ve 31/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Ege Bölgesi’nde Ekstrem Yağışlar ve Yağış Eğilimleri**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Coğrafya Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Doç. Dr. Zahide ACAR

.....

(Danışman)

Doç. Dr. Erkan YILMAZ

.....

Dr. Öğr. Üyesi Beyhan ÖZTÜRK

.....

Tez No :10448627

Tez Savunma Tarihi : 31/01/2022

Doç.Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

.././2022

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Irmak ZIMBA
31/01/2022

TEŞEKKÜR

Ege Bölgesi'nde Ekstrem Yağışlar ve Yağış Eğilimleri başlıklı yüksek lisans tezinde iklim değişikliğine karşı hassas bir alan olan Ege Bölgesi'nin yağış şiddetlerini ve eğilimlerini inceleyerek bölgenin yağış karakterini detaylandırmak ve literatüre katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca; güler yüzü, pozitif bakış açısı ile araştırmayı sevdiren, hiç bir konuda desteğini esirgmeden sabırla yol gösteren ve bilgisi ile yolumu aydınlatan tez danışman hocam saygıdeğer Doç.Dr. Zahide ACAR'a teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca bana destek olan, emeği geçen tüm hocalarıma, lisans ve yüksek lisans döneminde beni destekleyen ve kendime olan inancımı perçinleyen tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca beni yetiştiren ve eğitim hayatım için her türlü fedakarlığı yapmış olan annem ve babama sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Irmak ZIMBA

Çanakkale, 2022

ÖZET

EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞLAR ve YAĞIŞ EĞİLİMLERİ

Irmak ZIMBA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Yeterlik Tezi

Danışman: Doç. Dr. Zahide ACAR

31/01/2022, 58

İklim değişikliğine karşı hassas olduğu bilinen Akdeniz havzasında yer alan Ege Bölgesinin yağış karakterini anlamak ve Türkiye'nin en şiddetli yağışlarının gerçekleştiği bölgelerden biri olan çalışma sahasında şiddetli yağışların dağılımı ve ekstrem yağışlardaki eğilimleri incelemek, atmosfer kökenli afetlerin etkisini en aza indirmek, kuraklık gibi problemlere karşı iklim temelli planlamalar yapılabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Bu tez kapsamında Türkiye'nin coğrafi bölgelerinden biri olan ve Akdeniz yağış rejiminin görüldüğü Ege Bölgesi'nde gerçekleşen yağışlar şiddetlerine göre sınıflandırılarak gün sayılarının dağılımları haritalanmış ayrıca belirlenen yağış indisleri doğrultusunda ekstrem yağışlardaki eğilimler Mann-Kendall analiz yöntemiyle incelenmiştir.

1975-2017 yılları arasında 35 meteoroloji istasyonunda kaydedilmiş 42 yıllık verilere dayanarak yapılan incelemeler sonucunda yağış şiddetlerinin kıyıdan iç kesimlere gidildikçe azaldığı, en şiddetli yağışlarınsa Menteşe yöresinde gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bölgenin genelinde analiz için belirlenmiş 9 yağış indisinin 7'sinde belirgin bir azalış eğilimi olduğu görülmüş, 2 indiste artış eğilimi bulunmamasına karşın istatistiki olarak anlamlı azalış eğilimlerinin de baskın olarak görülmediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ege Bölgesi, Yağış şiddetleri, Ekstrem yağışlar, Mann-Kendall, Ekstrem yağış indisleri, Yağış eğilimi

ABSTRACT

EXTREME PRECIPITATION and PRECIPITATION TRENDS IN THE AEGEAN REGION

Irmak ZIMBA

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Geograpy

Co-supervisor: Doç. Dr. Zahide ACAR

31/01/2022, 58

To understand the precipitation character of the Aegean Region, which is located in the Mediterranean basin, which is known to be sensitive to climate change, and to examine the distribution of heavy precipitation and the trends in extreme precipitation in the study area, which is one of the regions with the heaviest precipitation in Turkey, to minimize the effects of atmospheric disasters, to respond to problems such as drought and climate change. It is very important in terms of making based planning.

Within the scope of this thesis, the distribution of the number of days was mapped by classifying the precipitation in the Aegean Region, which is one of the geographical regions of Turkey and where the Mediterranean precipitation regime is observed, and the trends in extreme precipitation were examined by the Mann-Kendall analysis method in line with the determined precipitation indices.

As a result of the examinations made on the basis of 42 years of data recorded in 35 meteorology stations between 1975 and 2017, it was concluded that precipitation intensities decrease as you go from the coast to the interior, and the heaviest precipitation occurs in the Menteşe region. In addition, it was observed that there was a significant decreasing trend in 7 of the 9 precipitation indices determined for the analysis throughout the region.

Keywords: Aegean Region, Precipitation intensity, Extreme precipitation, Mann-Kendall, Extreme precipitation indices, Precipitation trend

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	
1.1. Önceki Çalışmalar.....	3
1.2. Tez Kapsamı ve Amacı.....	7
1.3. Veri ve Yöntem.....	8
İKİNCİ BÖLÜM	
EGE BÖLGESİ'NİN JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ	
2.1. Kıyı Ege Jeomorfolojik Özellikleri.....	11
2.2. İç Ege Jeomorfolojik Özellikleri.....	12
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
EGE BÖLGESİNDE YAĞIŞIN ŞİDDETİNE GÖRE MEKANSAL DAĞILIMI	
3.1. Hafif Şiddetli (1-5 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı.....	13
3.2. Orta Kuvvette (6-20 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı.....	14
3.3. Kuvvetli (21-50 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı.....	15
3.4. Çok Kuvvetli (51-75 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı.....	16
3.5. Şiddetli (75-100 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı.....	17
3.6. Ekstrem (100 mm ve üstü) Yağışların Mekansal Dağılımı.....	18

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM		21
EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞ İNDİSLERİ		
4.1. İndis Analiz Bulgularının Mekansal Dağılışı.....		21
BEŞİNCİ BÖLÜM		42
EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞ İNDİSLERİNİN EĞİLİMİ		
5.1. İndislerdeki Eğilimlerin Mekansal Dağılışı.....		42
ALTINCI BÖLÜM		51
SONUÇ VE ÖNERİLER		
KAYNAKÇA.....		54
ÖZGEÇMİŞ		I

SİMGELER ve KISALTMALAR

IPCC : Uluslararası iklim değişikliği paneli

MGM : Meteoroloji genel müdürlüğü

IDW : Inverse Distance Weighting (Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon tekniği)

SDII : Simple Daily Intensity Index (Basit Günlük Yoğunluk İndeksi)



TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Tezde kullanılan istasyonların enlem boylam ve rakım bilgileri	10
Tablo 2	Ekstrem yağış indisleri	21



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Tez kapsamında kullanılan istasyonların mekansal dağılışı	7
Şekil 2	Hafif yağışlı gün sayısı	14
Şekil 3	Orta kuvvette yağışlı gün sayısı	15
Şekil 4	Kuvvetli yağışlı gün sayısı	16
Şekil 5	Çok kuvvetli yağışlı gün sayısı	17
Şekil 6	Şiddetli yağışlı gün sayısı	18
Şekil 7	Ekstrem yağışlı gün sayısı	19
Şekil 8	PRCPTOT (Ege Bölgesi toplam yağış dağılımı)	22
Şekil 9	R1mm (1 mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)	24
Şekil 10	R10mm (10 mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)	24
Şekil 11	R20mm (20 mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)	25
Şekil 12	R50mm (50 mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)	25
Şekil 13	R90p Kış	29
Şekil 14	R90p İlkbahar	29
Şekil 15	R90p Yaz	30
Şekil 16	R90p Sonbahar	30
Şekil 17	R95p Kış	32
Şekil 18	R95p İlkbahar	32
Şekil 19	R95p Yaz	33
Şekil 20	R95p Sonbahar	33
Şekil 21	R99p Kış	36
Şekil 22	R99p İlkbahar	36
Şekil 23	R99p Yaz	37
Şekil 24	R99p Sonbahar	37
Şekil 25	SDII (Basit günlük yoğunluk indeksi)	41

Şekil 26	PRCPTOT Trend (Toplam yağış trendi)	42
Şekil 27	R1mm Trend (1 mm ve üzeri yağışlı gün sayısının trendi)	43
Şekil 28	R10mm Trend (10 mm ve üzeri yağışlı gün sayısının trendi)	44
Şekil 29	R20mm Trend (20 mm ve üzeri yağışlı gün sayısının trendi)	45
Şekil 30	R50mm Trend (50 mm ve üzeri yağışlı gün sayısının trendi)	46
Şekil 31	90. persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının trendi	47
Şekil 32	95. persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının trendi	48
Şekil 33	99. persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının trendi	49
Şekil 34	SDII Trend (Basit günlük yoğunluk trendi)	50

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İklim, yeryüzünde yaşamın devamını sağlayan ve aynı zamanda ona bugünkü görünümünü veren en önemli süreçlerden biridir. İklim, nem, rüzgar, sıcaklık ve yağış gibi meteorolojik olayların uzun vadeli ortalamasıdır (Erol, 2014; Gönençgil, 2008). İklim, hem coğrafi çevreyi şekillendiren hem de insan hayatını yakından ilgilendiren önemli bir etmendir. İnsanın yaşayış şekli, günlük hayatı, yetiştirdiği tarım ürünleri, mimari yapılarının özellikleri ve hatta tarım ve endüstri alanlarının dağılışı ile birlikte ticaret şekilleri dolayısıyla da ekonomik etkinliklerin büyük çoğunluğu iklim şartlarından etkilenmektedir (Erol, 2004). Tüm bunların yanı sıra iklimin insan sağlığı üzerine de birtakım etkileri bulunmaktadır. Çok soğuk/çok sıcak ve nemli hava koşulları insanlarda bronşit, tüberküloz ve astım gibi solunum yolu rahatsızlıklarına sebep olmaktadır (Atalay, 2010).

İklimin hem doğal çevreyi hem de insan hayatını bu denli yakından etkileyen bir etmen olması, onu araştırmayı ve anlamayı elzem hale getirmektedir. İklimin elemanlarından biri olan yağış da bunun çok önemli bir parçasıdır. Su buharının sıcaklık farkları nedeniyle yoğunlaşarak katı ya da sıvı olarak yeryüzüne inmesine yağış denir. Katı ya da sıvı yağışın her türü tarımsal ve ekonomik faaliyetlerin şekillenmesi açısından önemlidir. Ayrıca yağışlardaki eksi ya da artı yönde aşırılıkların da ciddi kuraklıklara veya sel, taşkın, çığ gibi afetlere yol açabilecek olması onun zamansal ve mekansal dağılışı desenini anlamayı daha da önemli hale getirmektedir. Yağışta bölgesel dağılışı; geniş ölçekte, genel anlamda enleme bağlıdır ancak asıl desen çok daha karmaşıktır ve ilişkili olduğu birçok etmen vardır (Türkeş, 2010). Yağış diğer iklim öğelerinden farklı olarak; ortalama olarak değil 24 saatlik miktarı toplanarak ölçülür çünkü yağışta önemli olan belirli bir sürede yere düşen miktardır ayrıca yağış olayı rüzgar veya sıcaklık gibi sürekli bir olay değildir, zaman zaman meydana gelir (Erol, 2004). Yeryüzüne katı halde düşen yağışa "kar", sıvı halde düşen yağışa "yağmur" denir. Meteoroloji Genel Müdürlüğüne göre yağmur şeklinde düşen yağışlar şiddetlerine göre "hafif şiddetli (1 mm -5 mm)", "orta kuvvette (6 mm - 20 mm)", "kuvvetli (21 mm - 50 mm)", "çok kuvvetli (51 mm - 75 mm)", "şiddetli (76 mm - 100 mm)" ve "aşırı şiddetli (ekstrem) yağışlar (100 mm ve üzeri)" olarak 6 sınıfa ayrılmaktadır.

İklim değişikliği, iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler olarak tanımlanabilir (Türkeş, 2008). Dünya 4.6 milyar yıllık jeolojik geçmişı boyunca; güneşten gelen enerji miktarı ile atmosferin bileşimindeki değişiklikler, yörünge hareketleri ya da yerkağu hareketleri nedeniyle iklim değişiklikleri geçirmiştir (Erlat, 2016). Tüm bu iklimin doğal değişimlerinin yanı sıra içinde bulunduğumuz dönemde insanların etkinlikleri de küresel iklim sistemini etkilemektedir. Özellikle 20.yy'ın ikinci yarısında sıcaklıklarda görünen; hız ve büyüklük olarak son on bin yıldır hiç görülmemiş şekilde gerçekleşen artma eğilimi, bunun en büyük göstergesidir ve doğal sebeplere dayanmayan bu ısınma eğilimine "insan kaynaklı iklim değişikliği" denmektedir (Erlat, 2016). 2013 yılında IPCC'nin (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) yaptığı açıklamaya göre iklim değişikliği; insanlığın en ciddi sorunudur (Lacressonniere vd., 2014). Gelecekte, Dünya'nın bazı bölgelerinde kuvvetli yağışlar ve kasırgalar ile bunlara bağlı sel ve taşkınlar gibi meteorolojik afetlerin hem şiddetlerinde hem sıklıklarında artışlar yaşanırken, bazı bölgelerinde ise uzun süreli şiddetli kuraklıklar ve bununla bağlantılı olarak yaygın çölleşme olayları daha fazla yaşanacaktır (Aydın ve Çiçek, 2013). Küresel iklim değişikliğine bağlı yağış değişiklikleri ile ilgili öngörülere baktığımızda, modellemelere göre Dünyada ortalama yağış tutarının artması beklenmektedir ancak bu model hesaplamalarına göre daha sıcak iklim şartlarında ekstrem yağış olaylarının da sıklığının artacağı düşünölmektedir (Erlat, 2016). Çeşitli İklim değişikliği senaryolarına bakıldığında Türkiye için yapılan öngörülere göre 2080 yılına kadar Karadeniz kıyılarında yağışlar artarken Ege ve Akdeniz kıyılarında azaldığı görölmektedir (Erlat, 2016). Kuraklık sorunu, ölkemiz coğrafyasının en sık karşı karşıya kaldığı iklimsel olgulardandır. Bu nedendir ki; Akdeniz havzası ve çevresinde yağış ve nemlilik üzerine hem mekansal dağılışı hem de yıllar içindeki değişkenliği anlamak ya da sıcaklık ile nem değişimlerini de kapsayan (Yılmaz, 2020; Yılmaz, 2019) iklim konforunun analizini konu eden birçok çalışma yapılmaktadır (Ör; Kum ve Gönençgil, 2018).

Tüm bu etmenlere ve sebeplere bakıldığında Dünyada, özellikle de iklim değişikliğine hassas olan alanlardan biri olan Akdeniz havzasında yağış desenlerini anlamının ve eğilimlerini incelemenin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Bu bağlamda da hem dünyada hem de ölkemizde birçok çalışma yapılmıştır.

1.1. Önceki Çalışmalar

Aydın ve Çiçek (2013) "Ege Bölgesi'nde Yağışın Mekansal Dağılımı" isimli çalışmada 1975-2010 dönemine ait 36 meteoroloji istasyonunun verilerini kullanarak haritalandırma yöntemlerini değerlendirmiş ayrıca Ege Bölgesi'nin yıllık ortalama yağışının mekânsal desenini ortaya koymuşlar ve kıyı bölgelerin iç kesimlere kıyasla daha fazla yağış aldığını belirtmişlerdir.

Bahadır (2011) çalışma sahası Ege Bölgesi olan "Ege Bölgesi'nde Yağışın Yüzeysel Dağılım Modellemesi" isimli çalışmada bölgede yağışın dağılışı ve değişiminde birinci derece etkili olan faktörün plenater faktörler olduğu gözlemlenmiştir. Yağışın mekansal dağılışında topografik özelliklerin etkili olduğu ve bakı faktörü nedeniyle dağların kuzey kesimlerinin daha fazla yağış aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Yağışın zamansal dağılışında bölgede genel olarak azalma eğilimi olduğu, bu azalma eğilimi kıyı kesimlerde daha belirgin olmasına rağmen iç kesimlerdeki yağış azlığı nedeniyle daha kritik durumda olduğu anlaşılmıştır.

Koçman (1992), Ege ovalarının iklim koşullarının çevresel etkileriyle ilgili çalışmasında Ege ovalarının potansiyelini etkileyen çeşitli iklim elemanları açısından ele almış ve yağış rejimi ve miktarının tarım potansiyelini etkileyen en önemli elemanlardan biri olduğunu vurgulamıştır.

Koçman (1993a), Ege Bölgesinin iklim unsurlarını ele alan çalışmalardan biri olan çevre ve insan faaliyetlerine etkileri açısından Ege ovalarının iklimi üzerine yapmış olduğu çalışmada çalışma sahasındaki iklim elemanlarını; 20 adet istasyondan alınan yaklaşık 25 yıllık veriden yararlanarak oldukça detaylı şekilde incelemiştir. Bu çalışmada yağışlı gün sayıları da hesaplanarak genel bir değerlendirme yapılmaktadır.

Koçman (1993b), aynı yıl Türkiye ölçeğinde yaptığı çalışmasında Türkiye'nin genel iklim şartlarını ve elemanlarını topografyayla da ilişkilendirerek anlatmıştır. Türkiye'deki yağışlı günleri de gösteren bir harita oluşturmuş ve ek olarak ülkemizdeki yağışların yılın belirli dönemlerinde toplanması nedeniyle çıkan sonuçların yılın tamamını yansıtmayacağını söylemiştir.

Koçman vd. (1995), Ege ovalarındaki yağış değişkenliği ve kuraklık sorununu ele aldıkları çalışmalarında sahada yağışın yıldan yıla kayda değer değişiklikler gösterdiğini belirtmişlerdir. Ege ovalarında yağıştaki sapmanın en fazla Muğla'da, en az ise Aydın'da olduğunu tespit etmişlerdir.

Çiçek (2001a), Türkiye'de yağışların şiddetine göre dağılımını ve sıklıklarını incelediği çalışmasında 77 istasyondan alınan 1960-1995 yılları arasındaki 36 senelik veriyle yağış şiddetlerini 5 farklı grupta incelemiş ve sonuç olarak Türkiye'nin güneyinden kuzeyine doğru yağışlı gün sayılarının giderek arttığını gözlemlemiş bunun yanında kıyı bölgelerimizde denizel etki ile yağışların şiddetlerinin daha yüksek olduğunu ancak iç sahalarda karasal etki nedeniyle yağış şiddetlerinin büyük oranda 10mm'nin altına kadar düştüğünü belirtmiştir.

Çiçek (2001b) aynı yıl yaptığı çalışmasında yine yağış şiddetinin denizel etkiyle doğru orantılı olduğunu vurgularken yağış şiddetlerinin ülkemizde mevsimler arası değişkenliğinin fazla olduğunu söylemiştir. Aynı zamanda Türkiye'deki yağış şiddetlerinin yükselti ile ilişkisini ters orantılı olarak vurgulamıştır.

Erlat (1996), Türkiye'de günlük yağış şiddetleriyle ilgili yaptığı çalışmasında, Akdeniz yağış rejiminin görüldüğü bölgeleri yağış şiddetlerinin en yüksek olduğu bölgeler olarak göstermektedir. Akdeniz-İç Anadolu yağış rejiminde yağışların önemli bir kısmının kar yağışı şeklinde gerçekleşmesinin bu bölgelerdeki yağış şiddetlerinin düşürdüğünü belirtmektedir.

Koç ve İrdem (2007), Türkiye'de 111 meteoroloji istasyonundan yararlanarak yağışların zamansal ve mekânsal değişkenliğini inceledikleri çalışmalarında, ülke genelinde yağışlarda 10.1-25,0 mm ile 25.1-50.0 mm arasında bir azalma eğilimi olduğunu bulmuşlardır. 100 mm ve üzerindeki yağışlarda artış trendinin sadece kıyı bölgelerinde görüldüğünü, ancak bu artış trendinin hiçbir yağış rejiminde baskın olarak görülmediğini belirtmişlerdir.

Türkeş (2011), Akhisar ve Manisa ovalarının çölleşme sürecinin doğası ve boyutunu anlamak için yaptığı çalışmasında sahanın iklim özelliklerini, iklimdeki değişim ve değişkenlikleri ayrıntılı olarak çözümlenmiştir. Bölgede belirgin kuraklık eğilimi olduğu, bu eğilimin 1980'li yıllarda güçlendiğini ve 2007-2008 yıllarında kuraklık olaylarının şiddetinin arttığını tespit etmiştir.

Yılmaz (2018), aylık yağış eğilimlerini, yağış kaymalarını ve yağış eğilim rejimlerini incelediği çalışmada; Türkiye'de 6 ayrı aylık yağış eğilim rejimi olduğunu belirtmiş, ayrıca Türkiye genelinde yağışlarda mevsimsel kaymaların sıklıkla yaşandığını tespit etmiştir.

Sadece Türkiye'de değil yerkürenin birçok noktasında örneğin Akdeniz Havzası gibi iklim değişimine ve kuraklığa karşı hassas olan alanların yağış özellikleri ve eğilimlerini araştırılmaktadır. Kuzeydoğu İtalya'daki 7 istasyonun yağış verileriyle yaptıkları çalışmada Brunetti vd. (2001) 78 yıllık yağış verilerinin incelenmesi sonucunda yağışlı günlerde azalma eğilimi olduğunu belirtmişlerdir.

Xoplaki (2002) Yunanistan'daki 23 meteoroloji istasyonun yağış verilerine dayanarak yaptığı çalışmada; yağışlardaki belirgin azalmanın kış aylarında görüldüğünü belirtmiştir.

Norran ve Douguedroit (2006), 1950'lerden 2000'e kadar 50 yıllık bir süre boyunca kaydedilen 63 istasyon verisi kullanarak Akdeniz yağış trendlerini inceleyen çalışmalarında yağışta azalma eğilimi olduğunu ve bu eğilimin de kış mevsiminde çok daha belirgin hale geldiğini vurgulamıştır.

Hoerling vd. (2012) 1902-2010 yılları arasında artan deniz yüzeyi sıcaklıkları ile Akdeniz'deki kuraklık arasındaki ilişkiye odaklanmış ve Akdeniz bölgesindeki kış kuraklıklarının 1970'lerden itibaren arttığını belirtmişlerdir.

Seager vd. (2019), Akdeniz iklimi ve alt tiplerinin iklim değişikliğine tepkisini incelemiş ve çalışmalarında kış yağışlarına odaklanmışlardır. Bu bölgelerdeki iklimsel özelliklerin gezegensel faktörler tarafından belirlendiğini ve kış yağışlarının potansiyel öngörülebilirliğinin düşük olduğunu ancak Akdeniz iklim tipine sahip bölgelerde kuraklığın arttığını ve önümüzdeki on yıllarda daha da artacağını belirtmektedirler.

Brogli vd. (2019), bölgesel iklim simülasyonlarının yaz kuraklıklarının nedenlerini doğrudan sera etkisi ile ilişkilendirmesine rağmen, kış kuraklıklarının atmosferik dolaşım gibi daha dinamik ve belirsiz değişkenlere bağlı olduğundan anlaşılmasının zorluğunu vurgulamaktadırlar.

Yosef vd. (2019), İsrail'de yağış ve sıcaklık ekstremlerinin eğilimleri üzerine yaptıkları çalışmalarında 1950-2017 yılları arasındaki verileri incelemişlerdir. Toplam yağış miktarlarında ve yağışlı gün sayılarında azalma eğilimi ile birlikte, şiddetli günlük

yağışlarda artış tespit etmişlerdir. Yağış endekslerinin eğilimleri istatistiksel olarak anlamlı olmasa da mekansal olarak tutarlılık göstermektedir.

Tramley vd. (2013), Kuvvetli yağış değişkenliği yüzünden sel ve taşkın gibi doğal afetlere karşı hassas olan Mağrip ülkelerinde (Fas, Tunus, Cezayir) ekstrem yağış indislerinin değişkenlik ve eğilimini inceledikleri çalışmalarında yağış indislerinin alansal ve zamansal değişkenliğini analiz ederken Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Batı Akdeniz Salınımı (WEMO), Akdeniz Salınımı (MO) ve El Niño Güneyli Salınımı da dahil büyük ölçekli atmosferik dolaşım modelleriyle karşılaştırmışlardır. Özellikle Fas ve Batı Cezayir'de kurak dönemlerin süresi artarken, yağış toplamları ve yağışlı günlerde güçlü bir düşüş eğilimi gözlemlenmiştir. NAO ve MO modelleri yağış indisleri ile belirgin bir korelasyon göstermiştir.

Roy ve Balling (2004), Hindistan genelinde yaptıkları çalışmada 1910-2000 yılları içerisindeki toplam 129 istasyon verisinden yararlanmışlardır. 129 istasyonun 114'ünde yağış indislerinde artış eğilimi gözlemlenirken 61'inde önemli düşüş eğilimi gözlenmiştir. Ayrıca sonuçlarının Hindistan'daki aşırı yağış olaylarındaki artış için sayısal modellerden elde edilen tahminlerle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Balling vd. (2016), 1951-2007 veri yılları aralığı için İran'da yaptıkları çalışmada 7 farklı ekstrem yağış indisinin bu yıllar boyunca arttığını gözlemlemişlerdir. Bölgesel düzeyde ekstrem yağışlardaki artış eğiliminin bütün indisler için güneybatıdan kuzeydoğuya doğru güçlü bir eğime sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Zhang vd. (2005), Orta Doğu'da yaptıkları bir iklim değişikliği çalıştayında; bölge için iklim ekstremlerinin ilk analizini üretmek amacıyla bilim insanlarını ve verilerini bir araya getirdiler. İklim İndislerindeki (sıcaklık ve yağış) eğilimler 1950-2003 yılları arasında içlerinde Türkiye'nin de bulunduğu toplam 15 ülkeyi kapsayan (Azerbaycan, Bahreyn, Ermenistan, Gürcistan, İran, Irak, Kıbrıs, Kuveyt, Ürdün, İsrail, Katar, Suudi Arabistan, Umman, Suriye, Türkiye) 52 istasyon incelendi. Sıcaklık indislerinde önemli artış eğilimleri bulunurken yağış indislerindeki eğilimlerin genel olarak zayıf olduğu ve mekansal tutarlılık göstermediği tespit edilmiştir.

