



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü



COĞRAFYA DERGİSİ

Sayı 28, Sayfa 55-68, İstanbul, 2014

Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212

Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER VE NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)

*The Trends in Annual Average Temperatures and Precipitations in Turkey
and Relationship with NAO (1975-2009)*

Dr. Gülten İÇEL

Nişantaşı Anadolu Lisesi, İstanbul
gultenichel@gmail.com

Yrd. Doç. Dr. Murat ATAOL

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı
murat.ataol@gmail.com

Alındığı tarih: 20 Şubat 2014 Kabul tarihi: 26 Haziran 2014

Özet

İklim, canlıların yaşama alanı ve özelliklerini belirleyen en önemli unsur olmakla birlikte, insanoğlu için tüm yaşama gereksinimlerini karşılayan kaynağın kendisidir. İnsan faaliyetleri, özellikle endüstriyel faaliyetler nedeniyle dünya küresel olarak ısınmakta, bu ısınmadan da hidrolojik çevrimin tüm bileşenleri etkilenmektedir. İklim değişikliği olarak adlandırılan bu durumda bazı alanlarda yağışların azalması ile kuraklık tehlikesi artarken; bazı alanlarda yağışlarda artışlar görülmektedir.

Ulusal ve uluslararası çalışmalarda belirtilen ortak noktalardan biri küresel iklim değişikliğinden etkilenen riskli ülkelerden biri olduğumuzdur. Bu çalışmada 1975-2009 yılları arasında Türkiye'de, 110 meteoroloji istasyonu verisine göre yıllık ortalama sıcaklıklar ile yıllık ortalama yağışlarda görülen eğilimler ve NAO ile ilişkileri analiz edilmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık ve yağışların Linear Trend Modeline göre eğilimleri alınmış, Pearsen Korelasyon analizleri ile aralarındaki ilişkinin yönü ve derecesi incelenmiştir. Sıcaklık ve yağışta gelecekteki olası değişimler Basit Doğrusal Regresyon ile incelenmiş, ayrıca 110 istasyonun yıllık ortalama sıcaklık ve yağış eğilimlerine göre haritalar hazırlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre Türkiye’de 1975-2009 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklıklarda 1,01°C artış eğilimi vardır. 2024 yılına kadar yıllık ortalama sıcaklıklarda 0,3°C artış beklenmektedir. Yıllık ortalama yağışlarda ise tüm istasyonlar dikkate alındığında 0,43 mm. lik bir artış eğilimi görülmekle birlikte bu artış, özellikle Karadeniz kıyılarındaki yüksek artış eğilimine sahip istasyonların varlığından kaynaklanmaktadır. Karadeniz ve Marmara bölgeleri dışında kalan ve ülke topraklarının %74’ünü kaplayan kısımda ise yıllık ortalama yağışlarda 21,6 mm’lik azalış eğilimi görülmektedir.

Anahtar kelimeler: İklim değişikliği, yağış, sıcaklık, eğilim, NAO

Abstract

The climate is both the most important element, that determines the creatures living area and properties and self-source that provides all living needs for human beings. Because of human activities, especially industrial activities, the world have got warmer globally, all components of hydrologic circuit have been effected by this warming. In this situation, called the change of climate, while the danger of drought have been increasing by the decrease in rains in some areas, the increases in rains have been seen in some areas.

One of common points declared in the national and international studies is that our country is one of the risky area being affected by the global climate change. In this study, the trends in annual average temperatures and precipitations and relationship with NAO in the period of 1975-2009 were analysed according to data provided by 110 Turkish meteorological stations. The trends in annual average temperatures and precipitations according to the linear trend model were prepared and direction and degree of relationship between them were examined by the Pearsen Correlation analysis. Potential changes of temperature and precipitation in the future were examined with Simple Linear Regression and the maps of trends of annual average temperature and precipitation were prepared according to 110 Turkish meteorological stations.

According to the findings, there is an upward trend of 1,01°C in annual average temperatures for the period of 1975-2009 in Turkey. Annual average temperatures will be expected to rise 0,3°C by 2024. There is an upward trend of 0,43 mm in annual average precipitations according to data of 110 Turkish meteorological stations, but this increase is due to the stations having high increasing trend in The Black Sea coasts. There is a downward trend of 21,6 mm in annual average precipitation in Turkey, except for the regions of Black Sea and Marmara, that constitute the 74 percent of the land.

Keywords: Climate change, precipitation, temperature, trend, NAO

1.Giriş

“Küresel ısınmayı durdurmanın mümkün olmadığı artık biliniyor. Şimdi iklim değişikliklerinin yol açacağı olumsuzlukların etkisini en aza indirmenin yollarını arama zamanıdır” (Kadıoğlu, 2008). Kadıoğlu’nun belirttiği ve iklim değişikliklerinin yol açacağı olumsuzlukların etkilerini en aza indirmenin yollarını arayabilmek adına ülkemizde iklim ve iklim elemanlarında meydana gelen uzun süreli değişiklikleri iyi tespit etmek, bunların değişim eğilimlerini ortaya koymak büyük önem taşımaktadır.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) raporlarına göre Türkiye’de ortalama sıcaklık ileriki yıllarda 2,5-4 derece arasında artacak, bu artış Ege ve Doğu Anadolu’da daha da fazla olabilecektir. Türkiye yıllık ortalama yağışlarda ise azalmalar öngörülmektedir. Ülkemizde sıcaklık ve yağışlarla ilgili yapılmış çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tayanç ve Toros (1997), Türkiye’de dört büyük şehirde sıcaklık ve yağışta değişiklikler tespit etmişler ve bu değişikliklerin büyük ölçekte atmosferik değişikliklerle anlamlı olduğunu belirtmişlerdir (Tayanç ve Toros, 1997)

Türkeş (1999), 1930-1993 dönemi için Türkiye’deki yağış ve kuraklık indisi dizilerini alansal ve zamansal olarak analiz etmiş; Türkiye’nin kuraklık indisi değerlerinde 1960’lardaki nemli koşullardan kurak yarı-nemli iklim koşullarına doğru genel bir eğilim olduğunu tespit etmiştir (Türkeş, 1999).

