



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Volume: 3 Issue: 12 Summer 2010

DENİZLİ'DE BOX-JENKİNS TEKNİĞİ İLE KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÖNGÖRÜLERİ GLOBAL CLIMATE CHANGE FORECAST FOR DENİZLİ BY USING THE BOX-JENKINS TECHNIQUE

Mehmet Ali ÖZDEMİR*

Muhammet BAHADIR**

Özet

Bu çalışmada, Denizli'ye ait durağan olmayan zamansal iklim serilerinden sıcaklık, buharlaşma ve yağış serileri Box-Jenkins tekniğine göre analiz edilmiştir. Denizli'ye yönelik yapılan analizler 2015 yılına kadar olup, sıcaklık, yağış ve buharlaşmadaki değişim eğilimleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Sıcaklıkta 0,3 °C'lik artışın olacağı ve beraberinde de buharlaşma miktarında normal eğilimde 130, maksimum artış oranında ise 220 mm'lik artış öngörülmektedir. Buna karşılık yağış miktarında ise çok önemli değişme olmamakla birlikte 5 mm'lik azalma tahmin edilmektedir. Elde edilen bu sonuçların Akdeniz iklim sahası için öngörülen değerlerle örtüştüğü, (0,2°C/10 yıl) yağıştaki azalmada subtropikal alanların yüksek enlemlerindeki azalmayı desteklediği öngörülmektedir. Analizlere göre gelecek yıllarda Denizli'de daha kurak iklim şartları hüküm sürecektir ve küresel ısınmadan etkilenenecektir.

Anahtar Kelimeler: ARIMA Modeli, Sentetik İklim Serisi, Box-Jenkins Tekniği, Denizli, İklim.

Abstract

In this study, the non-stationary temporal climate series consisting of temperature, vaporization and precipitation series for Denizli were analyzed in accordance with the Box-Jenkins technique. The analysis, which was carried out for Denizli until 2015, determined a positive relationship between temperature, precipitation and vaporization change trends. An increase of 0,3 °C in temperature accompanied by a normal trend of 130 for the vaporization amount and a maximum increase ratio of 220 mm have been predicted. On the other hand, while the change in precipitation amount is insignificant, a decrease of 5 mm is foreseen. The obtained results correspond to the values foreseen for the Mediterranean climate area and support the decrease foreseen in the precipitation in high latitude subtropical areas (0.2 °C / 10 years). According to the analysis results, the Denizli area will feel the impact of global warming and have a more arid climate in the future.

Key Words: ARIMA Model, Synthetic Climate Series, Box-Jenkins Technique, Denizli, Climate.

1. Giriş

Günümüzde sera gazı emisyonlarındaki artış özellikle sanayi devriminden sonra dünyadaki doğal atmosfer koşullarının değişimine neden olmuştur. Atmosferde sera gazlarının birikmesi, dünyada yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmıştır. Yüksek sıcaklık rekorunun en sonuncusu, 1998 yılında kırılmış, 1998 hem küresel ortalama hem de kuzey ve güney yarımkürelerin ortalamaları açısından, 1860 yılından beri yaşanan en sıcak yıl olmuştur (Türkeş vd., 2000, s. 2-3).

Birleşmiş Milletler'in küresel iklim değişikliği konusundaki uzman kuruluşu Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2001 yılında yayımlanan 3. Değerlendirme Raporu'na göre, küresel

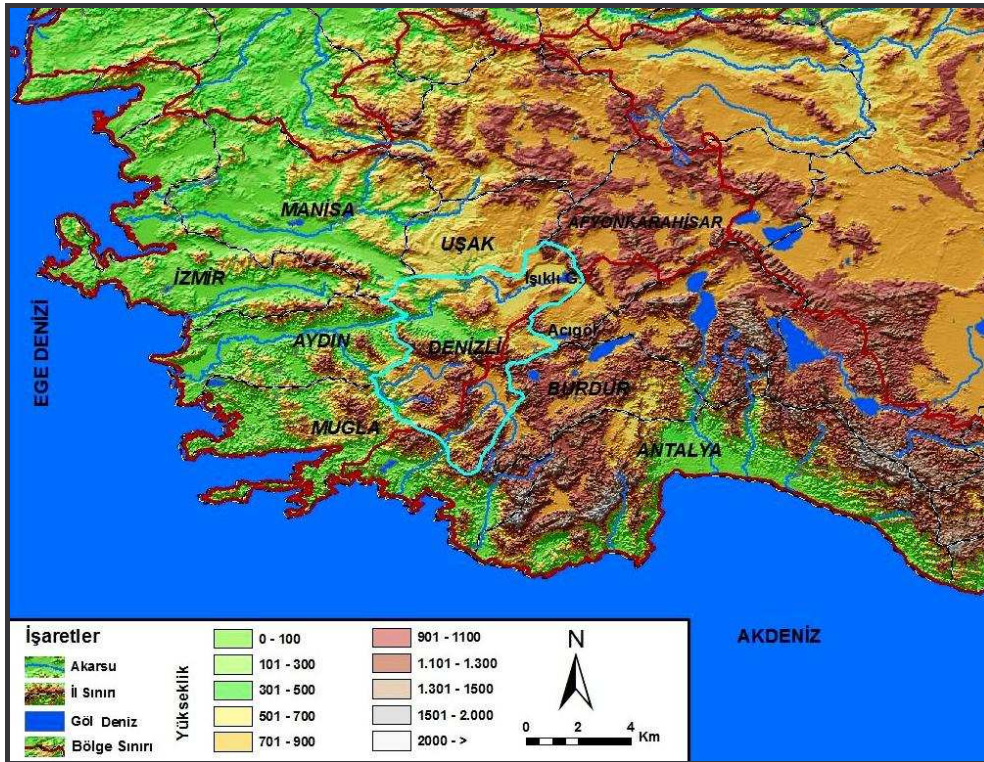
* Prof. Dr. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

