

Araştırma Makalesi/Research Article**Sakarya Nehri Havzası'nda Sıcaklık, Yağış ve Akarsu Rejiminde Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi¹****Rümeysa ER¹**, **Ayşe ATALAY DUTUCU²**

¹ Bu çalışma Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ATALAY DUTUCU'nun danışmanlığında hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi.
E-posta: rumeysaer@gmail.com

³ Dr. Öğretim Üyesi., Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı. E-posta: aatalay@sakarya.edu.tr

Anahtar Kelimeleri

Sakarya Nehri, sıcaklık, yağış, akım.

Key Words

The Sakarya River, temperature, precipitation, streamflow.

Sorumlu vazar/Corresponding Author

Rümeysa Er, Yüksek Lisans Öğrencisi,
Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler
Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı,
Sakarya, Türkiye

Email: rumeysaer@gmail.com

Geliş/Received: 26.02.2020

Kabul/Accepted: 11.04.2020

Öz

Bu çalışmada Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Sakarya Nehri Havzası'nda sıcaklık, yağış ve akım miktarlarında ve rejimlerinde yıllar içerisinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bunun için mevcut seri setinin gözlem süresi (1965-2011) 3 döneme ayrılarak incelenmiş ve bu dönemlere ait sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Havzada yer alan 5 akım gözlem istasyonuna ait aylık akım verileri ve meteoroloji istasyonlarına ait aylık sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak grafikler ve tablolar oluşturulmuştur. Yapılan zamansal analizlere göre sıcaklıklarda artış eğilimi tespit edilmiştir. 3 dönemden sonuncusu olan 1995-2011 yılları arasının en sıcak dönem olduğu söylenebilir. Özellikle bu dönemde yaz ayları sıcaklık ortalamaları daha da yükselmiştir. Yağışta meteoroloji istasyonlarından 3 tanesi (Sivrihisar, Polatlı, Eskişehir Bölge) İç Anadolu Yağış Rejimi, 2 tanesi (Geyve, Bolu) Marmara Yağış Rejimi içerisinde yer almaktadır. Sivrihisar'ın yağış rejiminde 1995-2011 döneminde değişiklik vardır. Yağış özellikleri bu dönemde Akdeniz-İç Anadolu Geçiş Tipine benzemiştir. Bolu ise 1980-1994 döneminde Karasal Yağış Rejimi 1'e yakınlık göstermektedir. Diğer 3 meteoroloji istasyonunun yağış rejimlerinde herhangi bir değişiklik yoktur. Akım gözlem istasyonlarının akım miktarlarında genel olarak azalış gözlenmektedir. Ancak rejim değişikliğine rastlanmamıştır.

Examination of Changes in Temperature, Rainfall and Stream Regime in Sakarya River Basin**Abstract**

In this study, changes in temperature, rainfall and flow amounts and regimes in the Sakarya River Basin in northwest of Turkey over the years were examined. For this, the observation time of the current series set (1965-2011) was divided into 3 periods and the results of these periods were compared with each other. Graphs and tables have been created by using monthly flow data of 5 stream observation stations in the basin and monthly

Önerilen Atıf/Suggested Citation:

Er, R. & Atalay Dutucu, A. (2020). Sakarya Nehri Havzası'nda Sıcaklık, Yağış ve Akarsu Rejiminde Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 127-143

temperature and precipitation data of meteorology stations. According to the temporal analysis, the tendency to increase in temperatures was determined. It can be said that it is the hottest period between 1995-2011, which is the last of the three periods. Especially during this period, the average temperatures in the summer rose even more. 3 of the meteorology stations (Sivrihisar, Polatlı, Eskişehir Region) are located in the Central Anatolian Rainfall Regime and 2 (Geyve, Bolu) Marmara Rainfall Regime. There is a change in Sivrihisar's precipitation regime in the period of 1995-2011. Precipitation characteristics resembled the Mediterranean-Central Anatolian Transition Type in this period. Bolu, on the other hand, shows a close proximity to the Terrestrial Rainfall Regime 1 in the 1980-1994 period. There is no change in precipitation regimes of the other 3 meteorology stations. Generally, there is a decrease in the flow amounts of the stream observation stations. However, no regime change was observed.

1. GİRİŞ

İklim sistemi Yerkürenin başlangıcından itibaren doğal etmenlere bağlı olarak değişme eğilimindedir. Bu doğal etmenler Milankovitch Döngüleri olarak adlandırılan Yerkürenin yörüngesinde belirli zaman aralıklarında meydana gelen değişiklikler, volkanik faaliyetler, plaka tektoniği, okyanus akıntılarıdır. Atmosfer salınımları da global ölçekte iklim elemanlarında değişikliğe yol açmaktadır. Kuzey Atlantik Salınımı ve El Niño-Güneyli Salınım en çok bilinen atmosfer salınımlarındandır.

Güneyli Salınım ve sıcak El Niño suları, ENSO (El Niño-Güneyli Salınım) olarak nitelendirilen aynı iklim olayının bir parçasıdır. ENSO olayları küresel ölçekte değişikliğe yol açsa da Kuzey Yarımküre üzerindeki etkileri Güney Yarımkürenin tropikal kuşağındaki kadar olmamaktadır. ENSO olayları, normal ya da soğuk (La Niña) koşullarda yüksek basıncın güneydoğu Pasifik üzerinde ve alçak basıncın Endonezya üzerinde yerleşmesi ve El Niño koşullarında Endonezya alçak basıncına bağlı yükselici hareketlerin Orta Pasifik'e kayması ile tanınmaktadır. Normal ve El Niño koşullarındaki basınç dağılışı, bölgesel ortalama sıcaklık ve yağış koşullarındaki değişiklikleri yönlendirerek, rüzgâr ve okyanus dalgalanmalarının değişimi ile sonuçlanmaktadır. Hava olaylarının kaydedilmeye başlandığı 1877 yılından beri, El Niño (sıcak olaylar) her 2-5 yılda oluşmuştur (Türkeş vd., 1996). 1998'de küresel iklim sistemi Güneyli Salınımın hem sıcak (El Niño) hem de soğuk (La Niña) uç olaylarından etkilenmiştir. Buna karşın, El Niño olayı, bundan önceki küresel rekor yılı olan 1997'de olduğu gibi, 1998'de de küresel rekor ısınmaya katkıda bulunan ana etmen olarak kabul edilmektedir (Türkeş vd: WMO, 1999).

Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ise İzlanda alçak basıncı ile Azor dinamik yüksek basıncı arasında hava kütlelerinin meridyonel değişimidir. Özellikle Batı Avrupa'nın iklim koşulları üzerinde belirleyici etkilere sahiptir. Bu salınım Kuzey Yarımkürenin iklimsel değişkenliğini etkileyen önemli bir etkidir ve özellikle kış aylarında önem kazanır. Ülkemiz iklimi üzerinde de etkili olan NAO ile bağlantılı bölgesel iklim anomalilerini değerlendirmek amacıyla indisler geliştirilmiştir. İndis değerinin +1 ve daha büyük olması durumunda Kuzey Atlantik Salınımı kış indisi kuvvetli pozitif, -1 ve daha az olması durumunda ise kuvvetli negatif olarak değerlendirilir. İndisin kuvvetli pozitif evresinde batı rüzgârları kuzeye kayar ve Atlas Okyanusu üzerindeki nemli-sıcak hava kütlelerini İskandinavya ve Kuzey Avrupa'ya taşır. Bu sebeple Akdeniz Havzası'nın da içinde bulunduğu bazı bölgeler batı rüzgârlarının taşıdığı nemli hava akımlarından yararlanamadığından bu alan üzerinde etkili olan kuzeyli hava akımları özellikle kış mevsiminin daha kurak ve soğuk geçmesine neden olur. NAO indisinin kuvvetli negatif evresinde, batı rüzgârları bu sefer güneye kayar ve ülkemizin de içerisinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda daha yağışlı ve nemli koşullar yaşanır (Erlat, 2010).

Son zamanlarda özellikle sanayi devriminden bu yana atmosfere bırakılan sera gazlarında artış yaşanmaktadır. Bu sera gazları (su buharı, CO₂, CH₄, N₂O VE O₃) yeryüzünden atmosfere geri salınan uzun dalga boylu yer ışınımına karşı az geçirgendir. Bundan dolayı atmosfere salınan

sera gazlarındaki artış Yerküre sıcaklığının artmasına neden olmakta bu da iklim değişikliği ile sonuçlanmaktadır.