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER ve NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)

Türkeş (1998), Türkiye'de nemli koşulların 1970 yılından bu yana kurak koşulların lehine geliştiğini, bu durumun Akdeniz Bölgesi için belirgin olduğunu, son 20 yılda etkin olan yağışlardaki azalmanın Kış yağışlarından kaynaklandığını belirtmiştir (Türkeş, 1998).

Türkeş vd.(2002), 70 istasyon verisine göre Türkiye'nin 1929-1999 yılları arasındaki dönemde yıllık, Kış ve İlkbahar ortalama sıcaklıklarda özellikle Türkiye'nin güney bölgelerinde artma eğilimi olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Türkeş vd., 2002).

Özfidaner vd. (2007), Türkiye'de bulunan yağış gözlem istasyonlarına ait 1968-1997 yılları arasındaki aylık ve yıllık toplam yağışları incelemişler ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde genel olarak bir azalma diğer bölgelerde ise yıl içinde artma ve azalma eğilimlerini birbirine yakın tespit etmişlerdir.

İklim Değişikliği I. Ulusal Bildirim Raporu'na göre (2007), Türkiye'nin batı illerindeki Kış yağışları son elli yılda önemli ölçüde azalmıştır. Öte yandan, genellikle İç Anadolu'nun kuzey kesimlerinde bulunan istasyonlarda Sonbahar yağışları artış göstermiştir (İklim Değişikliği I. Ulusal Bildirim Raporu, 2007).

Türkeş vd. (2007), Türkiye'de 111 meteoroloji istasyonunun verisine göre yıllık toplam yağışlarda ve yağış yoğunluğu tutarlarında belirgin olan azalma eğilimleri Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde daha kuvvetlidir. Kış mevsimi toplam yağışlarında belirgin bir azalma eğilimi bulunmasına karşın, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar toplam yağışlarında genel bir artış eğilimi egemendir. Yağış yoğunluğu tutarları tüm mevsimlerde azalma eğilimindedir ve bu azalma eğilimi 1950 yılından sonra kuvvetlenmiştir.

Türkeş ve Erlat (2005), Türkiye'nin 78 istasyonundaki yağışlarda gözlenen değişikliklerin atmosferik nedenlerini araştırmıştır. Yıllık, Kış, İlkbahar, Sonbahar ve kısmen Yaz birleşik ortalamalarının, negatif NAOI evresinde çoğunlukla uzun süreli ortalamadan daha yağışlı koşullar ile tanımlandığını; yıllık ve mevsimlik yağışların pozitif NAOI evresine verdiği yanıtların kurak koşullar olduğunu tespit etmişlerdir. Negatif NAOI evresinde 500 hPa düzeyindeki yüksek atmosfer koşullarında, İzlanda Alçak Basınç Bölgesinde belirgin olan atmosfer dolaşımının bol yağışa, pozitif NAOI evresinde ise Kuzey Atlantik ve Avrupa üzerinde etkili olan atmosfer dolaşımının Türkiye'de uzun süreli ortalamaya göre kurak koşulların oluşmasından sorumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan ölçümlerde son yüzyılda dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının 0,74°C arttığını göstermektedir ve yayınlanan son IPCC raporunda da küresel sıcaklıklardaki bu artışın nedeni büyük oranda insan kaynaklı sera gazı salınımına bağlanmaktadır (IPCC,2007).

Yine IPCC son raporuna göre gelecekle ilgili hazırlanan senaryolardan iyimser senaryoya göre 21. yüzyılda küresel ortalama yüzey ısınmasının en iyi tahminlere göre 1,8-4,0°C arasında olacağı tahmin edilmektedir (Şen vd. 2008). IPCC'nin A2 senaryosuna göre içinde bulunduğumuz yüzyılın sonlarına doğru, Türkiye'de sıcaklıkların 2-6°C arasında yükseleceği, en küçük artışın Kış mevsiminde, en yüksek artışın ise yaz mevsiminde olacağı öngörülmektedir. Ülkemize düşen toplam yağış miktarında da azalma beklenmektedir (Şen vd. 2008).

NAO (Kuzey Atlantik Salınımı), Azorlar Bölgesi (30° enlemi) üzerinde yerleşik bulunan dinamik subtropikal antisiklon ile Kuzey Atlantik'te Grönland ve İzlanda (60° enlemi) üzerinde egemen olan dinamik orta enlem siklonu arasındaki geniş ölçekli atmosferik basınç dalgalanması olarak tanımlanmaktadır. Zıt karakterli bu iki basınç merkezi arasında oluşan rüzgarlar sadece Kuzey Atlanik'te değil, Sibiry'a'dan Akdeniz Havzası'na kadar uzanan geniş bir alanda sıcaklık, yağış ve basınç koşullarını denetlemektedir.