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

ortalama yüzey sıcaklığı, 20. yüzyılda 0,4-0,8 °C arasında (yaklaşık 0,6 °C) artmıştır. IPCC'nin (2001), son raporundaki gelişmiş iklim modellerinin sonuçları, küresel ortalama yüzey sıcaklığının 1990-2100 döneminde 1,4-5,8 °C arasında yükseleceğini öngörmektedir (Apak ve Ubay, 2007, s. 165-182).

Küresel iklim değişikliğinin Türkiye boyutu incelendiğinde ise, bölgeler arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. Artan sera etkisine ve küresel ısınmanın olası etkilerine gösterilen yaygın ilginin doğal bir sonucu olarak, uzun süreli sıcaklık ve yağış verilerinde gözlenen değişiklikleri ve eğilimleri saptamaya yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır. Türkiye için yapılan önceki çalışmalarda Türkiye'nin büyük bölümünde yıllık ve mevsimlik ortalama yüzey hava sıcaklıklarında, özellikle yaz mevsiminde, genel bir azalma eğilimi (soğuma) egemen olmuştur (Türkeş, 1996, s. 3-4; Kadioğlu, 1997, s. 5-6; Öztürk, 1997, s. 2-6). Fakat 1990'lı yıllardan sonra özellikle 1992 yılında yaşanan soğuk yıldan sonra başlayan genel bir ısınma eğilimi kendini göstermektedir (Demirci vd., 2008, s. 2-3). İklim modellerinin çoğunda, genel olarak Akdeniz Havzası'na ya da Türkiye ve bölgesine ilişkin sıcaklık öngörülleri, kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerine göre daha azdır. Başka sözlerle, en büyük ısınma yüksek enlemlerde bulunan alanlarda beklenmektedir. IPCC 3. Değerlendirme Raporu'nda da kullanılan çeşitli iklim modellerine göre, Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, yalnız sera gazlarındaki artışları dikkate alındığında, 1-3 °C arasında; sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki değişimler birlikte dikkate alındığında ise 1-2 °C arasında bir artış olacağı öngörülmektedir. Yağışta ise ülkemizde Akdeniz iklim sahasında kısmi bir azalma, Karadeniz ve Marmara bölgelerinde ise kuvvetli azalma eğilimi şeklinde kendini göstereceği öngörülmektedir. Ancak bu konu klimatik açıdan tartışmaya açıktır (Apak ve Ubay, 2007, s. 165-182).

Denizli, Türkiye'nin güneybatı kesiminde, Akdeniz'den yaklaşık 100 km içeride, yaklaşık olarak 2/3'ü Ege, 1/3'ü Akdeniz Bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Denizlinin güneyinde Akdağ ve Babadağ, doğusunda Honazdağı, kuzeyinde Çökelez Dağı ile çevrili olup, Bababadağ'ın eteklerinde yer alan çanak şekilli bir ovada yer almaktadır (Şekil 1 ve 2). Denizli'de, karakteristik Akdeniz iklimi görülmektedir. Denizli'de yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Toros dağlarının güneyden yüksek bir kütle oluşturması, güneyden gelen hava kütlelerinin iç kısımlara sokulmasına engel oluşturmakta, güneydeki yüksek alanlarda karasal etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıntıdaki lokal şartlar bir tarafa bırakıldığında, Ege koridorları boyunca denizel etkilerin iç kısımlara kadar ulaşması, Denizli'de Akdeniz iklim şartlarının hüküm sürmesini sağlamaktadır. Denizli'de 1975'den 2009 yılına kadarki dönemde ortama sıcaklık, 15,8 °C, yıllık toplam ortalama yağış 555 mm, yıllık toplam buharlaşma miktarı ise, 1145 mm'dir.



doğrusal ve stokastik süreçlere dayanır. Otopregresif, otopregresif-hareketli ortalama ve birleştirilmiş otopregresif-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.

