

Kara yüzey sıcaklığının ARIMA yöntemiyle modellenmesi ve gelecek tahmini: Antalya uygulaması

Cemberk KÜLAHCI^{1*}
Zafer ASLAN²

Geliş tarihi / Received: 06.01.2023

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 11.03.2023

Kabul tarihi / Accepted: 13.03.2023

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v18i67005

Öz

Dünya üzerinde iklim değişiklikleri, insanlık için en önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Bu değişimlerin yol açtığı doğal afetler, yıkım, kaynakların tükenmesi ve iklimsel nedenlerle artan sağlık problemleri gibi pek çok sorunun yanı sıra, ekonomik ve sosyal etkiler de gözlemlenmektedir. İklim değişikliği, küresel ve yerel olarak farklı etkiler gösterir ve yüzey sıcaklıkları da dahil olmak üzere birçok önemli parametreyi etkiler. Bu nedenle, yüzey sıcaklığı gibi önemli parametrelerin zaman içinde nasıl değiştiğini anlamak, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir adımdır. Bu çalışmada 1985 ile 2023 yılları arasındaki Antalya ilimize ait günlük kara yüzey sıcaklıkları NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) üzerinden elde edilerek, aylık ortalama bazında çalışma yapılmıştır. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) yöntemiyle yapılan bu çalışmada önümüzdeki 120 aya ait tahminde bulunulmuştur.

^{1*}*İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği
İstanbul, TÜRKİYE, cemberkkulahci@stu.aydin.edu.tr; ORCID ID: 0000-0002-6237-3027*

²*İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, 34295,
Küçükçekmece, İstanbul zaferaslan@aydin.edu.tr; ORCID ID : 0000-0001-7707-7370*

ARIMA ile oluşturulan model de eğitim hata oranı MSE (Mean Square Error) ile 1.01 olarak hesaplanmıştır. Eğitilen model sonrası yapılan tahminde kara yüzey sıcaklık değerlerinin 1985 - 2023 yıllarına ait aylık ortalama değerlere yakın kalacağı tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Kara Yüzey Sıcaklığı, Makine Öğrenmesi, Modelleme, ARIMA*

Modeling of land surface temperature with ARIMA method and future prediction in Antalya

Abstract

Climate change is one of the most important problems for humanity on Earth. Along with many problems caused by the natural disasters, destruction, depletion of resources, and increasing health problems due to climate reasons, economic and social effects are also observed. Climate change has different global and local effects and affects many important parameters, including surface temperatures. Therefore, understanding how important parameters such as surface temperature have changed over time is an important step in combating climate change. In this study, daily land surface temperatures belonging to Antalya province between 1985 and 2023 were obtained from NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) and monthly averages were studied. In this study, predictions were made for the next 120 months using the ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) method. The training error rate of the model created with ARIMA was calculated as MSE (Mean Square Error) and found to be 1.01. It is estimated that the predicted land surface temperature values will remain close to the monthly averages for the years 1985-2023 after the trained model is used for prediction.

Keywords: *Land Surface Temperature, Machine Learning, Modelling, ARIMA*

Giriş

Kara yüzey sıcaklıklarının artışı doğrudan çevre ve bölgedeki yaşam formları üzerinde etkilidir. Yerel iklimi, okyanus akımlarını ve atmosferik kesitleri etkiler, yağış ve diğer hava olaylarında değişikliklere neden olur. Ayrıca, sıcaklık artışı, su kaynaklarının kurumasına, toprakta bitki örtüsünün azalmasına ve bitki ve hayvan türlerinin yok olmasına yol açabilir. Bölgenin tarımı, turizmi ve diğer ekonomik faaliyetleri de etkilenebilir. Bunun yanı sıra, sıcaklık artışı sera gazlarının emisyonlarından kaynaklanan küresel iklim değişikliğine katkıda bulunabilir. Bu çalışmada Antalya Bölgesi kara yüzey sıcaklıkları NOAA'dan alınarak bölgesel sıcaklık değişimleri analiz edilmiş modellenmiş ve gelecek tahmini üzerine içinde bir uygulama yapılmıştır. Sıcaklık artışının önceden saptanması olası etkileri minimize edilmesi ve önlemlerin zamanında alınmasına olanak tanır. Ayrıca, sıcaklık artışının tespiti, küresel iklim değişikliğinin izlenmesine sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ve sıcaklık artışının yavaşlatılmasına yönelik küresel çabalara katkı sağlayabilir. Kısaca, doğru sıcaklık ölçümü ve izleme, çevre durumunun anlaşılması, gelecekteki trendlerin tahmin edilmesi ve sıcaklık artışı konusunun ele alınması için gerekli olan uygun önlemlerin alınmasında kolaylık sağlar (Demir, Kılıç, & Coşkun, 2008).