NAO pozitif evresindeyken, Azor antisiklon alanında basınç değerleri normalden daha yüksektir. Aynı anda İzlanda siklon alanında ise basınç değerleri normalin altında seyretmektedir. Bu dönemde Batı Rüzgarları kuvvetlenir ve NAO indisinin negatif evresine göre daha hızlı estiklerinden; Subtropikal Atlantik'teki maritim tropikal (mT) hava kuvvetlerini kuzeybatı Avrupa'ya taşırlar. Bu evrede Akdeniz Havzası, Kanadanın doğusu ve Grönland Batı rüzgarlarının taşıdığı nemli hava kütlelerinden yararlanamadığı için kuraktır.

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER ve NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)

Basit Doğrusal Regresyon Analizi (Linear Trend Analizi): Doğrusal regresyon tekniği, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonunu ve yönünü belirleyen bir tekniktir (Tekin, 2009). Verilerin normal dağıldığını varsayan parametrik bir testtir. MINITAB 15 paket programı ile sıcaklık ve yağış ortalamalarına uygulanan bu analiz ile 2009'dan sonraki gelecek 15 yıllık süre içerisinde, yıllık ortalama sıcaklıklarda ve yıllık ortalama yağışlarda olası artış veya azalış eğilimleri tespit edilmiştir.

Pearson Korelasyon Analizi: Korelasyon, olasılık kuramı ve istatistikte iki rassal değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirtir. Korelasyon katsayısı, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirten katsayıdır. Bu katsayı, (-1) ile (+1) arasında bir değer alır. Katsayı, etkileşimin olmadığı durumda 0, tam ve kuvvetli bir etkileşim varsa 1, ters yönlü ve tam bir etkileşim varsa -1 değerini alır. Korelasyon katsayısı genellikle r harfiyle gösterilir. Buna göre; korelasyon katsayısı $-1 \leq r \leq +1$ eşitsizliğiyle gösterilebilir (Tekin, 2009; Ünal, 1996). Korelasyon katsayısının (r) değerine göre korelasyonun derecesi hakkında aşağıdaki yorumlar yapılabilir (Tablo 1):

Tablo 1: Korelasyon katsayısının aldığı değere göre korelasyon derecesi

Table 1: Correlation degree in accordance to the value of the correlation coefficient

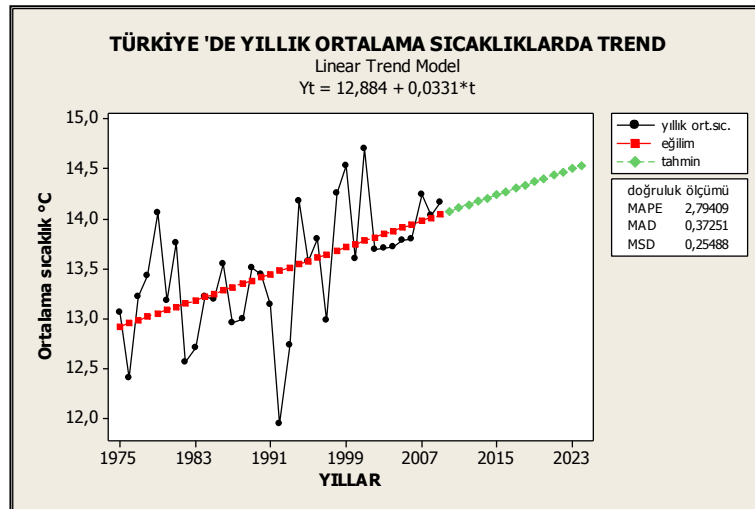
Kuvvetli (-)	Orta (-)	Zayıf (-)	Zayıf (+)	Orta (+)	Kuvvetli(+)
$-1 \leq r < -0.9$	$-0.9 \leq r < -0.5$	$-0.5 \leq r < 0$	$0 < r \leq 0.5$	$0.5 < r \leq 0.9$	$0.9 < r \leq 1$

Korelasyon katsayısı, iki değişkenin zaman içinde birlikte aynı yönde veya ters yönde değiştiğini ortaya koyan bir katsayıdır. Bu nedenle, Korelasyon katsayısı neden-sonuç ilişkisi belirtmediği gibi, niçin böyle bir ilişkinin bulunduğu konusunda da bilgi vermez (Ünal, 1996).

3. Bulgular

3.1. Sıcaklık Eğilimi:

110 meteoroloji istasyonu yıllık ortalama sıcaklık değerlerine göre, 1975-2009 yılları arasındaki 35 yıllık periyotta ülkemizde yıllık ortalama sıcaklıklarda $1,01^\circ\text{C}$ artış eğilimi vardır. Bu artış eğilimi önümüzdeki yıllarda da devam edecektir (Şekil 2).



Şekil 2: Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıklar ve eğilim
Figure 2: The average annual temperature and trends in Turkey

1992 yılı 11,9°C ile diğler yıllara göre en düşük ortalama sıcaklığın yaşandığı yıl olmuştur. Buna karşılık 1999 14,5°C, 2001 14,7°C ile en yüksek ortalama sıcaklıklara sahip yıllardır. Yıllık ortalama sıcaklıkların eğilimlerinde azalmaların olduğu yıllar olsa da genel olarak artma eğilimi frekansı daha fazladır (Şekil 2).

