



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 4 Sayı: 16 Volume: 4 Issue: 16

Kış 2011 Winter 2011

GÜNEYDOĞU ANADOLU PROJE (GAP) ALANINDA SICAKLIK VE YAĞIŞIN TREND ANALİZİ

TEMPERATURE AND PRECIPITATION TREND ANALYSIS IN SOUTHEAST ANATOLIA PROJECT (GAP) AREA

Muhammet BAHADIR*

Özet

Bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu Proje alanında gelecekte sıcaklık ve yağıştaki olası değişimler ARIMA modeli kullanılarak incelenmiştir. ARIMA modeli durağan olmayan zamansal serileri durağan hale getirip, trend analizlerini ortaya koymada iyi sonuç veren ve dünya literatüründe kabul gören bir yöntemdir. Yapılan analizler neticesinde Türkiye için öngörülen iklim senaryolarına uygun değerler elde edilmiştir. Araştırma sahasına giren 9 ilden 8'inin uzun yıllık sıcaklık ve yağış verilerine ulaşılabildiği için 8 ile ait analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler neticesinde sıcaklıkta, Batman, Gaziantep, Siirt ve Şanlıurfa'da **kuvvetli artış**, Adıyaman, Kilis ve Mardin'de **artış**, Diyarbakır'da ise **kararlı** bir eğilim ortaya çıkmıştır. Yağıştaki eğilimler incelendiğinde ise Mardin'de **kuvvetli azalma**, Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Kilis, Siirt ve Şanlıurfa'da **azalma**, Gaziantep'te **kararlı** bir durum ortaya çıkmıştır. Sıcaklık analizlerine göre çalışma alanında 15 yıllık tahmin aralığında (2009-2023) **0,3** ile **0,6** °C'lik artış öngörülmektedir. Yağışta ise genel eğilim azalma şeklinde olup, azalama değerleri **15 mm** ile **100 mm** arasında öngörülmektedir. Bu değerlerin Türkiye ve özellikle Güney bölgelerimiz için öngörülen değerlerle örtüştüğü ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: ARIMA modeli, Sentetik iklim serisi, Güneydoğu Anadolu Proje Alanı, İklim, Eğilim.

Abstract

The ARIMA model was used to study the potential future changes in temperature and precipitation in the Southeast Anatolia Project area. In world literature, the ARIMA model is recognized for being a method providing the best results regarding trend analysis by rendering non-stationary temporal sequences to stationary sequences. Appropriate values for the foreseeable climate scenarios for Turkey have been obtained as a result of the analysis. Long term temperature and precipitation data were available for 8 out of the 9 provinces which is why the analysis work was carried out for 8 provinces. Analysis results show that the temperature trend for Batman, Gaziantep, Siirt and Şanlıurfa to be a **major increase** in temperature while the outlook for Diyarbakır appears to be a **steadfast** trend. Studies carried out regarding precipitation reveal that Mardin will experience a **major decrease**, while precipitation in Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Kilis, Siirt and Şanlıurfa will **decrease** and a **steadfast** outlook is valid for Gaziantep. According to the temperature analysis, an increase of **0,3** and **0,6** °C is foreseen for the study area within a 15 year interval (2009-2023). While the overall trend for precipitation is to decrease, the foreseen decrement values are between **15 mm** and **100 mm**. These values correspond with the values foreseen for Turkey and particularly for our southern regions.

Key Words: ARIMA model, Synthetic climate series, Box-Jenkins technique, Southeast Anatolia Project Area (Gap), Climate, Trend.

1. Giriş

İklimin ana elemanlarını oluşturan sıcaklık ve yağış ile ilgili bilgiler küresel iklimin karakterinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Her iki parametrede hem mekansal hem de zamansal ölçekte büyük değişimler göstermektedir. Bu bağlamda her iki parametrede meydana gelen salınımlar, iklimin genel yapısının anlaşılması için önemli ipuçları vermektedir. Bundan dolayı da son zamanlarda iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar sıcaklık ve yağış trend analizlerine yoğunlaşmış durumdadır (Türkeş, 1996; Türkeş, vd., 2002; Kadioğlu, 1997; Şahin, 2010; Özdemir ve Bahadır, 2010; Bahadır ve Saraçlı, 2010).

Dünya da sera gazı emisyonlarında meydana gelen artışlar özellikle endüstri devriminden sonra doğal atmosfer koşullarının değişimine neden olmuştur. Atmosferde sera gazları oranlarının artması, yüzey sıcaklıklarında artışa neden olmaktadır. Yüzyılın sonlarında başlayan

* Arş. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

ısınma, aşağı yukarı her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmıştır. Yüksek sıcaklıklar 1998 yılında rekor seviyeye ulaşmış, 1998 hem küresel ortalama hem de kuzey ve güney yarımkürelerin sıcaklık ortalamaları açısından, 1850'den günümüze kadar olan devrede en sıcak yıl olmuştur (Türkeş vd., 2000, s. 2-3).

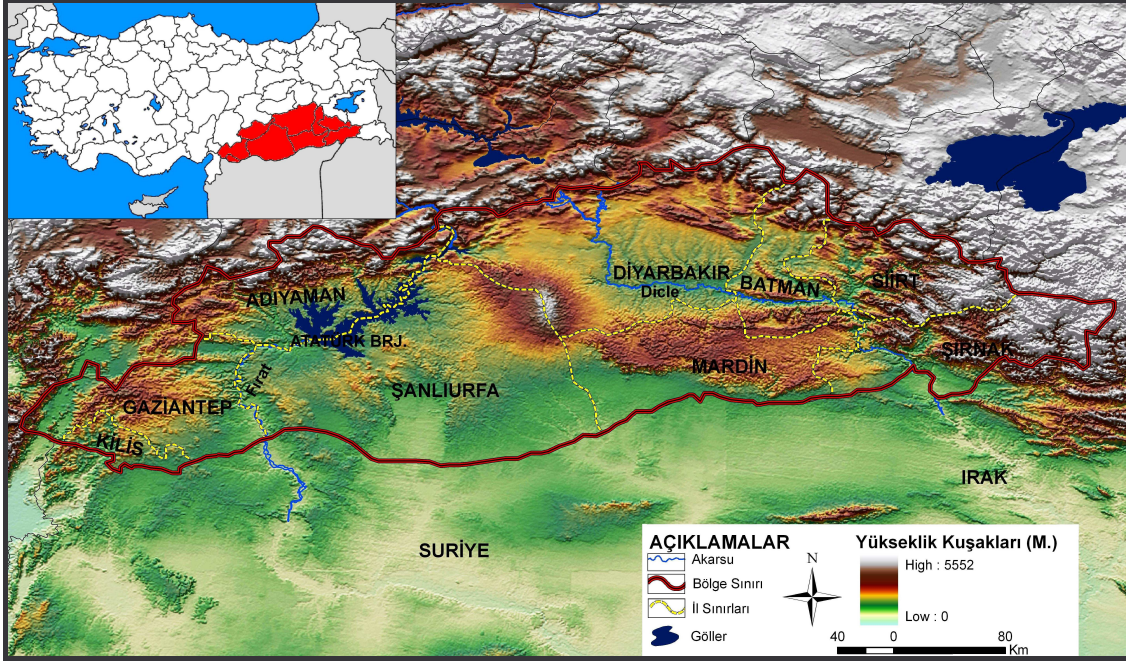
Birleşmiş Milletler'in küresel iklim değişikliği konusundaki uzman kuruluşu Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 3. Değerlendirme Raporu'na göre, küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 20. yüzyılda ortalama olarak 0,6 °C artmıştır. IPCC'nin son raporuna göre küresel ortalama yüzey sıcaklığının 1990-2100 döneminde 1,4-5,8 °C arasında yükseleceği öngörülmektedir (Apak ve Ubay, 2007, s. 165-182).

Küresel iklim değişikliğinin Türkiye boyutu incelendiğinde ise, bölgeler arasında bariz farklılıkların olduğu görülmektedir. Türkiye için yapılan önceki çalışmalarda, Türkiye'nin büyük bölümünde yıllık ve mevsimlik ortalama yüzey hava sıcaklıklarında, özellikle yaz mevsiminde, genel bir azalma eğilimi (soğuma) hakim olmuştur (Türkeş, 1996, s. 3-4; Kadioğlu, 1997, s. 5-6; Öztürk, 2002, s. 2-6). Ancak 1990'lı yıllardan sonra özellikle de 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra süre gelen genel bir ısınma eğilimi kendini göstermektedir (Demir vd., 2008, s. 2-3). IPCC 3. Değerlendirme Raporu'nda da kullanılan çeşitli iklim modellerine göre, Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, sadece sera gazlarındaki artışları dikkate alındığında, 1-3 °C arasında; sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki değişimler ile birlikte dikkate alındığında ise 1-2 °C arasında bir artış olacağı öngörülmektedir. Yağışta ise ülkemizde Akdeniz İklim sahasında azalma eğilimi şeklinde kendini göstereceği öngörülmektedir (Apak ve Ubay, 2007, s. 165-182).