Rahimzadeh vd. (2009), İran'daki iklim değişikliklerini belirlemek için gösterge iklim değişkenleri olarak ekstrem sıcaklık ve yağışları inceledikleri çalışmalarında 27 istasyon verisinden yararlanmışlardır. Ekstrem yağış indislerinden CDD, PRCPTOT, R99p

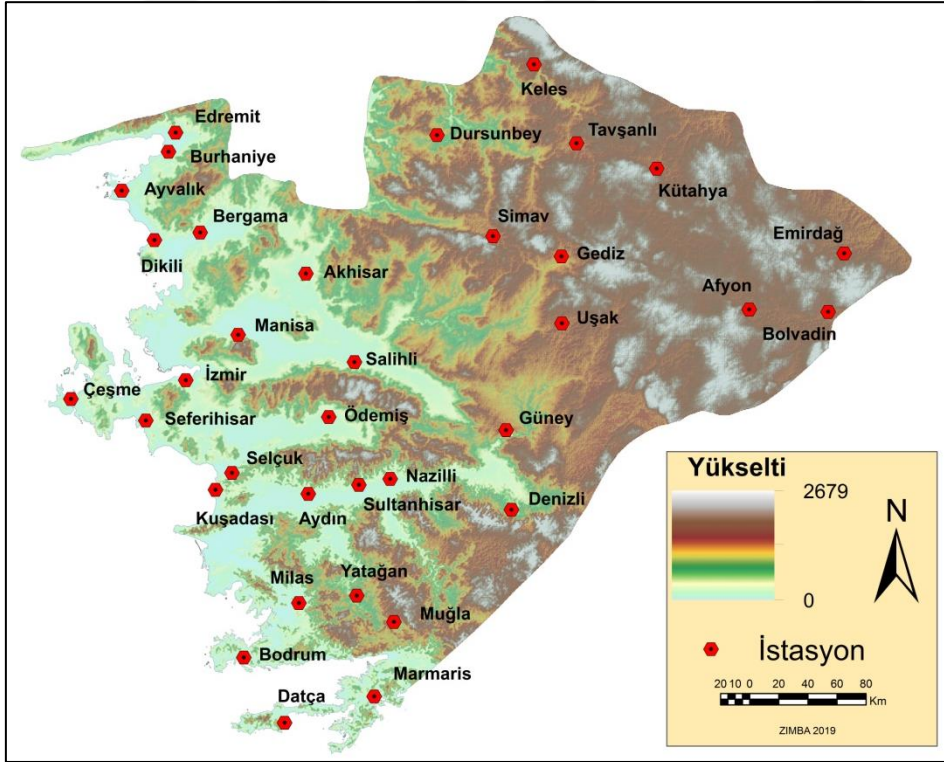
için net negatif eğilimler gözlemlenmiştir. R95p için ülkenin doğu ve batı bölgelerinde negatif eğilimler saptarken, orta kesimlerinde pozitif eğilim tespit etmişlerdir.

Topuz vd (2020), Türkiye'deki toplam yağış trendleri ve atmosferik sirkülasyon ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında Ege bölgesi için İzmir ve Uşak istasyonlarında sonbahar aylarında 1970'li yıllardan sonra artış, Dikili istasyonunda ise kış aylarında yine 1970'li yıllardan sonra azalış eğilimi belirlemişlerdir.

Karabulut ve Topuz (2019), Akdeniz iklim sahası içinde yer alan Mersin ilinin yağışlı gün sayılarını inceledikleri çalışmalarında, Mersin'deki istasyonların çoğunda yağışlarda artış görülmezken yağış şiddetlerinde artış olduğunu belirlemişlerdir.

1.2. Tez Kapsamı ve Amacı

Bu tez çerçevesinde Türkiye'nin coğrafi bölgelerinden biri olan Ege Bölgesi'ndeki 35 istasyona ait 1975-2017 yılları arası 42 yıllık yağış verisinden yararlanılmış ve yağış özelliklerini detaylandırmak, hem şiddetine göre yağış dağılımları incelenerek hem de bölgedeki yüksek şiddetli yağış özellikleri ve eğilimlerini tespit ederek literatüre katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.



Şekil 1. Tez kapsamında kullanılan istasyonların mekansal dağılışı

1.3. Veri ve Yöntem

Tez kapsamında Ege Bölgesi'ndeki meteoroloji istasyonlarından alınan verilerin temel istatistikleri tanımlanmıştır. Bu yağış verilerinde herhangi önemli bir değişikliğin varlığı hakkında karar vermek için Kruskal-Wallis (K-W) sınaması kullanılmıştır. Şen'e (2002) göre Kruskal Wallis sınaması Mann-Whitney (MW) sınamasının en genel halidir. Bu istatistikte örnek fonksiyonların aynı topluluktan olduğu varsayımı yapılır ancak her bir örnek fonksiyondaki veri sayısı farklı olabilir.

$$M_j = \sum_{i=1}^{nk} M_{ij}$$
$$K_w = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{M_j^2}{nk} \right] - 3(n+1) \quad (1.1)$$

Sınamanın temel varsayımı bütün k adet örnek fonksiyonunun tektür yani aynı davranışa sahip olduğudur. Bunun aksi varsayımı k tane örnek fonksiyonundan en az bir tanesinin ortalama olarak farklı davranışta bulunduğudur.

Tez kapsamında kullanılan günlük yağış verileri MGM'den alınmıştır. Türkiye'de yağışlar 2000'li yıllara kadar manuel şekilde ölçülürken 2000'li yıllardan itibaren otomatik ölçümlü istasyonlara (OMGİ) geçilmeye başlanmıştır, yıllar içerisinde birçok meteoroloji istasyonu tamamen otomatik ölçüme geçmiştir. Bu farklı ölçüm sistemlerinin hassasiyetleri birbirinden farklıdır (Yılmaz ve Darende, 2021). Bu noktada tez kapsamında kullanılan günlük yağış verilerinin 2005 yılına kadar manuel ölçümlü istasyon, 2005 yılından sonra ise otomatik ölçümlü istasyonlardan alınan veriler olduğunu belirtmek büyük önem arz etmektedir.

Verilerdeki değişkenliğin büyüklüğünü ve doğasını anlamak için ise istatistiksel sınamalardan nonparametrik (parametrik olmayan) bir yöntem olan Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı yöntemi uygulanmıştır. Testin istatistiği;

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

$$\text{Sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

(2.1)

şeklinde hesaplanmaktadır. Formüldeki x_j , x_k ve n sembolleri sırasıyla j ve k yıllarında gözlemlenmiş değerleri, n ise toplam yıl sayısını ifade eder. Eğer toplam yıl sayısı 10 yıldan fazla olursa ($n > 10$) bir sonraki adımlar izlenir.

$$\mu_s = 0 \quad \text{ve} \quad \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18}$$

(2.2)

$$z = \begin{cases} \frac{(s-1)}{\sqrt{\text{var}(s)}} & s > 1 \\ 0 & s = 0 \\ \frac{(s+1)}{\sqrt{\text{var}(s)}} & s < 1 \end{cases} \quad (2.3)$$

Şeklinde tanımlanmış Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılım olup Z değeri α önem derecesine karşılık gelen $Z/2$ değerinden küçük bir değerde ise sıfır hipotezi kabul edilir ve incelenen zaman serisinde herhangi bir eğilim olmadığı; büyük ise eğilim olduğunu ve s değerinin pozitif olması artan yönde; negatif olması ise azalan yönde bir eğilim olduğu anlamına gelmektedir (Kişi ve Ay, 2014).

Tezin ikinci bölümünde yer alan yağışın şiddetlerine göre sınıflara ayırarak dağılımlarının incelenmesinde; Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce belirtilmiş sınıflar kullanılmış ve ArcGIS paket programı kullanılarak haritalandırılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde uluslararası kabul edilmiş iklim indislerinden dokuz yağış indisi belirlenmiş ve ArcGIS paket programı ile mekansal enterpolasyon yöntemi olan IDW yöntemi kullanılarak haritalandırılmıştır.

Tezin dördüncü bölümünde yağış indislerinin eğilimlerini belirlemek adına Mann-Kendall eğilim sınavasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ örneklem değerleri kullanılmıştır. Sınamada kritik değer pozitif ya da negatif yönde 1.96 değeridir. Artı ya da eksi yöndeki 1.96 değeri %95'lik güven oranında eğilimi ifade eder. %99'luk güven oranını ifade eden z değeri ise pozitif ya da negatif yönde 2.58 değeridir. Söz konusu eğilim haritaları, ArcGIS paket programından yararlanarak haritalandırılmıştır.

Tablo 1. Tezde kullanılan istasyonların enlem boylam ve rakım bilgileri

İstasyon Numarası	Bulunduğu Yer	Enlem	Boylam	Rakım
17145	Edremit	39.5895	27.0192	21
17155	Kütahya	39.4171	29.9891	969
17175	Ayvalık	39.3113	26.6861	4
17180	Dikili	39.0737	26.888	3
17184	Akhisar	38.9118	27.8233	92
17186	Manisa	38.6153	27.4049	71
17188	Uşak	38.67123	29.40404	919
17190	Afyon	38.738	30.5604	1034
17220	İzmir	38.3949	27.0819	29
17221	Çeşme	38.3036	26.3724	5
17232	Kuşadası	37.8597	27.2652	25
17234	Aydın	37.8402	27.8379	56
17237	Denizli	37.762	29.0921	425
17290	Bodrum	37.0328	27.4398	26
17292	Muğla	37.2095	28.3668	646
17297	Datça	36.7083	27.6919	28
17298	Marmaris	36.8395	28.2452	16
17695	Keles	39.915	29.2313	1063
17700	Dursunbey	39.5778	28.6322	637
17704	Tavşanlı	39.5384	29.4941	833
17722	Burhaniye	39.4983	26.9755	20
17742	Bergama	39.1098	27.171	53
17748	Simav	39.0925	28.9786	809
17750	Gediz	38.9947	29.4003	736
17752	Emirdağ	39.0098	31.1463	983
17792	Salihli	38.4831	28.1234	111
17796	Bolvadin	38.7268	31.0477	1018
17820	Seferihisar	38.199	26.835	22
17822	Ödemiş	38.2157	27.9642	111
17824	Güney	38.1515	29.0587	825
17850	Sultanhisar	37.8843	28.1504	73
17854	Selçuk	37.9423	27.3669	18
17860	Nazilli	37.9135	28.3437	84
17884	Milas	37.3027	27.7804	57
17886	Yatağan	37.3395	28.1369	365

İKİNCİ BÖLÜM

EGE BÖLGESİ'NİN JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Yer şekilleri iklim koşullarının oluşmasında oldukça etkilidir. Yükselti, bakı, dağlar ve ovalar, dağların uzanış doğrultuları gibi etmenler bir bölgedeki iklim elemanlarının üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkilidir. Örneğin Türkiye'nin topografya ve yıllık ortalama yağış dağılışı haritalarına birlikte bakıldığında dağların uzanış doğrultusunun, cephe güzergahlarını engellediği alanlarda yağış miktarlarında aşırı artışlar ve bu dağların gerisindeki vadi ve depresyonlarda yağışların aniden azaldığı gözlemlenebilir (Atalay, 2010). Bu bağlamda çalışma alanı olan Ege Bölgesi'ndeki yer şekillerinin genel görünüm ve özelliklerinin bilinmesi buradaki hem iklim hem yağış koşullarının çok daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Neotektonik hareketler Türkiye'de Orta Miyosen'de okyanus tabanının kapanmasıyla çarpışan Arabistan, Avrasya ve Anadolu'nun çarpışmasıyla başlamıştır (Şaroğlu ve Güner, 1981). Buradaki sıkışma nedeniyle kıta kabuğu Doğu Anadolu'da kalınlaşmış ve Anadolu levhasını batıya doğru ilerleme eğilimine sokmuştur (Atalay, 1987) Bununla birlikte Anadolu levhasında gerçekleşen; doğusundaki sıkışma ve batıya doğru kayma ile Batı Anadolu'da gerilme hareketi başlamış ve düşey atımlı faylanmalar meydana gelmiştir. Burada meydana gelen normal faylanmalar; horst- graben sistemlerini oluşturmuştur. Gediz, Bakırçay, Büyük ve Küçük Menderes grabenleri ile Menteşe, Aydın, Bozdağlar, Yunt ve Madra horstları (dağları) gelişmiştir. Egeid karasının çökmesi ve Akdeniz sularının altında kalması ise kuaternerde gerçekleşmiş ve Ege Denizi'ni oluşturmuştur (Akengin vd., 2020).

2.1. Kıyı Ege Jeomorfolojik Özellikleri

Kuaternerin alt dönemlerinden olan Holosen'de meydana gelen Flandriyen Transgresyonu ile günümüzden yaklaşık 10 bin yıl önce Ege Denizi kıyılarında "atlantik kıyı tipi" de denilen enine kıyı ortaya çıkmıştır ve yine Holosen'de sığ kıyılarda delta ovaları da gelişmiştir (Ardos, 1996).

Alp Orojenezi sırasında Batı Anadolu'da Menderes Masifi içinde, Tersiyerde başlayıp kuaterner başlarına kadar devam eden kırılmaların yüksekte kalan alanları olan horstlar; Madra, Yunt, Bozdağ, Aydın ve Menteşe Dağları; bu horstlar arasında kalan çöken kısımlar ise Gediz, Bakırçay, Büyük ve Küçük Menderes grabenleridir. Bu bölgede

horstlar ve grabenler arasındaki yükselti farkı 1000m'yi aşmaktadır. Bölgedeki akarsular da tektonik hareketlerin etkisiyle aynı isimli grabenler arasında yerleşmiş Bakırçay, Gediz, Büyük Menderes ve Küçük Menderes ırmaklarıdır (Sönmez ve Dölek, 2020).

Ege kıyılarında doğu-batı yönünde uzanan Neojen ve Kuvaterner ovalarının yüksekliği 200 m'den azdır (Koçman vd., 1995). Bölgede platolar ve dağlar daha geniş bir alanı kaplamaktadır. Bu dağ kütleleri doğu-batı doğrultusunda uzanır ve yükseklikleri 2000 m'ye kadar ulaşabilir (Koçman ve diğerleri, 1995). Bu sebeple bölgedeki yükselti farkı oldukça fazladır. Yer şekillerinin doğrultusu, deniz etkisinin dar bir kıyı şeridinde kalmasını engelleyerek iç kesimlere doğru itilmesine izin verir. Bu durum iç kesimlerde yaz kuraklıklarının etkisini büyük ölçüde kırmaktadır. Özellikle kıyı ege ovalarında tarım ürünlerinden yüksek verim alınmasında bu nemli havanın etkisi fazladır (Çoban, 2020). Ayrıca dağların kıyıya dik uzanması Ege Bölgesi'ndeki kıyılarda oldukça girintili-çukuntulu bir görünüme sebep olmuştur (Koçman vd., 1995).

2.2. İç Ege jeomorfolojik Özellikleri

Ege Bölgesi'nde "İç Batı Anadolu Eşiği" adı verilen ve Afyon-Kütahya-Uşak kesimini kapsayan yüksekliği 2300m 'ye kadar çıkabilen dağlar bulunur. Bahsi geçen dağlık alanlar Menderes Masifi'nin kenarlarında, masifin uzanışına uygun Akdağ, Simav Dağı, Alaçam Dağı, Eğrigöz Dağı, Murat Dağı gibi tektonik havza ve vadilerle ayrılmış bulunmaktadır (Sönmez ve Dölek, 2020).

Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü, İç Anadolu ile Ege Bölümü arasında, çöküntü alanlarının dar tabanlı vadilere dönüştüğü Sındırgı-Çardak hattından doğuya doğru yükselen bir eşik bölgesidir. Genellikle platolardan ve bu platolar üzerinde yükselen dağlardan oluşur. Bu dağlar çoğunlukla kuzeybatı-güneydoğu yönünde birkaç sıra halindedir. Bu bölgede çok geniş bir alanı kaplamayan küçük çöküntü sahaları da bulunmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

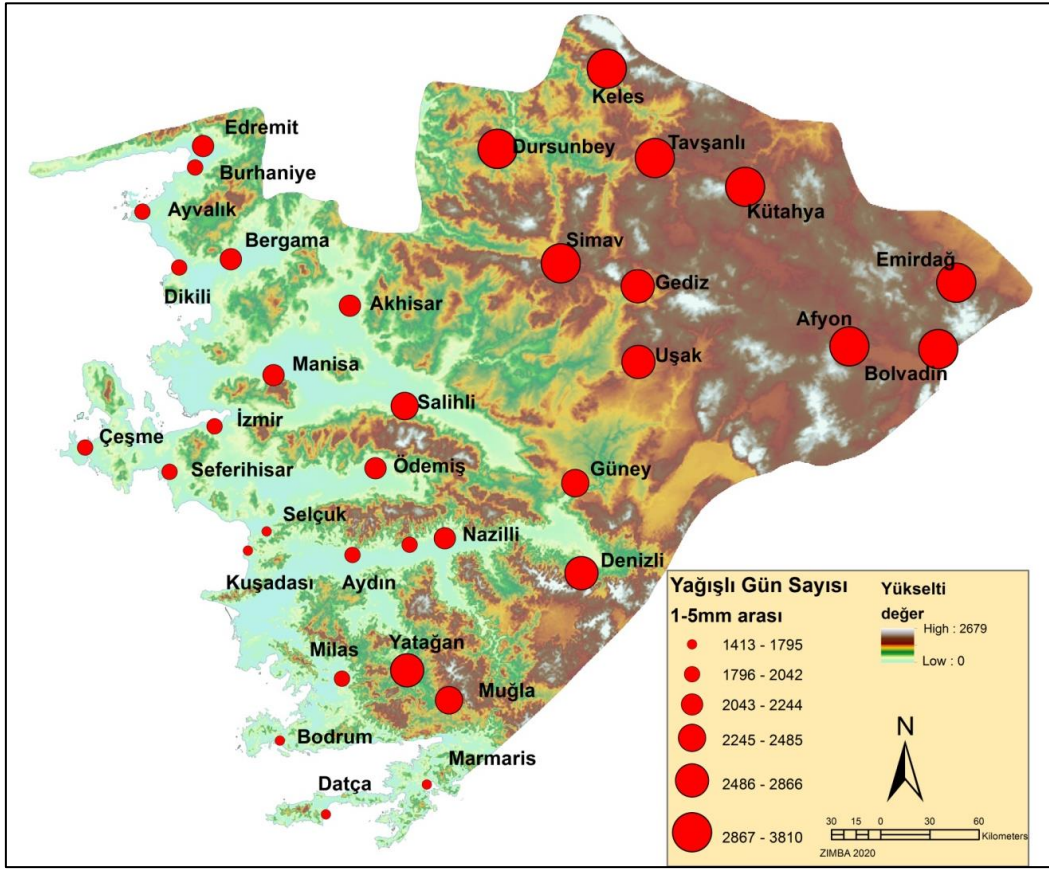
EGE BÖLGESİ'NDE YAĞIŞIN ŞİDDETİNE GÖRE MEKANSAL DAĞILIMI

Bir bölgenin yağış özelliklerinden bahsederken yağışlı gün sayıları ve yağışın şiddeti üzerinde durmak önem arz etmektedir. Su kaynakları, tarımsal faaliyet, ulaşım, şehirleşme, sel ve taşkın kontrolü ile toprak kayması gibi doğal afetleri önlemeye yönelik farklı alanlarda yapılacak olan planlama, inşaat ve işletme çalışmaları için gereklidir (Karahan, Özkan, 2013). Ege Bölgesi genel olarak orta derecede yağışlı olarak kabul edilen bir sahadır (Erinç, 1996). Buna rağmen Türkiye'de kaydedilen maksimum yağış miktarları nemli ve ılık kıyı bölgelerimizde yani Akdeniz ve Karadeniz bölgelerimizle birlikte Ege Bölgesinde de görülmektedir (Erinç, 1996). Ege Bölgesi'nin tamamını ele alan bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında şiddetlerine göre sınıflandırılmış yağışlı gün sayılarının mekansal dağılımında belli bir desen olduğu görülmektedir. Çalışma sahasının genelinde batıdan doğuya doğru gidildikçe, yağış şiddetinin düşük olduğu yağışlı gün sayıları artmaktadır. Başka bir deyişle şiddetli ve aşırı şiddetli yağışlar daha çok Ege Bölgesinin kıyı kesimlerinde gerçekleşirken iç kesimlere doğru gidildikçe hafif ve orta kuvvette yağışlar daha fazla gerçekleşmektedir.

3.1. Hafif Şiddetli (1-5 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı

5 mm ve altında gerçekleşen hafif yağışlı gün sayılarına (Şekil 2) bakıldığında bu sınıftaki yağışların Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde daha sık yaşandığı açıkça göze çarpmaktadır. Hafif şiddetli yağışların kıyı kesiminde etkinliğinin önemli ölçüde daha az olduğu ve Afyon, Bolvadin ve Emirdağ istasyonları da dahil olmak üzere İç Batı Anadolu Bölümü'nün tamamında hakim olduğu açıkça görülmektedir. İç Batı Anadolu bölümü ikliminde yarıkurak koşullar etkilidir. Karasallık nedeniyle mevsimler arası sıcaklık farkları yüksektir. Kışlar soğuk geçer ve karasallığın da etkisiyle doğuya gidildikçe soğğun şiddeti artar. En soğuk ay için ortalama sıcaklıklar -3°C 'ye kadar düştüğü görülebilir. Ekim ayında başlayan yağışlar Aralık ve Ocak aylarında en yüksek değerlerine ulaşır. En yağışlı ayın yıllık ortalamaya oranı %15-16 civarındadır. Şubat ve Mart aylarında yağışlarda nispeten hafif bir azalma vardır. Nisan ve Mayıs aylarında ise yine nispi bir artış yaşanmaktadır. Yaz ayları yağışın en az olduğu aylar olmasına rağmen yıl içindeki payı %10 civarındadır. Haziran ayından sonra yağışlarda belirgin bir azalış başlar.

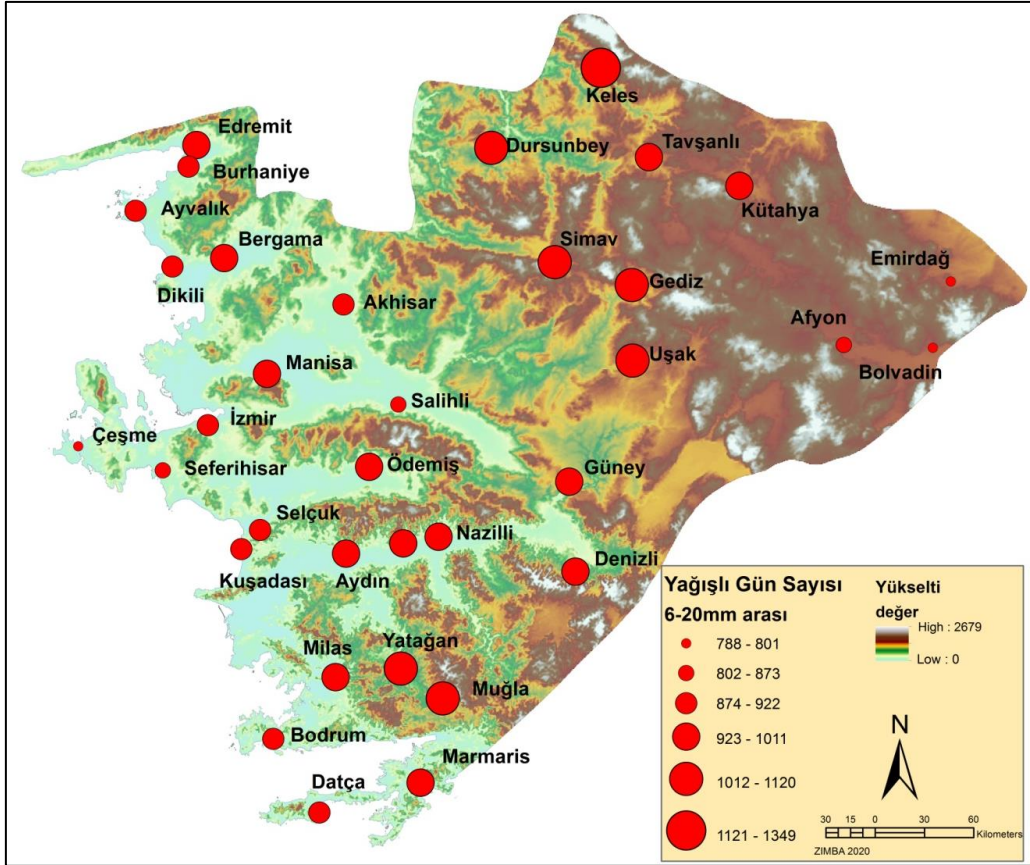
Temmuz ve ağustos aylarının yağışı, yıllık yağışın %1-2'sini geçmez. Buharlaşma şiddetlidir ve yıllık yağış miktarı 350-500mm civarındadır (Koçman, 1993b).