İklimdeki doğal değişimlere ek olarak insan etkinliklerinin de küresel iklim sistemini etkilediği Antroposen olarak adlandırdığımız dönemde iklim sistemindeki değişimin en belirgin göstergesi 20.yüzyılın özellikle ikinci yarısında sıcaklıklarda küresel ölçekte gözlenen artma eğilimidir. Paleoklimatik kanıtlar, 20.yüzyılda yaşanan ısınma eğiliminin son 10 bin yılda hiç görülmemiş hız ve büyüklükte gerçekleşmekte olduğunu göstermektedir. Doğal nedenlerle açıklanamayan bu ısınma eğilimi günümüzde “insan kaynaklı iklim değişikliği/küresel ısınma” olarak tanımlanmaktadır (Erlat, 2010). İnsan etkisi IPCC 1. Çalışma Grubu 5. Değerlendirme Raporu’na göre, atmosfer ve okyanus ısınmasında, hidrolojik döngüdeki değişikliklerde, kar ve buzdaki azalmalarda, buzullardaki erimeye bağlı olarak küresel ortalama deniz düzeyinin yükselmesinde ve bazı aşırı iklim olaylarındaki değişikliklerde bulunmaktadır (Türkeş vd., 2013). Orta enlem ve kutupsal kar örtüsü, kutupsal kara ve deniz buzları ile orta enlemlerin dağ buzulları eriyerek alansal ve hacimsel olarak azalırken, gel-git ve deniz düzeyi ölçerlerinin gözlem kayıtlarına göre küresel ortalama deniz düzeyi, 20.yüzyılda yaklaşık 0.17m (0.12-0.22 m arasında) yükselmiştir (Türkeş: Solomon vd., 2007). İnsan etkisinin kanıtları, IPCC 4. Değerlendirme Raporu’ndan (AR4) beri artmıştır. Çok yüksek olasılıkla (%95-100), insan etkisi 20.yüzyılın ortasından beri (1951-2010 döneminde) gözlenen ısınmanın egemen nedeni olmuştur (Türkeş vd., 2013).

Bilim adamları modern klimatik kayıtların başlangıcı olarak tanımladıkları 1880 yılından itibaren küresel sıcaklıkların önemli oranda değiştiğini ifade etmektedirler (Turoğlu: Hansen, 2012). Hava sıcaklıklarında yükselme, kuraklıkta artış, buzullarda meydana gelen küçülme, doğal felaketlerde artış, buzulların erimesi ve buna bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesi, yağış rejimlerinde farklılaşma küresel ısınmanın göstergeleri olarak görülmektedir.

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin etkileri yalnız küresel olmadığı gibi, bunlarla da sınırlı değildir. Geçmişteki iklim değişikliklerinde olduğu gibi, gelecekte de bölgesel ve zamansal farklılıklar oluşabilecektir: Örneğin, gelecekte Dünya’nın bazı bölgelerinde kasırgalar, kuvvetli yağışlar ile onlara bağlı seller ve taşkınlar gibi meteorolojik afetlerin şiddetlerinde ve sıklıklarında artışlar olurken, bazı bölgelerinde uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar ve bunlarla ilişkili yaygın çölleşme olayları daha fazla etkili olabilecektir (Türkeş vd., 2000). Türkiye bulunduğu coğrafi konuma bağlı olarak subtropikal kuşakta, Akdeniz makro klima tipinin alanı içerisindedir. Bu alanda makro iklim koşullarını Akdeniz Havzası’nda egemen olan genel atmosfer sirkülasyonu ve yıl içerisindeki değişimleri belirler. Ancak yükselti, orograf ve karasallık gibi fiziki coğrafya etmenlerine bağlı termik ve dinamik değişiklikler de bölgesel ve yerel iklim özelliklerini oluşturur (İkiel, 1998). Türkiye, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır (Türkeş vd: Türkeş, 1994).

Dünya’da eşit bir dağılım göstermeyen su kaynaklarının önemi giderek artmaktadır. Yaşam ve canlılar için gerekli olan su, insanlar için de zorunludur. Küresel iklim değişikliği dikkate alındığında Dünya çok tehlikeli bir su felaketi senaryosuyla karşı karşıya kalabilir (İkiel ve Atalay, 2007). Bu iklim değişikliğinin bir sonucu olarak sıcaklık ve özellikle yağış miktarlarında meydana gelecek değişikliklerin su kaynakları üzerinde önemli etkiler yapacağı düşünülmektedir. Bunun sonucunda da akarsuların su seviyelerinde değişiklikler meydana gelecek ayrıca yağışın zamansal değişimi akarsu rejimini etkileyecektir. İklim, litolojik özellikler, jeomorfolojik özellikler, yer altı suyu ve kaynaklar, göller, bitki örtüsü gibi faktörler akarsu akımına etki etmektedir. Bu faktörlerden iklim akarsuların akım miktarında doğrudan

etkilidir. Yeryüzüne düşen yağış miktarı akarsuların akım miktarını etkiler. Ayrıca akarsuyun su kaybında en önemli rolü oynayan etken buharlaşma ve evapotranspirasyondur. Yani iklimin iki önemli elemanı olan yağış ve sıcaklığın akarsu akım miktarları üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada Sakarya Nehri Havzası'nda sıcaklık, yağış ve akım miktarları ve rejim özelliklerinde zaman içerisinde meydana gelen değişiklikler incelenmiş, akım ile iklim elemanlarının uzun yıllık gidişi arasındaki ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma için Sakarya Nehri Havzası'nda yer alan akım gözlem istasyonlarına ait aylık ortalama akım verileri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Seçilen akım gözlem istasyonlarından E12A021 ve E12A026 numaralı akım gözlem istasyonlarına ait 2011 yılına kadar verilerin mevcut olması, diğer istasyonlarında 2019 yılına kadar verileri süreklilik sağlamadığı için çalışma 1965-2011 yılları ile sınırlandırılmıştır. Seçilen akım gözlem istasyonları E12A024 (Aktaş), E12A021 (Doğançay), E12A037 (Dokurcun), E12A026 (Meşecik) ve D12A054 (Eşenkara) numaralı istasyonlardır.

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Akım Gözlem İstasyonlarına Ait Bilgiler

İstasyon No	İstasyon Adı	Kot (m)	Enlem	Boylam
E12A024	Aktaş	837	39°19'	31°20'
E12A021	Doğançay	41	40°37'	30°19'
E12A037	Dokurcun	286	40°34'	30°51'
E12A026	Meşecik	635	39°49'	31°56'
D12A054	Eşenkara	807	39°43'	30°25'

Meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış verileri ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu meteoroloji istasyonları 17662 (Geyve), 17726 (Sivrihisar), 17728 (Polatlı), 17070 (Bolu), 17126 (Eskişehir Bölge) numaralı istasyonlardır. Meteoroloji istasyonlarında da 1965-2011 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Sıcaklık, yağış ve akım miktarlarında ve rejimde meydana gelen değişimleri görebilmek için 1965-2011 yılları gözlem süresi birbirine yakın 3 döneme ayrılarak grafikler oluşturulmuştur. 17070 numaralı Bolu meteoroloji istasyonu havza sınırları dışında kalmasına rağmen Dokurcun akım gözlem istasyonuna en yakın uzun dönem verisi bulunan istasyon olması sebebiyle akım ve yağış miktarları arasındaki ilişkiyi görebilmek için çalışmaya dahil edilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarına Ait Bilgiler

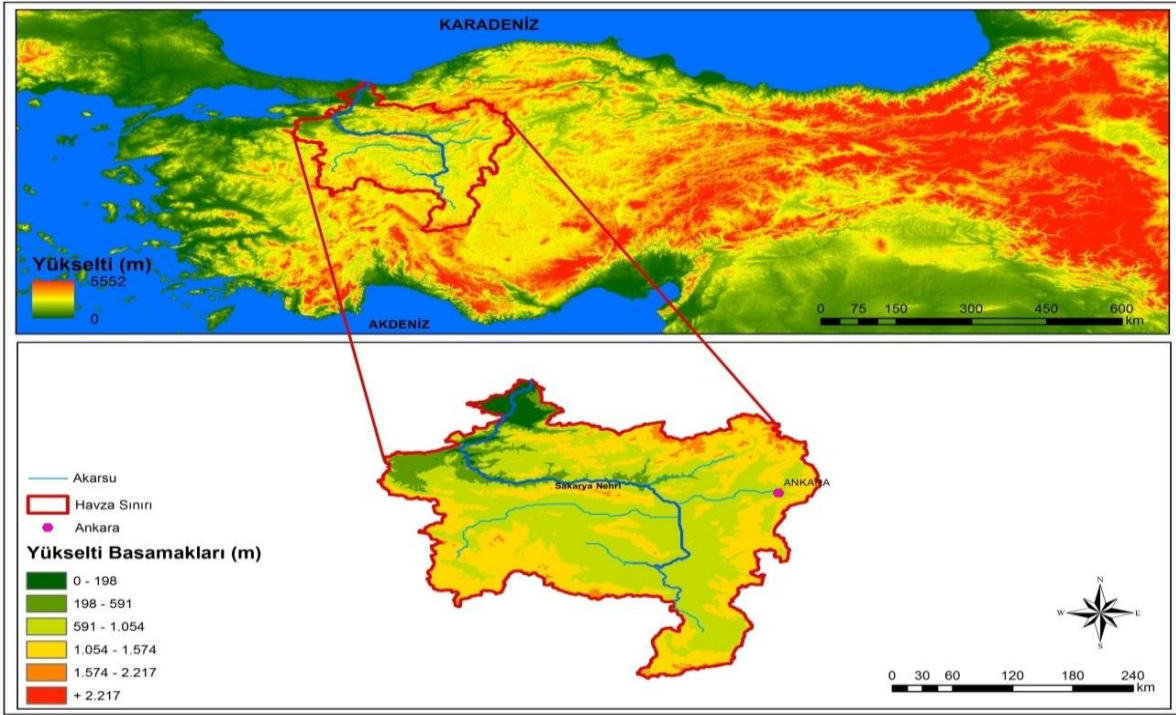
İstasyon No	İstasyon Adı	Kot (m)	Enlem	Boylam
17726	Sivrihisar	1070	39° 27'	31° 32'
17662	Geyve	100	40°31'	30°17'
17070	Bolu	743	40°43'	31°36'
17728	Polatlı	886	39°35'	32°09'
17126	Eskişehir Bölge	801	39°45'	30°33'