Zaman serisini durağanlaştırmak fark alınarak yapılmaktadır. Zaman serisinin doğrusal bir trendi var ise, birinci fark serisi durağan olmaktadır. Eğer zaman serisinin eğrisel bir trendi varsa, farkların tekrar farkı alınarak ikinci farklar serisi durağanlaştırılmakta, bu durumda model ARIMA (p, d, q) olarak ifade edilmektedir. Burada d; serinin durağanlaştırma, fark alma parametresidir (Hamzacebi ve Kutay 2004, s. 4; Topçuoğlu 2005, s. 90-91).

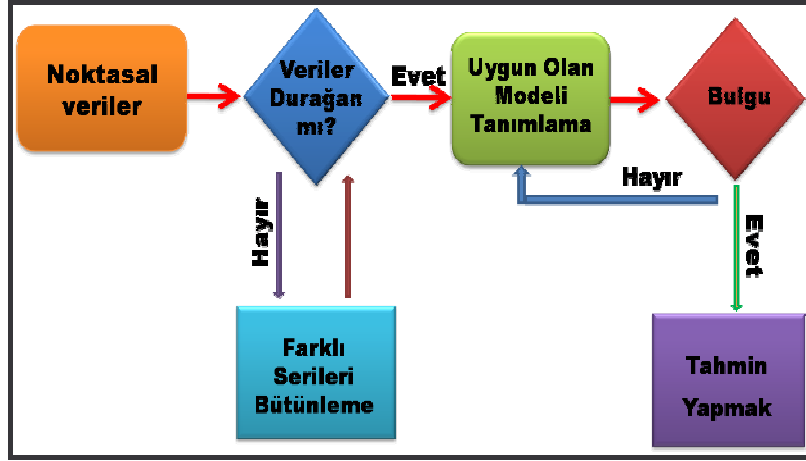
ARIMA modeli dört temel aşamayı içermektedir. Birinci aşamada genel model sınıfı belirlenmektedir. Genel modelin seçimi için otokorelasyon fonksiyonları dikkate alınarak ARIMA modellerine ait teorik fonksiyonların özelliklerinden yararlanılmaktadır. İkinci aşamada, verilerin yapısına uygun bir model 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).

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 otopregresif - hareketli ortalama formunun belirlenmesine dayanmaktadır. Bu amaçla öncelikle zaman serisi durağan hale dönüştürülme (logaritmik birinci farkları alınarak) ve aşağıda genel formu verilen ARIMA (p,d,q) modelinden yeterli olanı araştırılmaktadır (Box ve Jenkins, 1976, 2-4).

$$yt = b_0 + b_1 y_{t-1} + b_2 y_{t-2} + \dots + y_{t-p} + a_1 u_{t-1} + a_2 u_{t-2} + \dots + u_{t-q} + vt \quad (4)$$

Burada; p otopregresif kısmın, q hareketli ortalama kısmının gecikme uzunluğunu ve d ise fark alma derecesini göstermektedir.

Durağan olmayıp fark alma işlemi sonucunda durağanlaştırılan serilere uygulanan modellere Birleştirilmiş otopregresif 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 3) (Dobre ve Alexandru, 2008, s. 157-158).

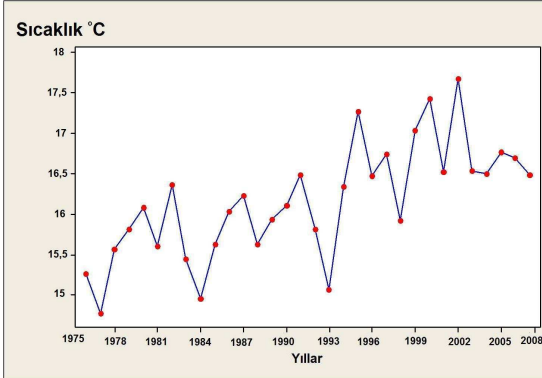


Şekil 3: Box-Jenkins yöntemi (Dobre ve Alexandru, 2008, s. 157'den çevrilmiştir).

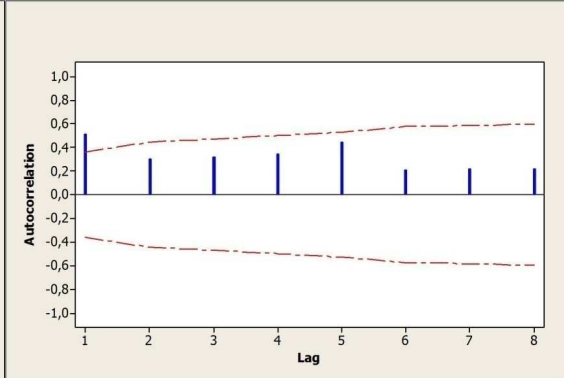
2. Analizler ve Bulgular

Denizli’de sıcaklık, yağış ve buharlaşma verilerine uygulanan Box- Jenkins veya ARIMA analizleri ve elde edilen bulgular bu kısımda değerlendirilmiştir. Özellikle sıcaklığın 1975’den 2009 yılına kadar olan dönemdeki değişim aralığı, fransı ve değişim yönü için hangi yöntemin uygulanması gerektiğine yönelik analizler yapılmıştır. Sıcaklık verilerine ARIMA modelinin uygulanabilmesi için bir dizi işlemin gerçekleştirilmesi gerekli olmuştur. Öncelikli olarak durağan olmayan sıcaklık değerlerini durağan hale getirme analizleri uygulanmıştır. Daha sonra ise doğruluk ve anlamlılık testlerine geçilmiştir. Yapılan testlere göre sıcaklık serisinin yıllık gidişi (Şekil 4) belirlenmiş, eğilim yönünün belirlenmesi için otokorelasyon analizleri (Şekil 5) ve parçalı otoregresif korelasyon fonksiyonu (Şekil 6) diyagramlarından modelin hareketli ortalama taşıması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