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklıkların gelecekteki durumu incelendiğinde 15 yıllık bir tahmin aralığı seçilmiştir. 2009 yılında 14,2°C olan sıcaklığın 2024 yılında yaklaşık olarak 14,5°C ye ulaşacağı öngörülmüştür (Şekil 2, Tablo 2).

Tablo 2: Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklık eğilimi
Table 2: Average annual temperature trends in Turkey

YILLAR	ORTALAMA SICAKLIK. °C
2010	14,1
2011	14,1
2012	14,1
2013	14,2
2014	14,2
2015	14,2
2016	14,3
2017	14,3
2018	14,3
2019	14,4
2020	14,4
2021	14,4
2022	14,5
2023	14,5
2024	14,5

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklıklarla NAO indisleri arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif yönde -0,27 derecesinde doğrusal ilişki bulunmaktadır. Bu sonuca göre, NAO indislerinin pozitif olduğu yıllarda yıllık ortalama sıcaklıklarda azalma, NAO indislerinin negatif olduğu yıllarda ise yıllık ortalama sıcaklıklarda hafif de olsa artış görülmektedir (Tablo 3).

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER ve NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)

Tablo 3: Türkiye için yıllık ortalama sıcaklıklar ile NAO indisleri arasında korelasyon (1975-2009).

Table 3: Correlation between NAO indexes and average annual temperatures for Turkey (1975-2009)

		SICAKLIK	NAO
SICAKLIK	Pearson Correlation	1	-,274
	Sig. (2-tailed)		,111
	N	35	35
NAO	Pearson Correlation	-,274	1
	Sig. (2-tailed)	,111	
	N	35	35

110 istasyon için tek tek yapılan Linear trend modeline göre yıllık ortalama sıcaklıklarda Bingöl (-0,4°C),Kangal (-0,3°C) da azalma, diğer 108 istasyonda artış eğilimi bulunmaktadır (Şekil 3).

Yıllık ortalama sıcaklıkların artış eğilimi gösterdiği 108 istasyon da, artış eğilim derecesine göre gruplandırılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: 110 istasyonda yıllık ortalama sıcaklıklarda eğilim değerleri (1975-2009)

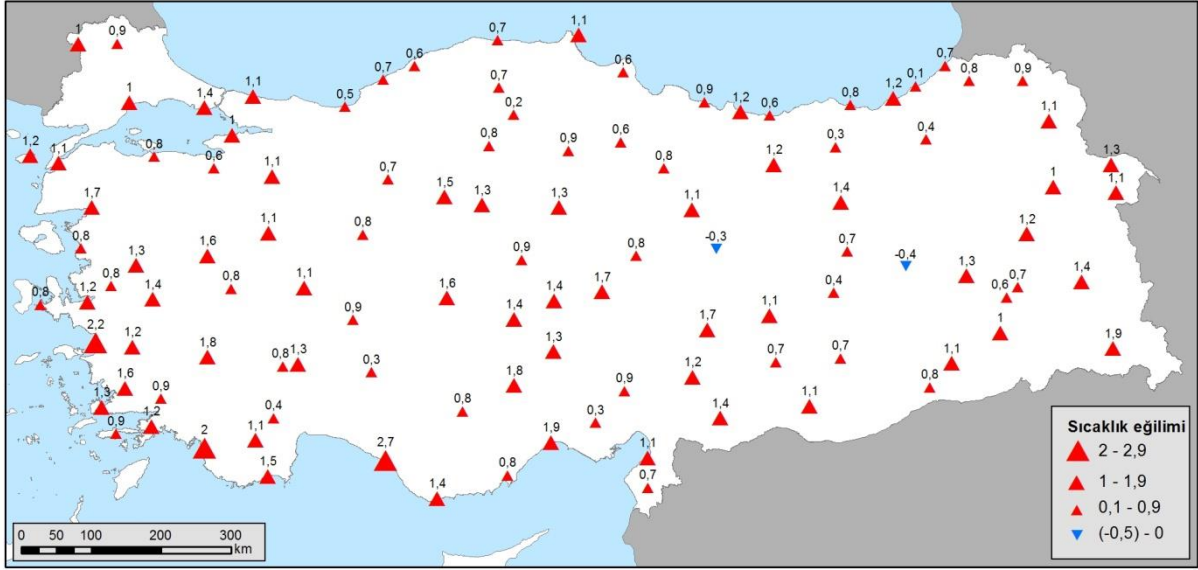
Table 4: Average annual temperature trend values in 110 stations (1975-2009)

Yıllık ortalama sıcaklıklarda eğilim °C			
(-0,5)-0	0,1-0,9	1-1,9	2-2,9
2	49	56	3

Buna göre; 49 istasyonda 0,1- 0,9°C arasında artış eğilimi, 56 istasyonda 1 – 1,9°C arasında artış eğilimi bulunmaktadır (Tablo 4, Şekil 3).

Akdeniz ve Ege kıyılarında yer alan Kuşadası (2,2°C); Fethiye (2°C); Alanya (2,7°C); Acıpayam (2,3°C) ise iki veya iki derece üzerinde sıcaklık artış eğilimi göstermektedir (Şekil 3).

Elde edilen sonuçlar Türkiye sıcaklıklarında değişimler üzerine yapılan daha önceki çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir.



Şekil 3: 110 istasyonda yıllık ortalama sıcaklıklarda eğilim değerleri (1975-2009).