Türkiye'de yağış değişimleri konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğiliminde olduğu ve kurak dönemlerin 1970 sonrası arttığı ve gittikçe şiddetlendiği görülmektedir (Türkeş, 1996). Türkiye vd., göre (2007), yağışlar Kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde her on yılda yaklaşık % 0,5 ile % 1 arasında artış gösterirken, Akdeniz Havzası'nın da içinde olduğu subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma göstermiştir. Türkiye iklim değişimlerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Özellikle ülkemizin güney kesimi (Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi) coğrafi konumlarından dolayı iklim değişikliklerine çok duyarlı bölgelerimizi oluşturmaktadırlar (Türkeş vd., 2002). İklimdeki değişimlerin bir sonucu olarak adı geçen bölgelerimizde bitki örtüsünün yanı sıra birçok doğal kaynak zarar görecektir. Özellikle de bu bölgelerimizde kuraklık ciddi sorunlara yol açacak ve bu bölgelerde yeniden su politikalarının geliştirilmesine neden olacaktır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Güneydoğu Toros Dağlarının Anadolu'da dışbükey kıvrım yaptığı alanın güney kesimi ile Suriye sınırı arasında yer alır. Kapladığı alan bakımından Türkiye'nin en küçük bölgesi olup 57 bin km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin % 7,5' ini oluşturur. Geniş düzlüklerin yer aldığı bölgede, önemli yükseltileri Mardin – Midyat Eşiği ile kalkan şeklinde uzanan Karacadağ bazalt konisi oluşturmaktadır. Bölgenin büyük bir kısmında yer şekillerinin sadeliği dikkat çekmektedir. Bölgede geniş plato alanları çanaklaşmış havzalarla orta yükseltideki kubbeleşmiş dağlar ve tepelerden ibaret olup kuzeyden güneye doğru alçalıcı bir özellik gösterir (Sözer, 1984, Atalay, 2006) (Şekil 1).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, Akdeniz İklimi'nin bozulmuş hali kendini gösterir. Bölge'de yazlar çok sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bölge yaz mevsiminde çoğunlukla Basra alçak basınç merkezine yerleşmiş olan kuru ve sıcak tropikal hava kütesinin etkisi altında kalır. Gündüz en yüksek sıcaklıkların 40 °C'nin üzerine çıktığı bölgede bağıl nemin çok düşük olması buharlaşmayı daha da artırır. Bölge de yıllık ortalama sıcaklık 18 °C'nin üzerinde olmakta, bu değerlerin görülmesinde yaz sıcaklarının aşırı yüksek olması etkili olmaktadır. Bölge iklimi doğuya ve kuzeye doğru gidildikçe Akdeniz ikliminden farklılaşmaktadır. Özellikle karasallığın şiddetlendiği Diyarbakır, Mardin, Batman, Şanlıurfa ve Siirt'te kış devresindeki en düşük sıcaklıklar -20 °C'ye kadar düşebilmektedir. Bölgenin alçak kesimlerini oluşturan Harran ve Ceylanpınar ovalarında sadece yaz döneminde meydana gelen potansiyel buharlaşma 2000 mm'nin üzerindedir. Bölge, Akdeniz yağış rejiminin etkisi altındadır. Kış dönemi yağışlı yaz dönemi ise yağışsızdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 400-800 mm arasında değişmektedir. Kışın Orta Akdeniz'den gelen cepheler bölgeyi etkisi altına almaktadır. Bu yağışlara neden olan cephe faaliyetleri Nisan ayına kadar devam eder. Toros dağlarının güneye bakan yamaçlarında engellenen bu cepheler günlerce süren yağış bırakır. Bundan dolayı Torosların güney etekleri, bölgenin en fazla yağış alan alanlarını oluşturur (Atalay, 2006).



Şekil 1: Güneydoğu Anadolu Proje alanının lokasyon haritası.

Ülkemizde kuraklığın en şiddetli yaşandığı bölge olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulama, enerji üretme, stratejik güç oluşturma, su depolama rezervuarı niteliğinde Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında bir dizi baraj yapılmıştır. Söz konusu baraj dizileri ülkemizin en önemli nehirlerinden olan Fırat ve Dicle'nin drenaj ağı üzerinde kurulmuşlardır. Proje alanı Fırat ve Dicle havzaları ile Yukarı Mezopotamya ovalarında yer alan Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak ve Kilis illerini kapsayan GAP, 7'si Fırat havzasında, 6'sı Dicle havzasında olmak üzere gerçekleştirilecek 13 proje paketi çerçevesinde, 19'u çift amaçlı (sulama-enerji) olmak üzere 22 baraj, 19 hidroelektrik santrali ve bunlara bağlı sulama tesislerinin yapımını öngörmektedir (Demir, 2003). Karakaya, Atatürk, Batman, Kralkızı, Dicle, Birecik ve Karkamış hidroelektrik santralleri işletmeye açılmış, proje çerçevesinde toplam 13 barajın yapımı tamamlanmıştır. Bu kadar büyük önem taşıyan su kaynaklarının geleceği iklimdeki değişimlere paralel olarak şekillenecektir. GAP alanında iklimdeki değişim eğilimi ve niteliği gerek barajların beslenmesi, gerekse su kaynaklarının kullanımı açısından son derece önemlidir. Ayrıca büyük su kütlelerinin yakın çevresindeki iklimler üzerine bir takım etkileri olduğu değişik araştırmalar tarafından ortaya konulmuştur.

Öyle ki büyük bir su kütesinin hazne yüzeyi üzerinden geçen hava kütesi ile yüzey arasında ısı ve kütle alışverişi olacaktır. Bunun bir sonucu olarak büyük ve geniş yüzeylere sahip olan göller ve büyük su tutma hazneleri yerel iklimdeki farklılığın ortaya çıkmasında önemli bir etken olmaktadır. Örneğin, Tonbul (1990), Keban Barajının yöre iklimi üzerine olan etkilerini incelemiş, Buharlaşmada azalma, bağıl nemde hafif bir artış, sıcaklıkta çok az bir azalma, karlı gün sayısında ise bir artış olduğunu saptamıştır (Tonbul, 1990). Kadioğlu ve Şen, (1994), büyük su haznelerinin çevresel etkilerini incelemiş, Keban Barajı öncesi ve sonrasında çevre ikliminin fraktal analizini yapmışlardır. Yapılan analizlere göre kısmen daha nemli şartların ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmıştır (Kadioğlu ve Şen, 1994). Yine, Güldal vd., (1994), baraj haznelerinin çevresel etkileri kapsamında Keban Barajını incelemiş iklimsel değişimleri konusunda kışın sıcaklıkta artış, yazın ise nem de artış olduğunu belirtmişlerdir (Güldal vd., 1994).

Söz konusu bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu Proje alanında gelecekte iklimin iki önemli belirleyicisi olan sıcaklık ve yağışın trend analizleri ARIMA modeline göre belirlenmiştir. Ülkemiz için ve ayrıca Mezopotamya Havzası için en önemli iki su kaynağı konumunda olan Fırat ve Dicle nehirleri gelecekteki iklim değişimlerinden büyük oranda etkilenecektir. İklimdeki kuraklık eğiliminin artması daha fazla su kullanımı beraberinde getirecek, günümüzde kuraklık şartlarının etkili olduğu bölgede çölleşme sürecine girilme olasılığı ortaya çıkacaktır. Ayrıca, Mezopotamya Havzası günümüzde ciddi anlamda su sıkıntısı yaşarken, kuraklığın artması durumunda daha vahim sorunlarla karşı karşıya kalacak ve stratejik bir kaynak olan suyun üzerinde bölgede yeni çatışma stratejileri gündeme gelecektir. Bu nedenlerle proje kapsamındaki illerde sıcaklık ve yağışın gelecek eğilimini belirlemek ve klimatolojik açıdan değerlendirmek bu tür stratejik yapılanmalara da önemli katkılarda sağlayacaktır.

1.1. Amaç

Çalışmada, Güneydoğu Anadolu Proje alanında iklim elemanlarından sıcaklık ve yağıştaki değişimin ortaya konulması, gelecekteki olası eğilimleri ve ülkemizin güneyi için öngörülen değişimleri yansıtıp yansıtmadığını belirlemek hedeflenmiştir. Küresel ısınma boyutunun yöreye yansımaları, kuraklığa doğru bir değişimin olup olmaması ve değişim eğiliminin ne kadar etkili olduğunu belirlemek yöre için önemli olduğu kadar ülkemiz için de önem taşımaktadır. Öyle ki saha ülkemizde yaz devresinde kuraklığın en şiddetli yaşandığı, tarımsal kuraklığın hat safhalarda olduğu ve beraberinde su kıtlığının da yaşandığı sahalarımızın başında gelmektedir. Bu nedenle, daha önce klimatoloji çalışmalarında uygulanan ve başarılı sonuçlar elde edilen ARIMA yöntemi ile GAP sahasındaki sıcaklık ve yağış eğilimlerinin ortaya konulmasının yarar sağlayacağı kanısındayız. Ayrıca bu tür çalışmalar lokal ölçekteki coğrafi şartlar esas alınarak hazırlanıp bir bütün halinde ülkenin tamamını kapsayacak şekilde ortaya konulması halinde Türkiye'nin küresel iklim öngörülleri daha sağlıklı bir şekilde ortaya konulmuş olacaktır. Yine ülkemizin stratejik su kaynakları olan, Fırat ve Dicle nehirleri tarafından beslenen Atatürk Barajı başta olmak üzere Keban ve Karakaya Barajları'nın da gelecekteki iklim eğilimlerinden etkilenme düzeyleri düşünüldüğünde bu tür çalışmaların önemi kat ve kat artmaktadır.

1.2. Materyal ve Metot

Çalışmada veri olarak, Güneydoğu Anadolu Proje alanına giren 8 il merkezinin verileri kullanılmıştır. Ancak çalışma sahasında 9 il merkezi bulunmakla birlikte Şırnak meteoroloji istasyonunun uzun yıllık yağış ve sıcaklık verilerine ulaşılamamıştır. Elde edilen verilerin düzenli olması için günlük verilerin aylığa, aylık verilerin düzenlenmesi ile yıllık verilere dönüştürülmesi sağlanmıştır. Verilerin günlük ölçümlere dayalı olması, aylık değerlerin ve beraberinde yıllık hesaplamaların daha doğru sonuç vermesine imkan sağlamaktadır. Verilerin aralığı 1975-2008 yıllarına kadar olup, 33 yıllık dönemi kapsamaktadır.