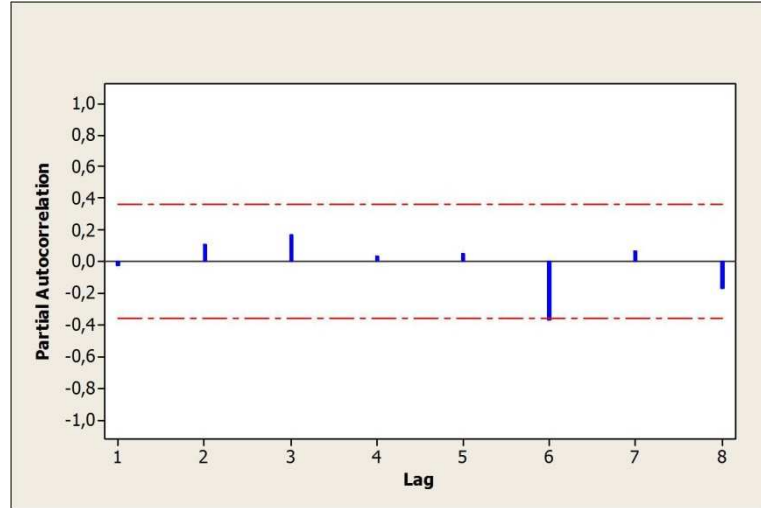
Veri analizleri sonucunda güvenilirliği tespit etmek için her iki korelasyon değerlerinin alt ve üst limitleri incelenmiştir. Otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerlerinin üst ve alt sınır değerlerini geçmediği $-0,4$ ile $0,4$ arasında oldukları gözlemlenmiştir. Otokorelasyon analizinde yalnızca 1975 yılındaki indeks değeri sınırı aşmıştır. Böylece yapılan analizlerin doğruluk oranları tespit edilmiş ve güvenilirliğine karar verilmiştir.