2.1. Çalışma Alanı

Sakarya Nehri Türkiye'nin en büyük akarsuların biridir. Havzası 58.160 km²'dir ve ülkenin kuzeybatısında yer alır. Türkiye'nin %7'sini kaplar (Atalay ve İkiel, 2007). "Sakarya Havzası

Marmara, Ege, Karadeniz ve İç Anadolu Bölgelerinin belli bir kısmını içine alır. Batıda Susurluk, güneyde Akarçay ve Büyük Konya Kapalı Havzaları, doğuda Kızılırmak ve Batı Karadeniz Havzaları ile çevrilidir. Havzanın ortalama yüksekliği 508.62 m'dir" (Büyükyıldız, 2004). Oldukça geniş bir alanı kaplayan Sakarya Nehri Havzası Sakarya ve Eskişehir illerinin tamamını içerisine alır. Bilecik İli'nin de çok büyük bir kısmı havza içerisindedir. Bunların yanında Ankara, Uşak, Afyonkarahisar, Konya, Kütahya, Bolu, Bursa, Çankırı, Düzce ve Kocaeli'nde Sakarya Havzası içerisine giren diğer illerdir. Porsuk Çayı, Ankara Çayı, Göksu Çayı ve Mudurnu Çayı Sakarya Nehri'nin büyük kollarını oluşturur. En uzun akarsularımızdan biri olan Sakarya Nehri Eskişehir'in Çifteler ilçesi yakınlarından doğup birçok kolu kendisine kattıktan sonra Sakarya'nın Karasu ilçesinde Karadeniz'e dökülür.

Şekil 1: Çalışma Sahasının Lokasyon Haritası



Yukarı Sakarya Havzası'nın kuzeyinde güneydoğu-kuzeybatı yönünde uzanan Sivrihisar Dağları bulunmaktadır. Sivrihisar Dağları'nın çekirdeği mermer, granit ve gnayslardan oluşmuştur (Güngördü, 2003). Doğu-batı yönünde uzanış gösteren Orta Sakarya Vadisi Sündiken ve Göynük Dağları arasında yer yer 800-900 metre derinliğinde açılmış bir oluk vadidir (Yazıcı, 1998). "Orta Sakarya Vadisi'nde genel olarak II. ve III. Jeolojik dönemlere ait formasyonların hâkim olduğu görülmektedir. İnceleme sahasında görülen en eski formasyon I. Jeolojik döneme aittir. Bilecik'in orta ve güneyinde ve Söğüt çevresinde Paleozoik metamorfik kayalara rastlanılmaktadır" (Yılmaz, 2008). Orta Sakarya Vadisi'nin Sarıyar Barajı'nın batısından Yenice'ye kadar olan yaklaşık 60 km'lik kısmı yapı ve litoloji olarak en sade bölümünü oluşturur. Orta Sakarya Vadisi'nin bu bölümünde jeolojik yapıda metamorfik şistlerden oluşan bir kütle hakimdir (Bilgin, 1990). "Kuzeyden güneye, batıdan doğuya doğru yükseltisi artan Aşağı Sakarya Havzası'nın kuzey bölümü, belirgin tektonik alçalım alanlarına karşılık gelen ve deniz düzeyine çok yakın seviyelerde uzanan alüvyal ovalar arasında yüksek dağlar yer alır. Bu havzanın Karadeniz'e yakın olan kesimlerinde ise deniz kenarında birdenbire yükselen 100-200 metrelerde uzanan hafif dalgalı düzlükler ve bunların güneyinde de 700-800 metrelere çıkan tepelik alanlar vardır" (Tuncer vd., 2010).

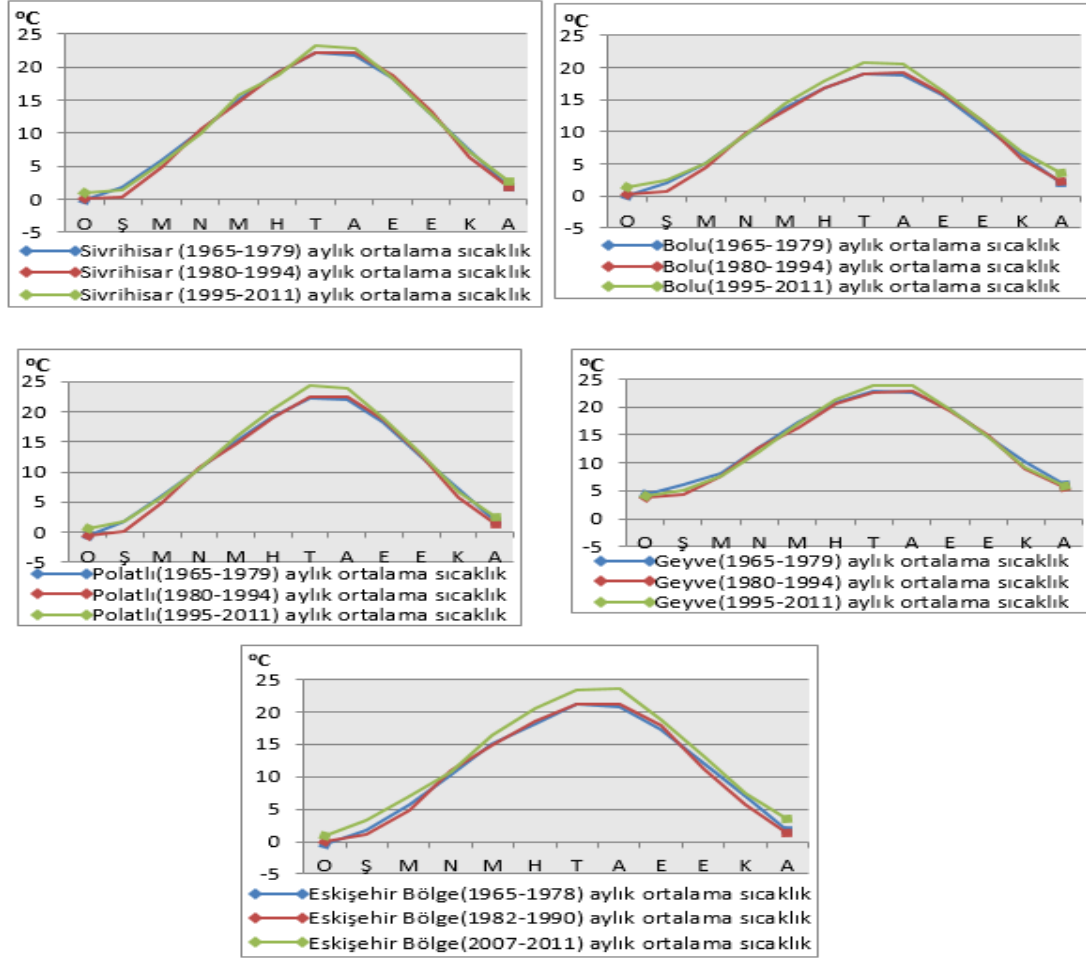
3. BULGULAR

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak iklim elemanlarından yağış ve sıcaklıkta önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Yağış miktarları ve yağış rejiminde oluşacak değişikliklerin akarsuların akım ve rejim özellikleri üzerinde de değişiklikler yapacağı tahmin edilmektedir. Bu bölümde akım gözlem istasyonlarına ait aylık akım verileri ve meteoroloji istasyonlarının aylık yağış ve sıcaklık verileri incelenerek sıcaklık, yağış ve akım miktarında ve rejimlerinde meydana gelen değişiklikler tespit edilmeye çalışılmıştır. “1880-2011 yılları periyodunda, küresel ölçekte yaşanan en sıcak 10 yılın 9’u 2000 yılından sonra gerçekleşmiştir” (Turoğlu: NASA, 2012). İklim değişikliğiyle bağlantılı bazı çalışmalarda da (Turoğlu, 2014a; Turoğlu, 2014b) bu konu dikkate alınarak 15’er yıllık dönemler belirlenerek çalışma gerçekleştirilmiştir. 1965-2011 yıllarını kapsayan bu çalışmada da benzer bir yol izlenerek çalışmayı kapsayan yıllar 3 döneme ayrılmıştır. Bu dönemler 1965-1979, 1980-1994, 1995-2011 dönemleridir. Meteoroloji istasyonlarından Eskişehir Bölge’nin verilerinde eksiklik olması dolayısıyla bu istasyon 1965-1978, 1982-1990, 2007-2011 dönemlerine ayrılmıştır. Ayrıca Sakarya Nehri’nin rejiminde tespit edilen değişimler ile iklim elemanları arasında bağlantı kurulmaya çalışılacağından Eşenka AGİ’ye ait gözlem süreleri de Eskişehir Bölge’ye benzetilmiştir.

3.1. Sakarya Nehri Havzası’nda Sıcaklıklarda Görülen Değişimlerin İncelenmesi

Sivrihisar meteoroloji istasyonunun dönemlere ait yıllık ortalama sıcaklıklarına göre 1995-2011 dönemi 11,6°C ile en sıcak dönem olmuştur. Yıllık sıcaklık ortalamasının en düşük olduğu dönem 11,1°C ile ikinci dönem olan 1980-1994 dönemidir.