Şekil 2. Hafif yağışlı gün sayısı

3.2. Orta Kuvvette (6-20 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı

6 ile 20 mm arasındaki orta dereceli yağış dağılımına bakıldığında (Şekil 3), kıyı ile iç kesimler arasındaki farkın neredeyse tamamen ortadan kalktığı, ancak iç kesimlerde orta şiddetteki yağışlı günlerin çok açık olmamakla birlikte nispeten daha fazla gerçekleştiği görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi'yle komşu olan ve karasallığın hakim olduğu Bolvadin, Emirdağ ve Afyon istasyonları, hafif yağışlar dışında bölgenin geri kalanına göre yağışlı gün sayısının az olduğu bir alan olarak öne çıkmaktadır. Ege Bölgesi genelinde 6-20 mm arası yağışların oldukça fazla gerçekleşmekte ve bu yağış şiddetindeki gün sayısı dağılımında kıyı ve iç kesimler arasında önemli bir farklılık gözlemlenmemektedir.

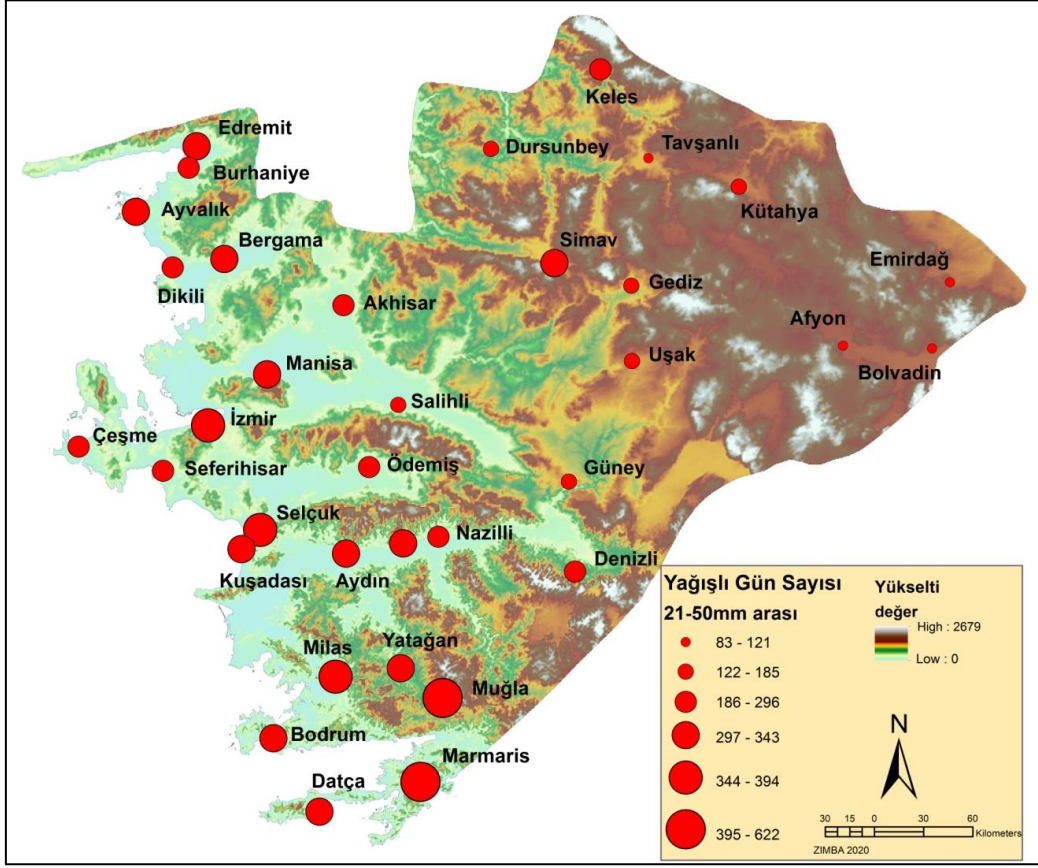


Şekil 3. Orta kuvvette yağışlı gün sayısı

3.3. Kuvvetli (21-50 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı

21- 50 mm arası kuvvetli yağışlara bakıldığında (Şekil 4), bu şiddetteki yağışların İç Batı Anadolu Bölümü'ndeki payı azalırken, kıyı kesiminde ve burdan biraz daha içeride -Ege Bölümü'nün neredeyse tamamında- etkisinin arttığı görülmektedir. Asıl Ege Bölümü'nde Edremit Körfezi'nden Bodrum-Milas'a kadar uzanan alanda hakim iklim tipi yarınemli akdeniz iklimidir. Bu sahada yağış rejimi de akdeniz yağış rejimidir. Yıllık yağış miktarı 600-800mm civarındadır. Tipik akdeniz iklimi olarak yazlar kurak kışlar ise ılımandır. Yaz yağışları, yıllık yağışın yalnızca %5'ini oluşturmaktadır. Temmuz ve Ağustos ayları yılın en kurak geçen aylarıdır ve en kurak ayın yağış miktarının yıl içindeki payı sadece %1 kadardır. Ocak ayı en soğuk aydır ve sıcaklık ortalaması 5-8°C'dir. Kış aylarında zaman zaman kısa süreli don olayları yaşanabilmektedir. Bu bölgedeki yağışlar sonbaharın ortalarında başlar ve kış mevsiminde maksimum değerlere ulaşır. Genelde en yağışlı ay aralık ya da ocak ayı olmaktadır. Yıllık yağışın %20'si bu en yağışlı ayda gerçekleşir (Koçman, 1993b). Ayrıca Simav istasyonunun İç Batı Anadolu Bölümü'ndeki

diğer istasyonlardan bir miktar ayrılarak burada çevresine göre daha fazla kuvvetli yağışlı gün yaşandığını belirtmek gerekir.

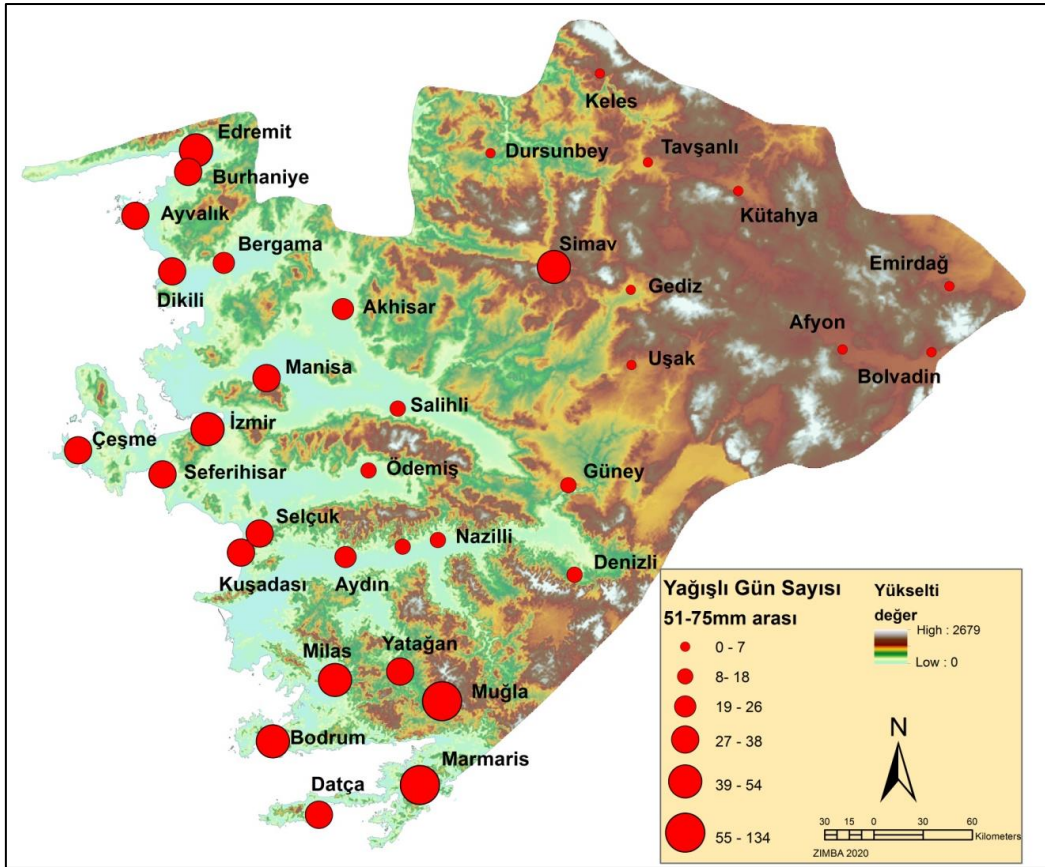


Şekil 4. Kuvvetli yağışlı gün sayısı

3.4. Çok Kuvvetli (51-75 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı

Çok kuvvetli yağışların gerçekleştiği gün sayıları dağılımına bakıldığında (Şekil 5) kıyı kesimi ve iç kesimler arasındaki farklılığın bir miktar daha belirginleştiği görülmektedir. Bu desen içinde belirtmek gerekir ki; Simav istasyonu çok dikkat çekici durumdadır. İç kesimlerde bulunan istasyonlarda şiddetli (Şekil 6) ve çok kuvvetli yağışların (Şekil 5) yaşandığı gün sayısı 0-1 gün ile sınırlıdır ancak bu bağlamda çevresinden farklı özellik gösteren Simav'ın iç kesimlerin aksine Kıyı Ege istasyonlarına benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu kıyıda iç kesimleri doğru azalış gösteren desende hem karasallık hem de morfolojik özellikler etkilidir ancak Simav ve çevresinde Marmara Bölgesi'nde hakim olan ve güneye doğru Simav çevresine genişleyen yarı nemli Marmara iklim tipinin etkilerinin görülüyor olması; yağışlı gün sayılarındaki bu farklılığı açıklamaktadır. Yarı nemli marmara ikliminde de maksimum yağış cephe etkinliğinin arttığı kış aylarında düşer. Yaz kuraklıkları akdeniz iklimindeki kadar belirgin olmasa da

yaz yağışları Akdeniz iklimindeki gibi diğer mevsimlere kıyasla belirgin şekilde azdır. Yıllık yağış içinde yaz yağışlarının payı %10-15'e kadar çıkar. Ağustos ayı en az yağış alan aydır ve payı ise %4 kadardır. Yıllık yağış miktarı 500-700 mm civarındadır. Ocak ayının ortalama sıcaklığı 3-5°C arasında değişir. En yağışlı ay olan aralık ayının yıllık ortalamadaki payı %13-17 civarındadır. Kar yağışları da don olayları da kış mevsiminde sıklıkla görülür. İlkbahar ayları, sonbahar aylarından daha fazla yağışlı geçer (Koçman, 1993b).

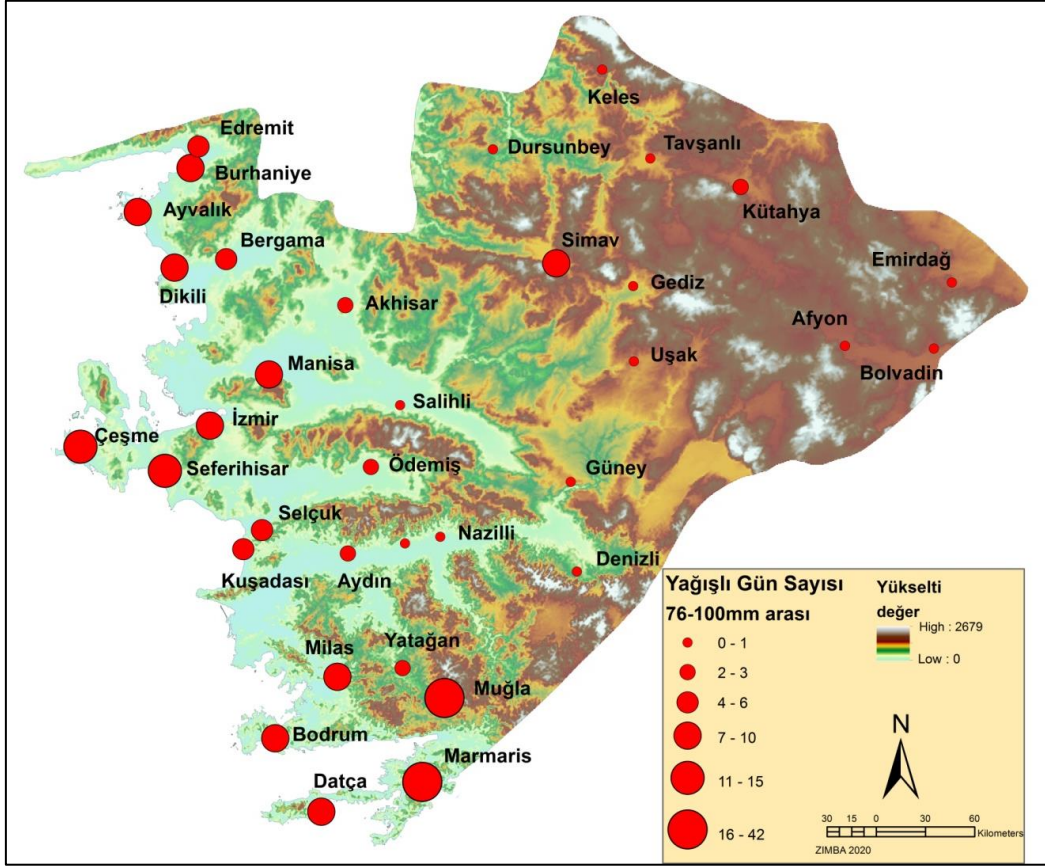


Şekil 5. Çok kuvvetli yağışlı gün sayısı

3.5. Şiddetli (76-100 mm) Yağışların Mekansal Dağılımı

Şiddetli yağışların gün sayısının dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 6) genel anlamda 51-75 mm arası yağışların (Şekil 5) desenine oldukça benzer bir dağılım görülmektedir. Bu benzer desen gösteren iki harita kıyaslandığında 76-100 mm şiddetindeki yağışların iç kesimlerdeki azalışının daha da belirginleştiği ve çevresinden çok daha yüksek değerler gösteren Simav istasyonunda da çok belirgin olmasa da bir azalma görülmektedir. Böylelikle kıyı kuşağı ile iç kesimler arasındaki ayrım daha da belirgin hale gelmektedir. Mekansal dağılımda kıyı ve iç kesimler arasında görülen bu büyük fark; Ege

Bölgesi'nde iklim özellikleri ve yağış rejimi bakımından kıyı ve iç kesimlerdeki ayrımı da gözler önüne sermektedir. 76-100 mm arası yağışlarda da ekstrem (100mm ve üstü) yağışlardaki gibi (Şekil 6) Menteşe yöresinin yağışlı günlerin en fazla yaşandığı alanlardan olduğu görülmektedir

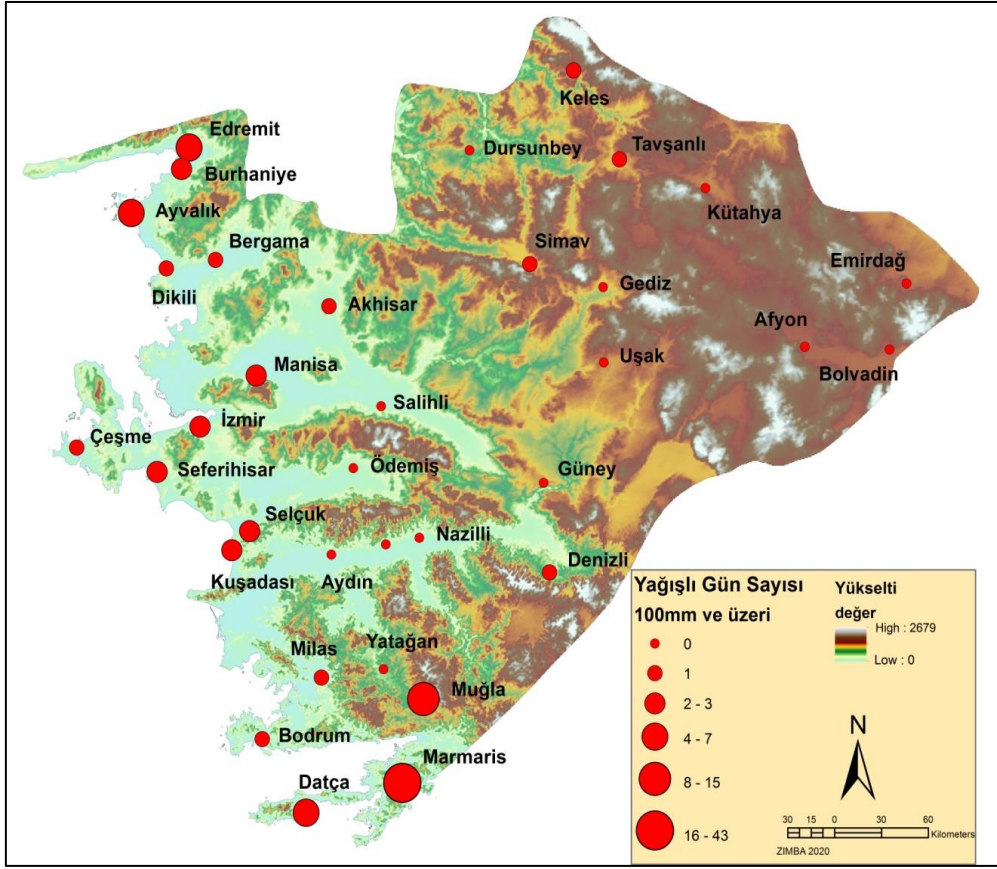


Şekil 6. Şiddetli yağışlı gün sayısı

3.6. Ekstrem (100 mm ve üstü) Yağışların Mekansal Dağılımı

Türkiye'de kaydedilen maksimum yağış değerleri Akdeniz ve Ege kıyılarında aslında buradan daha yağışlı bir bölge olan Karadeniz Bölgesi'nde kaydedilen değerlerden çoğunlukla daha yüksek olmasının nedeni Ege ve Akdeniz bölgelerinde yağış taşıyan hava kütlelerinin sıcaklıklarının daha yüksek olması ile mutlak nem gereksinimlerinin de fazla olmasıdır (Erinç, 1996). Araştırma çerçevesinde 100 mm ve üzeri yağışlı gün sayılarına bakıldığında (Şekil 7) bu yağışların çoğunlukla Ege Bölümü kıyı kuşağında gerçekleştiği görülmektedir. Özellikle Büyük Menderes ırmağının güneyinde bulunan ve Ege Bölgesi'nin kıyı kesimindeki dağlar gibi doğu-batı yönlü değil de güneydoğu-kuzeybatı yönlü uzanan Menteşe Dağlarının yer aldığı Menteşe yöresi bu şiddetli yağışlı gün sayılarında öne çıkmaktadır. Bu sahada Nemli Akdeniz iklimini görürüz ve kar yağışları ile

don olayları sık yaşanmamaktadır. Ocak ayı en soğuk aydır ve en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 8-10°C arasındadır.



Şekil 7. Ekstrem yağışlı gün sayısı

Yaz sıcaklıkları oldukça yüksektir. Temmuz ayı ortalaması 27-28°C'dir. Yağışlar en fazla kış aylarında yaşanır. Yaz mevsiminde ise belirgin kuraklık gözlemlenir. Yaz kuraklığına rağmen yıllık yağış miktarı oldukça yüksektir (1000-1200mm civarında). Nemli ve yağış taşıyan hava kütlelerinin, özellikle de cephesel depresyonların güzergahı üzerindeki her yer gibi Menteşe yöresi de oldukça fazla yağış alır. Bu saha Türkiye'nin en çok yağış alan 2. sahasıdır (Koçman, 1993b). Yine günlük en yüksek yağış miktarı da Marmaris'te 466 mm ile ölçülmüştür (Atalay,2010). Türkiye'nin en fazla yağış alan kesimlerinden olan bu bölgenin genişleme imkanı bulamamasının nedeni yükselti ve bakı koşullarıdır. Buradaki dağlık kütle (Menteşe Dağları) nemli havanın iç kesimlere girişini engellemektedir. Batı ve güneybatıdan gelen nemli rüzgarlar ile bu güzergahtan geçen depresyonların etkisi altında kalması sebebiyle hem yağış miktarları hem de şiddetleri bu bölgede Ege Bölgesi'nin kalanından fazladır. Ege kıyılarındaki istasyonlardan aldıkları verilere göre Koçman (1993a); bölgede yıllık ortalama yağışın 510mm (Alaşehir) ile

1216mm (Muğla) arasında değiştiğini ve yine bu değerlerin yıllar arası da büyük değişiklik gösterdiğini belirtmektedir. Bunun en önemli nedeni bölgenin yer şekilleri bakımından gösterdiği özellikler ve bölgeden geçen cephesel depresyonların süreleri ile etkinlikleridir.

Kıyı Ege'de yağış Ekim ayında başlar ve giderek artan şekilde en yüksek değerlere Aralık ayında erişir daha sonra ilkbaharın yarısından itibaren yağışlarda azalma başlar ve Temmuz-Ağustos aylarında en düşük değerlere ulaşmış olur (Koçman, 1993a). Ege'de yıllık toplam yağışlar genel olarak kıyı kuşağındaki delta ovalarından iç kesimlerdeki çukur ovalara doğru gidildikçe azalmaktadır (Koçman, 1993a). Ege Bölgesi'nde 35 istasyondan alınan 42 yıllık yağış verilerine göre denizel etki altındaki Kıyı Ege'de yüksek şiddetli yağışlar Ege'nin iç kesimlerine göre daha fazla yaşanmaktadır. Yükseltinin arttığı ve karasal etki altındaki İç Ege'de ise yağış şiddetlerinin hep daha düşük seyrettiği görülmektedir.

Denizel etkinin egemen olduğu ve iç kesimlere göre nispeten alçak olan Kıyı Ege'deki yağışların şiddetlerinin fazla olduğunu görmekte birlikte buralarda yağışların genel eğilimine baktığımızda, eğilimin genel anlamda kıyı egede azalış yönünde olması dikkat çekicidir. Kıyı Ege'nin güneyinde bulunan menteşe yöresinde de yağış şiddetlerinin oldukça yüksek olduğunu dahası bu bölgenin ekstrem yağışlar açısından da Kıyı Ege'den bir miktar ayrılarak en fazla yağışı aldığını söylemek yerinde olacaktır. Menteşe yöresinde 100mm ve üzeri yağışlar Ege Bölgesi'nin geri kalanına kıyasla belirgin şekilde fazladır. Yine bu bölgedeki yağışları şiddetine göre grupladığımızda; Ege Bölgesi'nin geri kalanı aksine, bu sahada şiddetlerine göre yağışlardaki farklılık fazla belirgin değildir. Başka bir deyişle Menteşe yöresinde her şiddetteki yağış sıklıkla yaşanmaktadır. Görülen yağış şiddetindeki bu çeşitlilik ve yüksek şiddetteki yağış sıklığının nedeni bu alanda dağların uzanış yönünün; gezici depresyonların güzergahı üzerinde bulunması ve yağış getiren hava kütlelerinin iç kesimlere girişini engellemesidir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞ İNDİSLERİ

Çalışma alanında belirlenen indisler çerçevesinde yapılmış analizlerin mekansal dağılışı oldukça önemlidir. Mekansal dağılışın varsa desenini incelemek bölgedeki iklim özelliklerini ve hassasiyetlerini anlamak adına gereklidir.

4.1.İndis Analiz Bulgularının Mekansal Dağılışı

Ege Bölgesi'nde ki yağışların ekstrem değerlerini incelemek adına 9 indis belirlenmiş analizleri yapılmış ve mekansal deseni anlamak adına haritalanmıştır. Belirlenen indisler Tablo 2.' de gösterilmiştir.