Figure 3: The trend values of the average annual temperature at 110 stations (1975 - 2009)

Demir vd. (2008), 57 istasyon verisine göre yaptıkları çalışmada Türkiye'nin ortalama hava sıcaklıklarında güney ve güneybatıda yer alan bölgelerde anlamlı artma eğilimleri olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca Türkeş (1998,1999); Türkiye'deki nemli-yarı nemli koşulların 1960-1970 lerden sonra kurak koşulların lehine değiştiğini belirtmektedir. Bu anlamda elde ettiğimiz bulgular benzeri başka çalışmaları destekler niteliktedir ve uyumludur.

3.2.Yağış Eğilimi:

Yıllık ortalama yağış değerlerinde ise 1975-2009 yılları arasında 0,43 mm artış eğilimi bulunmaktadır. Aynı periyot içerisinde ülkemizin yıllık yağış ortalaması 668,1 mm dir. Bazı yıllar ortalamanın altında yağış olsa da 2008 yılı 526,6 mm ile en düşük yağış ortalamasına sahip olan yıldır. 1989 ve 1990 yılları da sırasıyla 537,9 ve 541,6 mm lik yağış miktarları ile oldukça az yağış ortalamasına sahiptirler. Yıllık ortalama yağışlarda tüm istasyonlar dikkate alındığında 0,43 mm lik bir artış eğilimi görülmekle birlikte bu artış, özellikle Karadeniz kıyılarındaki artış eğilimi 20 mm üzerinde olan istasyonların varlığından kaynaklanmaktadır (Şekil 4).

110 istasyonun 67'sinde yıllık ortalama yağışlarda azalma eğilimi görülmektedir (Tablo 5). Bu istasyonlardan 3 tanesinde -30 ile -20 mm arasında azalma görülürken (Mardin - 27,7; Alanya -31,8; Anamur -21,8), 9 istasyonda -19,9 ile -10 mm arasında, 55 istasyonda -9,9 ile -0,1 mm arasında azalma eğilimi bulunmaktadır. Sadece 1 istasyonda artış ya da azalış görülmemekte olup (Gemerek 0,0), 31 istasyonda yıllık ortalama yağışlarda 0,1-10 mm' lik artma, 8 istasyonda 10,1-19,9 mm lik artma, 3 istasyonda da 20-40 mm.'lik artma eğilimi vardır (Tablo 5, Şekil 4).

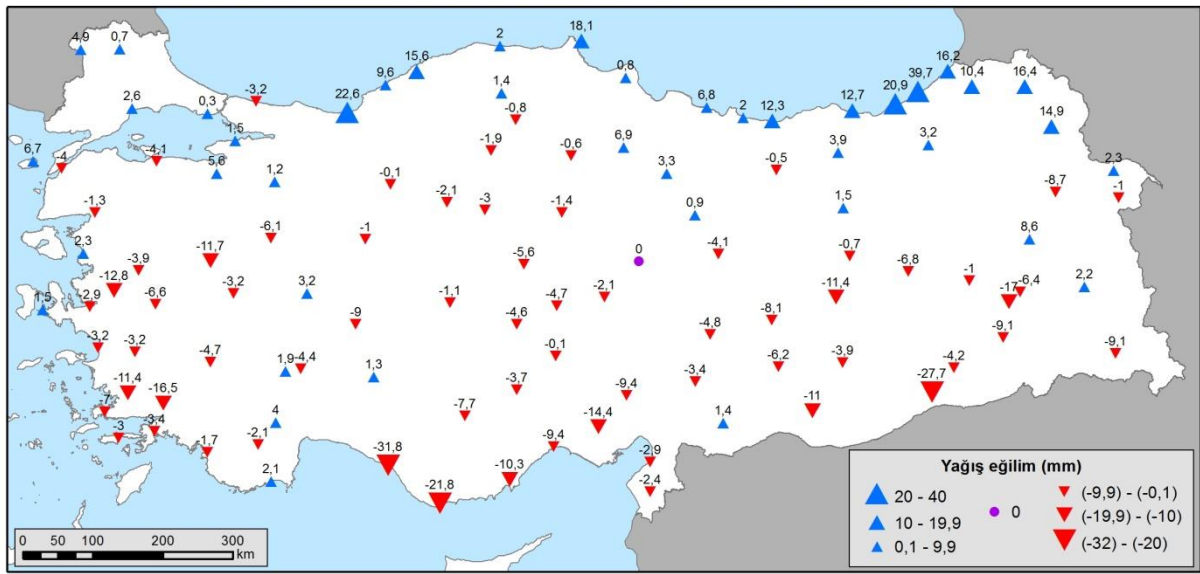
Burada dikkati çeken nokta, yıllık ortalama yağışlarda azalma eğilimine sahip istasyon sayısı oldukça fazla iken, Türkiye'nin 1975-2009 yılları arasında yıllık ortalama yağış eğilimini aldığımızda 0,43 mm lik artışın ortaya çıkmasıdır. Bu durum, yıllık ortalama yağışlarda artış eğilimi görülen istasyonların sayısal olarak az ancak artış eğilim değerlerinin oldukça fazla olmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 5, Şekil 4). Aslında sadece Karadeniz ve Marmara Bölgeleri artış eğiliminde (63,4 mm) iken diğer bölgeler azalış eğilimindedir (-21,6 mm). Özellikle Karadeniz Bölgesi'ndeki artış eğilimi ülke ortalamasının da artış yönünde olduğu sonucunu çıkarırsa da bölge bazında ülke topraklarının %74'ünde azalış eğilimi vardır. Artış trendindeki bölgeler Karadeniz iklimine sahip iken iç kesimler çoğunlukla yarı kurak iklim koşulları altında bulunmaktadır ve bu iç kesimlerde yağışlarda azalma eğilimi hakimdir. Güney ve batı kıyılarımız ise Akdeniz iklimine sahiptir.