Çalışmada daha önce klimatoloji çalışmalarında uygulanan ve başarılı sonuçlar elde edilen ARIMA modeli (Box-Jenkins) kullanılmıştır. Özellikle modelin durağan olmayan zamansal iklim serilerindeki başarısı görülmüş ve daha uzun yıllık dönemlere uygulanabileceği tespit edilmiştir.

Çalışma yöntemi, ARIMA modeli olup uluslararası bilim dünyasında Box-Jenkins tekniği olarak bilinmektedir. Zaman serilerinde analiz ve tahmin yöntemi olan Box-Jenkins tekniği; kesikli, doğrusal ve stokastik süreçlere dayanır. Otoresif, otoresif-hareketli ortalama ve birleştirilmiş otoresif-hareketli ortalama Box-Jenkins tahmin modelleridir (Hamzacebi ve Kutay 2004, s. 2-4).

AR (p) modelleri;

$$Y_t = \Phi_1 * Y_{t-1} + \Phi_2 * Y_{t-2} + \dots + \Phi_p * Y_{t-p} + \gamma + a_t$$

şeklinde gösterilmektedir. Formülde;

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ serinin geçmiş gözlem değerleri,

$\Phi_1, \Phi_2, \Phi_p \dots$ geçmiş gözlem değerleri için katsayılar,

γ sabit bir sayı

a_t hata terimidir.

MA (q) modelleri;

$$Y_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Formülde;

$a_t, a_{t-1}, a_{t-2}, \dots, a_{t-q}$ hata terimlerini,

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ hata terimleri katsayılarını,

μ sürece ait serinin ortalamasını ifade etmektedir.

ARMA modelleri, durağan stokastik modellerdir, geçmiş gözlem ve hata terimlerinin doğrusal fonksiyonunu ifade etmektedir.

ARMA (p, q) modelleri genel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$Y_t = \Phi_1 * Y_{t-1} + \Phi_2 * Y_{t-2} + \dots + \Phi_p * Y_{t-p} + \gamma + a_t + \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

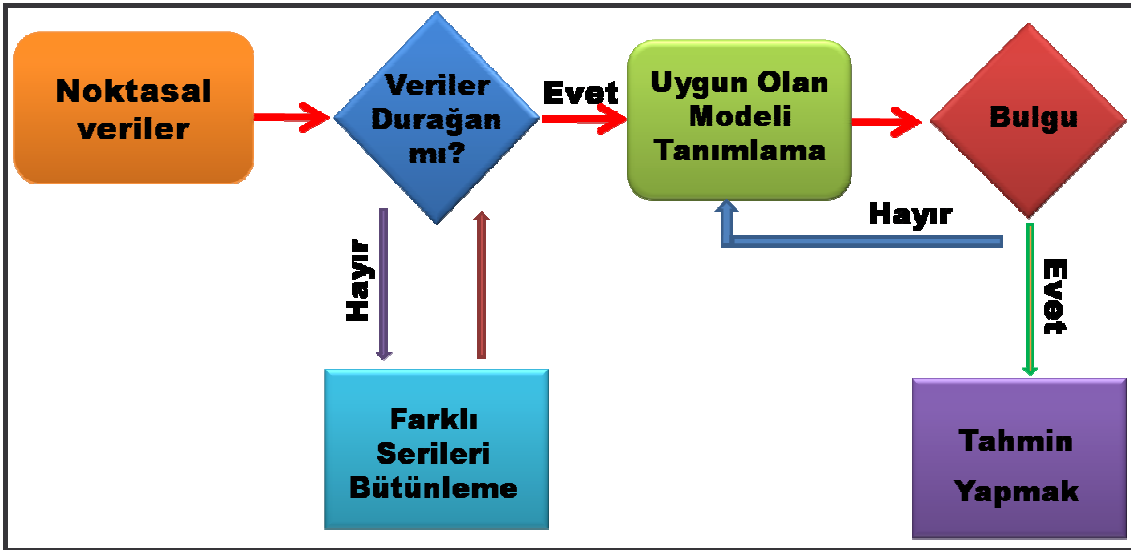
Zaman serisinin durağan olduğu koşullarda, yani sürecin ortalamasının varyansının ve kovaryansının zamana bağlı değişmediği durumlarda ARMA (p, q), veya ARMA (p, q)'nın özel hali olan AR (p), MA (q) modellerinden uygun olanı kullanılabilir. Ancak, gerçekte zaman serilerinin ortalama ve varyansında zamana bağlı bir değişim olmaktadır. Bu durum, durağan olmayan durum olarak

adlandırılır. Bu tip zaman serileri durağan hale dönüştürüldüğünde ARMA (p, q), modelleri tahmin için kullanılabilir. Bu yüzden, durağan olmayan seriler durağan hale getirilir, böylece bu tip serilerin kullanılması daha doğru sonuçlara ulaşmayı mümkün kılar (Hamzaçebi ve Kutay 2004, s. 4; Topçuoğlu 2005, s. 90-91; Bahadır ve Saraçlı, 2010;167-168).

ARIMA modeli dört temel aşamayı içermektedir. Birinci aşamada genel model sınıfı belirlenmektedir. Genel modelin seçimi için otokorelasyon fonksiyonları dikkate alınarak ARIMA modellerine ait teorik fonksiyonların özelliklerinden yararlanılmaktadır. İkinci aşamada, verilerin yapısına uygun bir model belirlenir. Bu amaçla korelasyon ve otokorelasyon fonksiyonlarından yararlanılmaktadır. Üçüncü aşamada geçici modelin parametreleri istatistiksel yöntemlerle belirlenir ve anlamlılıkları ortaya konur. Son aşamada ise modelin uygunluk kontrolü yapılmaktadır (Dobre ve Alexandru, 2008, s. 157-158-159; Özdemir ve Bahadır, 2010: 355).

ARIMA yöntemine göre yapılan eğilim analizlerinde birden çok değişken kullanılması ve durağan olmayan değişkenlerin zamansal serisinin tahmin edilmesi açısından daha güvenilir sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmüştür. ARIMA tekniği durağan zaman serisinin otoregressif - hareketli ortalama formunun belirlenmesine dayanmaktadır. Bu amaçla öncelikle zaman serisi durağan hale dönüştürülmekte (logaritmik birinci farkları alınarak) ve aşağıda genel formu verilen ARIMA (p,d,q) modelinden yeterli olanı araştırılmaktadır (Box ve Jenkins, 1976, :2-4).

Durağan olmayıp fark alma işlemi sonucunda durağanlaştırılan serilere uygulanan modellere Birleştirilmiş otoregressif hareketli ortalama (ARIMA- Auto Regressive Integrated Moving Average) modeli adı verilir. Box-Jenkins modellerinde amaç; zaman serisine en iyi uyan, en az parametre içeren doğrusal modelin belirlenmesidir (Şekil 2) (Dobre ve Alexandru, 2008, s. 157-158; Özdemir ve Bahadır, 2010:354-355).

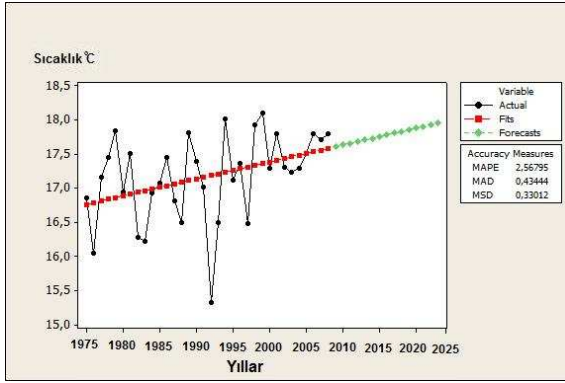


Şekil 2: Box-Jenkins yöntemi (Özdemir ve Bahadır, 2010, sayfa 355'ten alınmıştır).

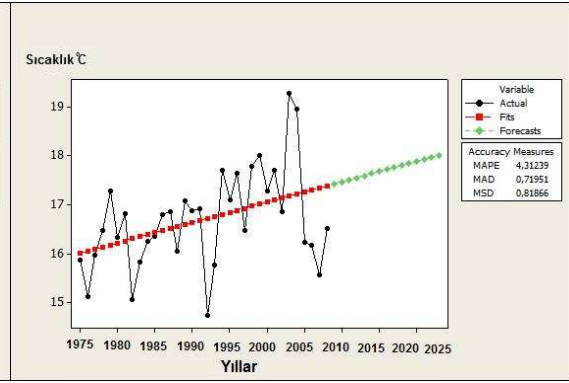
2. Analizler ve Bulgular

Bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu Proje alanını kapsayan 9 il merkezinden 8'ine ait sıcaklık ve yağış verileri ARIMA modeli kullanılarak trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında yer alan Şırnak'a ait sıcaklık ve yağış verilerine ulaşılamadığından analizleri yapılamamıştır. Güneydoğu Anadolu Proje alanı özellikle yaz devresinde ülkemizde en yüksek sıcaklıkların görüldüğü sahayı oluşturmaktadır. Ancak kış devresinde karasallığın etkisi ile sıcaklık değerleri -10'nun altına düşebilmektedir. Bu çalışmada ise sıcaklık ile ilgili ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllık (1975-2008) gidişine dayalı trend analizleri yapılmıştır. Bütün istasyonlara yönelik otokorelasyon ve parçalı otoregressif korelasyon fonksiyonu analizleri yapılmış böylece modelin hareketli ortalama taşıması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu analizler hem sıcaklığa hem de yağışa uyarlanmıştır. İller bazında analizler incelendiğinde;