Şekil 2. Meteoroloji İstasyonları Aylık Ortalama Sıcaklık Miktarları Grafikleri (°C)



Temmuz ve Ağustos ayı sıcaklıkları ilk dönemden başlayıp devamlı artış göstermiştir. 1995-2011 döneminin en sıcak dönem olması yaz aylarındaki bu artışın payı büyüktür. 22,2°C sıcaklık ile Temmuz ayı 1965-1979 döneminde en sıcak aydır. 1980-1994 döneminde yine 22,2°C ile Temmuz ve Ağustos maksimum sıcaklığın görüldüğü aylardır. 1995-2011 döneminde maksimum sıcaklık değeri önceki dönemlere göre yükselerek 23,3°C'ye çıkmış ve Ağustos ayında görülmüştür. Aylık sıcaklık ortalamalarına göre en soğuk ay Ocak ayıdır. Bu istasyonda yaz aylarında son dönemde görülen artışın dışında diğer aylarda dönemler arası pek bir farklılaşma yoktur.

Geyve meteoroloji istasyonunda en yüksek sıcaklıklar Temmuz-Ağustos aylarında, en düşük sıcaklıklar ise Ocak ayında görülür. 22,9°C sıcaklıkla Temmuz ayı 1965-1979 döneminde en sıcak ay olmuştur. 1980-1994 ile 1995-2011 dönemlerinde en sıcak ay Ağustos'tur. 1995-2011 döneminin en sıcak ayı olan Ağustos ayı sıcaklık değeri 23,9°C ile diğer iki dönemin maksimum sıcaklıklarından daha yüksektir. Yıllık ortalama sıcaklık miktarlarına göre 1965-1979 dönemi olan ilk dönem 13,7°C ile sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu dönemdir. Ancak 1995-2011 dönemi sıcaklığı 13,6°C ile buna çok yakındır. En düşük sıcaklıklar tüm dönemlerde Ocak'a denk gelmiştir. Geyve sıcaklık grafiğine göre 1995-2011 döneminde yaz ayları sıcaklık ortalamalarında artış görülür. İkinci dönemde ise kış ayları sıcaklıkları düşüş göstermiştir. "Geyve'de Akdeniz iklimi kadar sıcak olmayan, kışları da Karadeniz iklimi kadar yağışlı ve serin geçmeyen Yarı Nemli Marmara iklimi hüküm sürmektedir" (Ustaoglu ve İkiel, 2007).

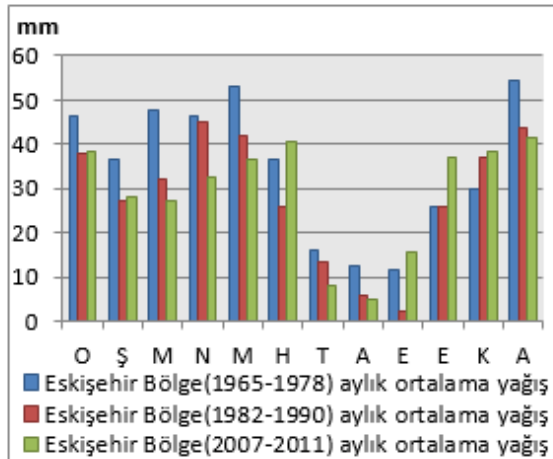
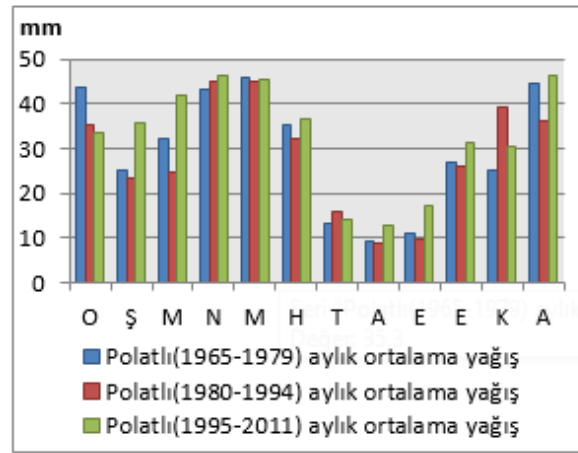
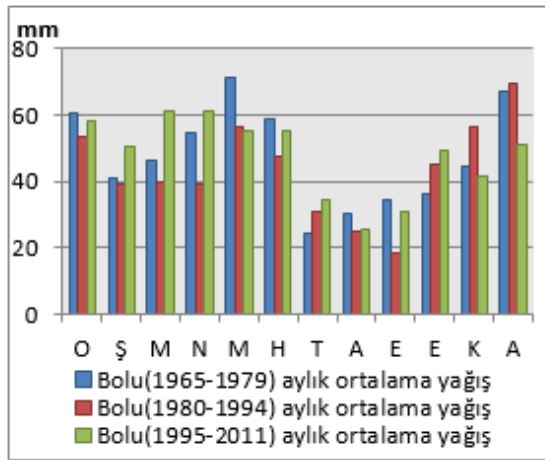
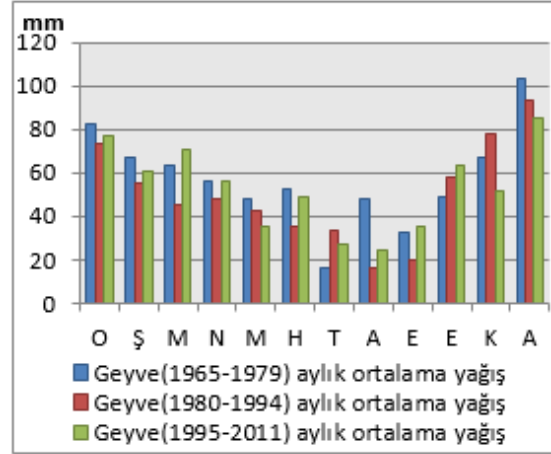
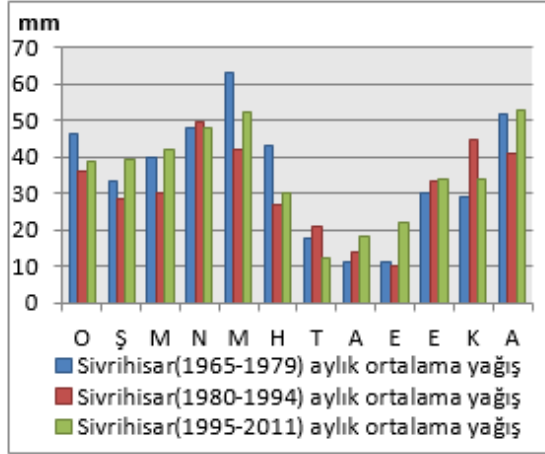
Bolu meteoroloji istasyonunda da diğer istasyonlara benzer şekilde maksimum sıcaklıklar Temmuz-Ağustos aylarından birine, minimum sıcaklıklar ise Ocak ayına denk gelmiştir. 1965-

1979 ile 1995-2011 döneminde maksimum sıcaklık Temmuz'a 1980-1994 döneminde ise Ağustos'a denk gelir. Maksimum sıcaklıklar her dönem artış göstermiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklara göre ilk iki dönemin yıllık ortalama sıcaklıkları aynıdır (9,9°C). 1995-2011 dönemi yıllık ortalama sıcaklığı 10,8°C ile bu dönemi en sıcak dönem yapmaktadır. Bolu meteoroloji istasyonunda son dönemde yaz sıcaklıklarında görülen artışının yanında kış aylarında da sıcaklık miktarlarının yükseldiği grafikten açıkça görülmektedir.

Polatlı meteoroloji istasyonunun dönemlere ait yıllık sıcaklık ortalamalarına göre 12°C yıllık ortalamasıyla 1995-2011 dönemi en sıcak dönemdir. Yine diğer meteoroloji istasyonlarına benzer şekilde sıcaklık ortalamasının en düşük (11°C) olduğu dönem 1980-1994 dönemi olmuştur. Minimum ve maksimum sıcaklıkların görüldüğü aylar değişmeyip minimum üç dönem Ocak ayına, maksimum üç dönem Temmuz ayına denk gelmiştir. Maksimum sıcaklığın en yüksek olduğu dönem, yıllık ortalama sıcaklığın da en yüksek olduğu 1995-2011 dönemidir. Yılın dört ayı (Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim) sıcaklık miktarları her dönem yükseliş göstermiştir. Temmuz ve Ağustos aylarının özellikle son dönemdeki sıcaklık artışı diğer aylardan daha fazladır. Grafikte de görüleceği üzere son dönemde ilkbahar sonunda başlayan sıcaklık artışı vardır. Bu artış Temmuz ve Ağustos'ta daha da yükselmiştir.

Eskişehir Bölge meteoroloji istasyonunun üç döneme ait yıllık ortalama sıcaklıklarına göre 2007-2011 dönemi 12,3°C ortalama sıcaklığıyla en sıcak dönem olmuştur. 1965-1978 ve 1982-1990 dönemlerinin yıllık ortalama sıcaklıkları birbirine çok yakın olup 1965-1978 döneminde 10,8°C, 1982-1990 döneminde ise 10,7°C'dir. Yıl içerisinde sıcaklıkların en düşük olduğu ay üç dönemde Ocak iken, en yüksek olduğu ay ilk iki dönem Temmuz son dönem ise Ağustos'tur. Maksimum ve minimum sıcaklık miktarları her dönem artış gösterir. Yaz aylarında sıcaklık miktarları her dönem yükselmiştir. Nisan ayı dışında son dönem aylık ortalama sıcaklıkları her ay diğer dönemlerin aylık ortalama sıcaklıklarından daha yüksektir. Son dönemde sıcaklık artışları en fazla yaz aylarındadır. Yani yılın en sıcak dönemi sıcaklık ortalamaları daha da yükselmiştir.