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER ve NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)

Gerek IPCC raporlarında (2007), gerekse ülkemiz iklimi ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda; Akdeniz havzasında yer alan güney ve batı kıyılarımız kuraklık tehlikesi beklenen alanlardandır. Bu kıyılarımızdaki yıllık ortalama yağışlarda belirgin azalma eğilimleri görülmektedir (Şekil 4).

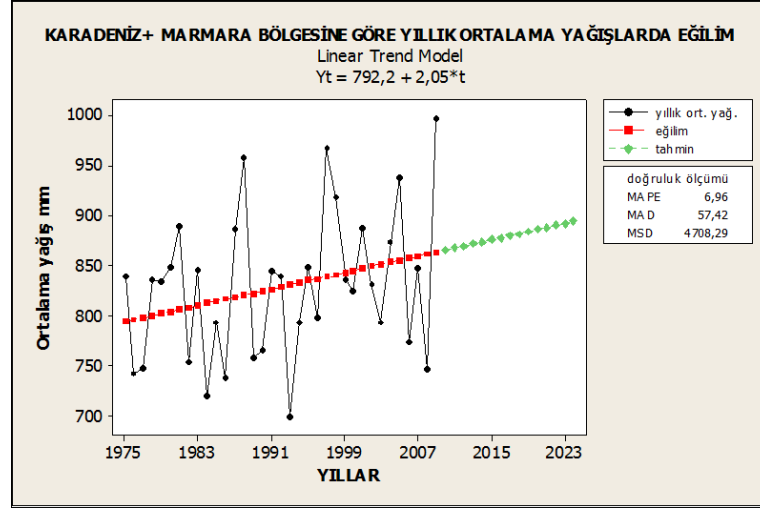
Tablo 5: 110 istasyonda yıllık ortalama yağışlarda eğilim değerleri (1975-2009)
Table 5: Average annual rain fall trend values in 110 stations (1975-2009)

Yıllık ortalama yağışlarda eğilim (mm)						
(-35)- (-20)	(-19,9)- (-10)	(-9,9)- (-0,1)	0	0,1- 10	10-19,9	20-40
3	9	55	1	31	8	3



Şekil 4: 110 istasyonda yıllık ortalama yağışlarda eğilim değerleri (1975-2009).
Figure 4: The trend values of the average annual precipitation at 110 stations (1975 - 2009)

Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nin 1975-2009 yılları arasında yıllık ortalama yağışlarında 63,4 mm. lik artış eğilimi vardır.



Şekil 5: Karadeniz ve Marmara Bölgeleri yıllık ortalama yağışlar ve eğilimi.
Figure 5: Average annual precipitation and trends in Black Sea and Marmara Regions

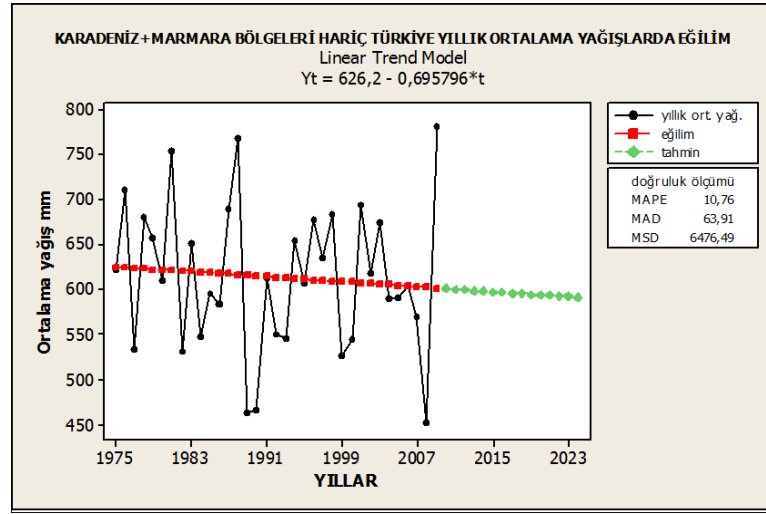
Bu iki bölgenin 2009'dan sonraki 15 yıllık tahmin aralığında da yıllık ortalama yağışlarda artışların hakim olacağı 2009'da 865 mm'lerde olan yıllık yağış ortalamasının 894 mm. leri geçebileceği tahmin edilmiştir (Şekil 5, Tablo 6).