Bölgenin kuzeybatısında yer alan Adıyaman'da sıcaklık eğilimi 1975-1990 yılları arasında kararlı bir gidiş göstermiş, 1990'lı yılların başında ise bir düşüş yaşanmıştır. Bu tarihten sonra ise sıcaklıkta az ama düzenli bir artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Bu durum küresel ısınma senaryolarında öngörülen 1990'lar sonrası ısınmayı destekler niteliktedir. ARIMA modeline göre önce durağan hale getirilen ve daha sonra trend analizleri yapılan sıcaklığın gelecekteki durumu incelendiğinde 15 yıllık bir tahmin aralığı seçilmiştir. Adıyaman'da 2009-2023 yılları arasında 15 yılda sıcaklıkta **artış eğiliminin** devam edeceği, 2009 yılında 17,6 °C olan sıcaklık yaklaşık olarak 18 °C'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 3). Bu artış miktarı ülkemizde Akdeniz İklimi etki sahası için öngörülen artış ile yakın değerler göstermektedir. Batman ise araştırma alanının kuzeydoğu kesimini oluşturmakta ve Adıyaman'a oranla daha yüksek bir topografyaya sahiptir. Batman'da sıcaklığın uzun yıllık gidişinde 1977, 83, 87, 92 ve 2008 yılları dışında sıcaklık değerleri hep ortalamasının üzerinde kalmıştır. Özellikle 2004-2005 yıllarında 19 °C'nin üzerine çıkmıştır. Trend analizlerine göre ise ortalama sıcaklık 2009 yılından 2023 yılına kadar **kuvvetli bir artış** ile 0,6°C civarında artarak 17,4 °C'den 18°C'ye ulaşması öngörülmektedir (Şekil 4).

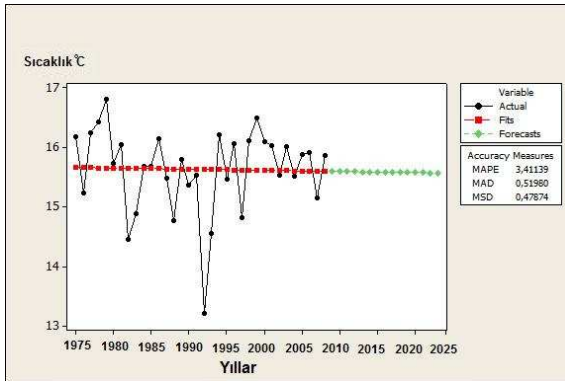


Şekil 3: Adıyaman sıcaklık trend grafiği

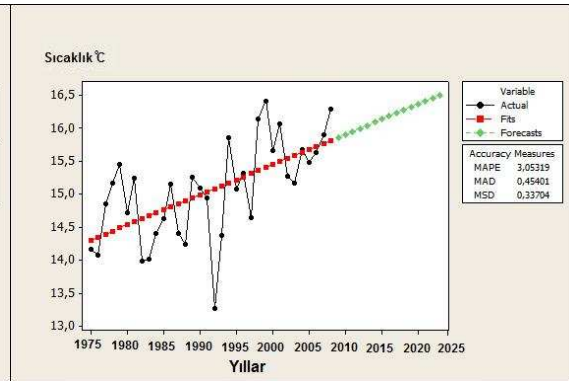


Şekil 4: Batman sıcaklık trend grafiği

Bölgenin merkezi kısmında yer alan Diyarbakır'da sıcaklığın uzun yıllık gidişi incelendiğinde bölgenin diğer illeri ile kısmen de olsa farklılık göstermektedir. Özellikle sıcaklıkta genel bir azalmanın olduğu, bu azalmanın 1980'li yılların yarısına kadar hızlı bir şekilde meydana geldiği ve 1995 yılına kadar sürdüğü görülmektedir. Ancak, diğer istasyonlarda olduğu gibi ülkemizde küresel ısınmanın etkili olduğu 90'ların ikinci yarısından itibaren ortalamasının hemen her yıl üzerinde kaldığı, buna rağmen 2003 yılından sonra tekrar bir azalma görünümü kazansa da **kararlı** bir seyir izlediği sonucuna ulaşılmıştır. Trend analizine göre ise 2009'da 15,7°C olan ortalama sıcaklık 15,6°C'ye gerileyerek bu değerde 2023 yılına ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 5). Asıl Akdeniz İklimi etkilerinin daha bariz olarak görüldüğü Gaziantep'te sıcaklığın uzun yıllık gidişine de bu durum yansımış durumdadır. Birkaç yıl dışında sıcaklıkta ortalamadan çok büyük sapmalar olmamıştır. En düşük ortalama sıcaklık değeri 1992 yılında gerçekleşmiş o tarihten sonra sıcaklık düzenli ve kararlı bir şekilde 2009'a kadar artmıştır. Böylece Gaziantep'te uzun yıllık dönemler itibarıyla 1976'lardan 1992'ye kadar azalma dönemi, 1992'den analiz dönemini de kapsayacak şekilde 2008'e kadar artış ve trend eğilimlerine göre 2023 yılına kadar da artışın devam edeceği öngörüsüne ulaşılmıştır. Öyle ki 2009 yılında 15,9 °C olan sıcaklık, 2023 yılına gelindiğinde **kuvvetli bir artış** ile 16,5 °C'ye ulaşacağı tahmin edilmiştir (Şekil 6).

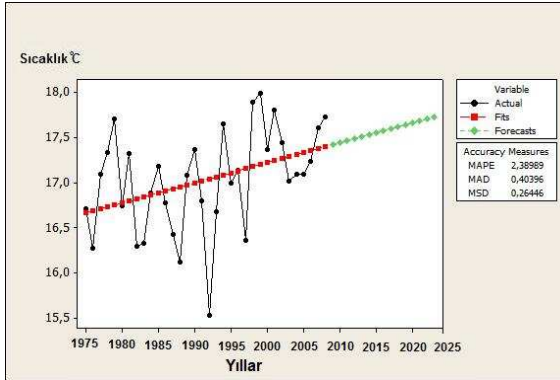


Şekil 5: Diyarbakır'ın sıcaklık trend grafiği

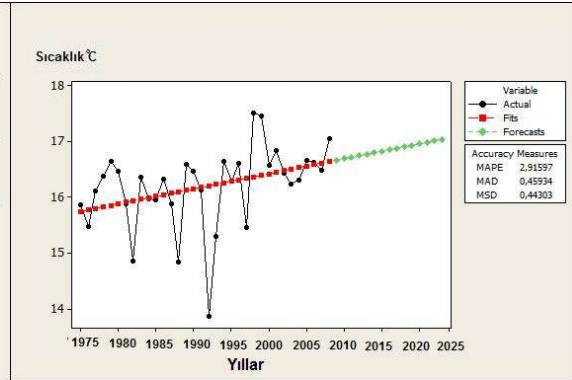


Şekil 6: Gaziantep'in sıcaklık eğilim grafiği

Çalışma alanının en güneybatı ucunda yer alan Kilis'te Akdeniz İklimi'nin etkileri Gaziantep'te olduğu gibi bölgeye nazaran etkisini daha fazla hissettirmektedir. Kilis'te de bölgede olduğu gibi 1992 yılı en düşük ortalamaların görüldüğü yıl olmuş, bu yılın dışında genel olarak ortalamaya yakın değerler görülmüştür. Bu tarihten sonra ise sıcaklıkta genel bir artış meydana gelmiş ve hemen her yıl ortalamasının üzerinde kalmıştır. Tahmin aralığında ise 2009 yılında 17,4°C olan sıcaklık 0,3°C'lik **artışla** 17,7°C'ye ulaşacağı sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 7). Araştırma sahasının güney kesimlerini oluşturan Mardin'de ise denizden iç kesimlerde olmasının sonucu olarak karasal etkiler daha fazla olmakla birlikte ülkemizin diğer karasal bölgelerinin aksine yıllık ortalama sıcaklıklar 15,5-16,6°C arasında değişmektedir. Mardin'de diğer istasyonlarda olduğu gibi 1992 yılı ortalama sıcaklığın en düşük olduğu yılı oluşturmaktadır. Bu yıldan sonraki 16 yıllık ölçüm döneminde ortalama sıcaklıkta artış eğilimi kendini göstermiştir. Bu durumun tahmin aralığı olan 2009-2023 yılları arasında da devam edeceği, 2009'da 16,7 °C olan ortalama sıcaklık 0,3°C'lik **artış** ile 17,0°C'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 8).