3.2. Sakarya Nehri Havzası'nda Yağış Miktarları ve Rejimde Görülen Değişimlerin İncelenmesi



Sivrihisar meteoroloji istasyonunda incelenen dönemler arasında Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları ortalama yağış miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir. Ağustos ayında ise yağış miktarları her dönem yükseliş göstermiş, bu artışların sonbahar aylarında da devam ettiği tespit edilmiştir. Grafığe göre yaz aylarında görülen yağışlarda azalmalar yaşanırken sonbahar

aylarında artış olduğu söylenebilir. Yağış ortalamasının en yüksek olduğu dönem 423,2mm ile 1995-2011 dönemidir. 422,6mm ile 1965-1979 dönemi yağış ortalaması son döneme çok yakındır. 1980-1994 dönemi 377mm ile yağış ortalamasının en düşük olduğu dönemdir. Yağış miktarının aylık ortalamalarına göre en yüksek ve en düşük yağışların her dönem farklı aylara denk geldiği görülmektedir. İlk dönemde maksimum ve minimum yağışlar sırasıyla Mayıs-Ağustos, ikinci dönem Nisan-Eylül ve son dönem olan 1995-2011 döneminde ise Aralık-Temmuz aylarında gerçekleşmiştir. Temuçin'in (1990) Türkiye'de yağış rejimi tipleri sınıflandırmasına göre Sivrihisar İç Anadolu Yağış Rejimi içerisinde yer alır.

17662 numaralı Geyve meteoroloji istasyonunda 1965-1979 dönemi yağış ortalaması 685,5mm, 1980-1994 döneminde 599,7mm, 1995-2011 döneminde 636,3mm'dir. Sivrihisar'da yağış ortalamasının en yüksek olduğu dönem 1995-2011 dönemi iken Geyve'de 1965-1979 dönemidir. En düşük olduğu dönem ise Sivrihisar ile aynı olup 1980-1994 dönemidir. Dönemlere ait aylık ortalama yağış miktarlarına bakıldığında maksimum yağış değerleri her dönem Aralık ayında görülür. Minimum yağışlara bakıldığında ise 1965-1979 döneminde 16,3mm ile Temmuz ayına denk gelmişken, 1980-1994 döneminde 16,1mm Ağustos'a, son dönemde ise 24,7mm ile yine Ağustos'a denk gelmiştir. Yağış rejiminde değişiklik görülmeyen Geyve, Temuçin'e (1990) göre Marmara Yağış Rejimine dahildir.

Bolu meteoroloji istasyonunda yağışı üç ayrı döneme ayırarak yaptığımız incelemelere göre yağışın yıl içinde aylara dağılışında farklılıklar olduğu ve düzensiz dağılış gösterdiği sonucuna ulaşılır. Dönemlere ait ortalama yağış miktarları incelendiğinde Sivrihisar'da olduğu gibi ortalamanın en yüksek olduğu dönemin 1995-2011 dönemi olduğunu görülmektedir. 1995-2011 döneminde yağış ortalaması önceki dönemlere göre artış göstererek, incelenen 3 dönem içerisinde yıllık ortalamaların en yüksek olduğu dönem olsa da üç aya (Mayıs, Kasım, Aralık) ait aylık ortalama yağışlar azalış göstermiştir. Dönemlere ait yağış ortalamasının en düşük olduğu dönem diğer meteoroloji istasyonlarına benzer şekilde 1980-1994 dönemidir. 1980-1994 dönemi yağış ortalaması 520,3mm'dir. Maksimum ve minimum yağışın görüldüğü aylar sırasıyla 1965-1979 döneminde Mayıs-Temmuz, 1980-1994 döneminde Aralık-Eylül, 1995-2011 döneminde Mart-Ağustos aylarıdır. Maksimum ve minimum yağışların görüldüğü aylar her dönem farklı bir aya denk gelir. Temuçin'e (1990) göre Bolu havzada Marmara Yağış Rejimi'ne sahip ikinci meteoroloji istasyonudur.

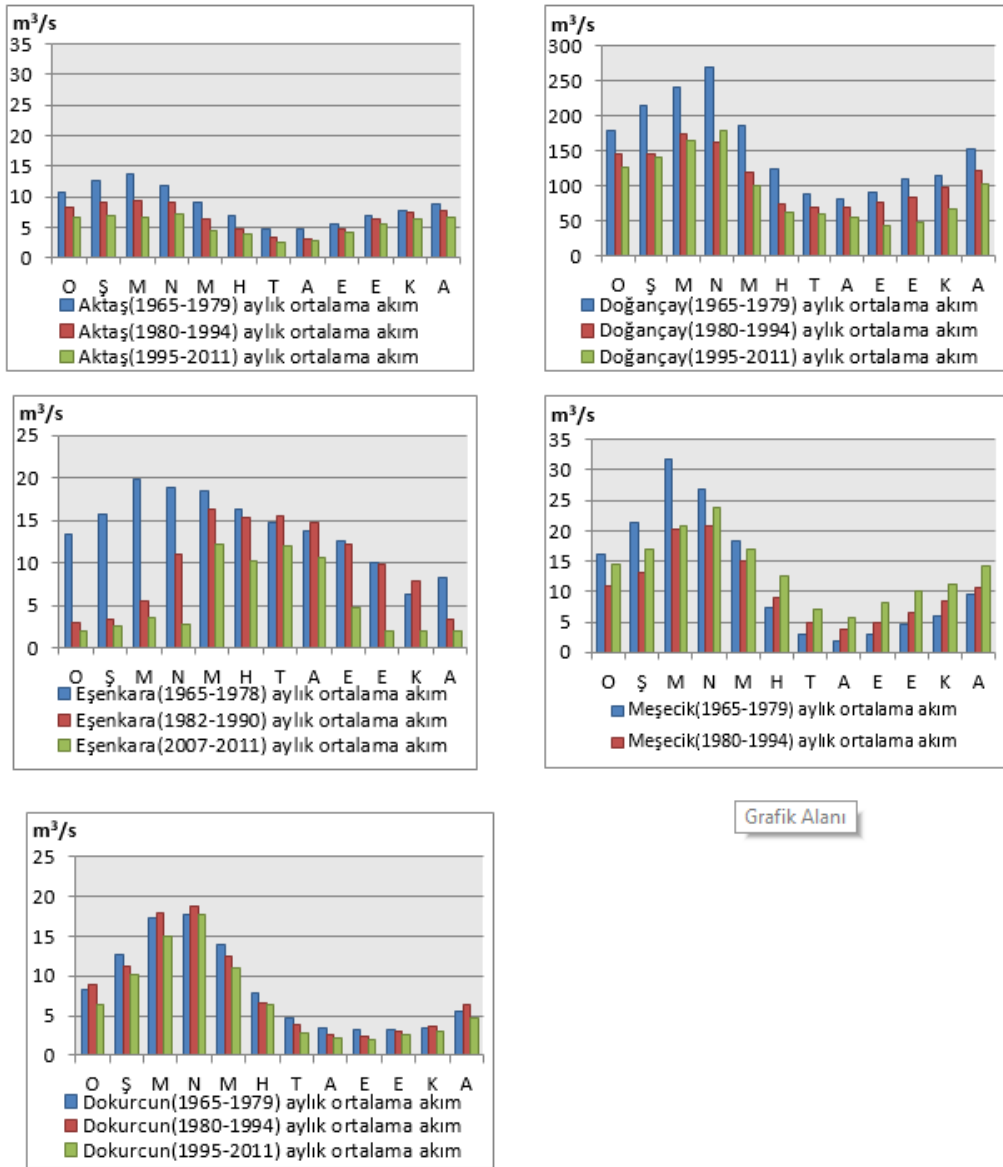
Polatlı'nın dönemlere ait ortalama yağış miktarlarına göre en yağışlı dönem 392,2mm ile 1995-2011 dönemi olmuştur. Yağışın en az düştüğü dönem ise 341,2mm ile 1980-1994 dönemidir. Yıl içinde yağışın en fazla gerçekleştiği mevsim ilkbahardır. En kurak zaman ise yaz sonu Ağustos ayıdır. Üç dönem boyunca minimum yağışın gözlendiği ay Ağustos'tur. Minimum yağışın gözlendiği Ağustos ayı yağış miktarları ilk dönem 9,1mm, ikinci dönem 8,6mm, üçüncü dönem 12,6mm'dir. Üç dönem arasında yağış ortalamasının en yüksek olduğu dönem minimum yağış miktarı da diğer dönemlerden daha yüksek iken, yağış ortalamasının en düşük olduğu ikinci dönem minimum yağış ortalaması da diğer dönemlerden daha düşüktür. 1965-1979 ve 1980-1994 dönemlerinde maksimum yağış Mayıs'a denk gelirken 1995-2011 döneminde bir ay önce Nisan ayına denk gelmiştir. İç Anadolu Yağış Rejimine sahip Polatlı'da Ocak ayı yağış tutarları her dönem düşüş gösterirken Nisan ayında ise sürekli artış vardır.