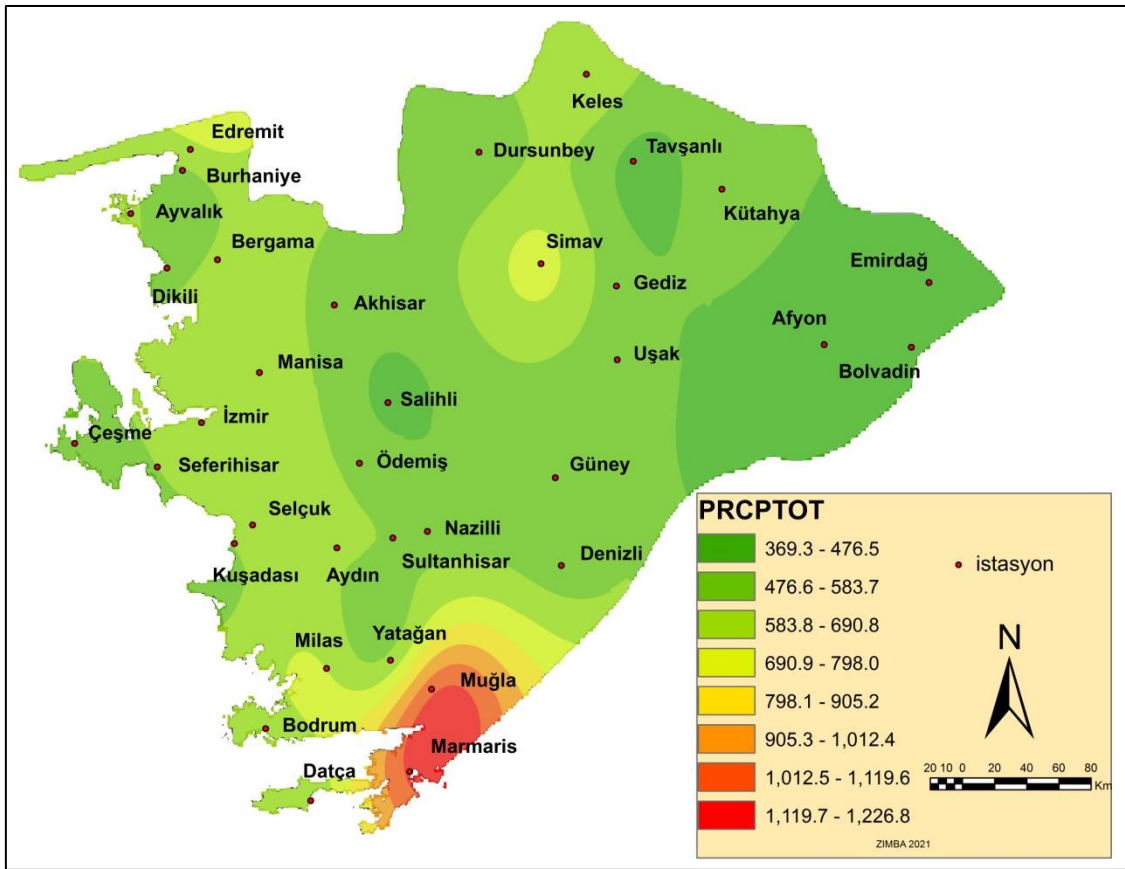
Tablo 2. Ekstrem Yağış İndisleri

No	İndeks	İsim	Tanımlama	Birim
1	PRCPTOT	yıllık toplam yağış	≥ 1 mm yağış olan günlerin toplam yağış miktarı	mm
2	R1mm	yağışlı gün sayısı	yılda ≥ 1 mm yağış olan günlerin sayısı	gün
3	R10mm	yağışlı gün sayısı	yılda ≥ 10 mm yağışlı olan günlerin sayısı	gün
4	R20mm	yağışlı gün sayısı	yılda ≥ 20 mm yağışlı olan günlerin sayısı	gün
5	R50mm	yağışlı gün sayısı	yılda ≥ 50 mm yağışlı olan günlerin sayısı	gün
6	R90p	çok yağışlı günler	90. persantili aşan yıllık toplam yağışın oranı	mm
7	R95p	şiddetli yağışlı günler	95. persantili aşan yıllık toplam yağışın oranı	mm
8	R99p	ekstrem yağışlı günler	99. persantili aşan yıllık toplam yağışın oranı	mm
9	SDII	Basit günlük yoğunluk indeksi	Yıllık toplam yağışın, yıl içindeki yağışlı günlerin sayısına bölünmesiyle elde edilen değer	mm/gün

Kaynak:Yosef vd. (2019) Changes In Extreme Temperature And Precipitation Indices: Using An Innovative Daily Homogenized Database In Israel

Ege Bölgesindeki yıllık toplam yağış tutarlarına bakıldığında (Şekil 8) en çok yağışın açık bir şekilde Türkiye'nin Karadeniz'den sonra en çok yağış alan ikinci bölgesi olan Menteşe yöresinde (Koçman, 1993b) gerçekleştiği görülmektedir. Bu alanda yıllık ortalama yağış miktarı 1200 mm'nin üzerine çıkabilmektedir. Yine yağışın mekansal

dağılımı incelendiğinde Ege kıyıları ile iç kesimler arasındaki yağış farkı göze çarpmaktadır. Kıyı ovalarında yaklaşık 700 mm kadar ulaşan yıllık toplam yağış miktarı iç kesimlerde 400mm'nin altına düşmektedir. Mekansal desen incelenirken Marmara Bölgesi'nin yarı nemli iklim özelliklerinin görüldüğü Simav istasyonunun çevresine göre daha fazla yağış aldığı ve yağış miktarı bakımından iç kesimlerden ziyade kıyı kesimlerle benzerlik gösterdiği dikkat çekmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarları genel olarak değerlendirildiğinde Ege Bölgesi'nde Yağışın kıyıdan iç kesimlere doğru ilerledikçe azaldığı söylenebilir.



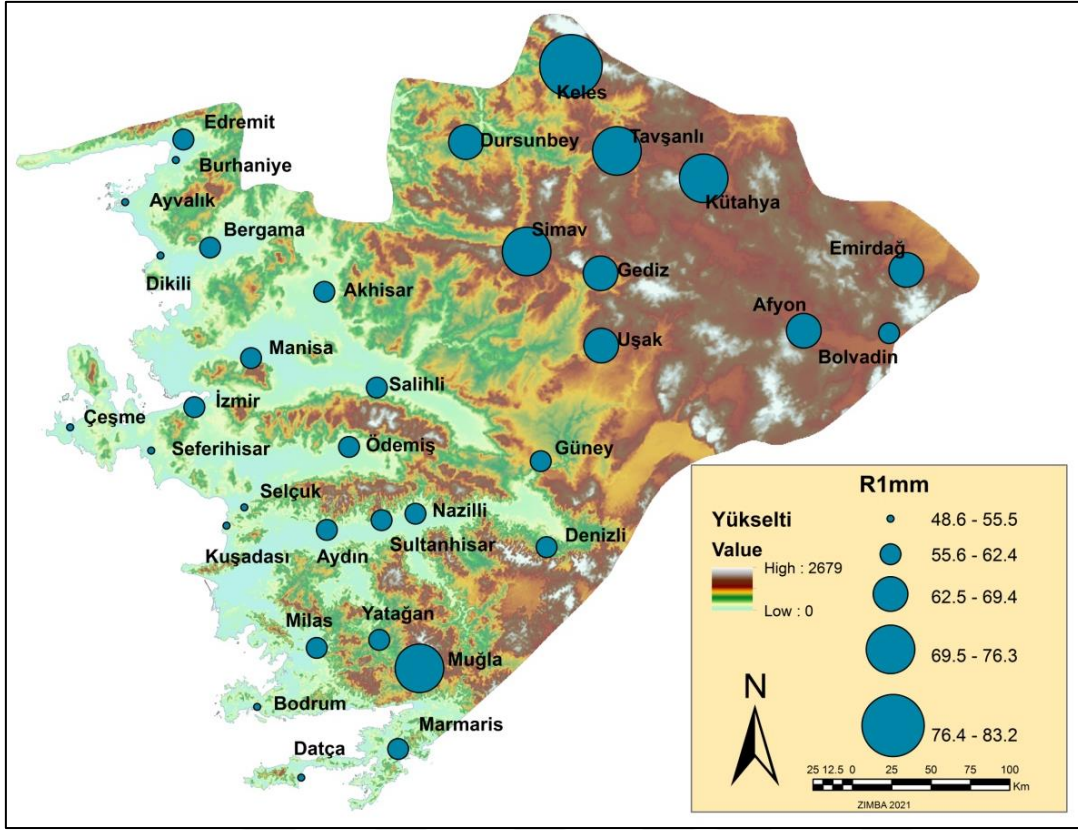
Şekil 8. PRCPTOT (Ege Bölgesi toplam yağış dağılımı)

Şekil 9'a bakıldığında 1mm ve üzeri yağışlı günlerin iç kesimlerde kıyı kesimlere göre daha fazla gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Ancak bu durum Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde yağışın yeterli miktarlarda gerçekleştiği anlamına gelmemektedir. İç kesimlerde 1mm ve üzeri yağışlı gün sayısı en fazla yılda 83 gün olarak gerçekleşirken Şekil 10'daki desen de göz önünde bulundurulduğunda iç kesimlerdeki yağışın büyük bir bölümünün 10 mm ve altında gerçekleştiği görülmektedir. 10mm ve üzeri yağışlı günlerin

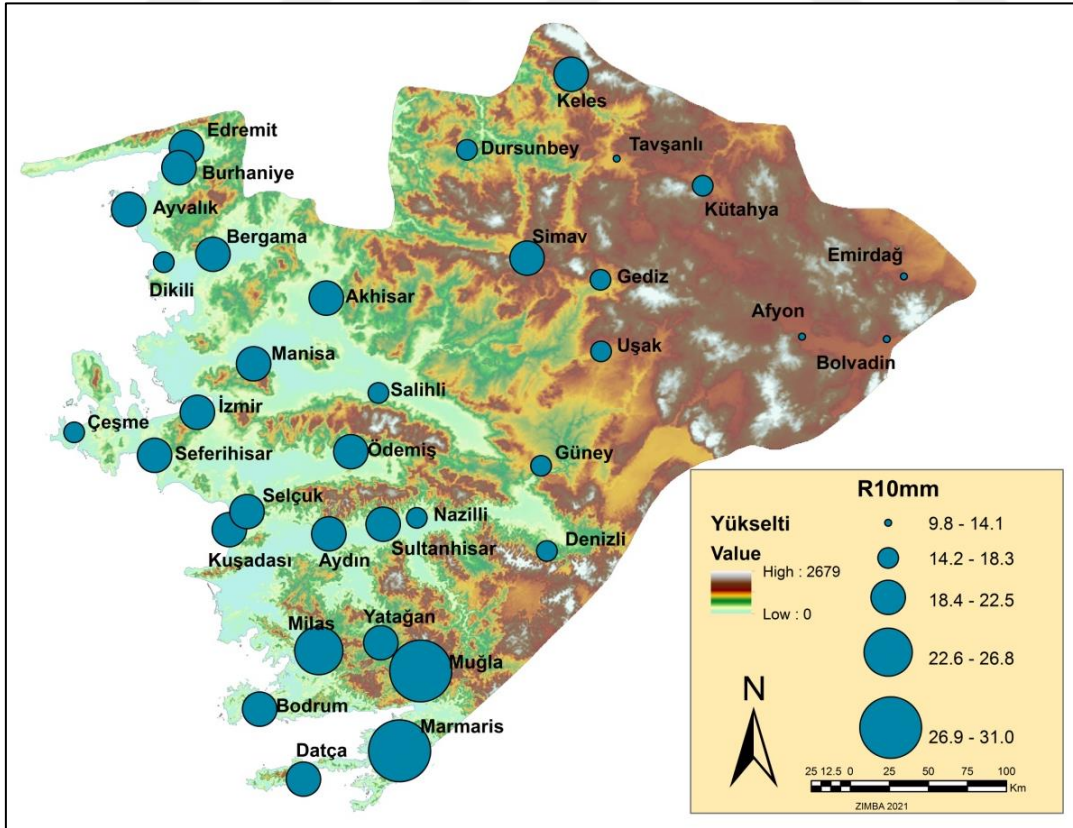
belirgin şekilde kıyı kesimlerde yoğunlaşmakta ve özellikle menteşe yöresinde en yüksek gün sayısı değerlerini aldığı görülmektedir. Bununla birlikte iklim özellikleri açısından İç Batı Anadolu Bölümü'nden ayrılan Simav'ın ise 1 mm ve 10 mm üzeri yağışlı gün sayıları açısından çevresinden ayrılmadığı anlaşılmaktadır. 1mm ve üzeri yağışlı gün sayısının çevresine göre farklı gerçekleştiği Muğla istasyonu incelendiğinde bu bölgede hem 1 mm ve üzeri hem 10 mm ve üzeri yağışlı gün sayılarının fazla olduğunu ayrıca Şekil 11 ve Şekil 12 de dikkate alındığında özellikle Muğla için her şiddette yağışın sıklıkla yaşanabildiği yorumunda bulunmak mümkündür.

20mm ve üzeri yağışlı gün sayıları incelendiğinde (Şekil 11) kıyı kesimler ile iç kesimler arasında ciddi bir fark olduğu göze çarpmaktadır. Kıyı kesimler özellikle de menteşe yöresi 20 mm ve üzeri yağışın en fazla gerçekleştiği alan olarak öne çıkmaktadır. İç kesimlerde ise sayılar 2 güne kadar düşmektedir. Simav istasyonunun iklim farklılığının 20 mm ve üzeri yağışlarla birlikte kendini gösterdiğini ve İç Batı Anadolu Bölümü'nden farklılaştığı ortaya çıkmaktadır.

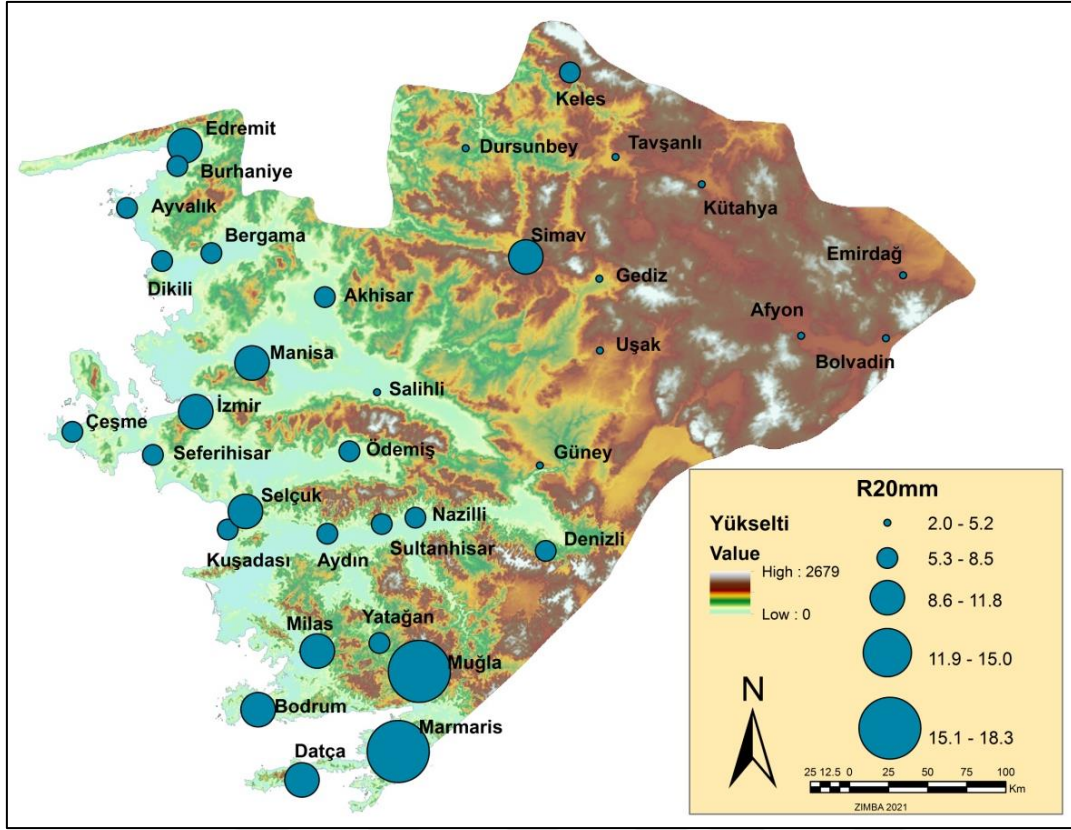
50 mm ve üzeri gerçekleşen yağışlı gün sayılarına (Şekil 12) bakıldığında Marmaris ve Muğla istasyonlarının Ege Bölgesi'nin tamamından ayrıldığı gözler önüne serilmektedir. harita üzerinde de açıkça görüldüğü gibi Ege Bölgesinde 50mm ve üzeri yağışlar çoğunlukla 0-0.9 gün arasında gerçekleşmiştir. Kıyı kesimlerde yılda ortalama 2 gün civarında gerçekleşen 50 mm ve üzeri yağışlar aynı şekilde Simav istasyonunda da 2 gün civarındadır. Muğla istasyonunun her şiddette yağışı Ege Bölgesi'nin geneline nispeten daha fazla aldığı görülse de 50mm ve üzeri yağışların en fazla gerçekleştiği istasyon 4.9 gün ile Marmaris istasyonudur. Buradan hareketle Menteşe yöresinin ekstrem yağışların en fazla gerçekleştiği alan olduğunu söylemek mümkündür. Menteşe yöresinde ise ekstrem yağışların en fazla Marmaris'te beklenebileceği yorumunda bulunulabilir.



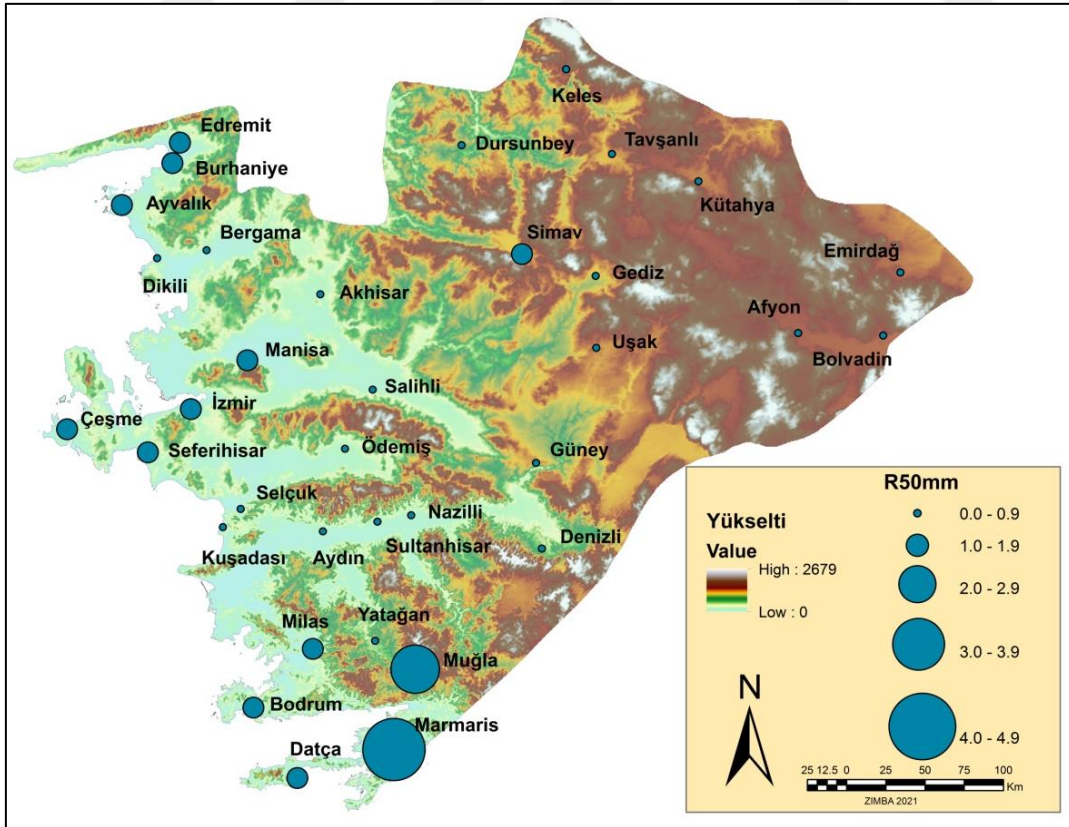
Şekil 9. R1mm (1mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)



Şekil 10. R10mm (10mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)



Şekil 11. R20mm (20mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)



Şekil 12. R50mm (50mm ve üzeri yağışlı gün sayısı)

Çalışma kapsamında Ege Bölgesi'nde mevsimlere göre 90., 95., ve 99. persantil değerleri ve bu değerlerde gerçekleşen yağışlı gün sayıları incelenmiştir.

90. persantil değerleri kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar olmak üzere 4 harita olarak hazırlanmıştır. (Şekil 13, 14, 15 ve 16) İlk olarak kış ayları değerleri incelendiğinde (Şekil 13) Ege Bölgesi'nin en çok yağış alan kesimi olan Menteşe Yöresinde değerlerin en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. 90. persantil değerleri kış mevsimi için Muğla 33.1 ve Marmaris 36.4 olarak bulunmuştur. Muğla' da bu 90.persantil ve üstünde kış yağışının gerçekleştiği gün sayısı yılda ortalama 6 gün civarında iken Marmaris'te 5 gün civarındadır.

Kıyı kesiminde Özellikle İzmir ve Seferihisar çevresi ile Bodrum ve çevresinin kıyı kesiminin diğer bölgelerinden daha yüksek değerlere çıktığı görülmektedir. Bu alanlarda 90. persantil değerleri 20.1-23.3 aralığında seyretmektedir ayrıca 90. persantil ve üzeri yağışların 5 gün civarında yaşandığı tespit edilmiştir. Kıyı kesiminin geri kalanında ise 90. persantil değerleri 16.9-20 aralığındadır ve yine gün sayıları 4 ila 5 gün civarında değişmektedir. Ayrıca Simav istasyonunun da kendi çevresinden hem persantil değeri hem de yağışlı gün sayısı olarak ayrılarak kıyı kesimine benzediği görülmektedir.

İç kesimlere doğru geldiğimizde burada doğudan batıya doğru ilerledikçe 90. persantil değerinin 7 ila 13.5 arasında değiştiği görülmektedir. Özellikle İç Anadolu ile komşu alanlarda değerlerin en düşük seviyelere ulaştığı açıktır. Afyon'da 7.7, Kütahya'da 10.8 olarak bulunan 90.persantil değerlerinde yağışlı gün sayısı ise her iki istasyon için de ortalama 5 gün olarak tespit edilmiştir.

Genel olarak değerlere baktığımızda 90. persantil ve üzeri yağışların kış ayında Ege Bölgesi'nin tamamında 4 ila 6 gün arasında değiştiğini görmekteyiz. En yüksek persantil değerleri Menteşe yöresinde olmakla birlikte, kıyıda iç kesimlere gidildikçe değerlerin azaldığı görülmektedir. Yağışlı gün sayısında ise aynı şekilde bir desen görülmemektedir.

90. persantil için ilkbahar değerleri incelendiğinde (Şekil 14) yine en büyük değerler Menteşe yöresinde görülmektedir. Ancak ilkbaharda tüm Ege Bölgesi'nde değerlerin kış aylarına göre düşüş gösterdiği göze çarpmaktadır. 90. persantil değerleri Muğla'da 17.9, Marmaris'te 18.6 olarak bulunmuştur ve ilkbahar ayında 90. persantili aşan yağışlı gün sayıları Muğla'da ortalama 4 gün, Marmaris'te ise 3 gün civarındadır.

İlkbahar ayında kıyı kesiminde 90. persantil değerlerinin daha homojen dağıldığı görülmektedir. 12.9 ila 14 arasında değişen 90. persantili aşan yağışlı gün sayısı da bu alanda 3-4 gün civarında gerçekleşmektedir. Kıyı kesiminde değerlerin 11.8-12.8 aralığında bulunduğu Ayvalık, Dikili, Çeşme, Bodrum civarlarında yağışlı gün sayısının yine 3-4 gün şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Simav istasyonunun 90.persantil ilkbahar değerleri bu istasyonlarla benzerlik gösterse de yağışlı gün sayısı Simav'da ortalama 5 gün bulunmuştur.

Ege Bölgesi'nin iç kesimleri incelendiğinde doğudan batıya doğru değerlerin 8.3 ile 11.7 arasında değiştiği gözlenmekte ve yine en az yağış alan kesimdeki Afyon ve Kütahya istasyonlarında 90. persantilde ilkbahar yağışlarının 5'er gün civarında gerçekleştiği görülmektedir.

İlkbahar aylarının genel değerlendirmesini yapmak gerekirse kış aylarında olduğu gibi en yüksek persantil değerleri Menteşe Yöresinde olmakla birlikte kıyıdan iç kesimlere gidildikçe bu değerler azalmaktadır. Bununla birlikte ilkbahar 90. persantil ve üzerindeki yağışlar kıyıda iç kesimlere kıyasla daha az gerçekleşmektedir.

Yaz aylarının 90. persantil değerlerine baktığımızda (Şekil 15) beklendiği üzere Ege Bölgesi kıyı kesiminde ciddi bir düşüş gözlenmektedir. Bölgenin hem en çok yağış alan hem de persantil değerleri en yüksek kesimi olan Menteşe Yöresinde Muğla 7.6, Marmaris 8.5 olarak tespit edilmiştir. Değerlerin düşmesi ile birlikte aynı zamanda 90.persantil ve üzeri yağışlı gün sayılarında da düşüş vardır. Muğla'da ortalama 2 gün, Marmaris'te ise 1 günün altına kadar düşmüştür.

Yaz aylarında 90. persantil değeri en az olan istasyonlar diğer mevsimlerin tersine Çeşme ve Seferihisar olmuştur. Çeşme 2.9 ve Seferihisar 2.6'lık persantil değerleri ve bunun üzerinde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının 1'in altında olması ile en düşük değerlere sahip istasyonlar olarak tespit edilmiştir. Bölgenin Kuzeybatı ve Güneybatı kıyılarında ise 90.persantil değerleri biraz daha yüksektir. Bu alanlarda çoğunlukla 5.7 ile 7.9 arasında değişen değerler ve yine yağışlı gün sayılarının ortalama 1 gün civarında olduğu görülmüştür.

Bölgenin iç kesimlerinde yaz ayları için 90. persantil değerlerinin kıyı kesiminden daha yüksek olduğu ve batıdan doğuya doğru arttığı görülmektedir. İç kesimlerin persantil değerleri 7.2 ile 9.4 arasında değişmektedir. En yüksek değer 9.4 ile Tavşanlı'da tespit

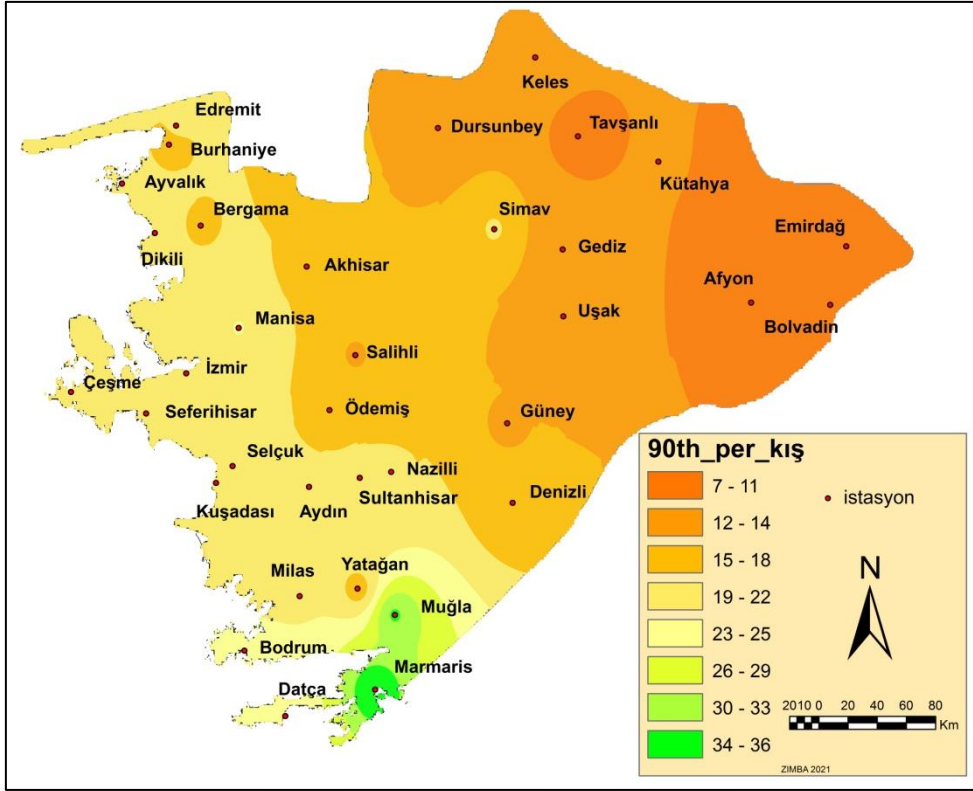
edilmiştir. Tavşanlı'da bu değer ve üzerinde gerçekleşen yıllık yağışlı gün sayısı ise ortalama 2 gündür. Ayrıca yaz aylarında Simav istasyonunun çevresindeki istasyonlarla benzer değerler gösterdiği dikkat çekmektedir.