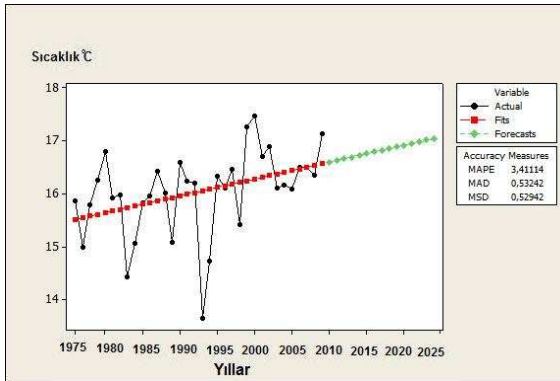


Şekil 7: Kilis sıcaklık trend grafiği

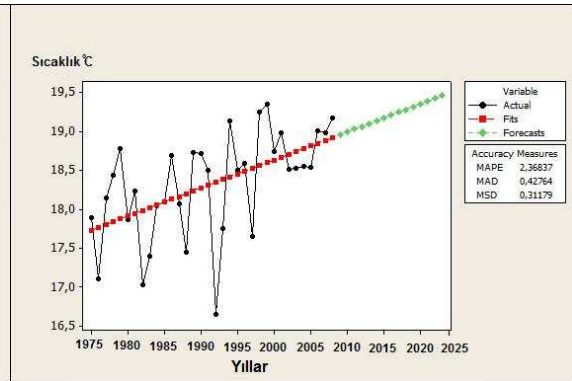


Şekil 8: Mardin sıcaklık trend grafiği

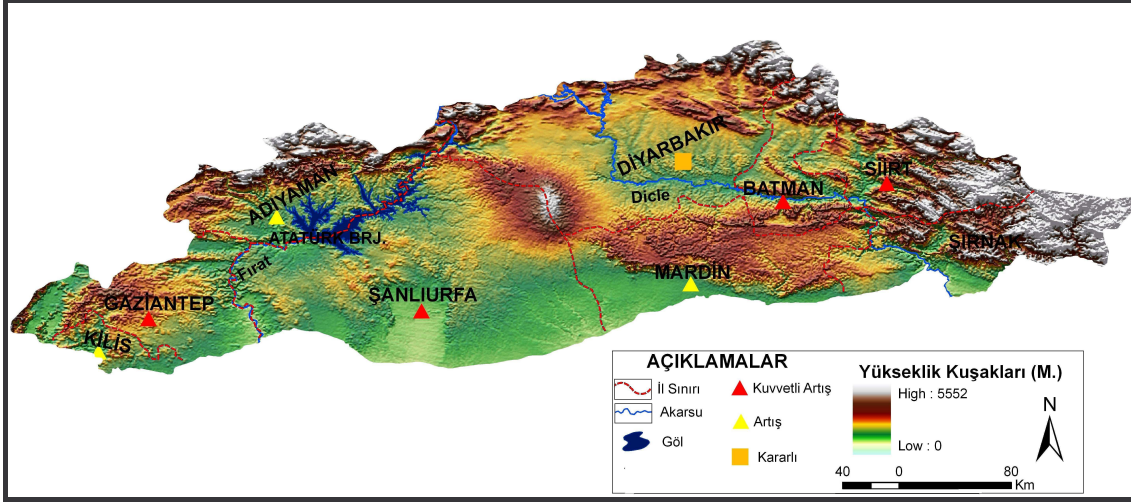
Araştırma sahasının doğusunda ve yükseltinin arttığı kesimlerde bulunan Siirt, karasallığın bölge de en yüksek olduğu merkezlerden birini oluşturmaktadır. Ancak, Siirt'te Batman ve Mardin'de olduğu gibi karasallığın etki derecesi Doğu ve İç Anadolu Bölgelerimizdeki kadar etkili değildir. Siirt'te ortalama sıcaklıkların uzun yıllık gidişinde 1975'ten 2008 yılına kadar ki ölçüm döneminde genel eğilim artış yönünde olmuştur. Ancak 1983 ve 1992 yıllarında ülkemizde olduğu gibi sıcaklıkların en düşük değerleri göstermiştir. Trend analizlerine göre ise 2009'da 16,5 °C olan ortalama sıcaklık 2023 yılına gelindiğinde yıllar arasında **kuvvetli artışla** 17,0°C'ye ulaşacağı, ve artış miktarının 0,5 °C olacağı sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 9). Güneydoğu Anadolu Proje alanı merkezi kesiminde bulunan ve ovalık olanların geniş yer kapladığı Şanlıurfa'da ise enlemin etkisine ve güneyli hava akımlarına bağlı olarak bölge içinde en yüksek sıcaklıklar görülmektedir. Ancak, Şanlıurfa'da sıcaklıklarda yıllar arasında büyük dalgalanmalar meydana gelmiştir. Uzun yıllık dönemde 1976,1983,1988 ve 1992'de aşırı düşüşler 1995, 2004, 2005 yıllarında ise aşırı yükselmeler gözlenmiştir. Trend analizlerinin yapıldığı 2009'da sıcaklık 19,0°C iken 2023 yılına gelinde **kuvvetli artış** ile 19,5 °C'ye ulaşması öngörülmektedir (Şekil 10). Güneydoğu Anadolu Proje alanında sıcaklık eğilimleri Diyarbakır dışında ya artış ya da kuvvetli artış eğilimi göstereceği, kuvvetli artış eğilimleri genelde karasal etkilerin fazla olduğu Batman, Siirt, Şanlıurfa (Gaziantep hariç) görüldüğü bu durumun ortaya çıkmasında ise karasal alanların sınıma daha erken tepki vermesi ile ilgili olabileceğini ortaya koymaktadır (Şekil 11-12; Çizelge 1).



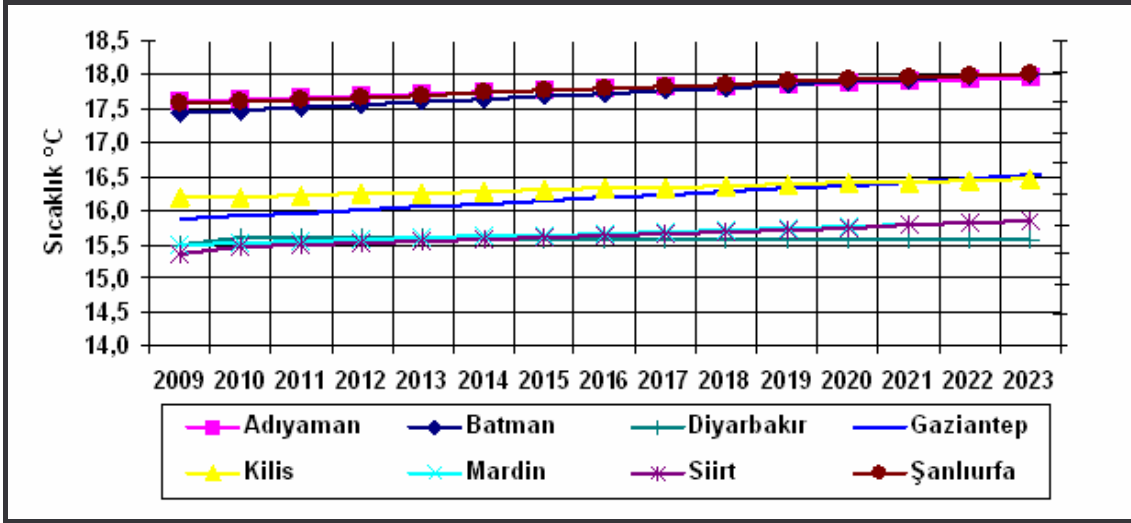
Şekil 9: Siirt sıcaklık trend grafiği



Şekil 10: Şanlıurfa sıcaklık trend grafiği



Şekil 11: Güneydoğu Anadolu Proje Alanında sıcaklık eğilim dağılımı (2008-2023).



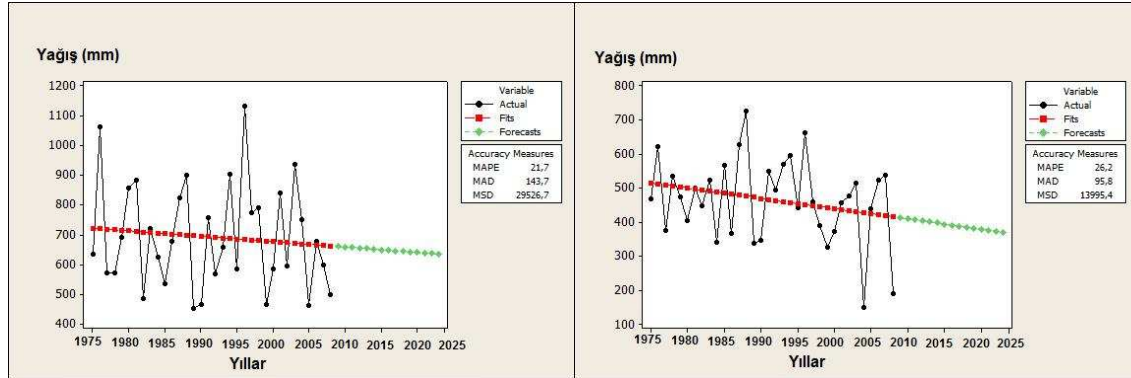
Şekil 12: Güneydoğu Anadolu Proje alanında sıcaklık trend eğilimleri.

Çizelge 1: Güneydoğu Anadolu Proje alanında sıcaklık trend sonuçları.

Yıllar	Adiyaman	Batman	Diyarbakır	Gaziantep	Kilis	Mardin	Siirt	Şanlıurfa
2009	17,6	17,4	15,7	15,9	17,4	16,7	16,5	19,0
2010	17,6	17,5	15,6	15,9	17,4	16,7	16,6	19,0
2011	17,7	17,5	15,6	16,0	17,5	16,7	16,7	19,0
2012	17,7	17,6	15,6	16,0	17,5	16,7	16,7	19,1
2013	17,7	17,6	15,6	16,0	17,5	16,8	16,7	19,1
2014	17,7	17,6	15,6	16,1	17,5	16,8	16,8	19,1
2015	17,8	17,7	15,6	16,1	17,6	16,8	16,8	19,2
2016	17,8	17,7	15,6	16,2	17,6	16,8	16,8	19,2
2017	17,8	17,8	15,6	16,2	17,6	16,9	16,8	19,3
2018	17,8	17,8	15,6	16,3	17,6	16,9	16,9	19,3
2019	17,9	17,8	15,6	16,3	17,6	16,9	16,9	19,3
2020	17,9	17,9	15,6	16,4	17,7	17,0	16,9	19,4
2021	17,9	17,9	15,6	16,4	17,7	17,0	17,0	19,4
2022	17,9	18,0	15,6	16,5	17,7	17,0	17,0	19,4
2023	18,0	18,0	15,6	16,5	17,7	17,0	17,0	19,5