Eskişehir Bölge meteoroloji istasyonunun yağış verilerine göre oluşturulan grafikten görüldüğü gibi sonbahar yağış miktarlarında artış meydana gelirken kış, ilkbahar ve Haziran ayında son dönemde görülen yükselme dışında yaz ayları yağış tutarlarında düşüş gerçekleşmiştir. Özellikle ilkbahar yağışlarında kademeli olarak her dönem düşüş vardır. Dönemlere ait ortalama yağış değerleri yağışın en yüksek (417,5mm) olduğu dönemin 1965-1978 dönemi olduğunu göstermektedir. İkinci dönem olan 1982-1990 döneminde yağış ortalaması

338,5mm'ye düşmüştür. 2007-2011 döneminde yağış ortalaması önceki döneme göre biraz yükselerek 348,9mm'ye çıkar. İncelenen dönemlerden 1965-1978 ve 2007-2011 dönemlerinde maksimum yağışın görüldüğü ay Aralık, 1982-1990 döneminde Nisan'dır. Minimum yağışlar ise 1965-1978 ve 1982-1990 döneminde Eylül'de, 2007-2011 döneminde Ağustos'ta gerçekleşmiştir. Eskişehir Bölge meteoroloji istasyonu yağışın yıl içinde aylara dağılımına bakıldığında Temuçin'in (1990) sınıflandırmasına göre İç Anadolu Yağış Rejimine benzemektedir.

3.3. Sakarya Nehri Havzası'nda Akım Miktarları ve Rejimde Görülen Değişimlerin İncelenmesi

Şekil 4. Akım Gözlem İstasyonları Aylık Ortalama Akım Miktarları Grafikleri (m³/s)



Hesaplanan ortalama akım miktarları incelendiğinde E12A024 numaralı Aktaş AGİ'nin akım miktarının ilkbahar aylarında artış gösterdiği görülür. Yaz ise akım miktarının en düşük olduğu mevsimdir. Bunun sonucunda azami akımın gerçekleştiği ay Mart veya Nisan aylarından birine,

asgari akımın gerçekleştiği ay ise Temmuz veya Ağustos aylarından birine denk gelmiştir. Dönemlere ait aylık ortalama akım miktarına göre ilk iki dönem azami akım Mart ayına denk gelmiştir. Bir sonraki dönemde ise Nisan ayına denk gelir. Azami akım miktarı 1965-1979 döneminde $13,7\text{m}^3/\text{s}$, 1980-1994 döneminde $9,4\text{m}^3/\text{s}$, 1995-2011 döneminde ise $7\text{m}^3/\text{s}$ 'dir. Her dönem akım miktarlarında görülen düşüşe paralel olarak azami akım miktarı da düşüş gösterir. Yaz mevsiminde asgari akım gerçekleşir. Azami akımda olduğu gibi asgari akımın görüldüğü ay da ilk iki dönem aynı iken son dönem değişmiştir. Asgari akım 1965-1979 ($4,6\text{m}^3/\text{s}$) ve 1980-1994 ($3,2\text{m}^3/\text{s}$) dönemlerinde Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Son dönemde ise $2,4\text{m}^3/\text{s}$ ile asgari akımın denk geldiği ay Temmuz ayıdır. Aktaş AGİ Hoşgören'in (2013) akarsu rejimi sınıflamasına göre Yağmurlu Akdeniz Rejimi'ne benzer. Bu rejim tipinde kış seviye yükselmesi ve yaz seviye alçalması görülür. Genellikle azami akım Şubat ayında gerçekleşir. Fakat Aktaş AGİ'de azami akım bir iki ay gecikerek Mart-Nisan aylarında gerçekleşmiştir. Asgari ve azami akımın görüldüğü aylardaki farklılık çok değerlidir. Akım miktarının yıl içindeki seyri de değişmemiştir.

Doğançay AGİ'de özellikle 1965-1979 döneminin kış ve ilkbahar ayları akım miktarları diğer iki döneme göre oldukça yüksektir. Yani bu mevsimlerde meydana gelen akım miktarındaki azalış diğer mevsimlere göre daha fazladır. Akarsuyun bu bölümünde akım miktarında görülen artışlar Mart veya Nisan aylarından birine, azalmalar ise Ağustos veya Eylül aylarından birine denk gelir. Azami akım ilk ve son dönem Nisan'a ikinci dönem ise Mart'a denk gelmiştir. Azami akım miktarları ilk dönemden başlayıp sırasıyla $269,1\text{m}^3/\text{s}$, $174,3\text{m}^3/\text{s}$, $178,8\text{m}^3/\text{s}$ 'dir. Asgari akım 1965-1979 ve 1980-1994 dönemlerinde Ağustos ayında gerçekleşmiştir. 1965-1979 döneminin Ağustos ayı asgari akım miktarı $80\text{m}^3/\text{s}$, 1980-1994 döneminin Ağustos ayı asgari akım miktarı $68,3\text{m}^3/\text{s}$ 'dir. 1995-2011 döneminde asgari akımın gerçekleştiği ay değişerek $43\text{m}^3/\text{s}$ ile Eylül ayıdır. Doğançay AGİ'nin rejim tipinde Yağmurlu Akdeniz Rejimine benzemekle birlikte azami akım aynı Aktaş akım gözlem istasyonunda olduğu gibi bir iki ay gecikir. Aylık ortalama akım miktarına göre dönemler arasında azami ve asgari seviyenin görüldüğü aylarda yalnızca bir aylık kaymalar meydana gelmiş, mevsimsel bir değişim olmamıştır.

Dokurcun AGİ'de Şubat, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları aylık ortalama akım miktarları ilk dönemden başlayarak son döneme kadar sürekli düşüş gösterir. Dokurcun akım gözlem istasyonunda akım miktarları ilkbaharda yükselişe geçer. Sonbahar başlangıcında akım miktarı asgariye erişir. Ortalamaları alınan üç dönem boyunca azami akım Nisan ayına, asgari akım Eylül ayına denk gelmiştir. Asgari akımın görüldüğü Eylül ayı ortalamalarına bakıldığında her dönem aylık ortalamanın düştüğü görülmektedir. Hoşgören (2013) akarsu rejimi sınıflamasına göre Yağmurlu Akdeniz Rejimine benzeyen bir diğer AGİ Dokurcun'dur. Yağmurlu Akdeniz Rejiminde azami akım Şubat, asgari akım Ağustos veya Eylül aylarında gerçekleşir. Buna göre Dokurcun'da azami akım 2 ay gecikerek Nisan'da gerçekleşmiştir. 1965-1979 döneminde $3,2\text{m}^3/\text{s}$ olan Eylül ayı ortalaması 1980-1994 döneminde $2,4\text{m}^3/\text{s}$ 'ye, 1995-2011 döneminde ise $2\text{m}^3/\text{s}$ 'ye düşmüştür. Dokurcun AGİ'de akım miktarlarında azalma eğilimi olduğu açıktır. 1965-1979 dönemi yıllık ortalaması $8,4\text{m}^3/\text{s}$, 1980-1994 dönemi yıllık ortalaması $8,1\text{m}^3/\text{s}$, 1995-2011 dönemi yıllık ortalaması $7\text{m}^3/\text{s}$ 'dir.

1965-2011 yılları aylık ortalama akım miktarları incelenen bir diğer AGİ Meşecik'tir. Meşecik akım gözlem istasyonu Ankara Çayı üzerinde bulunmaktadır. Dönemlere ait aylık ortalama akım miktarlarına göre Mart, Nisan ve Mayıs ayları ortalamaları düşüş eğilimindedir. Fakat yaz ve sonbahar aylarında her dönem ortalama akım miktarı yükselmiştir. Aralık ayı ortalama akım miktarları da aynı şekilde her dönem yükseliş göstermiştir. Diğer istasyonlarda akım miktarlarında her dönem düşüş varken Meşecik AGİ'de yükseliş eğilimi görülür. 1965-1979