Tablo 6: Karadeniz ve Marmara Bölgeleri yıllık ortalama yağış eğilimi
Table 6: Black Sea and Marmara Regions average annual rain fall trend values

YILLAR	ORTALAMA YAĞIŞ mm
2010	865,9
2011	867,9
2012	870,0
2013	872,0
2014	874,1
2015	876,1
2016	878,2
2017	880,2
2018	882,2
2019	884,3
2020	886,3
2021	888,4
2022	890,4
2023	892,5
2024	894,5

Karadeniz ve Marmara bölgeleri dışında kalan ve ülke topraklarının %74'ünü kaplayan kısımda ise son 35 yılda yıllık ortalama yağışlarda 21,6 mm'lik azalış eğilimi görülmektedir. 2009'dan sonraki 15 yıllık dönemde de bu azalmanın devam edeceği öngörülmüştür (Şekil 6, Tablo 7)

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER ve NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)



Şekil 6: Karadeniz ve Marmara Bölgeleri hariç Türkiye yıllık ortalama yağışlar ve eğilim.
Figure 6: Average annual precipitation and trends in Turkey except Black Sea and Marmara Regions

Tablo 7: Karadeniz ve Marmara Bölgeleri haricindeki bölgelerde yıllık ortalama yağış eğilimi
Table 7: Average annual rain fall trend in regions other than Black Sea and Marmara Regions

YILLAR	ORTALAMA YAĞIŞ mm
2010	601,1
2011	600,4
2012	599,7
2013	599,1
2014	598,4
2015	597,7
2016	597,0
2017	596,3
2018	595,6
2019	594,9
2020	594,2
2021	593,5
2022	592,8
2023	592,1
2024	591,4

Pearson korelasyon analiz sonuçlarına göre ise yıllık ortalama yağışlar ile NAO indisleri arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde negatif yönde -0,39 derecesinde ilişki bulunmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8'ye göre NAO indislerinin pozitif olduğu yıllarda yağışlarda azalma, negatif olduğu yıllarda ise artışlar görülmektedir. Bu sonuÇ daha önce yapılmış bazı çalışmaların sonuÇları ile son derece uyumludur (Türkeş ve Erlat, 2003; Türkeş ve Erlat, 2005).

Tablo 8: Türkiye için yıllık ortalama yağışlar ile NAO indisleri arasında korelasyon (1975-2009)

Table 8: Correlation between NAO indexes and average annual rain fall for Turkey (1975-2009)

		YAGIS	NAO
YAGIS	Pearson Correlation	1	-,391(*)
	Sig. (2-tailed)		,020
	N	35	35
NAO	Pearson Correlation	-,391(*)	1
	Sig. (2-tailed)	,020	
	N	35	35

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3.3.Sıcaklık-Yağış Korelasyonu:

Pearson korelasyon analizine göre, Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıklar ile yıllık ortalama yağışlar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan 0,16 derecesinde pozitif doğrusal ilişki bulunmaktadır (Tablo 9). Bu sonuca göre sıcaklıklar azaldığında yağışlarda az da olsa bir azalma, sıcaklıklar arttığında yağışlarda da hafif bir artma görülmektedir.

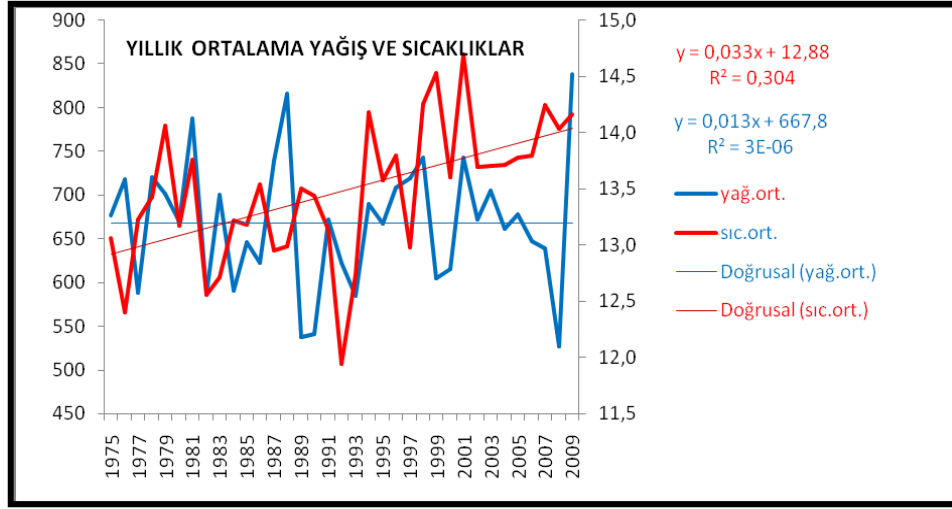
Tablo 9: Türkiye için yıllık ortalama sıcaklık ve yağışlarda korelasyon (1975-2009)

Table 9: Correlation on average annual temperature and rainfall for Turkey (1975-2009)

		SICAKLIK	YAGIS
SICAKLIK	Pearson Correlation	1	,158
	Sig. (2-tailed)		,364
	N	35	35
YAGIS	Pearson Correlation	,158	1
	Sig. (2-tailed)	,364	
	N	35	35

Yıllık ortalama sıcaklıklar ile yıllık ortalama yağışların birleştirilmiş grafiğinde bazı yıllarda ortaya çıkan uyum dikkat çekicidir (şekil 7). Bu sonuÇ ortalama sıcaklıklar ile ortalama yağışlar arasındaki pozitif yönde zayıf doğrusal korelasyonu doğrular niteliktedir.

TÜRKİYE'DE YILLIK ORTALAMA SICAKLIKLAR İLE YAĞIŞLARDA EĞİLİMLER ve NAO ARASINDAKİ İLİŞKİLERİ (1975-2009)



Şekil 7: Türkiye için yıllık ortalama sıcaklıklar ile yağışların birleştirilmiş grafiği ve eğilimleri (1975-2009).