Güneydoğu Anadolu Proje alanında sıcaklıkla birlikte yağış trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Bir sahanın ikliminde meydana gelecek değişimleri en iyi yansıtan sıcaklık ve yağış değerleri olup dönemsel değişimlere en iyi tepki veren iklim elemanlarıdır. Güneydoğu Anadolu Proje alanında yıllık ortalama toplam yağış miktarları 400-800 mm arasında değişmektedir. Yağış değerleri Güneydoğu Toros Dağlarının etek kesimlerinde yer alan istasyonlarda plato ve ovalık alanlarda yer alanlara göre daha yüksek olmaktadır. Güneydoğu Torosları'nın eteklerinde yer alan Gaziantep (563), Adıyaman (691) ve Siirt'te (701) yağış değerleri daha yüksek olup plato ve ovalık alanlarda yer alan Diyarbakır (482), Batman (465), Kilis (482) ve Şanlıurfa'da (445) mm daha düşüktür. Yine, Mardin'de Mardin eşliğinin oluşturduğu yükselti tıpkı Güneydoğu Torosları'nın güneyli cepheleri yükselmeye zorlaması ile oluşan orografik yağışlara bağlı olarak artmakta ve 647 mm yağış almaktadır. Görüldüğü gibi çalışma alanında cephelerin hareket yönleri, yerçekilleri gibi etkenlere bağlı olarak yağış kısa mesafelerde değişmektedir. Ancak genel olarak yağışla ilgili olarak yarıkurak ve yarınemli iklim bölgelerindeki aralıkta olduklarını söylemek mümkündür.

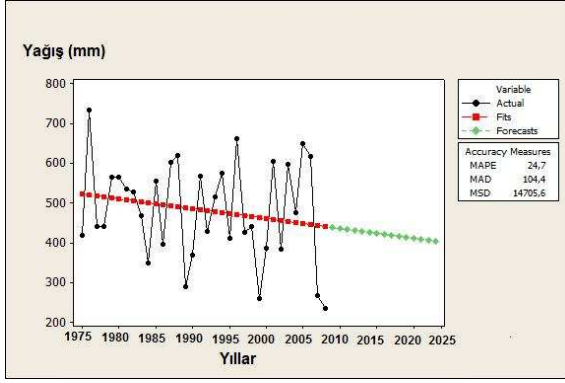
Yağış ile ilgili analizler sonucunda Adıyaman'da uzun yıllık yağışın eğilimleri incelendiğinde 1975'ten 2008 yılına kadar şiddetli dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Dikkati çeken en önemli özellik ortalama eğilim çizgisinin **azalma** şeklinde olmasıdır. Azalmanın devamlı ve istikrarlı olması, sıcaklıktaki artış eğilimi ile birleştiğinde daha kurak yılların yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Adıyaman'da 2009'da 660 mm olan yağış değeri, 2023 yılında ise analizlere göre 634 mm, azalma miktarının 26 mm civarında olması beklenmektedir (Şekil 13). Benzer durum Batman'da da kendini göstermektedir. Ölçüm dönemleri incelendiğinde, 2004 ve 2008 yıllarında 200 mm civarında bir yağış düşmüştür ve bu durum çöl şartların yağış değerlerini oluşturmaktadır. Yağışta 1975'ten 2008'e kadar düzenli ve önemli miktarda azalma meydana gelmiştir. 1987 ve 1988 yıllarında yağışta artış yönünde ciddi dalgalanmalar olsa da eğilim azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Analizlere göre ise 2009'da 412 mm olan yağış miktarı 42 mm civarında **azalma** ile 370 mm'ye gerilemesi öngörülmektedir. Bu değerlerin 1987 ve 1988 yılları düşünüldüğünde gerçekleşme olasılığı yüksektir (Şekil 14).



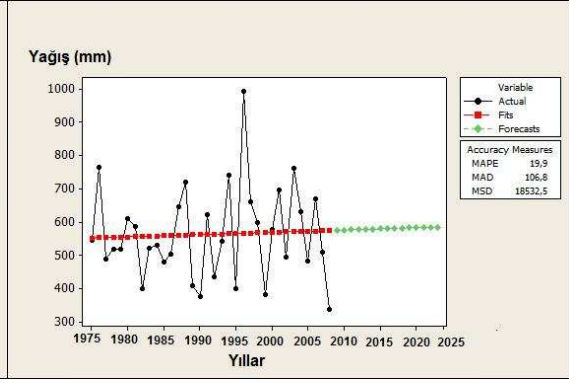
Şekil 13: Adıyaman yağış trend grafiği

Şekil 14: Batman yağış trend grafiği

Çalışma alanının merkezi kesiminde yer alan Diyarbakır'da yağış değerleri diğer istasyonlara göre sıcaklıkta olduğu gibi daha kararlı bir karakter gösterse de eğilim yönü azalma şeklinde olmuştur. Ortalamadan olan sapmaların genliği azalma yönünde ağırlık kazanmış, azalma 1975'ten 1985'lere kadar düzenli olmuş, 1985'ten sonra ise hemen hemen aynı kararlılıkta 2006'ya kadar devam etmiştir. Bu tarihten sonra yağışta azalma eğilimi başlamış 2007 ve 2008 yıllarında en düşük seviyeye gerilemiştir. Trend analizlerine göre ise yağış miktarında 2009'dan 2023 yılına kadar 35 mm'lik bir **azalma** öngörülmektedir (Şekil 15). Gaziantep ise yağışın uzun yıllık değişiminin en az olduğu ve yaklaşık olarak aynı kararlılıkta devam ettiği tek merkezi oluşturmaktadır. Ortalamadan meydana gelen sapmaların genliği ortalamalardan uzaklaşsa da bir sonraki dönemde artı ve eksi değerler birbirini dengelemektedir. Yapılan analizlere göre Gaziantep'te 2009 ile 2023 yılları arasındaki 15 yıllık tahmin döneminde yağış miktarında kısmi bir artış olacağı, ancak **kararlı** bir dönemin süreceği öngörülmektedir (Şekil 16).

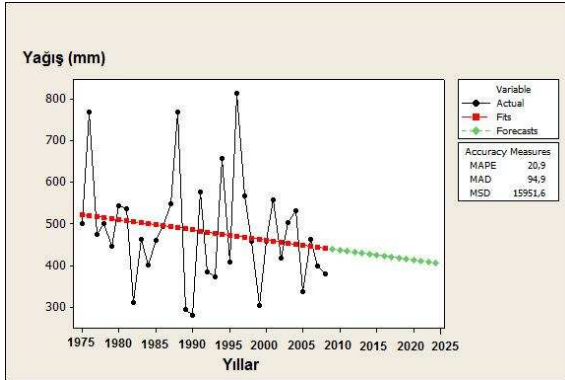


Şekil 15: Diyarbakır yağış trend grafiği

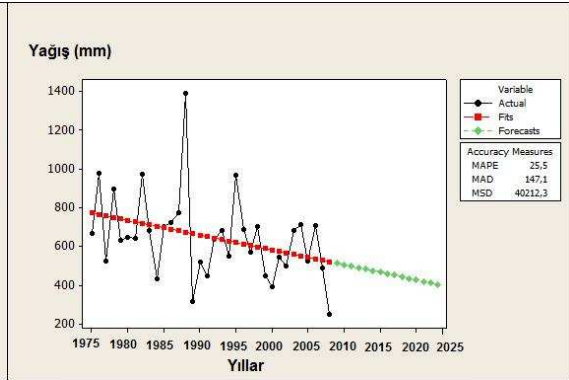


Şekil 16: Gaziantep yağış trend grafiği

Kilis'te ise yağışın yıllık gidişi için ölçüm dönemleri incelendiğinde 1976'dan 1988 yılına kadar hızlı bir azalma evresi, 1988'de ani bir artış ve 1996'ya kadar dalgalanmalı ama kararlı bir devre, 1996'dan sonra ise devamlı olarak bir azalma eğilimi dikkati çekmektedir. Analiz devresinde ise 2009'da 439 mm olan yağış miktarı 2023 yılına kadar yaklaşık 33 mm daha **azalarak** 406 mm civarına gerileceği öngörülmektedir (Şekil 17). Çalışma sahasının güneydoğu kesimini oluşturan Mardin'de, Mardin eşliğinin oluşturduğu yükseltiyeye bağlı olarak artan yağış miktarı uzun yıllık ortalama toplam yağış 647 mm olup, 2009'dan 2023 yılına kadar **kuvvetli bir azalma** trendine girerek 512 mm'den 404 mm'ye düşmesi öngörülmektedir (Şekil 18). Uzun yıllık eğilimi incelendiğinde 1988 yılı hariç, hemen her yıl düzenli olarak azalma yönünde bir seyir izlemiştir.