Şekil 4: Sıcaklık serisi

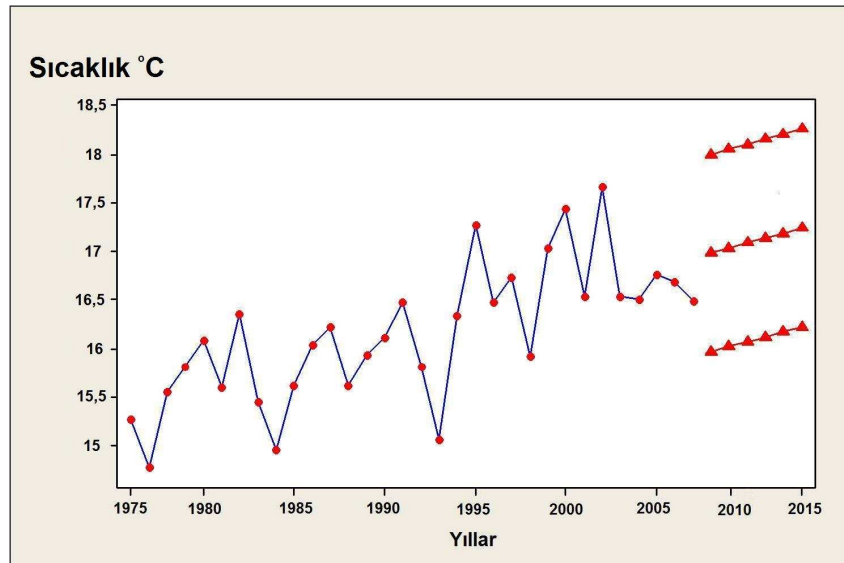


Şekil 5: Sıcaklık otokorelasyonu



Şekil 6: Sıcaklık kısmi otokorelasyonu

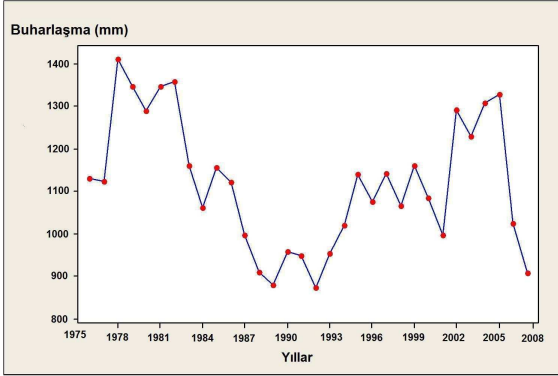
Sıcaklık eğilimini belirlemek için yapılan analizlerin bulgularına göre, Denizli'de sıcaklık tahminleri artış eğiliminde olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Tahmin aralığı 6 yıllık olup 2009-2015 yılları arasına yönelik uygulanmıştır. Üç ayrı bileşenli tahminde en yüksek, düşük ve normal eğilim belirlenmiştir. Her üç eğilimde de Denizli'de sıcaklık 2015 yılına kadar devamlı olarak artış göstereceği öngörüsüne ulaşılmıştır. Artış miktarı $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ olacağı, aynı zamanda en düşük ve en yüksek artış miktarı tahminlerinin sonuçları da sıcaklığın $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ artacağı yönünde öngörüler ortaya çıkmıştır (Şekil 7 - Tablo 1).



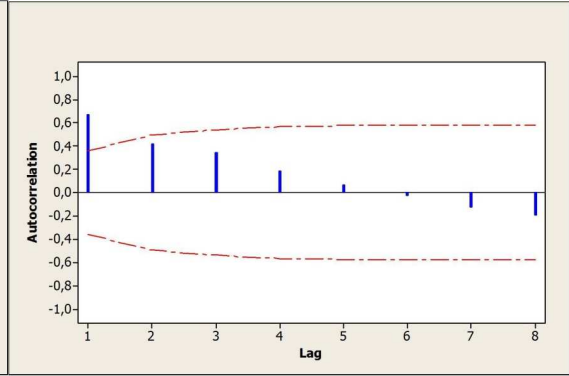
Şekil 7: ARIMA modeline göre sıcaklık trend analizi ve değişimi.

Denizli'de sıcaklıktaki artışın teorikte buharlaşmadaki artışı da beraberinde getirmesi beklenir. Buharlaşmanın gelecekte nasıl bir eğilim göstereceği, iklimin kurak veya nemli bir döneme mi gireceğinin önemli göstergelerinden biri olacaktır. Sıcaklığa uygulanan tüm analizler buharlaşmaya da uygulanmıştır. Öncelikle serilerin durağan hale getirilmesi, daha sonra ise doğruluk analizleri ile geçerliliği ölçülmüştür. Denizli'de otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon analizlerinde 1975'de üst ve alt sınır değerleri aşılmış ancak bu başlangıç yılından sonraki dönemde korelasyon değerleri hep sınırların içinde kalmıştır. Korelasyon katsayılarının devamlı olarak bu sınır değerleri arasında kalması güvenilirlik derecesini yükseltmiştir.

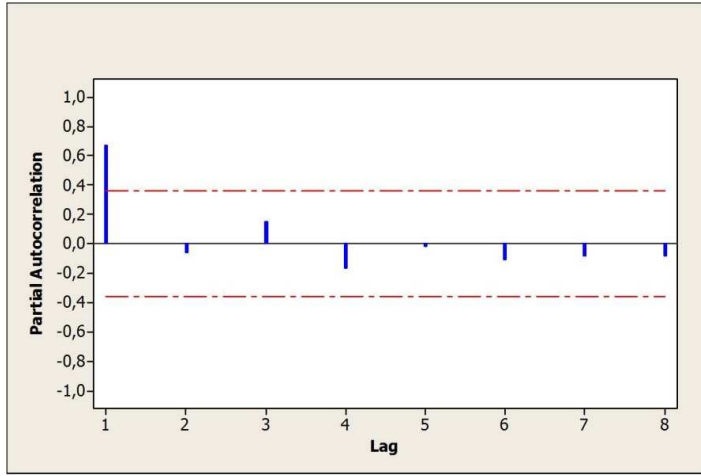
Yapılan testlere göre buharlaşma serisinin uzun yıllık gidişi (Şekil 8) belirlenmiş, eğilim yönünün belirlenmesi için otoregresif korelasyon fonksiyonu (Şekil 9) ve parçalı otoregresif korelasyon fonksiyonu (Şekil 10) diyagramlarından modelin hareketli ortalama taşınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 8: Buharlaşma serisi.

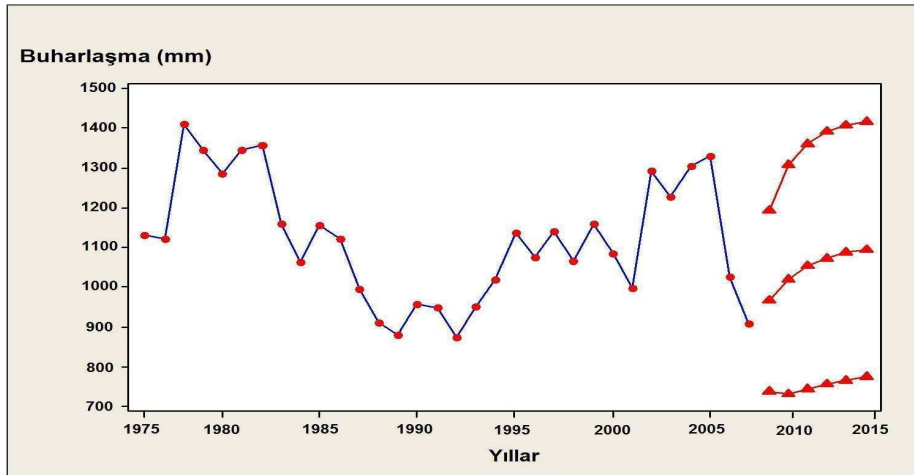


Şekil 9: Buharlaşmanın otokorelasyonu.