Figure 7: Average annual temperature in Turkey and combined graphics and trends of rainfall (1975 - 2009)

5.Sonuçlar

Türkiye’de 1975-2009 yılları arasındaki 35 yıllık periyotta yıllık ortalama sıcaklıklarda 1,01°C artış eğilimi vardır. Bu artış eğiliminin, 2009’dan sonraki 15 yıllık süreçte de devam edeceği ve 0,3°C lik bir artışın daha olacağı öngörülmüştür. Kangal ve Bingöl istasyonlarında görülen azalma eğilimi dışında, 108 istasyonda yıllık ortalama sıcaklıklar artma eğilimine sahiptir. Alanya, Fethiye, Kuşadası istasyonlarında yıllık ortalama sıcaklıklardaki artış eğilimi 2°C yi geçmektedir.

Yıllık ortalama yağışlarda ise tüm istasyonlar dikkate alındığında 0,43 mm lik bir artış eğilimi görülmekle birlikte bu artış, özellikle Karadeniz kıyılarındaki artış eğilimi 20 mm üzerinde olan istasyonların varlığından kaynaklanmaktadır. Akçakoca, Bartın, Sinop, Giresun, Trabzon, Rize, Hopa gibi Karadeniz istasyonları ile Marmara Bölgesi’nde yer alan Kırklareli, Tekirdağ, Gökçeada, Yalova, Bilecik istasyonlarında yıllık ortalama yağışlarda artma eğilimleri belirgindir. Karadeniz ve Marmara bölgeleri dışında kalan ve ülke topraklarının %74’ünü kaplayan kısımda ise -21,6 mm’lik azalış eğilimi görülmektedir.

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklıklar ile yıllık ortalama yağışlar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan zayıf pozitif ilişki, yıllık ortalama yağışlar ve NAO indisleri arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde zayıf negatif doğrusal ilişki bulunmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklıkların fazla olduğu yıllarda yıllık ortalama yağışlarda da zayıf bir artış, NAO indislerinin negatif olduğu yıllarda yıllık ortalama yağışlarda zayıf bir artış olduğu söylenebilir.

Yıllık ortalama sıcaklıklarda görülen artış eğilimleri ile yıllık ortalama yağışlarda görülen azalma (Karadeniz ve Marmara kıyıları hariç) eğilimlerinde; küresel ısınma sonucu ortaya çıkan iklim değişikliği süreçleri, arazi kullanımında meydana gelen değişimler, kentsel alanların hızla artması gibi sebepler yanında NAO’nun pozitif ve negatif indisleri ile de yakından ilgili olduğu söylenebilir.

Çalışmada ortaya çıkan bu sonuçlara göre, yıllık ortalama sıcaklıklar ülkemizin büyük kesiminde artış eğilimi göstermiş olup gelecek yıllarda da bu artış devam edecektir. Buna karşılık 110 istasyonun 67’sinin yıllık ortalama yağış miktarlarında azalma eğilimi bulunmakta olup özellikle tarımsal planlamada ve karasal-sucul ekosistemlerin korunmasına yönelik çalışmalarda ek önlemlere ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- DEMİR, İ., KILIÇ, G., COŞKUN, M., SÜMER, U. M. 2008. "Türkiye'de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler". TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s: 69-84 Ankara.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, İsviçre.
- KADIOĞLU, M. 2008. Küresel İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri. Kar Hidrolojisi Konferansı. Bildiri Kitabı: 69-94, Erzurum.
- ÖZFİDANER, M., TOPALOĞLU, F., KAPUR, B. 2008. Türkiye Yağış Verilerinin Bölgesel Ortalama Trend Analizi. UKİDEK, 4 Aralık 2008, Konya.
- ŞEN, Ö.L., KINDAP, T., BOZYURT, D. 2008. Küresel Isınma ve Türkiye, İyimser Senaryo. Yeşil Atlas. 80-89.
- TAYANÇ, M., TOROS, H. 1997. Urbanization effects on regional climate change in the case of four large cities of Turkey". Climatic Change, 35: 501-524.
- TEKİN, V.N. 2009. SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri. Seçkin Yayıncılık, Ankara
- TÜRKEŞ, M. 1998. Influence Of Geopotential Heights, Cyclone Frequency and Southern Oscillation On Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology, 18: 649-680.
- TÜRKEŞ, M. 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification With Respect to Precipitation and Aridity Conditions. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences. Tbitak, Ankara.
- TÜRKEŞ, M., SMER, U. M., DEMİR, İ. 2002. Re-Evaluation Of Trends and Changes in Mean, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey For the Period 1929-1999. International Journal of Climatology, 22: 947-977.
- TÜRKEŞ, M. ERLAT, E. 2003. Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı İle Bağlantılı Yağış Değişiklikleri ve Değişebilirliği. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Ankara.
- TÜRKEŞ, M., ERLAT, E. 2005. Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı İle Bağlantılı Yağış Değişikliklerinin 500 hPa Seviyesindeki Dolaşım ile Açıklanması. Ulusal Coğrafya Kongresi (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına) Bildiriler Kitabı: 363-372, İstanbul.
- TÜRKEŞ, M., KOÇ, T., SARIŞ, F. 2007. Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal Ve Alansal Çözümlemesi. Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi, 5:57-73, Ankara.
- T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı. 2007. İklim Değişikliği I. Ulusal Bildirimi, Ankara.
- NAL, I. 1996. Eğitim ve Yetiştirme Ekonomisi, Epar Yayınları, Ankara.