Yaz ayı için 90. persantil değerleri hakkında genel bir değerlendirme olarak; diğer mevsimlerde bölgenin geri kalanından baskın şekilde yüksek değerler gösteren Muğla ve Marmaris istasyonlarında yaz ayları için aynı şeyi söylemek mümkün olmamaktadır ayrıca bu dönemde kıyı kesiminin değerlerinde ciddi bir düşüş yaşanırken iç kesimlerde belirgin bir farklılık yaşanmadığı anlaşılmaktadır. Yaz ve kış aylarının haritaları bir arada incelendiğinde Ege Bölgesi kıyılarının yağış şiddetleri açısından daha hassas ve değişken olduğu ancak iç kesimlerde mevsimsel anlamda böyle bir hassasiyet ve değişkenlik bulunmadığı söylenebilir.

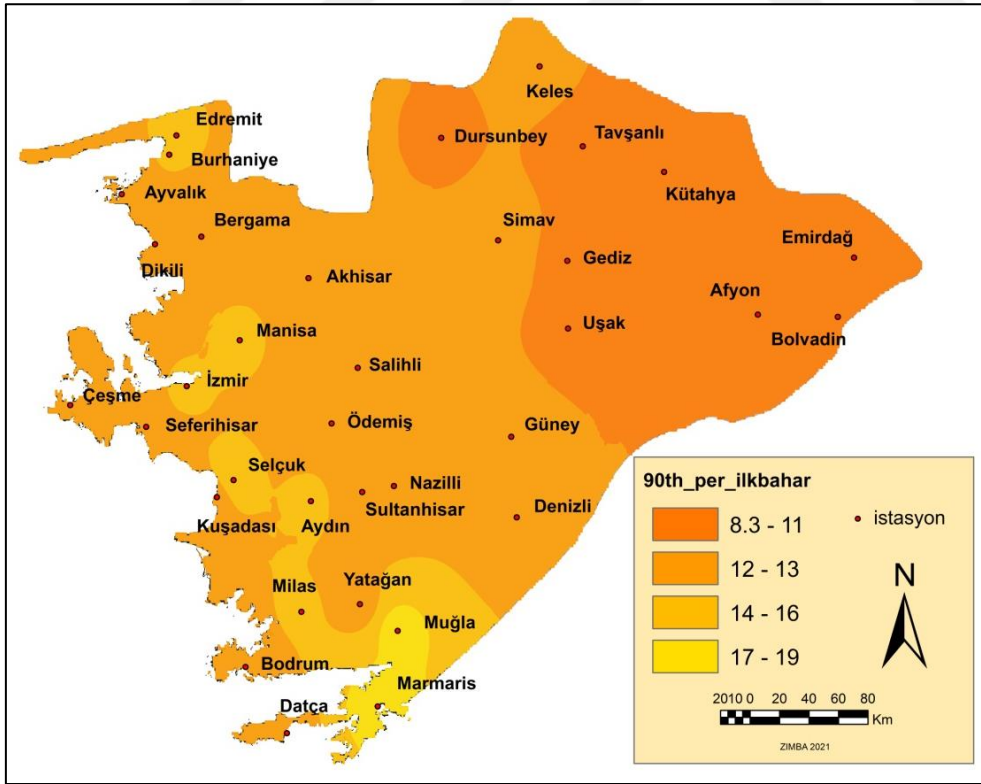
Son olarak 90. persantil için sonbahar aylarının haritasına bakıldığında (Şekil 16) en yüksek değer Marmaris'te 31.3 ile görülmektedir. Bu değer ve üzerinde gerçekleşen yağışlı gün sayısı ise 3'tür. Muğla istasyonunun sonbahar değerlerinin Marmaris'ten fark edilir derecede düşük olması dikkat çekicidir. Muğla'da 90. persantil sonbaharda 23.2 dir ve yağışlı gün sayısı ise 4 gün olarak bulunmuştur.

Kıyı kesiminin büyük bir kısmında 90.persantil değeri 15.8 ile 18.3 arasında değişmektedir. Ancak Edremit, Ayvalık, İzmir, Selçuk, Bodrum gibi bazı istasyonlarda bu değerler 18.4 - 20.9 aralığına çıkmaktadır. Bu istasyonlardaki 90. persantil ve üzeri yağışlı gün sayıları da 3 gün olarak tespit edilmiştir.

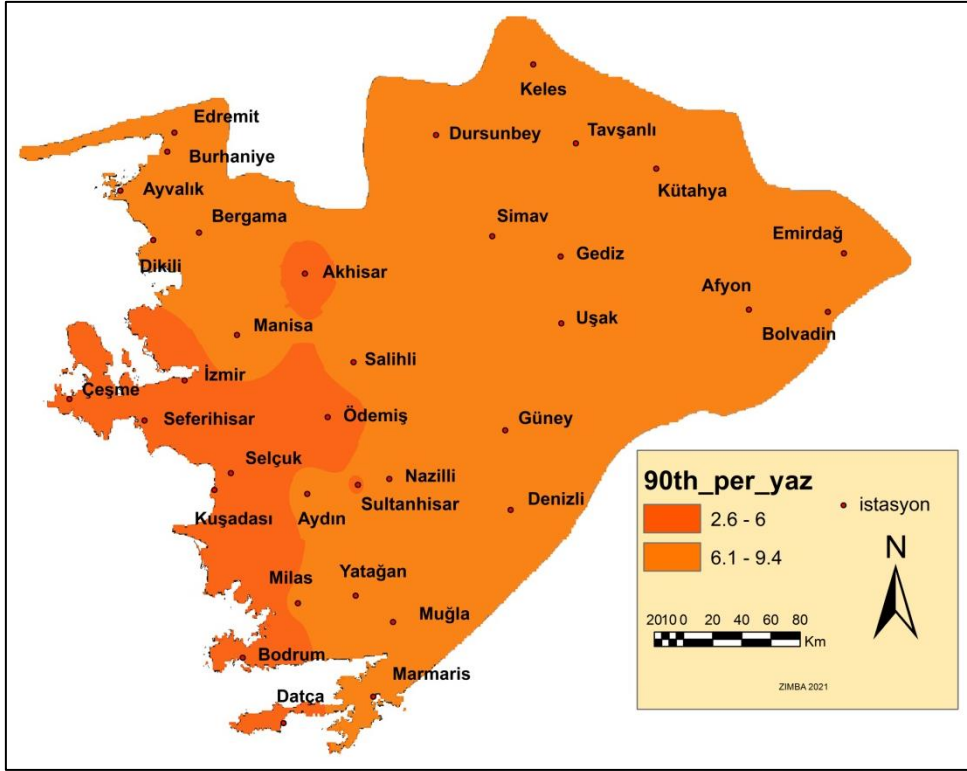
İç kesimlerde değerler doğudan batıya doğru gidildikçe 8.0 ila 13.2 arasında artmaktadır. Simav istasyonunun çevresine göre daha yüksek değerler göstermesine rağmen sonbahar aylarında bu farkın çok belirgin olmadığı ve kıyı kesimine göre değerlerin aşağıda kaldığı dikkat çekmektedir. En düşük değerlerin görüldüğü iç kesimlerde yağışlı gün sayılarının da çok yüksek olmadığı örneğin Afyon ve Kütahya için sırasıyla 3 ve 4 gün olduğu belirlenmiştir.



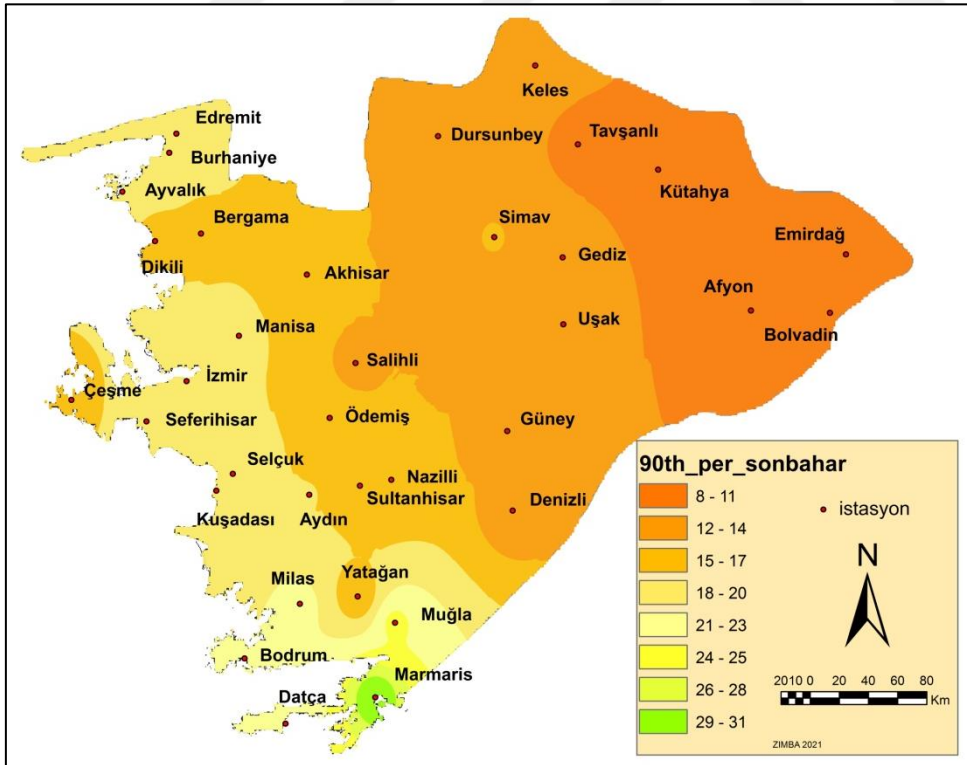
Şekil 13. R90p Kış mevsimi yağış miktarları



Şekil 14. R90p İlkbahar mevsimi yağış miktarları



Şekil 15. R90p Yaz mevsimi yağış miktarları



Şekil 16. R90p Sonbahar mevsimi yağış miktarları

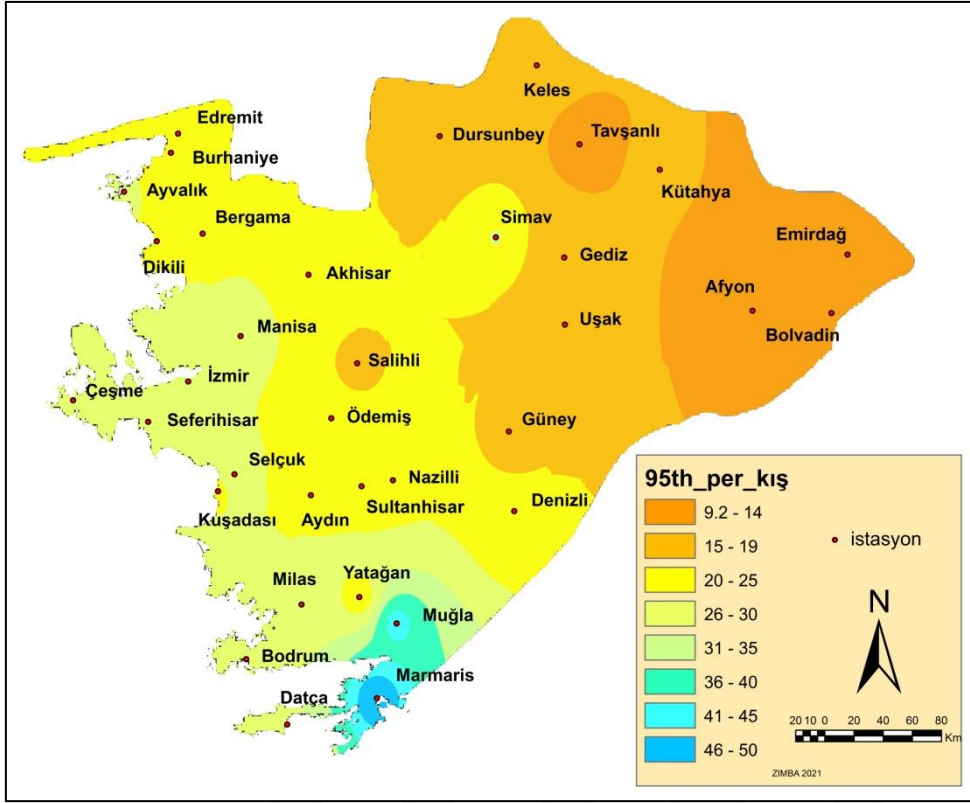
Ege Bölgesi'nde 95.persantil ve bu persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarını incelemek adına kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar olmak üzere 4 mevsim için haritalar hazırlanmıştır (Şekil 17, 18, 19 ve 20). Aynı zamanda bu persantil değerinde istasyonlarda gerçekleşen yağışlı gün sayıları incelenmiştir.

95. persantilin kış değerlerine bakıldığında (Şekil 17) en yüksek değerlerin Menteşe yöresinde olduğu görülmektedir. Marmaris ve Muğla istasyonlarının yer aldığı alanda persantil değerlerinin sırasıyla 50.0 ve 41.8 olduğu ve bölgeden iç kesimleri doğru hızlıca düştüğü görülmektedir. Ayrıca bu istasyonlarda 95.persantildeki kış yağışlarının da Marmaris'te 3 ve Muğla'da 4 gün olarak gerçekleştiği görülmüştür. 95. persantildeki kış değerlerinin Ege kıyılarında 22.9 ile 27.3 arasında değiştiği ve yine kıyı bölgelerindeki istasyonlarda bu persantil aralığındaki yağışlı kış günü sayılarının da genelde 3 gün civarında gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bölgenin iç kesimlerinde bulunan Simav istasyonunun da çevresinden ayrılarak kıyı kesimindeki istasyonlarla benzerlik gösterdiği gözlenmiştir.

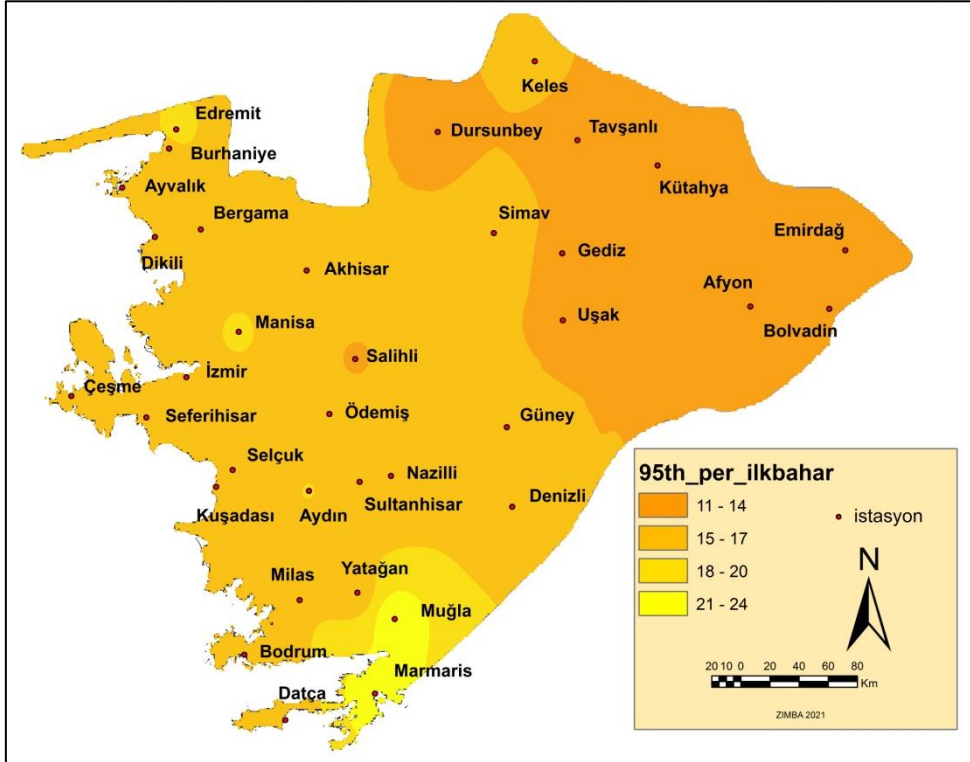
Kıyı bölgelerinden iç kesimlere doğru ilerlendiğinde persantil değerlerinde düşüş olduğu izlenmektedir. En düşük persantil değerleri İç Anadolu Bölgesi'ne komşu olan istasyonlarda görülmekte ve 9.2 ile 13.7 arasında değişmektedir. Yine bu bölgedeki yağışlı gün sayılarının da 3 gün civarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bölgede 95.persantilde gerçekleşen kış yağışlarında en yüksek gün sayısı 5 gün ile Keles istasyonu en düşük gün sayısı ise 1 gün ile Sultanhisar istasyonu olarak belirlenmiş bunun dışında yoğunlukla bölgedeki yağışlı gün sayısı değerlerinin 3 gün olduğu görülmektedir.

İlkbahar mevsimi için 95. persantil değerleri incelendiğinde (Şekil 18) en yüksek değerlerin yine kış aylarındaki gibi Menteşe yöresinde olduğu görülmektedir. En yüksek değerlerin gözlemlendiği 2 istasyon olan Muğla ve Marmaris istasyonlarının 95. ilkbahar persantilleri sırasıyla 23.21 ve 23.58 olarak tespit edilmiş ve bu persantilde gerçekleşen ortalama yağışlar da 3 gün olarak gerçekleşmiştir.

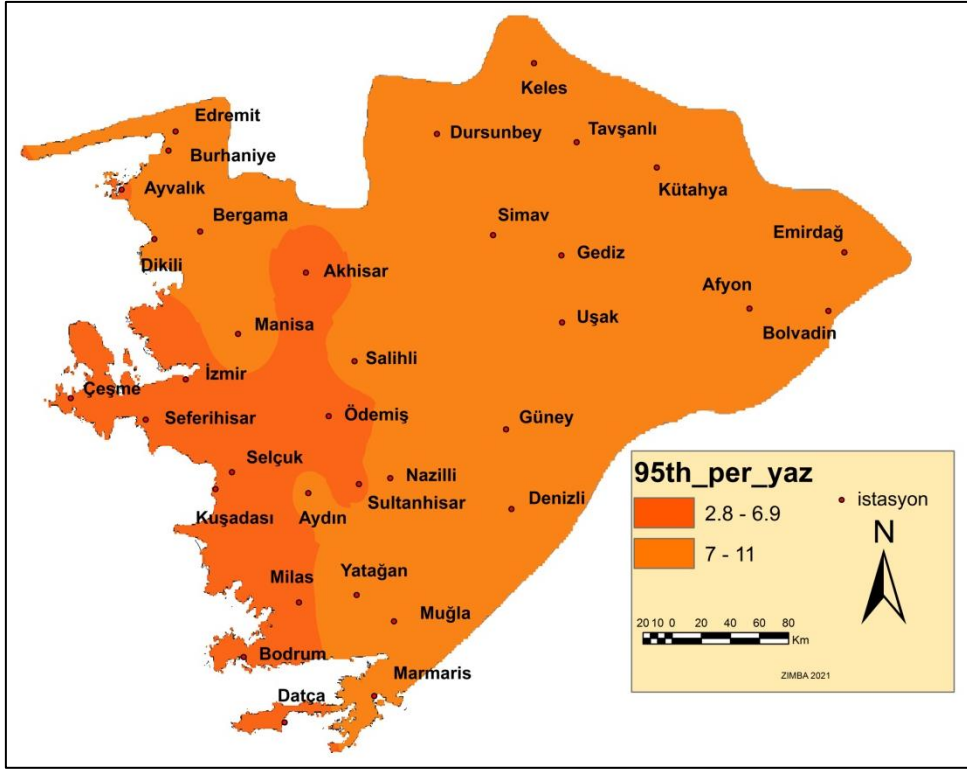
Ege kıyılarının 95.persantil ilkbahar değerleri çoğunluklu olarak 15 ile 16.3 arasında değişmekle birlikte İzmir, Manisa, Edremit, Selçuk ve Aydın gibi bazı istasyonlarda bu değerlerin 16.4 ile 17.8 arasına yükseldiği gözlemlenmiştir. Ege kıyılarında 95.persantildeki ilkbahar yağışlarının gerçekleştiği gün sayısının ise ortalama 2-3 gün civarında olduğu tespit edilmiştir.



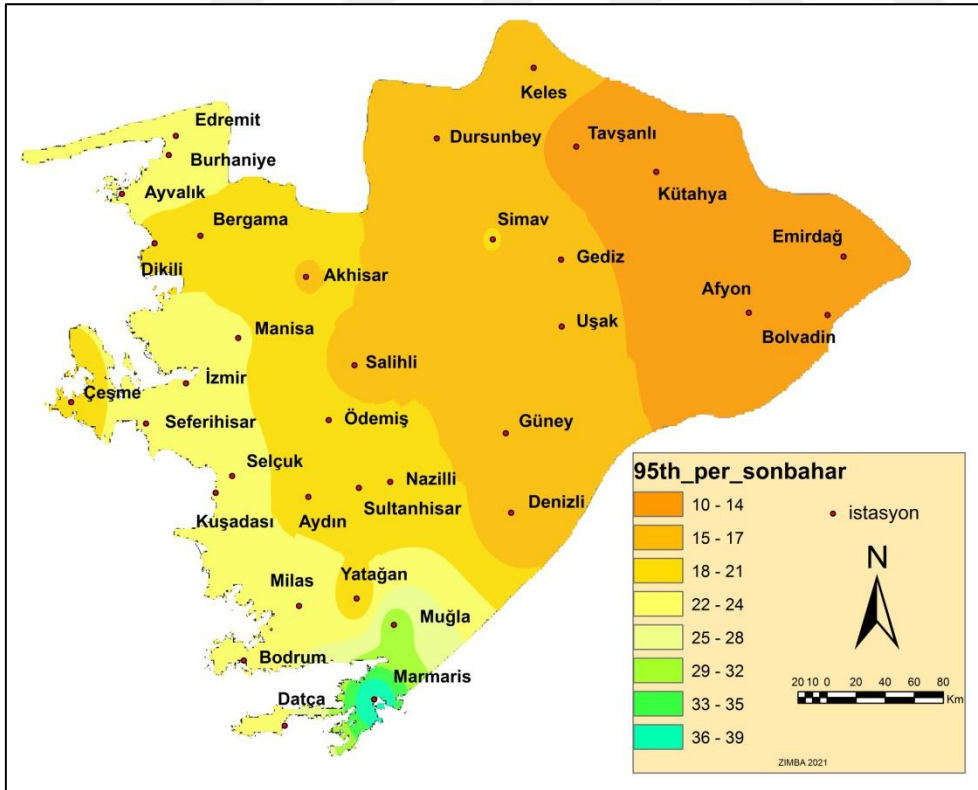
Şekil 17. R95p Kış mevsimi yağış miktarları



Şekil 18. R95 İlkbahar mevsimi yağış miktarları



Şekil 19. R95p Yaz mevsimi yağış miktarları



Şekil 20. R95p Sonbahar mevsimi yağış miktarları

Bölgede genel olarak 95.persantil ilkbahar değerlerinin kıyıda iç kesimlere doğru azaldığı açıkça görülmektedir. En düşük değerler kış aylarında olduğu gibi İç Anadolu Bölgesi'ne komşu istasyonlarda gözlenmekte ve 10.6 ile 12 arasında değişmektedir. İç kesimlerde de yağışlı gün sayılarının ortalamasının 2-3 gün civarında gerçekleştiği tespit edilmiş ve yine Simav istasyonunun çevresinden ayrılarak kıyı istasyonlarıyla benzerlik gösterdiği göze çarpmaktadır. 95. persantilde ilkbaharda bölgede en yüksek yağışlı gün sayısı ortalama 4 gün ile Dursunbey istasyonunda gerçekleşirken söz konusu istasyonun persantil değeri 12.6 gibi düşük bir değerdedir ayrıca Dursunbey istasyonunun çevresine göre daha düşük bir persantil değerine sahip olduğu da şekil 5.2.'de açıkça görülmektedir.