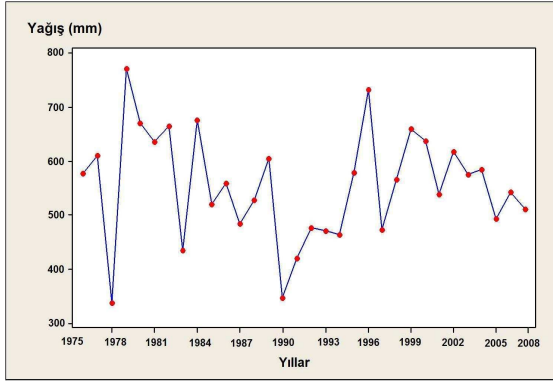
Şekil 10: Buharlaşmanın kısmi otokorelasyonu.

Denizli’de sıcaklıktaki artış eğilimi teorikte olduğu gibi gerçekte de buharlaşma miktarındaki artışı destekler nitelikte olmuştur. Yapılan analizler sonucu normal eğilim tahminine göre buharlaşma miktarında sıcaklıkta olduğu gibi artmanın olmasını öngörmektedir. Buharlaşma miktarında 2010’dan 2015 yılına kadar 1193 mm’den 1416 mm’ye kadar yükseleceği ve uzun yıllık dönemde en yüksek değerin yaşandığı 1976 yılındaki 1400 mm’nin de üzerine çıkılacağını öngörmektedir. Normal değişim eğilimi incelendiğinde ise bu artış miktarının 130 mm olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Sıcaklık ve buharlaşma miktarları arasındaki korelasyon analizlerine göre sıcaklık ile buharlaşma arasında pozitif yönde anlamlı ilişki çıkmıştır. Özellikle sıcaklıktaki 0,3 °C’lik artış, buharlaşmadaki yaklaşık 220 mm’lik artışı beraberinde getirecektir (Şekil 11 - Tablo 1).

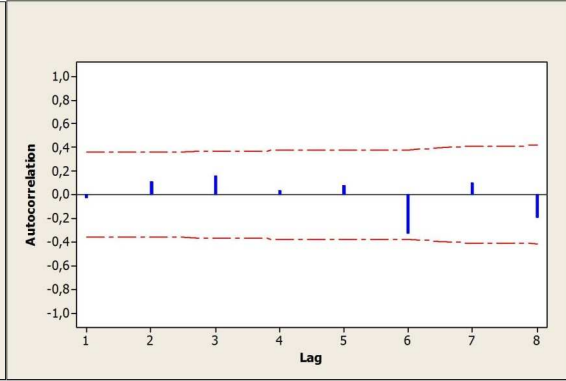


Şekil 11: Buharlaşmanın trend ve değişimi.

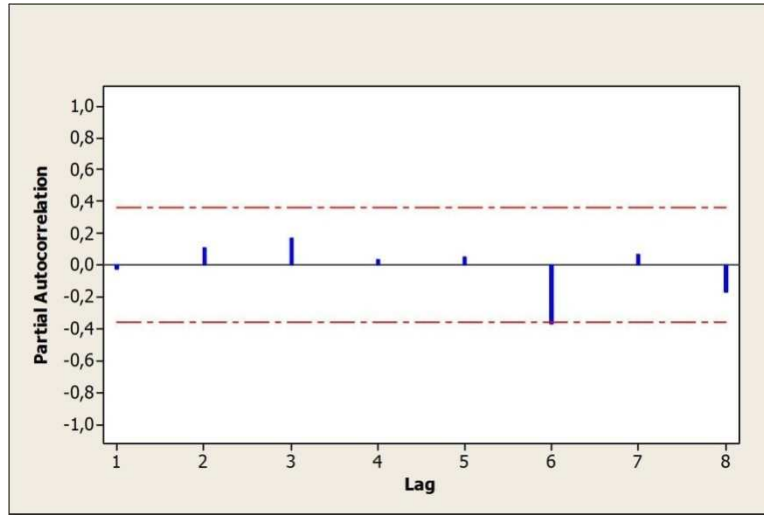
Üçüncü iklim elemanı olan yağış içinde ARIMA veya Box-Jenkins tekniğinin içerdiği analizler ve aşamalar uygulanmıştır. Öncelikle yağış serilerinin (Şekil 12) analize uygun hale gelmesi için durağan seri haline dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ise autocorrelasyon (Şekil 13) ve partial autocorrelasyon (Şekil 14) analizleri uygulanmıştır. Bu sayede yağış değişkenliğinin güvenilirliği ve aralığı belirlenmiştir. Yağış için yapılan korelasyon analizleri ve güvenilirlik testlerinin limitleri hiçbir devrede aşmadığı, her devrede limitlerin arasında kaldığı, bazı dönemlerde verilerdeki dalgalanmanın genliğine bağlı olarak sınır değerlere yaklaştığı görülmüştür.