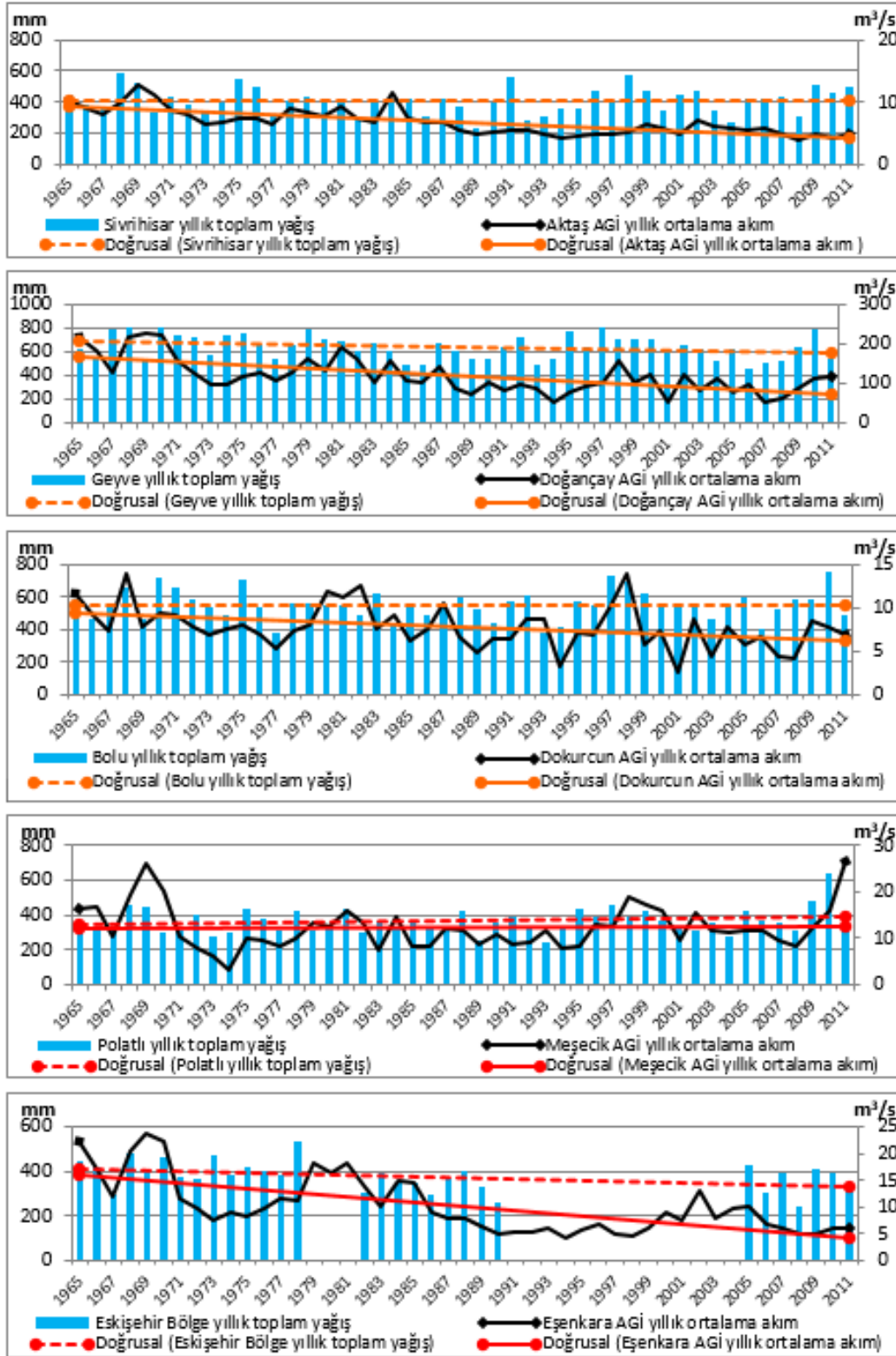
dönemi yıllık ortalama akım miktarı $12,4\text{m}^3/\text{s}$, 1980-1994 dönemi $10,7\text{m}^3/\text{s}$, 1995-2011 dönemi $13,5\text{m}^3/\text{s}$ 'dir. Meşecik'te akım miktarının azamiye ulaştığı zamanlar Mart-Nisan aylarıdır. İlk dönem aylık ortalamalarına göre azami Mart'ta ($31,8\text{m}^3/\text{s}$) sonraki dönemler ise Nisan (1980-1994 dönemi $20,7\text{m}^3/\text{s}$, 1995-2011 dönemi $23,7\text{m}^3/\text{s}$) ayındadır. Yağışların azalması ve sıcaklık değerlerinin yükseldiği ve buharlaşmanın arttığı yaz aylarında akarsular asgari seviyeye erişirler. Meşecik'te bütün dönemlerde asgari Ağustos'a denk gelmiştir. İlk dönemden başlayarak Ağustos ayı sıcaklıklarında sürekli artış görülür ($1,7\text{m}^3/\text{s}$, $3,9\text{m}^3/\text{s}$, $5,7\text{m}^3/\text{s}$). Meşecik AGİ'de Yağmurlu Akdeniz Rejimine benzemektedir. Aktaş, Doğançay, Dokurcun akım gözlem istasyonlarına benzer şekilde bu istasyonda da azami akımın görüldüğü ay Yağmurlu Akdeniz Rejimine göre gecikmektedir.

D12A054 numaralı Eşenkara akım gözlem istasyonunda da her dönem akım miktarlarında azalma meydana gelen aylar bulunmaktadır. Ancak Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında bu azalma daha belirgindir. Yıllık ortalama akım miktarlarında her dönem düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüşte özellikle az önce sayılan aylarda meydana gelen azalmanın önemli etkisi bulunur. 1965-1978 dönemi yıllık ortalama akım miktarı $14\text{m}^3/\text{s}$, 1982-1990 dönemi $9,8\text{m}^3/\text{s}$, 2007-2011 dönemi $5,5\text{m}^3/\text{s}$ 'dir. Eşenkara AGİ'de akarsuyun akım miktarındaki artışlar ilkbaharda gerçekleşirken seviye azalışları sonbahar sonunda ya da kışın gerçekleşir. İlk dönemde azami akım Mart'a sonraki iki dönem ise iki ay sonra Mayıs'a denk gelmiştir. Asgari ilk dönem $6,3\text{m}^3/\text{s}$ ile Kasım, son dönemde ise $1,9\text{m}^3/\text{s}$ ile Ekim ve Kasım'a denk gelirken 1982-1990 döneminde $3\text{m}^3/\text{s}$ ile Ocak'a denk gelir. Eşenkara AGİ Hoşgören'in (2013) akarsu rejimi sınıflamasına göre Kar Rejimi'ne benzemektedir. Kar Rejimi'nde yılın sıcak devresinde seviye yükselmesi, soğuk devresinde ise seviye alçalması görülür. Eşenkara AGİ akım miktarı da buna benzer şekilde sıcaklıkların yavaş yavaş artmaya başladığı, karların eridiği ilkbahar mevsiminde azamiye erişirken, sonbahar veya kış aylarında asgari seviyeye erişmektedir.

3.4. Akım ve Yağış Miktarlarında Görülen Uzun Dönemli Değişimler ve Eğilimler

İncelenen 5 akım gözlem istasyonunun 4 tanesinde 1965 yılından 2011 yılına kadar akım miktarlarında azalma eğilimi vardır. Akım miktarında düşüş gözlenmeyen istasyon ise Ankara Çayı üzerinde yer alan Meşecik akım gözlem istasyonudur. Bu akım gözlem istasyonuna ait eğilim grafiği bize çok yavaş bir artış olduğunu göstermektedir. Bu artış özellikle son yıllardadır. Meşecik akım gözlem istasyonuna yakın bir konumda yer alan Polatlı meteoroloji istasyonunun 1965 yılından 2011 yılına kadar yağış miktarına baktığımızda artış eğilimi görürüz. Buna göre artan yağış ile birlikte akım miktarında arttığı söylenebilir. Akım ve yağış arasındaki ilişkiyi incelediğimiz aşağıdaki grafiklere göre yağış miktarlarında azalış eğilimi varsa akım miktarlarında da azalış eğilimi olduğu görülmektedir. Geyve ve Eskişehir Bölge meteoroloji istasyonlarının yağış miktarlarında azalış eğilimi vardır. Bu meteoroloji istasyonlarına yakın bir konumda yer alan akım gözlem istasyonlarının akım miktarlarında da azalış eğilimi olduğu görülür. Polatlı'nın yağış miktarında artış görülürken Sivrihisar ve Bolu kararlı bir gidiş göstermektedir.

Şekil 5. Meteoroloji Gözlem İstasyonları ve AGİ'lere Ait Yıllık Yağış ve Akım Miktarları



4. SONUÇ

Akım gözlem istasyonları ve meteoroloji istasyonlarına ait veriler kullanılarak sıcaklık, yağış ve akım miktarları ve rejimlerinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği bu çalışmaya göre dönemlere ait sıcaklık ortalamaları sıcaklıklarda artış eğilimi olduğunu göstermektedir. Yalnızca Geyve kararlı bir gidiş göstermiştir. Geyve dışındaki 4 istasyonda yıllık sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu dönem son dönemdir. Geyve'de ise 1965-1979 dönemidir. Ancak 1995-2011 dönemi ile aralarındaki fark çok azdır. Yağış ortalamalarına benzer şekilde sıcaklıkta da ortalamasının en düşük olduğu dönem 1980-1994 dönemi olmuştur. Sıcaklıkta tüm istasyonlarda özellikle yaz devresinde son dönemde belirgin bir artış mevcuttur. Yılın en sıcak dönemi sıcaklık ortalamaları daha da yükselmiştir. Bu sonuç daha önce yapılan bazı çalışmalarla (Turoğlu 2014a, 2014b; Şen vd: 2013) benzerlik göstermektedir. Şen vd., (2013) çalışmalarında 1970-2011 arasını kapsayan 41 yıllık iklim gözlemlerine göre sıcaklıkların Türkiye çapında istatistiksel olarak anlamlı seviyelerde yükseldiğini ortaya koymuşlardır. Sıcaklık artışlarının yazın kış mevsimine göre daha baskın olduğunu ve yıllık artışların daha çok yaz mevsimi artışlarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yağışta meydana değişimleri incelediğinde, 1980-1994 döneminin (Eskişehir Bölge 1982-1990) tüm istasyonlarda yağış ortalamasının en düşük dönem olduğu ortaya çıkmaktadır. Sivrihisar ve Bolu meteoroloji istasyonlarında 1995-2011 dönemi yıllık ortalama yağış miktarının en fazla olduğu dönemdir. Ancak bu miktar Sivrihisar'da ilk dönem ile çok çok yakın olması nedeniyle uzun yıllar kararlı bir gidiş gösterdiği söylenebilir. Bolu'da ise yine bu miktar 1965-1979 dönemiyle yakındır. Dolayısıyla bu istasyonda da son dönemde belirgin bir artış yoktur. Ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu dönemin ilk dönem olduğu Geyve ve Eskişehir Bölge'nin yağış miktarlarında azalış eğilimi söz konusudur. Polatlı meteoroloji istasyonu ise artış eğilimi gösterir. Meteoroloji istasyonlarından 3 tanesi (Sivrihisar, Polatlı, Eskişehir Bölge) Temuçin'in (1990) yağış rejimi sınıflandırmasından İç Anadolu Yağış Rejimi, 2 tanesi (Geyve, Bolu) Marmara Yağış Rejimi içerisinde yer almaktadır. Geyve, Polatlı ve Eskişehir Bölge meteoroloji istasyonlarında 3 dönem boyunca yağışın yıl içindeki dağılışı incelendiğinde rejimde bir değişiklik olmadığı görülür. Sivrihisar 1995-2011 döneminde maksimum yağışın Aralık ayında görülmesi, minimum yağışın ise Akdeniz-İç Anadolu Geçiş Tipinde en kurak aylardan ilk sırayı alan Temmuz ayı olması ve Kasım'dan itibaren Mayıs sonuna kadar yağışta artış gözlenmesi dolayısıyla Akdeniz-İç Anadolu geçiş tipine benzemiştir. Bolu ise ikinci dönem olan 1980-1994 döneminde Karasal Yağış Rejimi 1'e yakınlık göstermektedir. Zaten Bolu meteoroloji istasyonu Marmara Yağış Rejimine dahil olsa da Temuçin'in (1990) Türkiye'de yağış rejimi tipleri ve alanları sınıflandırmasında Marmara Yağış Rejimi ile Karasal Yağış Rejimi 1'in ayrıldığı sınıra çok yakındır. Bu sebeple Karasal Yağış Rejimi 1 ile benzerlik gösterebilir.