95. persantilin yaz ayı değerleri (Şekil 19) incelendiğinde tıpkı 90.persantilde olduğu gibi (Şekil 15) Ege Bölgesi kıyı kesiminde ciddi bir düşüş gözlenmektedir. Bölgenin en çok yağış alan ve en yüksek persantil değerlerinin görüldüğü Menteşe Yöresinde değerler Muğla 8.42 Marmaris 9.34 olarak tespit edilmiştir. Yaz aylarında persantillerin düşmesinin yanı sıra yağışlı gün sayılarında da düşüş görülmektedir. Gerçekleşen yağışlı gün sayısı Muğla'da ortalama 1 gün, Marmaris'te ise 1 günün altına kadar düşmüştür.

Yaz aylarında 95. persantil değeri en az olan istasyonlar diğer mevsimlerin tersine yine 90.persantilde olduğu gibi Çeşme ve Seferihisar olmuştur. Çeşme 3.07 ve Seferihisar 2.8'lik persantil değerleri ve 1 günün altında gerçekleşen ortalama yağışlı gün sayıları ile en düşük değerlere sahip istasyonlar olarak tespit edilmiştir

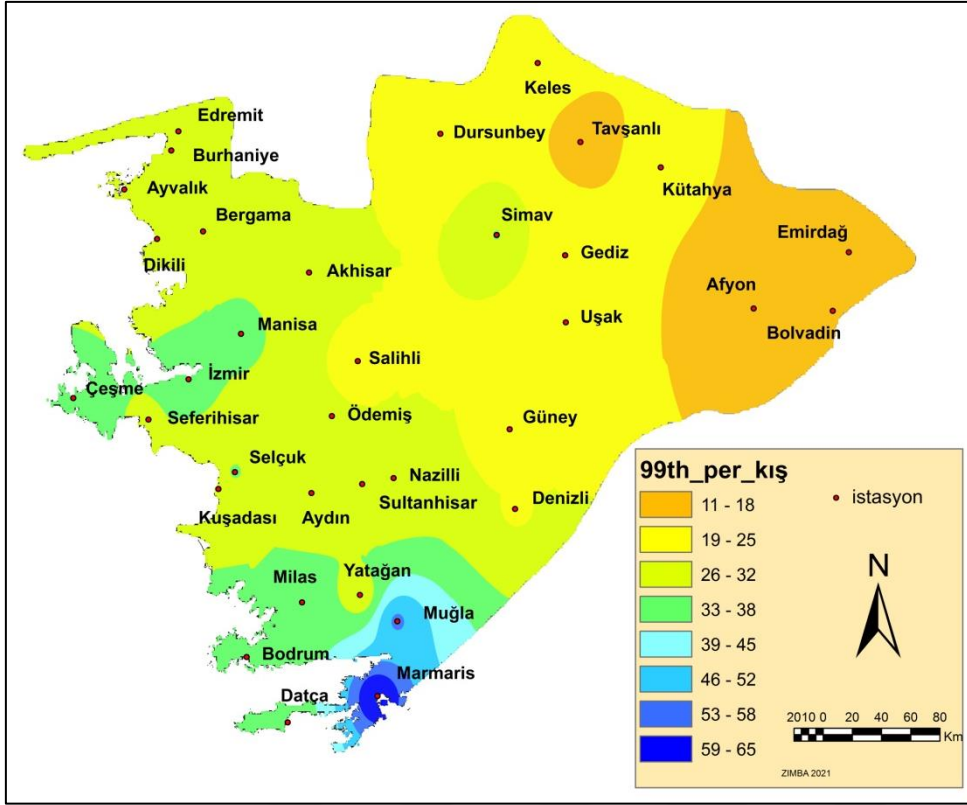
Bölgenin iç kesimlerinde yaz ayları için 95. persantil değerlerinin kıyı kesiminden daha yüksek olduğu görülmektedir. İç kesimlerin persantil değerleri 9.2 ile 11 arasında değişmektedir. En yüksek değer 10.94 ile Tavşanlı'da tespit edilmiştir. Yaz mevsimleri yağışlı gün sayısı ise ortalama 2 gündür. Ayrıca yaz aylarında Simav istasyonunun diğer mevsimlerden farklı olarak çevresindeki istasyonlarla benzer değerler gösterdiği bu persantilde de dikkat çekmektedir.

Yaz ayı için 95. persantil değerleri hakkında genel olarak söylenebilir ki; kıyı kesiminin değerlerinde ciddi bir düşüş yaşanırken iç kesimlerde belirgin bir farklılık yaşanmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum da Ege Bölgesi kıyılarının yağış şiddetleri açısından daha hassas ve değişken olduğu ancak iç kesimlerde mevsimsel anlamda böyle bir hassasiyet ve değişkenliğin baskın şekilde görülmediği fikrini desteklemektedir.

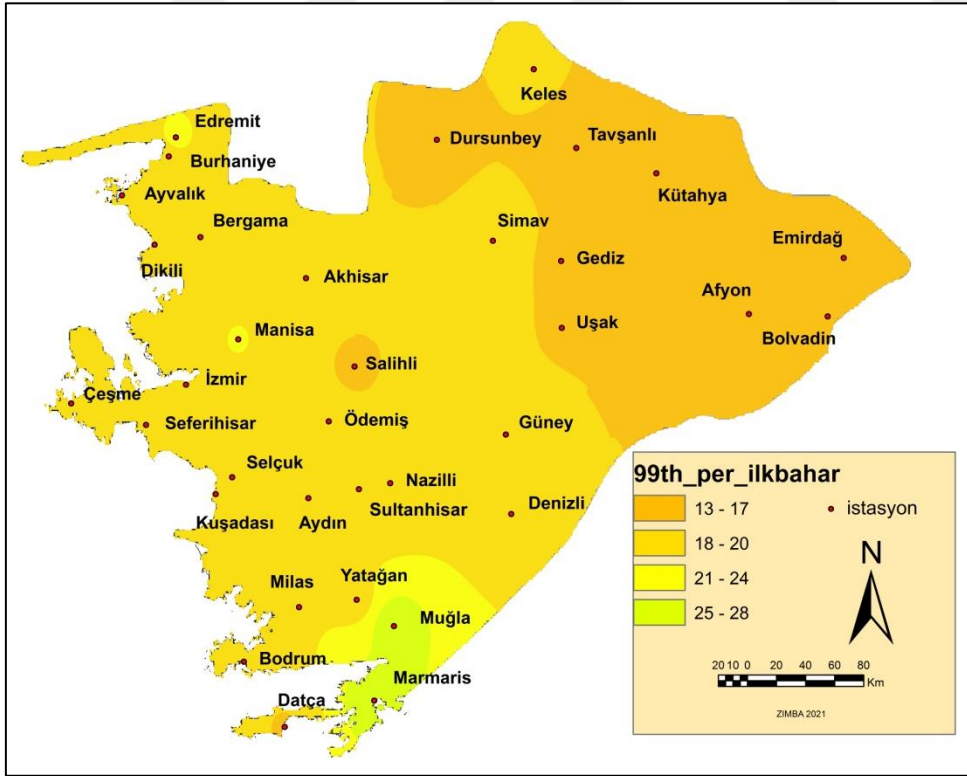
Son olarak 95. persantil için sonbahar mevsiminin haritasına bakıldığında (Şekil 20) en yüksek değer Marmaris istasyonunda 38.8 olarak görülmektedir. Bu değerde gerçekleşen ortalama yağışlı gün sayısının ise 2 olduğu tespit edilmiştir. 90.persantilde olduğu gibi (Şekil 16) Muğla istasyonunun sonbahar değerlerinin yine Marmaris'ten oldukça düşük olması dikkat çekmektedir. Muğla'da 95. persantil sonbaharda 29.7'dir. Yağışlı gün sayısı ise 2 gün olarak bulunmuştur.

Kıyı kesiminin büyük bir kısmında 95.persantil değeri 19.7 ile 22.8 arasında değişmektedir. Bu kesimdeki 95.persantil ve üzeri yağışlı sonbahar günü sayıları da ortalama 2 gün olarak tespit edilmiştir.

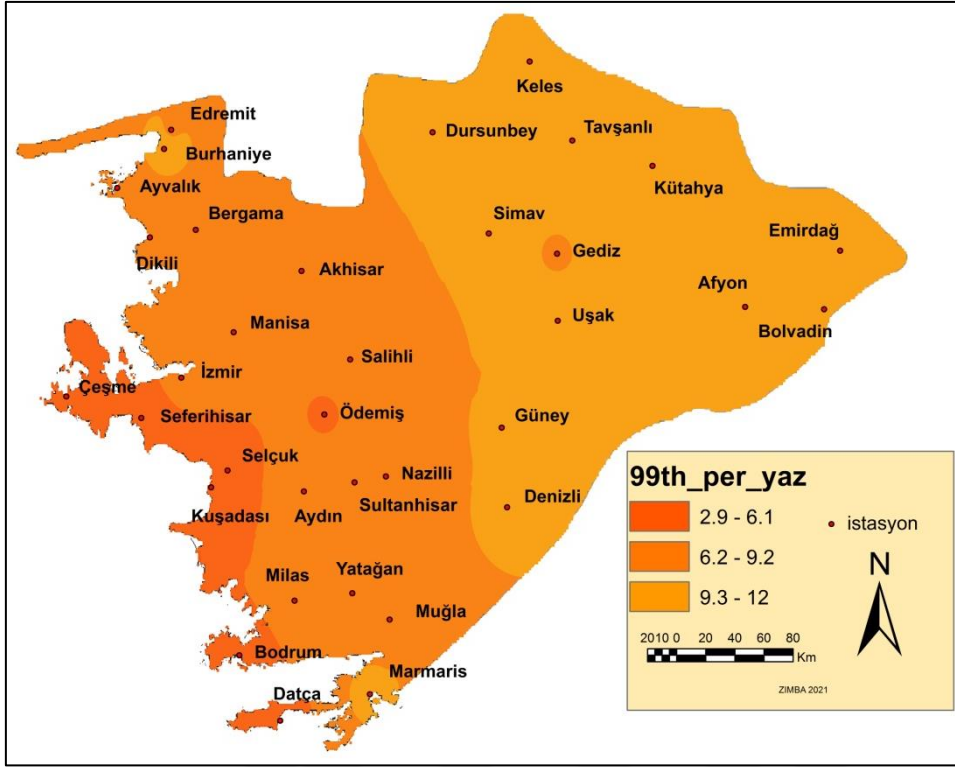
Simav istasyonu sonbaharda 90.persantilde olduğu gibi çevresine göre daha yüksek değerler göstermekte ancak yine sonbahar aylarında bu farkın çok belirgin olmadığı ve kıyı kesimine göre değerlerin daha düşük kaldığı görülmektedir. Söz konusu istasyonun ortalama sonbahar yağışlı gün sayısı da 95.persantilde 3 gün olarak gerçekleşmiştir. En düşük persantil değerlerinin görüldüğü iç kesimlerde yağışlı gün sayılarının ortalama 2-3 gün arasında değiştiği tespit edilmiştir.



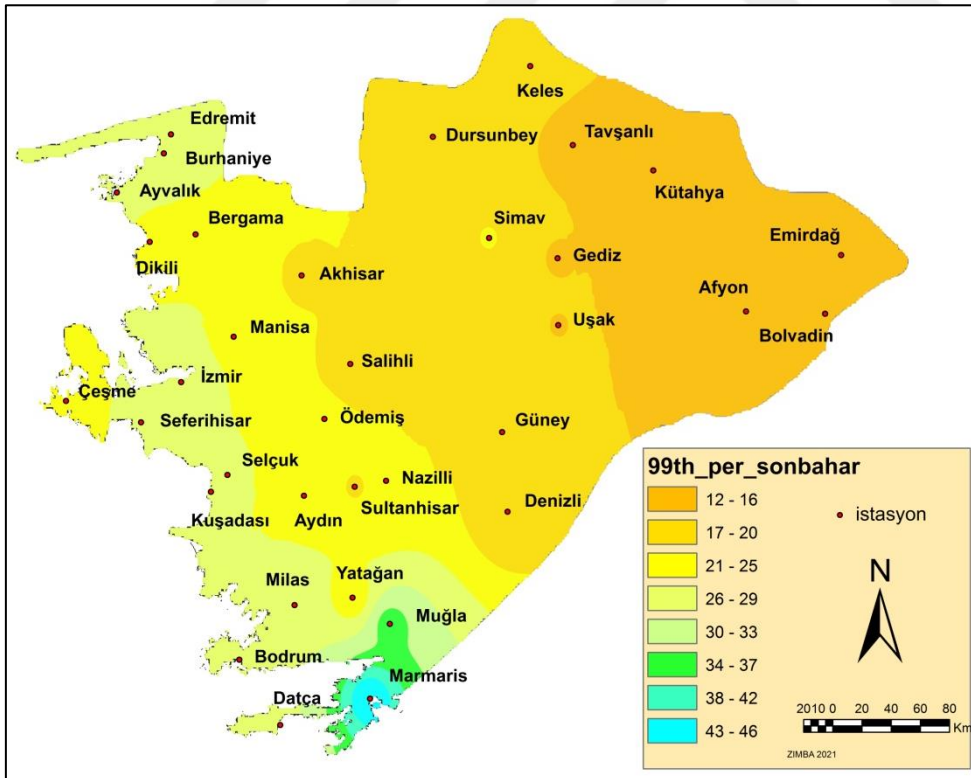
Şekil 21. R99p Kış mevsimi yağış miktarları



Şekil 22. R99p İlkbahar mevsimi yağış miktarları



Şekil 23. R99p Yaz mevsimi yağış miktarları



Şekil 24. R99p Sonbahar mevsimi yağış miktarları

Ege Bölgesi'de 99. persantil değerlerinin alansal dağılışını anlamak adına kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri için (Şekil 21, 22, 23 ve 24) 4 adet harita oluşturularak 99.persantil ve bu persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayıları incelenmiştir.

İlk olarak 99. persantil kış ayları haritasına bakıldığında (Şekil 21) en yüksek değerlerin beklenildiği gibi Muğla ve Marmaris istasyonlarının bulunduğu Mentеше yöresinde olduğu görülmektedir. Sırasıyla 52.6 ve 65.2 değerlerine sahip olan istasyonlarda bu persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayısı ise ortalama 2 gün olarak tespit edilmiştir.

Ege Bölgesi'nin kıyı kesimine bakıldığında 99. persantil değerlerinin 29.4 ile 35.2 arasında değiştiği görülmektedir. Bu bölgede de 99. persantilde kış aylarında gerçekleşen yağışlı gün sayılarının ortalama 2 gün civarında olduğu görülmüştür. Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde bulunan Simav istasyonunun da beklenildiği üzere hem persantil değeri olarak aynı aralıkta yer alması bakımından hem de yağışlı gün sayısı olarak kıyı kesimine benzer özellikler gösterdiği açıktır.

Haritaya (Şekil 21) bakıldığında bölgenin kıyısından iç kesimlere doğru ilerledikçe persantil değerlerinde ciddi bir düşüş olduğu görülmektedir. En düşük persantil değerleri 90 ve 95. persantilde de olduğu gibi İç Anadolu Bölgesi'ne komşu istasyonlarda görülmektedir. 11.3 ve 17.3 arasında değişen persantil değerlerinde gerçekleşen yağışlı gün sayısı 2 gündür.

Genel bir değerlendirme yapıldığında tüm bölgede 99. persantilde gerçekleşen kış mevsimi yağışlı gün sayısı 2 gün olarak görülmektedir. Her ne kadar persantil değerlerinde kıyından iç kesimlere doğru gidildikçe azalan bir desen görülüyor olsa da gerçekleşen yağışlı gün sayılarının kış aylarında 99.persantilde çoğunlukla homojen olarak dağıldığı söylenebilir. Yalnızca birbirine yakın istasyonlar olan Sultanhisar ve Nazilli istasyonlarında ortalama yağışlı gün sayısı 3 gün civarına erişmiştir.

99. persantil ilkbahar haritası incelendiğinde (Şekil 22) beklenildiği gibi persantil değerleri en yüksek iki istasyonun yine Muğla ve Marmaris olduğu görülmektedir. Her iki istasyonda da 27.9 olarak bulunan 99.persantil değerinde gerçekleşen yağışlı ilkbahar günü de 2 gün olarak tespit edilmiştir.

Bölgenin kıyı kesiminde İzmir, Manisa Edremit gibi az sayıda istasyon dışında persantil değerleri 18-19.6 aralığındadır ve yağışlı gün sayısı da tüm kıyı bölgesinde ortalama 2 gün olarak gerçekleşmiştir. Kıyı kesiminde çevresine göre daha yüksek persantil değerleri gösteren az sayıda istasyon bulunmaktadır bu istasyonlarda 99. persantil değer aralığı 19.7- 21-2'ye çıkarken gerçekleşen yağışlı gün sayısında bir değişiklik bulunmamakta ve ortalama 2 gün olarak görülmektedir.

Kıyıdan iç kesimlere doğru gidildikçe 99.persantil ilkbahar değerlerinin düştüğü ve yine en düşük değerlerin de İç Anadolu Bölgesi İle komşu istasyonlarda olduğu görülmektedir. 13-14.6 aralığındaki değerlerle birlikte bu kesimdeki istasyonlarda da 99.persantil ilkbahar ayı yağışlı gün sayısının 2 gün olduğu tespit edilmiştir. 99.persantilde gerçekleşen ilkbahar yağışlarının istisnasız şekilde bölgedeki tüm istasyonlarda ortalama 2 gün olarak gerçekleşmesi dikkat çekicidir.

99.persantil yaz ayları haritası incelendiğinde (Şekil 23) diğer mevsimlerin tersi bir desen göze çarpmaktadır. 90. ve 95. persantilde olduğu gibi (Şekil 15 ve Şekil 19) Ege Bölgesi kıyı kesimindeki değerlerde ciddi bir düşüş gözlenmektedir. Yıl boyunca bölgenin en yüksek persantil değerlerinin görüldüğü Menteşe Yöresinde değerler Muğla için 9.1 ve Marmaris için 9.9 olarak tespit edilmiştir. Yaz aylarında bu bölgedeki persantil değerlerinin düşmesinin yanı sıra yağışlı gün sayılarında da düşüş görülmektedir. Gerçekleşen yağışlı gün sayısı Muğla'da ortalama 1 gün iken, Marmaris'te ise 1 günün de altına düşmektedir.

Yaz aylarında 99. persantil değeri en düşük olan istasyonlar diğer mevsimlerin tersine yine 90. ve 95. persantilde de olduğu gibi Çeşme ve Seferihisar olmuştur. 99.persantil değerleri yaz mevsiminde Çeşme 3.2 ve Seferihisar 2.9 olarak bulunmuştur Gerçekleşen ortalama yağışlı gün sayıları da her iki istasyon için 1'in altında kalarak en düşük değerlere sahip istasyonlar olarak tespit edilmiştir.

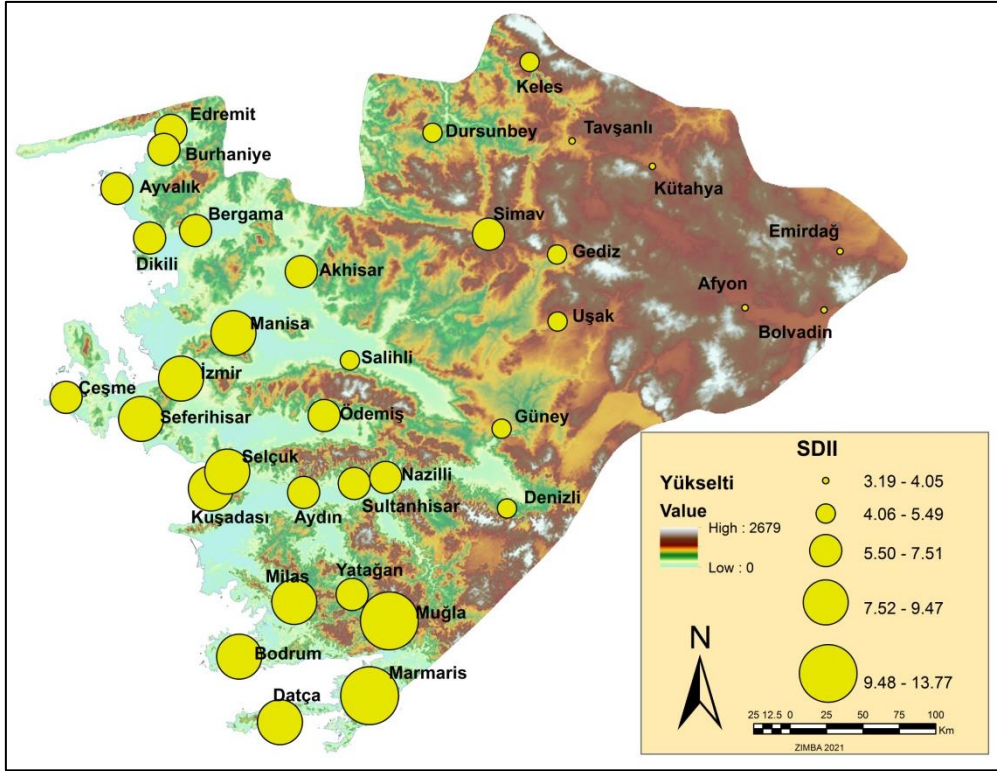
Bölgenin iç kesimlerinde yaz ayları için 99. persantil değerlerinin kıyı kesiminden daha yüksek olduğu görülmektedir. 99.persantil değerlerinin yaz aylarında yılın geri kalanının aksine kıyıdan iç kesimlere gidildikçe arttığı ve en yüksek değerlerinde İç Anadolu Bölgesi'ne komşu istasyonlarda görüldüğü açıktır. Ancak yaz persantil değerlerinin en yüksek halinin dahi kış aylarının çok altında olduğu ve iç kesimlerdeki bu yüksek persantil değerlerinin kıyı kesiminde görülen yüksek değerlerle kıyaslanamayacağı

akıldan çıkarılmamalıdır. Yaz mevsiminde 99. persantilde en yüksek değer 12.3 ile Tavşanlı istasyonunda görülmekte yağışlı gün sayısı ise ortalama 1 gün civarında gerçekleşmektedir. Yaz ayları için 99.persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayıları 0 ile 2 arasında değişmekle birlikte ortalama 2 gün yağışın görüldüğü istasyonların da yine iç bölgelerde bulunması dikkat çekicidir. 99. persantilde en fazla yaz yağışlı gün sayılarına erişen istasyonlar; Afyon, Bolvadin, Emirdağ ve Keles istasyonlarıdır.

Son olarak 99. persantil sonbahar haritasına (Şekil 24) bakıldığında en yüksek persantil değeri 46.6 ile Marmaris istasyonunda görülmektedir. Yılın geri kalanında benzer persantil değerleri göstermesine rağmen sonbaharda Marmaris istasyonu için 99. persantil değerleri 90. ve 95. persantilde de olduğu gibi Muğla istasyonundan belirgin şekilde daha yüksektir. Muğla istasyonu ise 35.0 ile ikinci en yüksek değerdeki istasyondur. Yine de her iki istasyonda gerçekleşen ortalama yağışlı gün sayısı 2 olarak tespit edilmiştir.

Kıyı kesiminin sonbahar 99.persantil değerleri 23.3 ile 26.9 arasında değişirken bu bölgede de ortalama yağışlı gün sayıları 2 gün olarak bulunmuş ve yine persantil değerlerinin batıdan doğuya doğru gidildikçe azaldığı görülmüştür.

En düşük persantil değerleri yine İç Anadolu ile komşu istasyonlarda görülürken, 99.persantildeki sonbahar yağışlarının en çok gerçekleştiği istasyonun ise ortalama 3 gün ile Simav istasyonu olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 25. SDII (Basit günlük yoğunluk indeksi)

Basit günlük yoğunluk haritaları (SDII) yıllık toplam yağış miktarının yağışlı gün sayısına bölünmesiyle elde edilen ve bölgedeki yağışın yıl içerisinde dağılım dengesi hakkında fikir veren haritalardır. Başka bir deyişle; bir istasyondaki yıllık toplam yağışın daha az günde ancak yüksek şiddetlerde mi yoksa daha çok güne yayılarak düşük şiddetlerde mi gerçekleştiği hakkında fikir verir. Şekil 25'e bakıldığında Ege Bölgesi'nde yağış yoğunluğunun kıyı bölgelerde yüksek olduğu ve kıyıdan iç kesimlere doğru gidildikçe de kademeli olarak bu yoğunluğun azaldığı bir desen görülmektedir. Yoğunluğun en yüksek olduğu bölgenin Menteşe yöresi olması şaşırtıcı değildir. Muğla ve Marmaris istasyonlarının bölgenin en yüksek şiddetli yağışlarını alan istasyonlar olduğu, ayrıca iç kesimlerde yağış şiddetlerinin çok daha düşük seyrettiği; bu tez kapsamında 2. bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Basit günlük yoğunluk haritasında da kıyı kesiminde yağış yoğunluğu yüksekken iç kesimlerde oldukça düşük olduğu açıkça görülmektedir.