Şekil 12: Yağış serisi.



Şekil 13: Yağışın otokorelasyonu.

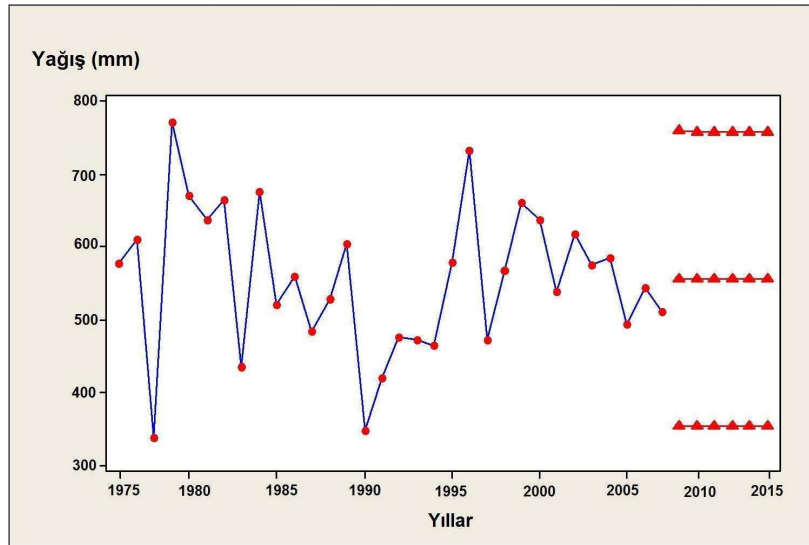


Şekil 14: Yağışın kısmi otokorelasyonu.

Denizli'de yağış eğilim analizlerine yağış miktarında çok az miktarda azalma olacağı, ancak aynı yağış miktarı 2015 yılına kadar çok değişmeden ulaşacağı sonucuna ulaşılmıştır. Yağıştaki değişim eğiliminin analizine göre ise 2010 yılından 2015 yılına kadar olan dönemde yaklaşık olarak birkaç mm'lik (5 mm) bir azalma öngörülmektedir. Bu değer ilk bakışta düşük görünse de yağıştaki birkaç mm'lik azalma, sıcaklıktaki ve buharlaşmadaki artış ile birlikte düşünüldüğünde Denizli'de gelecekte daha kurak bir iklimin yaşanacağı, küresel ısınma boyutunun ülkemizde Akdeniz iklim sahaları için öngörülen tahminlerle örtüştüğü görülmektedir (Şekil 15 - Tablo 1).

Tablo 1: Box-Jenkins tekniği analiz sonuçları.

Eğilim Analizleri			
Yıllar	Sıcaklık	Buharlaşma	Yağış
2010	15,96	1192	555
2011	16,01	1279	554
2012	16,06	1362	553
2013	16,11	1391	552
2014	16,16	1407	551
2015	16,28	1416	550



Şekil 15: Yağışın trend analizi ve değişim eğilimleri.

3. Tartışma

Günümüz dünyasında ortaya çıkartacağı sonuçlar itibariyle küresel iklim değişimleri en çok tartışılan konular arasındaki yerini korumaktadır. Bu nedenle bölgesel ve yerel alanlardaki değişim eğilimlerine yönelik tahmin analizleri önem kazanmıştır. Geleceđe yönelik iklimdeki eğilimleri belirlemek için değişik yöntem ve teknikler kullanılmakta olup, genel anlamda birbirlerine yakın değerler vermektedir. Bu çalışmada, ülkemizde Akdeniz İklimi etki sahasında yer alan Denizli’de sıcaklık, yağış ve buharlaşma miktarlarındaki değişim eğilimleri Box- Jenkins tekniği ile belirlenmiş ve 6 yıllık eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir.

Kuzey Yarımküre'nin yaz mevsimi ortalamaları dikkate alındığında, geçtiğimiz son 20-30 yıl en azından 1400 yılından günümüze kadarki dönemde karşılaşılan en sıcak yıllar olarak gözükmektedir (Apak ve Ubay, 2007, s. 165-167). Dünyanın çeşitli yerlerinden alınan derin buz örneklerinden derlenen veriler, 20.yüzyıldaki ısınmanın en azından son 600 yıllık dönemin herhangi bir yüzyılında oluşan ısınma kadar olduğunu ortaya koymaktadır.