Akım miktarlarında Meşecik AGİ dışında tüm istasyonlarda akım miktarlarında her dönem azalış meydana gelmiştir. 1995-2011 dönemi Meşecik akım gözlem istasyonunda yıllık ortalama akımın en yüksek olduğu dönem iken diğer 4 akım gözlem istasyonunda yıllık ortalama akımın en düşük olduğu dönemdir. Genel olarak akım miktarlarında 1965-1979 döneminden 1995-2011 dönemine kadar kademeli olarak bir azalış olsa bile akım miktarının yıl içindeki seyrinin pek değişiklik göstermemesi, azami ve asgari seviyenin görüldüğü aylarda bir aylık kaymalar meydana gelip mevsimsel bir değişim olmaması gibi sebeplerden dolayı rejimde değişiklik olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Azami ve asgari akımın görüldüğü aylarda sadece Eşenkara'da iki aylık kayma meydana gelmiştir. Ama bu AGİ'de de rejim değişikliği yoktur. Araştırma sahasındaki akım gözlem istasyonları Erinç'e (1957) göre İç Bölgeler Akarsu Rejimine dahil edilmiştir. Hoşgören'e (2013) göre AGİ'lerden 4 tanesi (Doğançay, Dokurcun,

Meşecik, Aktaş) Yağmurlu Akdeniz Rejimine benzese de ondan ayrılan yönü maksimum akımların Şubat ayında gerçekleşmeyip biraz gecikmesidir. Araştırmaya dahil olan diğer AGİ Eşenkara ise akarsu rejimlerinden Kar Rejimine yakındır.

Sakarya Nehri Havzası'nda araştırmayı kapsayan 1965-2011 yılları yıllık ortalama sıcaklık ve yağış miktarlarına bakıldığında NAO indisinin kuvvetli pozitif ve kuvvetli negatif evrelerinin görüldüğü yıllarda yağış ve akım miktarlarında değişiklikler görülmektedir. Bu değişiklikler bazı yıllarda ve araştırma alanında ki bazı istasyonlarda daha belirgindir. "1973 ve 1989 yıllarında yağışların azalması pozitif NAO indisi ile ilişkilidir" (Türkeş ve Erlat, 2003). Araştırma alanında incelenen meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış miktarlarının da 1973 ve 1989 yıllarında azalmış olduğu görülmektedir. Ayrıca yıllık ortalama akım miktarı da bu yıllarda düşüş göstermiştir. 1992 yılında havzada görülen düşük sıcaklıklarında NAO ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

NAO indisinin negatif evresi sırasında nemli koşullar hakimdir. 1963, 1968, 1969 ve 1978 yılları kışlarında bu nemli koşullar hüküm sürmüştür (Türkeş ve Erlat, 2003). Sakarya Nehri Havzası'nda incelenen meteoroloji istasyonlarının 1968, 1969 ve 1978 yıllarına ait yıllık toplam yağış miktarlarına göre özellikle Eskişehir Bölge ve Polatlı'nın bu yıllarda yağış miktarlarındaki artış daha belirgindir. AGİ'lerin 4 tanesinde 1969 yılı yıllık ortalama akımın en yüksek olduğu yıl olmuştur. 1968 yılı da akım miktarının yüksek olduğu bir yıldır. NAO indisleri ile bağlantılı bu değişiklikler havzanın iklim elemanlarında Kuzey Atlantik Salınımına bağlı olarak farklılaşmaların olduğunu gösterir. El Nino ve La Nina'nın görüldüğü yıllarda Sakarya Nehri Havzası'nda sıcaklık ve yağışın yıllık ortalamalarına bakıldığında ise çok belirgin bir değişikliğe rastlanmamıştır.

KAYNAKÇA

- Atalay, A. & İkiel, C. (2007). *Trend analysis of monthly and annual flow values of Sakarya River (Turkey)*. Geomed 2007 International Symposium on Geography, Environment and Culture in the Mediterranean Region, Antalya.
- Bilgin, T. (1990). Orta Sakarya vadisinin jeomorfolojisi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi (Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu Yayını)* 2(2), 161-193.
- Büyükyıldız, M. (2004). *Sakarya Havzası yağışlarının trend analizi ve stokastik modellemesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Eriñç, S. (1957). Türkiye'de akarsu rejimlerine toplu bakış. *Türk Coğrafya Dergisi*, 17, 93-118.
- Erlat, E. (2010). *İklim sistemi ve iklim değişimleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Güngördü, E. (2003). *Türkiye'nin Coğrafyası*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Hansen, J. E. (2012). *NASA Finds 2011 Ninth Warmest Year on Record*. Data source: NASA Goddard Institute for Space Studies. Image credit: NASA Earth Observatory (<http://www.giss.nasa.gov/research/news/20120119/>)
- Hoşgören, Y. (2013). *Hidroğrafya'nın ana çizgileri I*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- İkiel, C. (1998). Türkiye fiziki coğrafyasına genel bir bakış. *Yeni Türkiye Dergisi*, 4, 104-115.
- İkiel, C. & Atalay, A. (2007). *Sustainable use of water resources and insensitivity of the human*. 31st IMISE Conference, Italy.
- NASA, (2012). *NASA Finds 2011 Ninth-Warmest Year on Record*. <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/2011temps.html>

- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.), (2007). *Technical summary. In: climate change: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- Şen, Ö. L., Bozkurt, D., Göktürk, O. M., Dündar, B. & Altürk, B. (2013). *Türkiye’de iklim değişikliği ve olası etkileri*. http://ipc.sabanciuniv.edu/en-old/wp-content/uploads/2012/10/Bildiri_Omer_L_Sen_vd_2013.pdf.
- Temuçin, E. (1990). Aylık değişme oranlarına göre Türkiye’de yağış rejimi tipleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5(1), 160-183.
- Tuncer, K., Nazik, L., Poyraz, M & Ferudun, D. (2010). *Aşağı ve Orta Sakarya Havzası’nın (Eskişehir, Bilecik, Sakarya) doğal mağaraları ve bu mağaraların ekosistemlerinin bozulmasına yönelik tehditler*. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu.
- Turoğlu, H. (2014a). *İklim değişikliği bağlamında İstanbul’un su yönetimi problemleri TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu*, Ankara.
- Turoğlu, H. (2014b). İklim değişikliği ve Bartın Çayı havza yönetimi muhtemel sorunları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12/(1), 1-22.
- Türkeş, M. (1994). Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi* 321.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. & Kılıç, G. (1996). *El Lino Güneyli Salınım: Küresel bir okyanus/atmosfer olayı*, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. & Kılıç, G. (2000). *Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri*. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24.
- Türkeş, M. & Erlat, E. (2003). Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000. *International Journal of Climatology* 23, 1771-1796.
- Türkeş M. (2008), Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.
- Türkeş, M., Şen, Ö.L., Kurnaz, L., Madra, Ö. & Şahin, Ü. (2013). *İklim değişikliğinde son gelişmeler: IPCC 2013 raporu*. <http://ipc.sabanciuniv.edu/publication/iklim-degisikliginde-son-gelismeler-ipcc-2013-raporu/>.
- Ustaoğlu, B. & İkiel, C. (2007). Geyve’nin iklimi ve iklim koşullarının tarımsal faaliyetlere etkisi. *Akademik İncelemeler Dergisi* 2/(2), 208-229.
- Yazıcı, H. (1998). *Orta Sakarya Vadisi’nin coğrafi etüdü “Yenice-Alpagut arası”*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Yılmaz, M.M. (2008). *Orta Sakarya Yöresi’nin iklim özellikleri*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- WMO. 1999. *WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1998*, WMO-No. 896, World Meteorological Organization, Geneva.