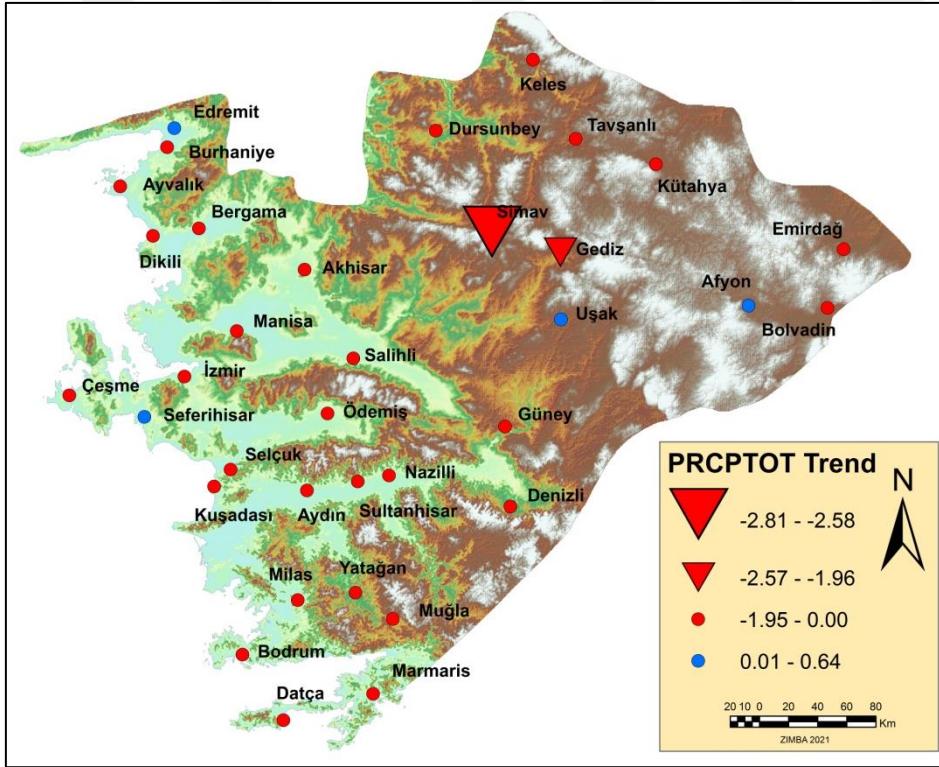
BEŞİNCİ BÖLÜM

EGE BÖLGESİ'NDE EKSTREM YAĞIŞ İNDİSLERİNİN EĞİLİMİ

Ege Bölgesi gibi Akdeniz havzasındaki bir bölgenin tüm dünyada etkilerinin görüldüğü küresel iklim değişikliğine nasıl tepki verdiğini incelemek, iklim temelli planlamalar yapabilmek için oldukça önemlidir.

5.1. İndislerdeki Eğilimlerin Mekansal Dağılışı

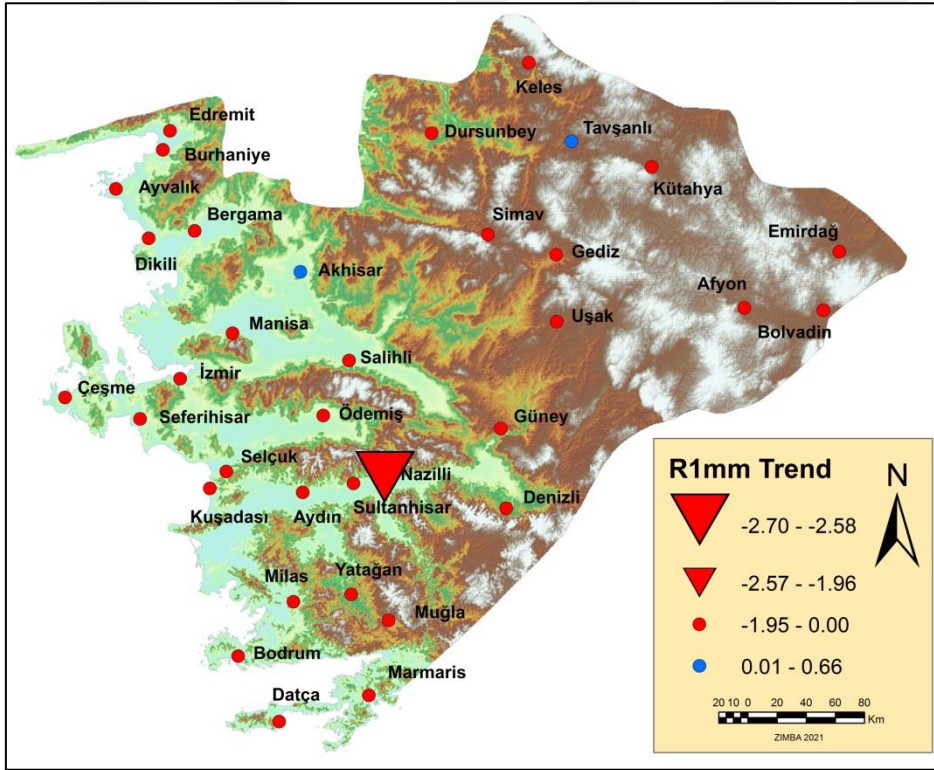
Bölgenin yağış karakterindeki eğilimleri yakından incelemek adına bir önceki bölümde ele alınan 9 yağış indisinin trend analizleri yapılmıştır. İndislerin eğilimlerinin çoğunlukla azalış yönünde olduğu görülmüştür.



Şekil 26. Toplam yağış miktarındaki eğilimler

Ege bölgesindeki toplam yağışların eğilimine bakıldığında (Şekil 26) istatistiki olarak anlamlı eğilimlerin Simav ve Gediz istasyonlarında görüldüğü dikkat çekmektedir. Bölgenin iç kesimlerinde yer alan bu istasyonlardan özellikle Simav istasyonundaki -2.81 eğilim değeri oldukça önemlidir. Simav istasyonunun iç kesimlerde yer almasına rağmen marmara geçiş ikliminin de etkisiyle yağış özellikleri bakımından daha çok kıyı ege istasyonlarına benzer özellikler gösterdiği bilinmektedir. Bu durumda kıyı Ege Bölümü'nde

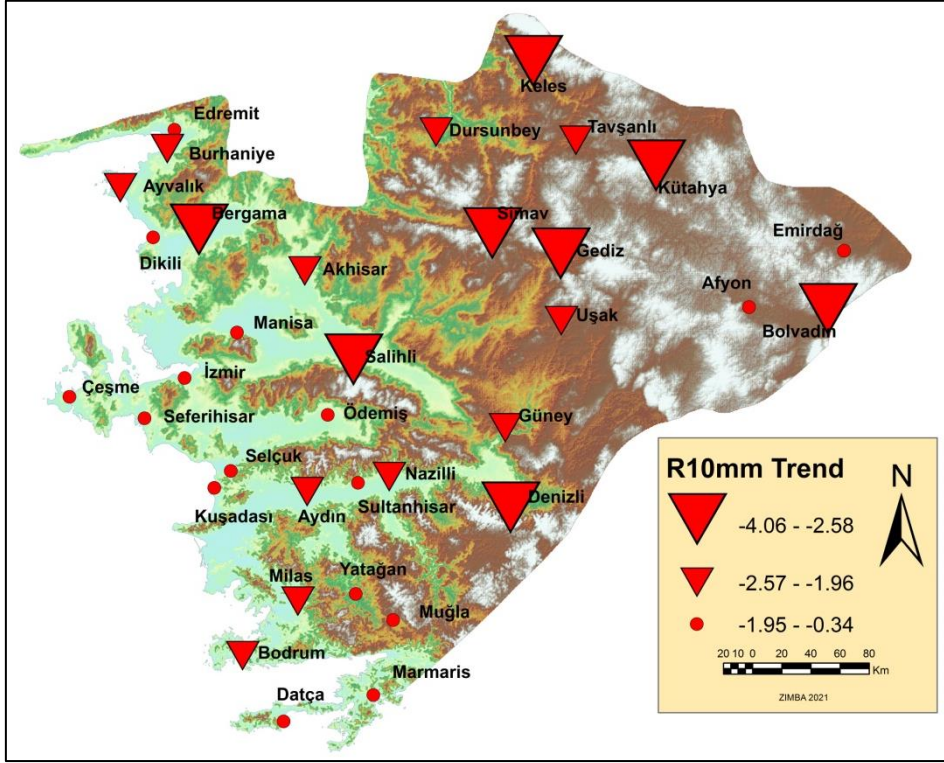
anlamli eğilim bulunmazken Simav istasyonunda görülen eğilim oldukça dikkat çekicidir. Bununla birlikte bölgede henüz istatistiki olarak anlamlı kabul edilemese de $u(t)$ değeri göz önünde bulundurulduğunda potansiyel bir anlamlı eğilim olarak görülebilecek bazı istasyonlarda bulunmaktadır. Bunlar; Keles (-1.90), Bolvadin (-1.85), Kütahya (-1.77), Nazilli (-1.68) ve Güney (-1.61) istasyonlarıdır. Daha önceki bölümlerde incelendiği üzere Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde yağış miktarının daha az ve yağış şiddetlerinin daha düşük gerçekleştiği bilinmektedir. Toplam yağışlardaki bu azalış eğiliminin hem yağış miktarı hem de şiddeti bakımından çok daha yüksek gerçekleşen kıyı ege yerine daha çok iç bölgelerde görülüyor olması oldukça dikkat çekici ve endişe vericidir. Her ne kadar şu an istatistiki olarak anlamlı eğilim yaygın olarak görülme de gelecekte bu trend belirginleşerek ciddi kuraklık problemleri baş gösterebilir.



Şekil 27. 1mm ve üzeri yağışlı gün sayılarının eğilimleri

Şekil 27'de Ege Bölgesi'nde 1 mm ve üzeri yağışlı günlerin eğilimi ele alınmaktadır. İstatistiki olarak anlamlı eğilim bölgenin genelinde görülmemektedir. İstatistiki olarak anlamlı trend yalnızca Nazilli istasyonunda görülmekle birlikte, henüz istatistiki olarak anlamlı kabul edilmese de potansiyel bir azalış eğilimi olan istasyonlarda mevcuttur. Bunlar; Bodrum (-1.94), Aydın (-1.83) ve Marmaris (-1.61) istasyonlarıdır. 1 mm ve üzeri yağışlı gün sayısı ile ilgili olarak birkaç istasyon dışında bölgede ciddi bir

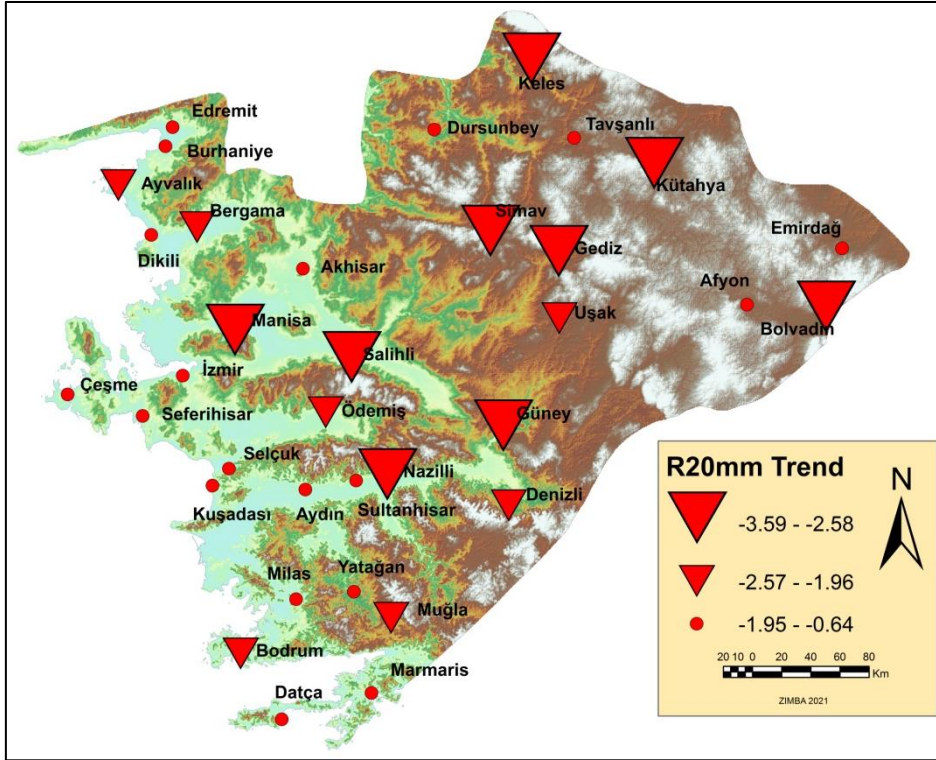
eğilim görülmediği açıktır. Ege Bölgesi gibi kuraklığa hassas bir alanda bu yağışlı gün sayılarında endişe verici bir trend görülmemesi sevindiricidir. Bu şiddetteki yağışların dağılış haritasında (Şekil 9) görülen kıydan iç kesimlere doğru artan desenle doğru ya da ters bağlantılı bir desen bulunmamaktadır.



Şekil 28. 10mm ve üzeri yağışlı gün sayılarının eğilimleri

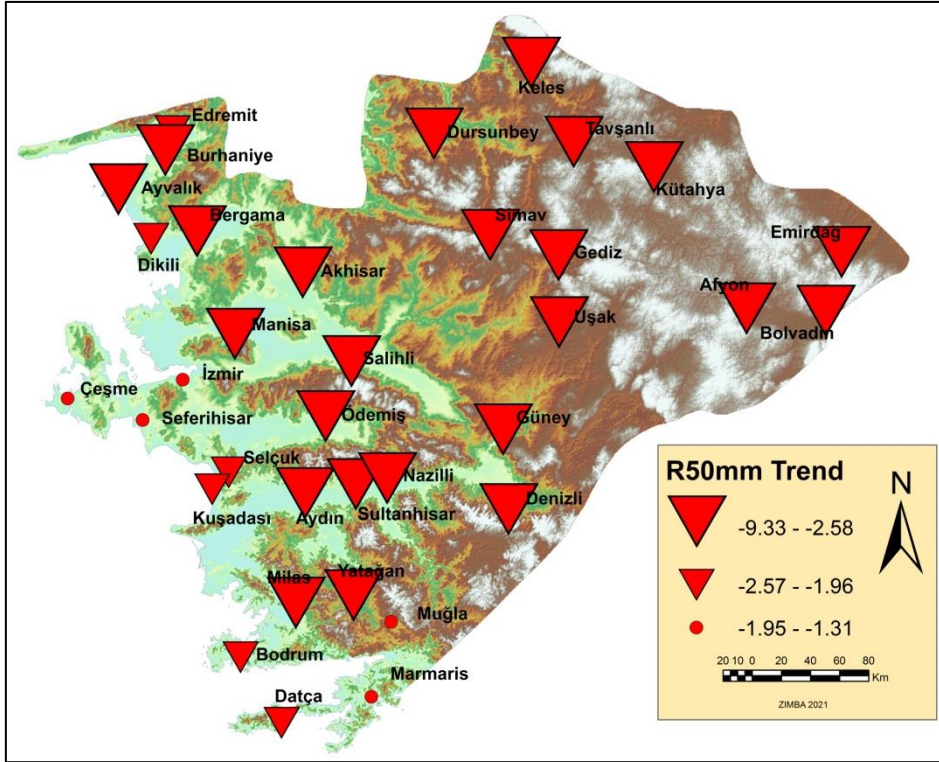
10 mm ve üzeri yağışların trendine (Şekil 28) bakıldığında, 1 mm ve üzeri yağışlardaki trende (Şekil 27) kıyasla oldukça belirgin ve yaygın bir azalış eğilimi olduğu görülmektedir. Belirgin şekilde istatistiki olarak anlamlı istasyonların yanında, u(t) değerlerine bakıldığında azalış eğilim potansiyelinin yüksek olduğu istasyonlar da bulunmaktadır. Bunlar; Çeşme (-1.94), Sultanhisar (-1.79), Datça ve Marmaris (-1.77) ile Muğla (-1.74) istasyonlarıdır. 10 mm ve üzeri yağışlardaki bu yaygın azalış eğilimi oldukça açıktır. 1 mm ve üzeri yağışlı gün sayılarındaki eğilim (Şekil 27) oldukça düşük ve nadirken 10 mm ve üzeri yağışlarda oldukça yüksek ve yaygın olması bölgede hafif şiddetli yağışların daha sık yaşandığını göstermektedir. Bununla birlikte 10 mm'lik yağış şiddeti istenmeyecek kadar yüksek bir yağış şiddeti değildir. Bu nedenle 10 mm ve üzeri yağışlı gün sayılarındaki azalma eğiliminin olumlu ya da olumsuz etkileri gerçekleşen yağışın şiddetinin 10 mm'den ne kadar yüksek olduğu ile doğru orantılıdır. Ayrıca 10 mm ve üzeri yağışlı gün sayısındaki azalmanın nispeten iç bölgelerde daha fazla gerçekleştiği

söylenbilirse de kıyı ve iç kesimler arasında çok belirgin bir ayrım da bulunmadığı görülmektedir. Bununla birlikte 10 mm ve üzeri yağışların dağılış haritası (Şekil 10) incelendiğinde kıyı ve iç kesimler arasındaki ayrım oldukça nettir. Kıyı kesimlerde iç kesimlere göre daha fazla gerçekleşen yağışlarda yine kıyı kesiminde azalış eğilimlerinin daha az olduğu görülmektedir.



Şekil 29. 20mm ve üzeri yağışlı gün sayılarının eğilimleri

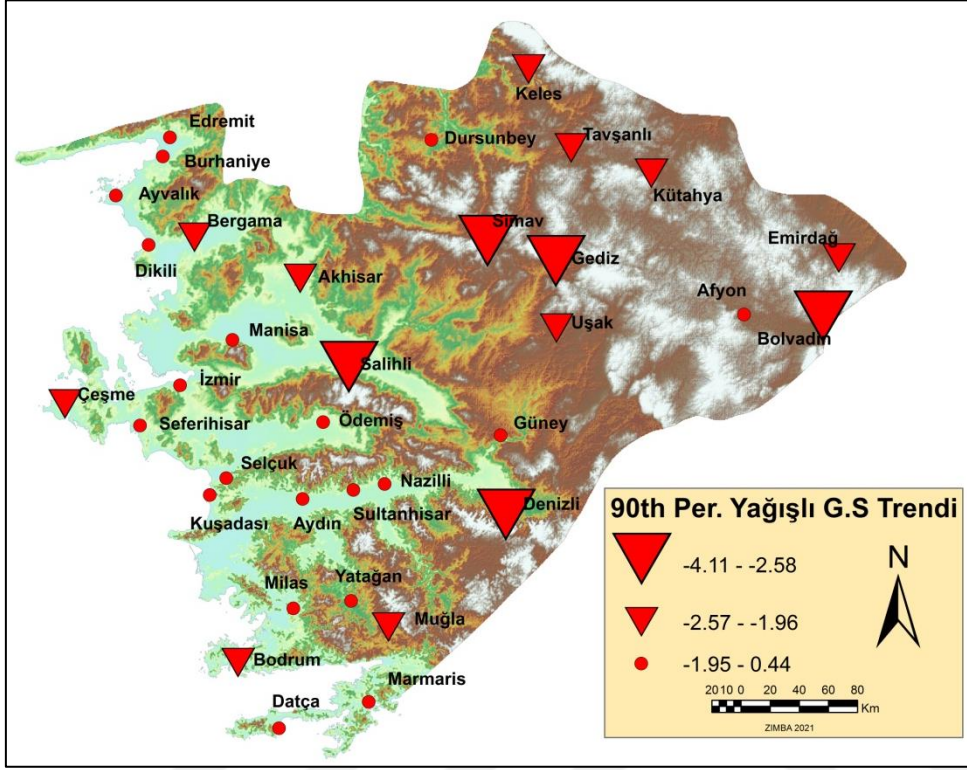
20 mm ve üzeri yağışlı gün sayısının trendine (Şekil 29) bakıldığında istatistiki olarak anlamlı trendin Ege Bölgesi genelinde oldukça belirgin olduğu göze çarpmaktadır. Bu eğilimin en belirgin olduğu alan yine iç kesimler olmakla birlikte kıyı kuşağı üzerinde henüz istatistiki olarak anlamlı olmasa da $u(t)$ değeri ile gelecek için potansiyel bir anlamlı azalış olarak değerlendirilebilecek istasyonlar bulunmaktadır. Bunlar; Akhisar (-1.81), İzmir ve Selçuk (-1.77), Datça (-1.74) ile Aydın (-1.66) istasyonlarıdır. 20 mm ve üzeri yağışların dağılış haritası (Şekil 11) ile kıyaslandığında bu şiddetteki yağışların daha fazla gerçekleştiği alanlarda anlamlı eğilimlere daha az rastlanırken, daha az gerçekleştiği alanlarda anlamlı azalış eğilimlerinin de daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 30. 50mm ve üzeri gün sayılarının eğilimleri

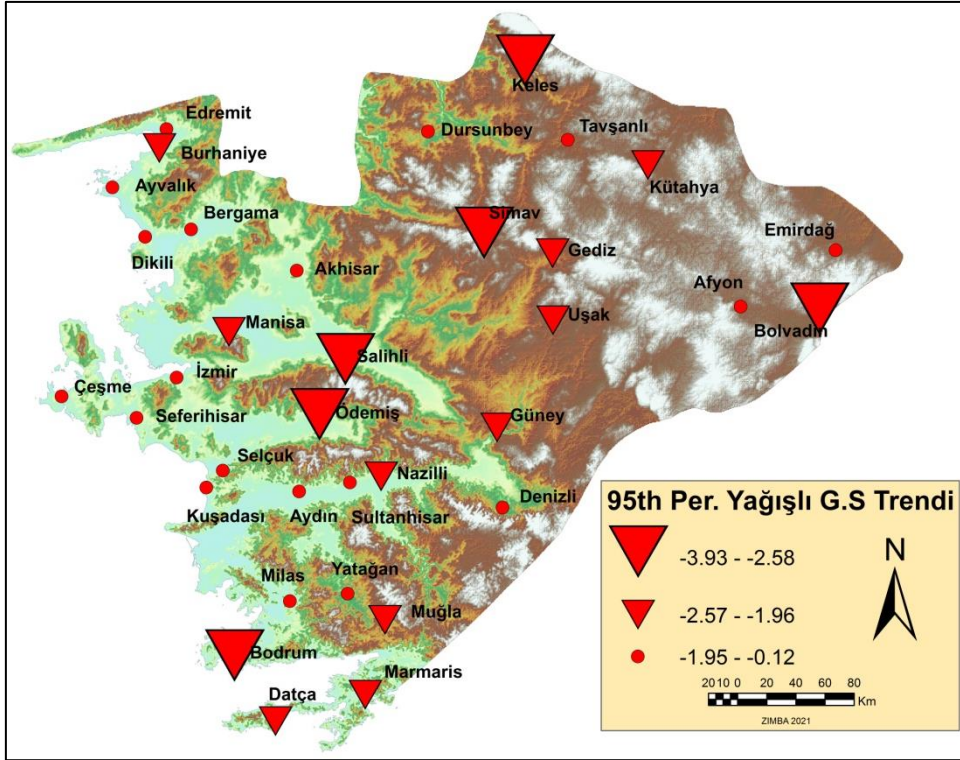
50 mm ve üzeri yağışlı gün sayılarının trendini gösteren harita (Şekil 30) incelendiğinde çalışma sahasının neredeyse tamamında istatistiki olarak anlamlı azalış eğilimleri olduğu aşikardır. Kıyı kesimindeki istatistiki olarak anlamlı trendi olmayan 5 istasyonun 4'ü ise $u(t)$ değerleri incelendiğinde anlamlı eğilim potansiyeli bulunan istasyonlar oldukları anlaşılmaktadır. Çeşme (-1.94), İzmir, Muğla ve Seferihisar (-1.87) istasyonları yüksek $u(t)$ değerleri nedeniyle görmezden gelinmemeli, bu noktalarda henüz anlamlı eğilim olmaması yakın gelecekte de olmayacağı anlamına gelmemektedir. Bunun dışında 50 mm ve üzeri yağışların trendinde anlamlılıktan da en uzak istasyonun -1.31 $u(t)$ değeri ile Marmaris istasyonu olduğu ve Marmaris istasyonunun yüksek şiddetli yağışların en fazla yaşandığı istasyonlardan biri olması gözden kaçırılmamalıdır. 50mm ve üzeri yağışların dağılışı (Şekil 12) ile eğilimleri kıyaslandığında 50mm ve üzeri yağışların en çok yaşandığı alanlarda anlamlı azalış eğiliminin bulunmadığı da altı çizilmesi gereken bir durumdur. 50 mm ve üzeri yağış şiddeti çok istendik bir yağış türü sayılmamakla birlikte yağışlı gün sayılarının analizini içeren indislerindeki genel azalış eğilimi ile birlikte ele alındığında Ege bölgesi için bir kuraklık belirtisi olarak ele alınabilir. İstatistiki olarak anlamlılık derecelerini incelerken bu şiddeteki yağış türünün özellikle iç kesimlerde

oldukça az yaşandığını bu nedenle de analiz sonuçlarındaki oldukça yüksek $u(t)$ değerlerinin sorgulanabilir olduğunu unutmamak gerekir.