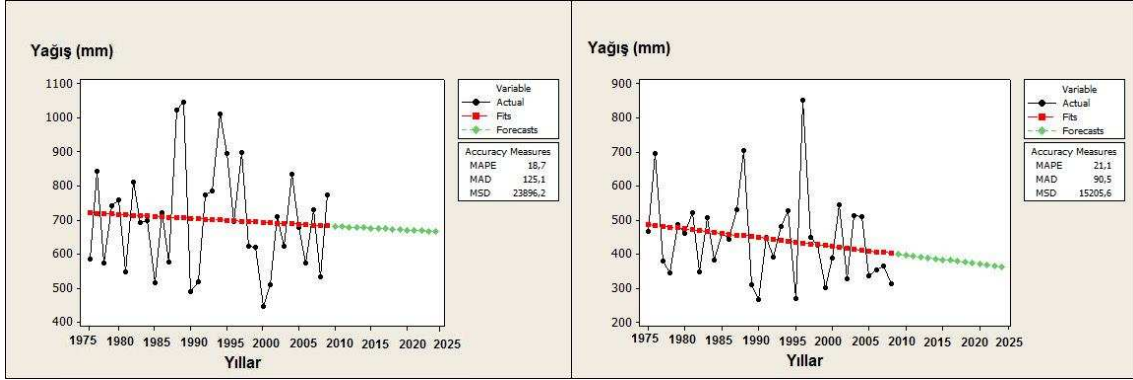


Şekil 17: Kilis yağış trend grafiği

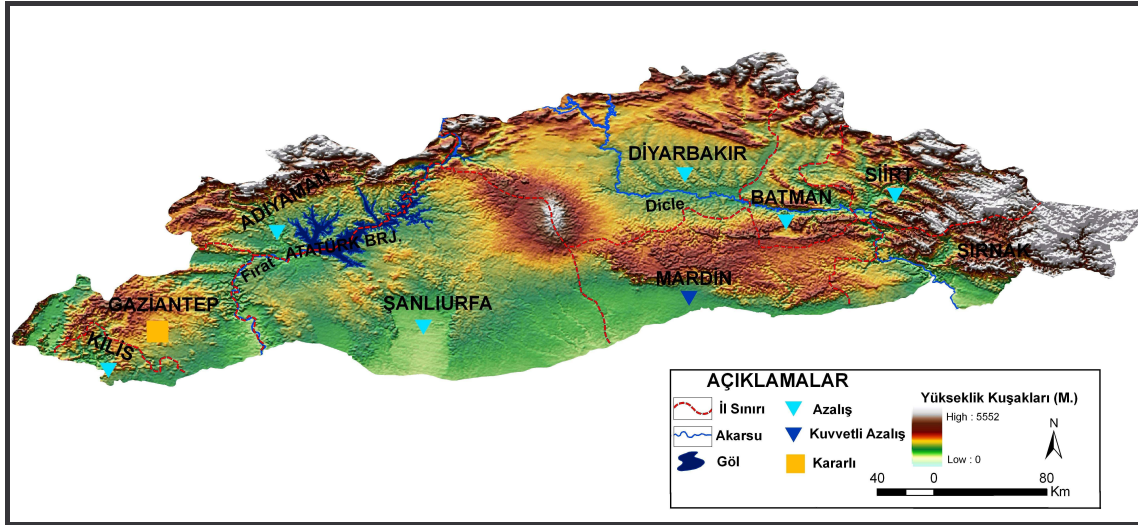


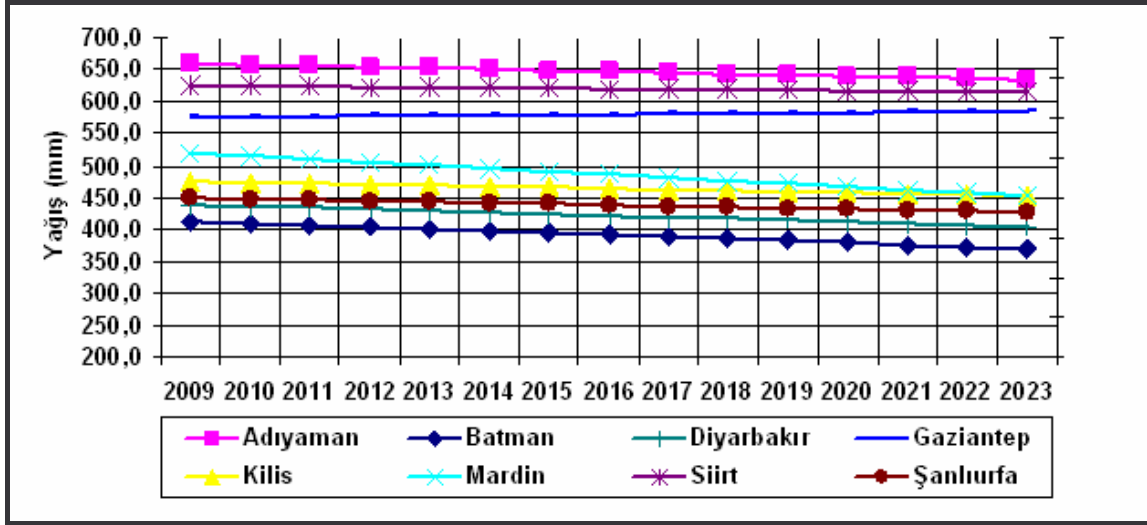
Şekil 18: Mardin yağış trend grafiği

Çalışma sahasının kuzeydoğusunda bulunan Siirt ise bölgede yağışın en fazla olduğu istasyon durumundadır. Bu durumun ortaya çıkmasında Güneydoğu Toroslari'nin eteklerinde yer alması ve dağların hemen kuzeyinde duvar şeklinde bir engel oluşturması, güneyden gelen cephelerin yükselirken yağış bırakmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu durumda Siirt'te yağışın azalma eğilimine girmesine engel oluşturmamıştır. Uzun yıllık eğilimleri incelendiğinde aşırı dalgalanmalar ve artmalarla birlikte genel eğilim çizgisinin azalma şeklinde olduğu görülmektedir. Analiz döneminde ise 2009 yılında 681 mm olan yağış miktarı, 2023 yılında azalarak 665 mm civarında olması beklenmektedir. Azalma miktarı ise 15 yıllık tahmin döneminde yaklaşık olarak 16 mm civarında olması öngörülmüştür (Şekil 19). Proje alanının en az yağışlı kesimini oluşturan Şanlıurfa'da uzun yıllık yağıştaki değişim azalma şeklinde olmuş, sapmalarla birlikte bu azalmalar düzenli meydana gelmiştir. Yalnızca ekstrem olarak 1996 yılında 800 mm üzerinde yağış düşmüş bu değere bir daha ulaşılammıştır. Yine 1996'dan sonra yağış hızlı bir azalma eğilimine girmiştir. Tahmin döneminde ise azalma eğiliminin devam edeceği, kuraklık şartlarının daha da şiddetleneceği öngörülmektedir. Öyle ki 2009 yılında 400 mm olan yağış miktarı 15 yıllık dönemde yaklaşık 37 mm daha azalarak 363 mm'ye gerileyeceği tahmin edilmektedir (Şekil 20).



Yağış ile ilgili yapılan analizler neticesinde genel anlamda bir azalma eğiliminin etkisi görülmektedir. Ancak, Mardin ve çevresinde ise kuvvetli bir azalmanın gerçekleşme olasılığı bir hayli yüksektir. Özellikle küresel ısınma ile çöl şartlarının genişlemesi ve çöl alanların artması ülkemizin Güneydoğu Anadolu kesimlerini daha fazla etkileyecektir. Özellikle, Mardin ve Şanlıurfa çevreleri genişleyen çöl şartlarının etki sahasına daha yakın olması nedeni ile bu durumdan ciddi mertebede etkilenmesi olası sahalarmızdır. Bölgede, Mardin başta olmak üzere yağışta kuvvetli azalmalar meydana gelecektir. Diğer alanlarda ise istatistiksel anlamlı azalmalar öngörülmektedir (Şekil 21-22 ve Çizelge 2). Söz konusu bu eğilim analizleri ile yapılan diğer iklim senaryoları öngörülerini karşılaştırıldığında uyumsuzlukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Özellikle ülkemizin Akdeniz iklim sahaları ve güney kesimleri için öngörülen sıcaklıklarda artış ve yağışlardaki azalma bu durumu destekler niteliktedir.





Şekil 22: Güneydoğu Anadolu Proje alanında yağış trend eğilimleri.

Çizelge 2: Güneydoğu Anadolu Proje alanında yağış trend sonuçları.

Yıllar	Adıyaman	Batman	Diyarbakır	Gaziantep	Kilis	Mardin	Siirt	Şanlıurfa
2009	660,1	412,9	439,3	575,9	439,9	512,2	681,3	399,8
2010	658,3	409,9	436,9	576,6	437,5	504,5	680,2	397,2
2011	656,5	406,9	434,4	577,3	435,1	496,8	679,0	394,6
2012	654,7	403,9	431,9	578,0	432,7	489,1	677,9	392,0
2013	652,9	400,8	429,5	578,6	430,2	481,4	676,7	389,5
2014	651,0	397,8	427,0	579,3	427,8	473,6	675,6	386,9
2015	649,2	394,8	424,5	580,0	425,4	465,9	674,4	384,3
2016	647,4	391,8	422,1	580,7	423,0	458,2	673,3	381,7
2017	645,6	388,8	419,6	581,4	420,6	450,5	672,1	379,1
2018	643,8	385,7	417,1	582,1	418,2	442,8	671,0	376,5
2019	642,0	382,7	414,7	582,8	415,8	435,1	669,8	373,9
2020	640,2	379,7	412,2	583,5	413,4	427,3	668,7	371,3
2021	638,4	376,7	409,7	584,2	411,0	419,6	667,5	368,7
2022	636,6	373,6	407,3	584,9	408,6	411,9	666,4	366,2
2023	634,8	370,6	404,8	585,6	406,2	404,2	665,2	363,6

3. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu Proje alanında gelecekte iklimin iki önemli belirleyici olan sıcaklık ve yağışın trend analizleri ARIMA modeline göre belirlenmiştir. Ülkemiz için yapılmış birçok iklim analizleri sonucuna göre özellikle Akdeniz kıyıları ve Akdeniz İklimi'nin etkili olduğu sahalarımız başta olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin küresel ısınmanın etkisinde kalacağı vurgulanmıştır. Bu çalışmalara göre daha öncede belirtildiği üzere bölgeler arasında bariz farklılıklar olmakla birlikte, 1990'lı yıllardan sonra özellikle de 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra süre gelen genel bir ısınma eğilimi kendini göstermektedir (Demir vd., 2008, s. 2-3). Bölgedeki bütün istasyonlar incelendiğinde 1992 yılı en soğuk yılı oluşturmuş, bu yıldan sonra düzenli olarak sıcaklıklarda artış eğilimi ortaya çıkmıştır. Bu duruma göre yapılan analizler tamamı ile kendi içerisinde tutarlılık göstermektedir. IPCC 3. Değerlendirme Raporu'nda da kullanılan çeşitli iklim modellerine göre, Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, sadece sera gazlarındaki artışları dikkate alındığında, 1-3 °C arasında; sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki değişimler ile birlikte dikkate alındığında ise 1-2 °C arasında bir artış olacağı öngörülmektedir. Yağışta ise ülkemizde Akdeniz İklimi sahasında azalma,

eğilimi şeklinde kendini göstereceği öngörülmektedir (Apak ve Ubay, 2007, s. 165-182). Buna göre yağış ile sıcaklık analiz sonuçları karşılaştırıldığında 2050 yılına kadar öngörülen en iyimser senaryo ile 1-3 °C'lik artış 1,5 °C gerçekleşmesi halinde bütün istasyonların eğilim sonuçlarının aynı olduğu ve tutarlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Öyle ki önümüzdeki 40 yıllık süreçte sıcaklığın 1,5 °C artması halinde 15 yıllık dönemde 0,5°C oranında artması gerekmektedir. Bu hesaplama göre yapılan 15 yıllık tahmin aralığında sıcaklık değerleri 0,3 ile 0,6 °C arasında öngörülmektedir ki bu değerler ile IPCC'nin raporunda öngörülen değerler örtüşmektedir.

Yine belirtildiği üzere Akdeniz İklim sahasında ve ülkemizin güney kesimlerindeki yağışın azalma eğilimine girmesi de Gaziantep hariç öngörülerle örtüşmektedir. Yine Türkeş'e göre Türkiye'de yağış değişimleri konusunda yaptığı çalışması incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğiliminde olduğu ve kurak dönemlerin 1970 sonrası arttığı ve gittikçe şiddetlendiği ifade edilmektedir (Türkeş, 1996). Ayrıca, yağışlar kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde her on yılda yaklaşık % 0,5 ile % 1 arasında artış gösterirken, Akdeniz havzasının da içinde olduğu subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma göstermiştir (Türkeş, 2007). Bölgenin batısı için Karabulut (2009) yaptığı çalışmada Kahramanmaraş, Adıyaman ve Gaziantep'te 1963'den 2005 yılına kadar olan ölçüm yıllarını Mann-Kendal testine göre analiz etmiştir. Araştırmacı, Kahramanmaraş'ta artışın, Gaziantep ve Şanlıurfa'da ise yağışın azalma yönünde eğilim göstereceğini ifade etmektedir (Karabulut, 2009).

Yapılan analizler göstermiştir ki Türkiye iklim değişimlerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Özellikle de ülkemizin güney kesimi iklim değişikliklerine çok duyarlı bölgelerimizi oluşturmaktadır. Güneydoğu Anadolu Proje alanı kapsamındaki illerimizde gelecekte sıcaklıkta artış eğiliminin süreceği ve yer yer şiddetli olacağı, buna karşılık ise yağışta azalmanın meydana geleceği, başta Mardin ve çevresinde bu azalmalar güneydeki çöl sahasının genişlemesine ve etki alanını artırmasına bağlı olarak yarınemli iklim özelliklerinden yarıkurak iklime geçiş sürecine gireceği öngörülmektedir. Ayrıca, Gaziantep'teki lokal şartlara bağlı olarak kararlı gidişin dışında diğer istasyonların hepsinde azalma şeklinde eğilimin devam edeceği ve azalma miktarlarının ise 15 mm ile 100 mm aralığında meydana geleceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ülkemizde kuraklığın etkilerinin en çok hissedildiği bölgelerimizin başında gelen Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde içme ve sulama suyu açısından gelecekte yaşanabilecek olumsuzlukların başında kuraklık gelmektedir. Özellikle ülkemizde yapay göllerin en yoğun olduğu Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında bir dizi baraj yapılmış, ülkemiz için önemli bir su rezervuarını oluşturmaktadır. Bu nedenlerden dolayı küresel iklim değişikliklerinden de birinci derecede etkilenecek olan kaynaklarımızın başında akarsularımız ve göllerimiz gelmektedir. Sıcaklıktaki artış beraberinde buharlaşma miktarındaki artışı getireceği, aynı zamanda yağıştaki azalma da bunlara eklendiğinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi özelinde proje alanında su kaynaklarının veriminde düşüşlerin olacağı bir gerçektir. İşte bu tür çalışmalar ile uygulamalı klimatolojinin rolü ortaya çıkmakta bir basamak daha eklenerek planlama coğrafyasına zemin hazırlanmaktadır.

Gelecekte bölgede daha kurak bir iklimin ortaya çıkacağı, yapılan tesislerle ilgili planlamaların bu gibi değişim eğilimleri dikkate alınarak ortaya konulması önem taşımaktadır. Böylece hem tesislerin kullanım ömrü uzayacak hem de gelecek için yapılan yatırımların daha verimli kullanılması sağlanacaktır. Hatta ülkemizin Ortadoğu'ya yönelik stratejilerini bu tür gelişmeler ışığında yeniden gözden geçirerek, yeni stratejiler üretmesi de önem kazanmaktadır.

KAYNAKÇA

- APAK, Günay ve UBAY, Bahar (2007). "Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi", www.meteor.gov.tr
- ATALAY, İbrahim (2006). Türkiye Bölgesel Coğrafyası. İnkılap Kitabevi Yay., İstanbul.
- BAHADIR, Muhammet ve SARAÇLI, Sinan, 2010, Isparta'da Arıtma Modeline Göre Sentetik İklim Verilerinin Analizi, E-Journal Of New World Sciences Academy, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 4a0027.
- BOX, E. P. George ve JENKINS, M. Gwilym (1976). *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden Day.
- BULUT, Hüsamettin YEŞİLATA, Bülent ve YEŞİLNACAR, M. İrfan (2006). "Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi üzerine Etkisinin Trend Analizi ile Tespiti". *GAP V. Mühendislik Kongresi Bildirileri Kitabı*, 26-28 Nisan, Şanlıurfa.
- DEMİR, Ekrem, (2003). "Güneydoğu Anadolu Projesi'nin Ülke Ekonomisine Katkısı ve Bölge Yerleşim Alanlarına Etkisi " *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 23, Say:3, Sf:189-205.
- DEMİR, İsmail KILIÇ Gönül COŞKUN, Mustafa ve SÜMER M. Utku (2008). "Türkiye'de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları İle Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler ", *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 69-84.

- DOBRE, Ion ve ALEXANDRU, A. AnaMaria (2008). "Modelling Unemployment Rate Using Box-Jenkins Procedure", *Journal Of Applied Quantitative Methods*, S. 3. s. 156-166.
- GÜLDAL, Veysel AĞIRALIOĞLU, Necati (1994). "Baraj Haznelerinin İklim Etkisi; Keban Barajı ", D.S.İ. 40. *Kuruluş Yılı Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı*, Ankara, Cilt I, 417-437.
- HAMZAÇEBİ, Coşkun ve KUTAY, Fevzi (2004). "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini ", *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, S. 19(3) s. 227-233.
- KADIOĞLU, Mithat ve ŞEN, Zekai (1994). "Keban Barajı Öncesi ve Sonrasında Çevre İkliminin Frektal Analizi", D.S.İ. 40. *Kuruluş Yılı Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı*, Ankara, Cilt III, 1145-1155.
- KADIOĞLU, Mithat (1997). "Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey", *International Journal of Climatology*, S. 17 s. 511-520.
- KARABULUT, Murat (2009). "Precipitation Trends in Kahramanmaraş Along with Gaziantep and Adıyaman during the period of 1963-2005 ", *Ekoloji*, 18, 71, 15-24
- ÖZDEMİR, M. Ali ve BAHADIR, Muhammet (2010). "Denizli’de Box – Jenkins Tekniği ile Küresel İklim Değişikliği Öngörütleri" *The Journal of International Social Research*, Vol:3, Issue 12, 2010.
- ÖZTÜRK, Kemal (2002). "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri", *Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, S. I, s. 47-65.
- SÖZER, A. Necdet (1984). "Güneydoğu Anadolu’nun Doğal Çevre Şartlarına Coğrafi Bir Bakış" *Ege Coğ. Derg.* Say:2, Sf:8-30.
- ŞAHİN, Kemalettin (2010). "Türkiye’de Etkili Olan Hava Durumu Modelleri İle Samsun’da Bazı Meteorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkiler: 2008 Yılı Örneği ", *The Journal of International Social Research*, Volume 3 / 10 Winter, 537-557.
- TONBUL, Saadettin, (1986). "Elazığ ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Keban Barajının Yöre İklimi Üzerine Olan Etkileri", *F.Ü. Coğrafya Sempozyumu*, Elazığ, 275-293.
- TOPÇUOĞLU, Kıvanç PAMUK, Gülay ve ÖZGÜREL, Mustafa (2005). "Gediz Havzası Yağışlarının Stokastik Modellemesi ", *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, S. 42 s. 89-97.
- TÜRKEŞ, Murat (1996). "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", *International Journal of Climatology*, S. 16 s. 1057-1076.
- TÜRKEŞ, Murat SÜMER, M. Utku ÇETİNER, Gönül (2000). "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları*, s. 7-24.
- TÜRKEŞ, Murat (2002). İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu.
- TÜRKEŞ, Murat, KOÇ, Telat ve SARIŞ, Faize. (2007) "Türkiye’nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3, 57-73.