Subtropikal kuşak yağışlarındaki azalma, 1970’li yıllarla birlikte Dođu Akdeniz Havzası’nda ve Türkiye’de de etkili olmaya başlamıştır. Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 1970’li yılların başı ile 1990’lı yılların ortası arasındaki yaklaşık 20-25 yıldaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydođu Anadolu bölgeleri etkilenmiştir. Kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılışlı olanları, 1973, 1977, 1989 ve 1990 yıllarında oluşmuştur (Türkeş vd., 2000, s. 2-4). Genel olarak Dođu Akdeniz Havzası’nın ve Türkiye’nin yıllık ve özellikle kış yağışlarında, 1970’li yılların başı ile 1990’lı yılların ortası arasında gözlenen önemli azalma eğilimleri, bu bölgede etkili olan cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçlarının sıklıklarında özellikle kış mevsiminde gözlenen azalma ile yer ve üst atmosfer

seviyelerindeki yüksek basınç koşullarında gözlenen artışlarla bağlantılı olabilir (Türkeş vd., 2000, s. 2-5).

Gelişen teknolojiyle paralel geliştirilen iklim modelleriyle gelecek iklim senaryoları üretilebilmektedir. En gelişmiş iklim modelleri, gelecek 20 yılda 0.2 °C/10 yıl oranında bir artışı öngörmektedir. 2090-2099 dönemi ortalama yüzey sıcaklığının, 1980-1999 dönemi ortalamasına göre en iyimser senaryoda (B1) ortalama 1.8 °C (1.1 °C - 2.9 °C) ve en kötümser senaryoda (A1FI) ortalama 4.0 °C (2.4 °C - 6.4 °C) artacağı beklenmektedir. Yağışlarda, A1B senaryosuna göre yüksek enlemlerde azalma öngörülmektedir (Demir vd., 2008, s. 2-4).

Bütün bu analizlere göre, ülkemizde genel anlamda içinde bulunduğu subtropikal kuşakta sıcaklıklardaki artış, buharlaşmadaki artışı da beraberinde getirecek ve gelecekte daha kurak bir iklimin yaşanmasına neden olacaktır. Denizli için yapılan analizlerde göstermiştir ki; sıcaklıkta 6 yıllık dönemde 0,3 °C'lik artış, buharlaşmada ise 200 mm'nin üzerinde artış beklenmektedir. Buna karşılık yağıştaki genel eğilimin çok fazla değişmemesinin yanı sıra azda olsa bir azalmanın olacağı (5 mm) öngörülmektedir. Bu bulgulara göre, Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Denizli'de yarı kurak iklimden, kurak iklime doğru gidişin olduğunu göstermektedir. Bu durum yerel ölçekte küresel ısınmanın önemli sonuçlarından biridir.

SONUÇ

Çalışmada, durağan olmayan zamansal seriler şeklinde devam eden verilerin analizinde kullanılan Box-Jenkins (ARIMA) tekniği kullanılarak Denizli'ye ait sıcaklık, yağış ve buharlaşma miktarlarındaki eğilimler belirlenmeye çalışılmıştır. Tahmin aralığı 6 yıllık olup, 2015 yılına kadar gerçekleştirilmiştir.

Denizli'de sıcaklığa yönelik yapılan analizlere göre, gelecekte artış eğiliminde olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Artış miktarı 0,3 °C civarında olacağı öngörülmüştür. Bu durum ülkemizde Akdeniz Bölgesi için öngörülen eğilimle örtüştüğü görülmüştür.

Aynı analizler buharlaşmaya uyarlandığında sıcaklıktaki artış beraberinde buharlaşmada da artışla neden olmuştur. Buharlaşma miktarında yaklaşık olarak 130 mm'lik artış olacağı ve uç limitlerin 1400 mm'lere ulaşacağı sonucuna ulaşılmıştır. Teorikte sıcaklıktaki artış öngöründe buharlaşmadaki artışı sağlayacağı ve aralarında pozitif yönünde anlamlı ilişkinin olduğunu göstermiştir.

Yağıştaki eğilim incelendiğinde ise 6 yıllık dönemde, çok fazla bir değişim olmamakla birlikte 5 mm'lik bir azalma öngörülmüştür. Yağıştaki azalma ilk bakışta çok sınırlı olsa da sıcaklık ve buharlaşmadaki artışın etkisi ile yörede küresel ısınmanın etkili olacağı sonucuna ulaşılmaktadır. Özellikle yörede su sıkıntısının ve kuraklığın gelecek yıllarda etkili olması olasılık dâhilindedir. Ayrıca model, küresel iklim değişikliği modelleri ile Akdeniz Bölgesi için öngörülen değerlerle aynı veya benzer eğilimi vermiştir.

KAYNAKÇA

- APAK, Günay ve UBAY, Bahar (2007). *Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi*, www.meteor.gov.tr.
- BOX, E. P. George ve JENKINS, M. Gwilym (1976). *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden Day.
- 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.
- 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 (1997). "Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey", *International Journal of Climatology*, S. 17 s. 511-520.
- ÖZTÜRK, Kemal (2002). "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri", *Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, S. I, s. 47-65.
- 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.