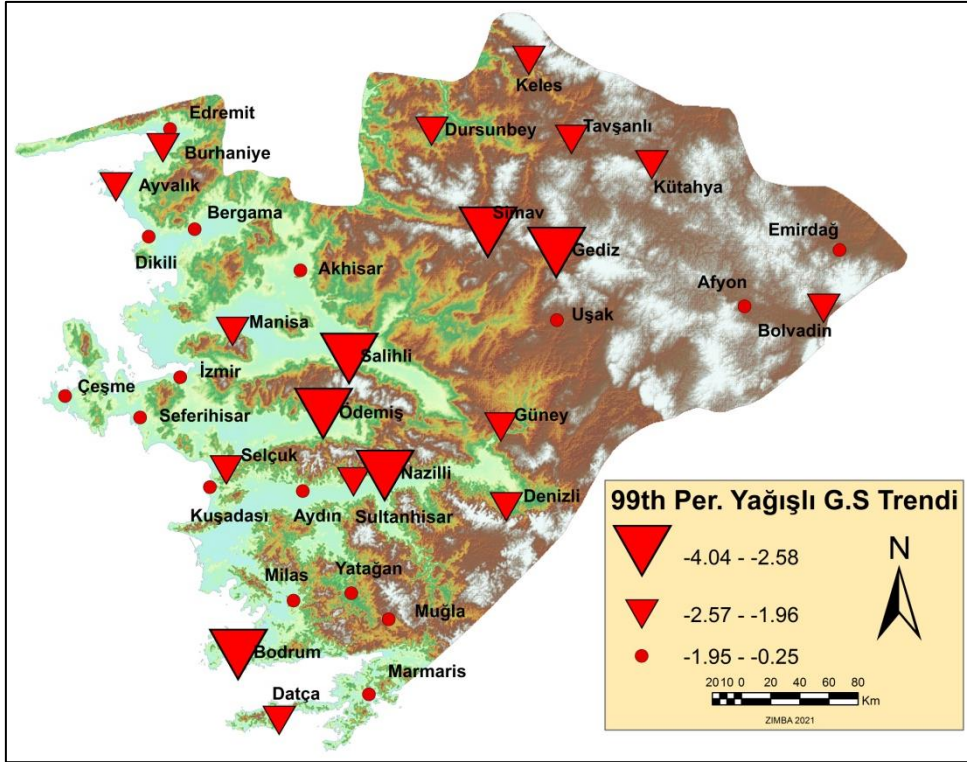
Şekil 31. 90. Persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının eğilimleri

Ekstrem yağış indislerinden olan 90., 95. ve 99. persantil trendleri incelendiğinde Ege Bölgesi genelinde persantil değerlerinde anlamlı trendin yok denecek kadar az olduğu ancak persantillerde gerçekleşen yağışlı gün sayılarında oldukça belirgin eğilimler olduğu görülmüştür. 90. persantilde gerçekleşen yağışlı günlerin eğilimini (Şekil 31) incelediğimizde özellikle iç kesimlerde çok daha fazla belirginleşen ancak kıyı kuşağı da dahil her alanda görülebilen bir azalış eğiliminin mevcut olduğu söylenebilir. Kıyı kuşağında $u(t)$ değeri ile istatistiki olarak anlamlı sayılamayan ancak potansiyel trend olarak görülebilecek istasyonlar; Burhaniye (-1.94), Manisa (-1.83), Aydın (-1.77), Nazilli (-1.64) ve Dikili (-1.61) istasyonlarıdır. Kıyı kuşağının iç kesimlere göre daha yüksek yağışlı karakteri nedeniyle bu alanda anlamlı azalış eğilimleri daha az görülse de gelecekte bu alanlarda da iç kesimlere benzer şekilde yoğun azalış eğilimleri görülmesi muhtemeldir.



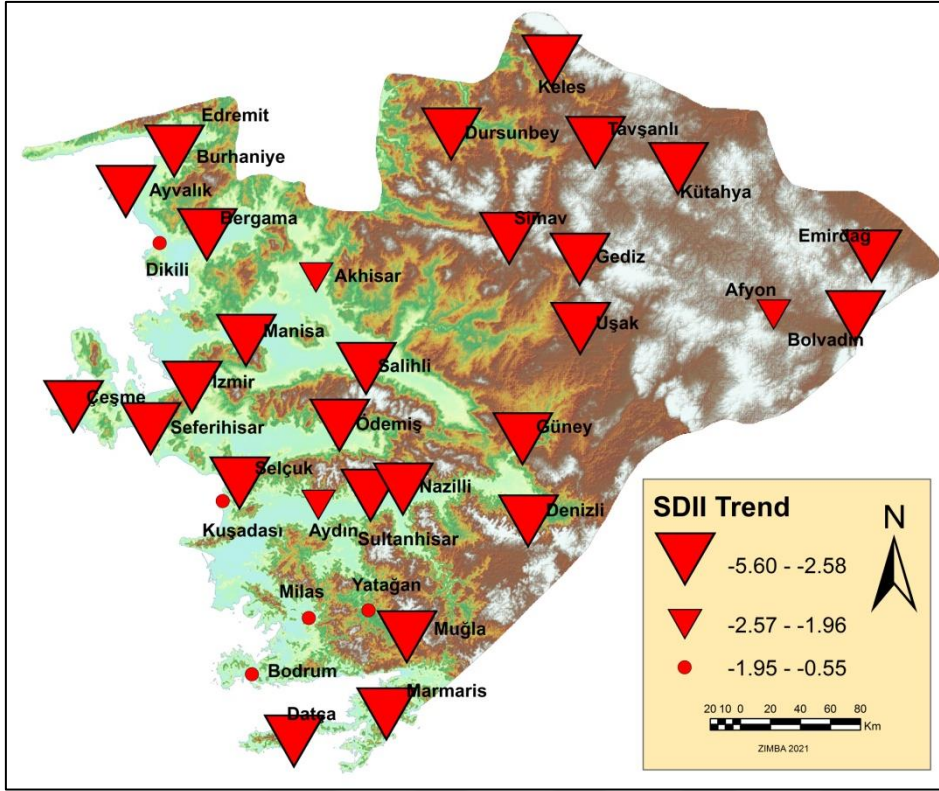
Şekil 32. 95. Persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının trendi

95. persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının eğilimi (Şekil 32) incelendiğinde çalışma alanına yayılmış bir desen görülmektedir. İç kesimlerde anlamlı eğilim yoğunluğu daha fazla olsa da kıyı bölgelerde de Menteşe yöresi de dahil olmak üzere anlamlı azalış olduğu görülmektedir. Yine bölgede $u(t)$ değeri olarak istatistiki anlamlılığın dışında kalan ancak göz ardı edilmesinin doğru olmayacağı istasyonlar mevcuttur ancak sayıları diğer indis eğilimlerine göre oldukça azdır. Bu istasyonlar Denizli ve Dikili (-1.81) istasyonlarıdır. Bölgenin ve hatta Türkiye'nin en yağışlı alanlarından biri olan Güneybatı Ege ve Menteşe yöresinde yağışlı gün sayılarında anlamlı azalışlar görülürken bu alanın kuzeyinde kalan kıyı şeridinde anlamlı azalış eğilimlerinin çok daha az olması dikkat çekicidir.



Şekil 33. 99.Persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarının eğilimi

99.persantilde gerçekleşen yağışlı gün sayılarına (Şekil 33) bakıldığında anlamlı azalış eğiliminin alanda diğer persantillerdeki dağılışa benzer şekilde dağılış gösterdiği görülmektedir. Kıyı kuşağında anlamlı eğilim göstermeyen istasyon sayısı bir miktar daha fazla olsa da iç ve kıyı kesimler arasında çok belirgin bir ayrım olduğunu söylemek mümkün değildir. Yine u(t) değeri ile istatistiki olarak anlamlı olmayan ancak potansiyelinin göz önünde bulundurulması gereken istasyonlar mevcuttur. Bunlar; Muğla (-1.87), Uşak (-1.74) ve Marmaris (-1.70) istasyonlarıdır. Kıyı kuşağından iç kesimlere ilerlerken dağlık alanların başlangıcından itibaren anlamlı azalış eğilimlerinin yoğunluğunun bir miktar arttığı görülmektedir.



Şekil 34. Basit günlük yağış yoğunluğundaki eğilimler

Çalışma sahasındaki basit günlük yağış yoğunluğunun eğilimine bakıldığında (Şekil 34) Ege Bölgesi'nin tamamında ciddi bir azalış eğiliminin hakim olduğu görülmektedir. Anlamlı azalış eğilimi olmayan yalnızca 5 istasyon bulunmaktadır ve bu istasyonların tamamı kıyı şeridinde kalmaktadır. Bu 5 istasyonun içinde Bodrum istasyonu -1.87'lik $u(t)$ değerine sahiptir. Şekil 25'te yer alan SDII dağılışı ile Şekil 34'teki eğilimleri kıyasladığımızda özellikle bölgenin iç kesimlerinde zaten oldukça düşük olan yağış yoğunluğunun aynı zamanda ciddi bir azalış eğilimi içerisinde olması endişe vericidir. SDII haritaları yıllık toplam yağışın yıl içindeki yağışlı gün sayısına bölünmesiyle elde edilir. 0.1mm ve üzeri yağış alan her gün yağışlı gün olarak kabul edilmektedir. Ege Bölgesi iç kesimlerinde yağış şiddetleri oldukça düşüktür, yağışlı günlerin ise fazla olması bu alandaki yağış yoğunluğunun düşük olmasının başlıca nedenidir ancak zaten düşük olan yağış yoğunluğunun oldukça sert bir azalış eğilimi içinde olması gelecekte bu alanlarda yağış yetersizliği ve kuraklık problemlerinin yaşanabileceği anlamına gelmekte ve endişe uyandırmaktadır.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yağış, küresel iklim değışikliği ve iklim değışkenliğinin küresel ve bölgesel ölçekteki etkileri dikkate alındığında en fazla etkilenecek olan iklim elemanlarından bir bölgede yağışın karakterinin anlaşılması, gelecekteki değışiklik ya da değışkenliklere karşı yönetimsel açıdan alınacak önlem ya da planlamalar kapsamında büyük bir bilgi sağlar. Yağış karakterinin bilinmesi aynı zamanda, günümüz koşullarında artan kuraklık olayları ya da son yıllarda sıklıkla karşılaştığımız atmosferik kökenli afetlere karşı hazırlıklı olmak açısından büyük önem arz eder.

Bir bölgenin yağış karakterini anlamak için en önemli kriterlerden biri o bölgedeki yağış şiddetlerinin dağılışını anlamaktan geçer. Toplam yağış miktarı her ne kadar önemli olsa da bu miktarın hangi şiddette gerçekleştiği oldukça önemlidir. Düşük şiddetlerdeki yağışlar hem barajlara katkısı hem de tarımsal faaliyetlerdeki önemi nedeniyle oldukça istenirlerken, Yüksek şiddette gerçekleşen yağışlar sel ve taşkın gibi birçok meteorolojik kökenli afete sebep olmaları ve dahası tarım ürünlerine, canlı yaşamına ve şehir yapılarına verdikleri zarar gibi birçok sebeple çok istenen yağış türleri değildir. Bu bağlamda tez kapsamında Ege Bölgesi'ndeki yağış şiddetleri MGM'ye göre belirlenmiş 6 sınıfta incelenmiş ve düşük şiddetteki yağışların Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde gerçekleşirken, yağış şiddeti arttıkça yaşanan yağışlı günlerin de kıyı bölgelerine doğru artmaya başladığı sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir deyişle yüksek şiddetteki yağışlar daha çok kıyı kuşağında yoğunlaşırken, düşük şiddetli yağışlar iç kesimlerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu sonuç Erlat'ın 1996 yılında Türkiye genelinde yaptığı yağış şiddetleri incelemesi ile uyumludur. Erlat çalışmasında Akdeniz yağış rejiminin görüldüğü alanlarda yağış şiddetlerinin yüksek olduğunu Akdeniz-İç Anadolu rejiminde ise yağışların kar yağışı şeklinde düşmesinin yağış şiddetini azalttığını belirtmiştir. Yine Türkiye genelinde aynı yıl yaptığı iki çalışmasında Çiçek (2001a ve 2001b) yağışların denizel etki ile doğru orantılı olduğunu, karasallık arttıkça yağış şiddetlerinin azaldığını belirtmiş aynı zamanda ülkemizde alçak alanların daha sık ve yüksek şiddetli yağışlar alırken, yükselti arttıkça yağış şiddetlerinin ve sıklığının düştüğünü söylemiştir. Ege Bölgesi'nde yapılan bu tez kapsamında elde edilen sonuçların daha önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Tez kapsamında bölgede belirlenen 9 indis için (PRCPTOT, R1mm, R10mm, R20mm, R50mm, R90p, R95p, R99p, SDII) önce genel dağılım haritaları yapılmıştır. Bu analizler ışığında söylenebilir ki; Ege Bölgesi'nin kıyı ve iç kesimleri arasında hem yağış miktarları hem de yağışlı gün sayıları açısından önemli farklar bulunmaktadır. Kıyı kuşağında bölgenin geri kalanına göre yağış miktarları, şiddetleri ve yağışlı gün sayıları hep daha fazladır. Mevsimlik olarak ele alınan persantil değerlerinde de en yüksek değerler yaz ayları hariç hep kıyı kesiminde özellikle de Menteşe yöresinde tespit edilmiştir. Bununla birlikte yaz aylarında iç kesimlerin persantil değerleri kıyıdan daha fazla olmasına rağmen bu değerlerin diğer mevsimlerdeki en yüksek değerlerin çok altında kaldığı görülmektedir.

İndislerin eğilimlerine bakıldığında özellikle toplam yağış ve 1 mm üzeri yağışlarda anlamlı artış eğilimi bulunmazken, anlamlı azalış eğilimlerinin de oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca azalış eğilimlerinin dikkate değer bir bölümü istatistiki olarak anlamlı sayılamamaktadır. Bu durum Yosef vd. (2019)'nin İsrail'de yaptıkları çalışmalarına benzer bir sonuçtur. Söz konusu çalışmada indislerdeki eğilimlerde genel bir azalış tespit edilmiş ancak bu eğilimler oldukça sınırlı kalmıştır. Morin (2011), yağış verilerinin yüksek doğal varyansının bir sonucu olarak, nispeten yüksek büyüklükteki yağış verileri eğilimlerinin tespit edilme olasılığının düşük olduğunu öne sürmektedir, ayrıca yine Morin (2011) ile Shohami vd. (2011), yağış serileri için önemsiz eğilimlerin, hiçbir değişiklik olmaması yerine henüz tespit edilebilecek kadar büyük olmayan potansiyel değişim olarak yorumlanabileceğini öne sürer. Frei ve Schär (2001) da benzer şekilde, önemli uzun vadeli değişiklikler stokastik dalgalanmalar tarafından maskelenebildiğinden, istatistiksel anlamlılık olmamasının, verilerdeki eğilimlerin yokluğuyla eş anlamlı olmadığını vurgulamaktadır. Bu durum özellikle bu tez kapsamında toplam yağış (PRCPTOT) eğilimleri ve 1 mm ve üzeri yağış eğilimlerindeki zayıf azalış deseniyle yakından ilgilidir.

Tez kapsamında eğilimleri değerlendirilen 9 indisin 2'si dışında ise belirgin azalış eğilimi olduğu görülmektedir. Hiçbir indiste pozitif yönde eğilim olmaması oldukça dikkat çekiciyken, negatif yöndeki eğilimlerin oldukça sert ve çoğunlukla tutarlı bir mekansal dağılım deseni içinde olması bölgenin yaşayabileceği kuraklık problemleriyle ilgili endişe uyandırmaktadır. Bu durum İran'da yaptıkları çalışmalarında Rahimzadeh vd. (2009)'nin indislerin büyük bölümünde belirgin azalış eğilimi tespit etmiş olması ile uyumludur. Yine Yunanistan'da yaptığı çalışmasında Xoplaki (2002) yağışlarda genel bir düşüş eğilimi

gözlemlemiştir. Ayrıca Norrant ve Douguedroit (2006), Seager vd. (2019), ve Tramley vd. (2013) yaptıkları çalışmalarında Akdeniz iklim bölgelerinin yağış eğilimlerinde azalış olduğu ve kuraklıklarda artış yaşandığını belirtmişlerdir.

Buna karşın İran'da Balling Jr vd. (2016)'nin yaptığı çalışmada bölgede artış eğilimleri oldukça belirginken yine Roy ve Balling JR (2004)'ün Hindistanda yaptıkları çalışmalarında yağış indislerindeki artış eğilimlerinin oldukça belirgin olduklarını vurgulamışlardır.

İklim değişikliği ile birlikte dünyanın bazı bölgelerinde kuraklık ve çölleşmeler, bazı bölgelerinde ise şiddetli yağışlar ve fırtınaların artması beklenmektedir. Ayrıca yüksek seviye kuraklıkların yağış dengesinin de bozulmasıyla ekstrem yağışları da beraberinde getirdiği bilinmektedir.

Hem bu tez kapsamında hem de daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında, Ege Bölgesi Akdeniz havzası içinde iklim değişikliği ve değişkenliğine karşı hassasiyetin etkilerinin en belirgin şekilde hissedildiği bölgelerden biridir. Hem yağış miktarlarında hem de yağış şiddetinde yaşanabilecek değişikliklere karşı hassasiyetin yüksek olduğu sahalarda yapılacak sosyoekonomik planlamalarda iklim bilimine gerekli önemin verilmesi elzemdir. İklim elemanlarındaki davranış özelliklerini detaylandırmak ve yerel ölçekteki atmosfer kökenli doğal afetlerin etkilerine karşı gerekli önlemlerin alınması adına planlamalar yapılmalıdır. Bütün doğal kaynakların ve dolayısıyla bütün sosyo-ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak ve korumak adına hem bölgenin tamamında hem de daha yerel ölçeklerde mutlaka ekstrem iklim olaylarının da dikkate alındığı iklim merkezli planlamalar yer almalıdır.

KAYNAKÇA

- Akengin, H., Dölek, İ. ve Özdemir, Y. (2020). Türkiye'nin Denizleri ve Kıyıları, Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası (Ed: Akengin, H. ve Dölek, İ.) 3.Baskı, PEGEM Akademi, Ankara
- Ardos, M. (1996). Türkiye’de Kuaterner Jeomorfolojisi. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Atalay, İ. (1987). Türkiye Jeomorfolojisine Giriş. 2.Basım. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları No. 9, İzmir.
- Atalay, İ. (2010). Uygulamalı Klimatoloji, 1.Baskı, META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir
- Aydın, O. ve Çiçek, İ. (2013). Ege Bölgesi'nde Yağışın Mekansal Dağılımı, Coğrafi Bilimler Dergisi CBD 11 (2), 101-120.
- Bahadır, M. (2011). Ege Bölgesi'nde Yağışın Yüzeysel Dağılım Modellemesi, Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 6/2 Spring 2011, p. 213-228
- Balling Jr, R.C., Kiany, M.S.K., Roy, S.S. and Khoshhal, J. (2016). Trends in Extreme Precipitation Indices in Iran: 1951–2007, Advances in Meteorology v: 2016, Article ID 2456809, 8
- Brogli, B., Sørland, S.L., Kröner, N. and Schär, C. (2019). Causes of future Mediterranean precipitation decline depend on the season, Environ. Res. Lett. 14 114017, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4438>
- Brunetti, M., Maugeri, M. and Nanni, T. (2001). Changes in Total Precipitation, Rainy Days and Extreme Events in Northeastern Italy, International Journal of Climatology, 21, 861-871.
- Çiçek, İ. (2001a). Türkiye'de Günlük Yağış Şiddetleri ve Sıklıkları, Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 8, 27-48
- Çiçek, İ. (2001b). Türkiye'de Mevsimlere Göre Yağış Şiddetleri Ve Sıklıkları, Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma Ve Uygulama Merkezi Dergisi, 8, 1-27, Ankara.

- Çoban, A. (2020). Türkiye'nin İklimi, Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası (Ed: Akengin, H. ve Dölek, İ.) 3.Baskı, PEGEM Akademi, Ankara
- Erinç, S. (1996). Klimatoloji ve Metodları, Alfa Basım Yayım Dağıtım, Genişletilmiş 4.Baskı, İstanbul
- Erlat, E. (1996). Türkiye'de Günlük Yağışların Şiddeti Üzerine Bir inceleme, Ege Coğrafya Dergisi (9), 159-184
- Erlat, E. (2016). İklim Sistemi Ve İklim Değişmeleri, 6.Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir
- Erol, O. (2004). Genel Klimatoloji, 6.Baskı, Çantay Kitabevi, İstanbul
- Erol, O. (2014). Genel klimatoloji, 10.Baskı, Çantay Yayınevi, İstanbul
- Frei, C. and Schär, C. (2001) Detection probability of trends in rare events: theory and application to heavy precipitation in the Alpine region. Journal of Climate, 14(7), 1568–1584.
- Gönençgil, B. (2008). Doğal süreçler açısından iklim değişikliği ve insan, Çantay Yayınevi, İstanbul
- Hoerling, M., Eischeid, J., Perlwitz, J., Quan, X., Zhang, T. and Pegion, P. (2012). On the Increased Frequency of Mediterranean Drought, Journal Of Climate (25), 2146-2161
- Karabulut, M. ve Topuz, M. (2019). Mersin'de Yağışlı Gün Sayısı Değişiyor Mu?, 2.Uluslararası Mersin Sempozyumu 2 Bildiriler Kitabı, 91-106.
- Karahan, H. ve Özkan E. (2013). Ege Bölgesi Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışları İçin En Uygun Dağılımlar, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 19, Sayı 3, 2013, Sayfalar 152-157
- Kişi Ö. ve Ay M. (2014). 'Comprasion of Mann-Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kızılırmak River, Turkey', Journal of Hidrology, 513, 362-375.
- Koç, T. ve İrdem, C. (2007). Türkiye'de Yağışların Şiddet Bakımından Zamansal Ve Alansal Değişkenliği, Türk Coğrafya Dergisi, 49, 1-42

- Koçman, A. (1992). Ege Ovalarında İklim Koşullarının Çevresel Etkileri, Ege Coğrafya Dergisi (6), 33-45
- Koçman, A. (1993a). İnsan Faaliyetleri ve Çevre Üzerine Etkileri Açısından Ege Ovalarının İklimi, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 73, İzmir
- Koçman, A., (1993b). Türkiye İklimi, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 83, İzmir
- Koçman, A., Işık, Ş. ve Mutluer, M. (1995). Ege Ovalarında Yağış Değişkenliği ve Kuraklık Sorunu, Ege Coğrafya Dergisi (8), 25-36
- Kum, G. ve Gönençgil, B. (2018). Tourism Climate Comfort of Turkey's Southwestern Seasides. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 17 (1), 70-87. DOI: 10.21547/jss.341541.
- Lacressonnière, G., Peuch, V.H., Vautard, R., Arteta, J., Déqué, M., Joly, Mathieu Josse, B., Marecal Virginie and Saint-Martin, D.. (2014). European air quality in the 2030s and 2050s: Impacts of global and regional emission trends and of climate change. Atmospheric Environment. 92. 348–358. 10.1016/j.atmosenv.2014.04.033.
- Morin, E. (2011) To know what we cannot know: global mapping of minimal detectable absolute trends in annual precipitation. Water Resources Research, 47(7).
- Norran, C. and Douguedroit, A. (2016). Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000), Theor. Appl. Climatol. 83, 89–106 (2006) DOI 10.1007/s00704-005-0163-y
- Rahimzadeh, F., Asgari, A. and Fattahi, E. (2009). Variability Of Extreme Temperature And Precipitation In Iran During Recent Decades, Int. J. Climatol. 29: 329–343
- Roy, S.S. and Balling Jr, R.C. (2004). Trends In Extreme Daily Precipitation Indices In India, Int. J. Climatol. 24: 457–466
- Seager, R., Osborn, T. J., Kushnir, Y., Simpson, I.R., Nakamura, J. and Liu, H. (2019). Climate Variability and Change of Mediterranean-Type Climates, Journal Of Climate (32), 2887-2915

- Shohami, D., Dayan, U. and Morin, E. (2011) Warming and drying of the eastern Mediterranean: additional evidence from trend analysis. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 116
- Sönmez, E. ve Dölek, İ. (2020). Türkiye'nin Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri, Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası (Ed: Akengin, H. ve Dölek, İ.) 3.Baskı, PEGEM Akademi, Ankara
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri, *TJK Bülteni*, 24, 2, 119-130.
- Şen, Z. (2002). İstatistik Veri İşleme Yöntemleri (Hidroloji ve Meteoroloji), Su Vakfı Yayınları, İstanbul
- Topuz, M., Feidas, H. ve Karabulut, M. (2020). Trend analysis of precipitation data in Turkey and relations to atmospheric circulation:(1955-2013). *Italian Journal of Agrometeorology*, (2), 91-107.
- Tramblay, Y., El Adlouni, S. and Servat E. (2013). Trends And Variability İn Extreme Precipitation Indices Over Maghreb Countries, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 3235–3248
- Türkeş, M. (2004). İklimsel ve Atmosferik Verilerin Türdeşlik ve Rasgelelik Çözümlemesi. DMİGM Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi, Ankara, 39 ss.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37
- Türkeş, M. (2010). Klimatoloji ve Meteoroloji, 1.Baskı, Kriter Yayınevi, İstanbul
- Türkeş, M. (2011). Akhisar ve Manisa Yörelerinin Yağış ve Kuraklık İndisi Dizilerindeki Değişimlerin Hidroklimatolojik ve Zaman Dizisi Çözümlemesi ve Sonuçların Çölleşme Açısından Coğrafi Bireşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (1) , 79-99 . DOI: 10.1501/Cogbil_0000000119
- Xoplaki, Elena. (2002). Climate Variability over the Mediterranean, Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern
- Yılmaz, E. (2018). Türkiye'de aylık yağış eğilimleri, yağış kaymaları ve yağış Eğilim Rejimleri (1971-2010) (Monthly Precipitation Trends, Precipitation Temporal

- Shifts and Precipitation Trends Regimes in Turkey (1971–2010)) (November 13, 2018). *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2066-2091
- Yılmaz, E. (2019). Türkiye’de aylık ve yıllık su noksanları ve su fazlalarındaki eğilimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (72), 65-83. DOI: 10.17211/tcd.532668.
- Yılmaz, E. (2020). Türkiye’de Thornthwaite İklim İndislerindeki Eğilimler. *Coğrafya Dergisi*, (40), 163-185. DOI: 10.26650/JGEOG2019-0005.
- Yılmaz, E. ve Darende, V. (2021). Türkiye’de yağış ölçümü yapılan manuel-otomatik meteoroloji gözlem istasyonu verilerinin karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 53-66
- Yosef, Y., Aguilar, E. and Alpert, P. (2019) Changes In Extreme Temperature And Precipitation Indices: Using An Innovative Daily Homogenized Database In Israel, *International Journal of Climatology*, 1–24.
- Zhang, X. (2005). Trends In Middle East Climate Extreme Indices From 1950 To 2003, *J. Geophys. Res.*, 110, D22104, doi:10.1029/2005JD006181