Materyal ve Metot

Antalya ilimiz 36,88414 enlem ve 30,70563 boylam koordinatlarında yer almakta olup Akdeniz'e kıyısı olan şehirlerimizden biridir. Bu çalışmada NOAA'dan Antalya ilimiz için 1985 yılı ve sonrası günlük kara yüzey sıcaklık ortalamaları alınarak çalışmalar yapılmıştır. (Durre, 2008) (Durre I., 2010) (Menne, 2012) Bu yıllara ait olan veriler NOAA tarafından kalite süreçlerinden geçerek paylaşılmaktadır. Verilerin alındığı Antalya Meteoroloji İstasyonu verileri Fahrenheit olarak elde edilmiştir, çalışma içerisinde sıcaklık değerleri (T)K = 5/9 (T)F + 459.67 formülü kullanılarak Kelvin'e çevrilmiştir. (Anonim, 2023)

Alınan sıcaklık değerleri Kelvin'e çevrildikten sonra min-max scaler yöntemi uygulanarak 0 ile 1 arasında normalize edilmiş ve uygulama içerisinde normalize değerler kullanılmıştır.

ARIMA

Zaman serisi modelleri, geçmiş dönem verilerini kullanarak gelecekteki verileri tahmin etmeyi amaçlar. Bu modeller birçok farklı alanda, örneğin tıp, mühendislik, işletme, ekonomi ve finans gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. ARIMA model, zaman serisi modelleri arasında en yaygın ve en çok bilinen modeldir.

ARIMA, zaman serisi verileri arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu varsayar ve bu ilişkiyi modellemeye çalışır. Bu modeller, verileri durağan hale getirmek için çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılabilir. Durağan hale getirilmiş veriler, ARIMA modelleri tarafından daha iyi modellenir ve daha doğru tahminler yapılabilir.

ARIMA modellerinin avantajlarından bazıları, veriler arasındaki doğrusal ilişkiyi modellemesi ve verileri durağan hale getirmesidir. Bu avantajlar, ARIMA modellerinin zaman serisi verilerinde başarılı bir şekilde uygulanmasına olanak tanır. Bununla birlikte, ARIMA modellerinin veriler arasındaki ilişki doğrusal değilse ya da veriler durağan hale getirilemezse, bu modellerin tahminleri doğru olmayabilir. (Kaynar & Taştan, 2009)

Klasik bir ARIMA modeli = ARIMA(p, q, d) olarak ifade edilir. (Zhang, 2003)

$$y_t = c_t + \sum_{i=1}^p \phi_m y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_n e_{t-j}$$

Burada;

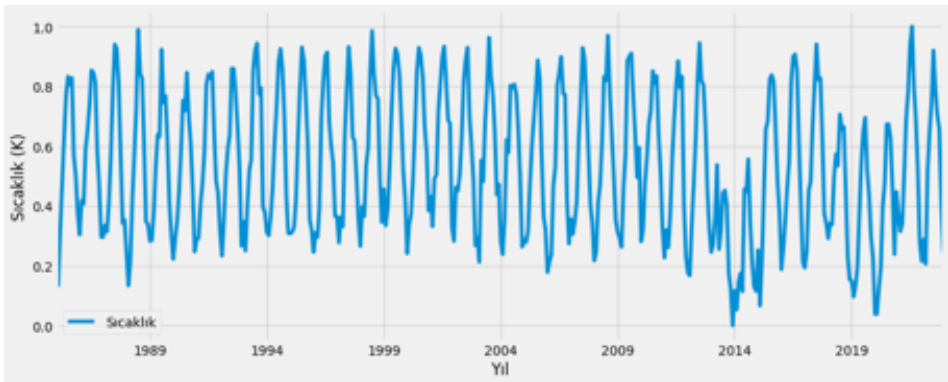
o p, modelin otoregresyonunun (AR) sırası ve farkı alınmış serinin gecikme sayısıdır.

- o d, modeli durağan hale getirmek için farkın (I) sırasındır.
- o q, modelin hareketli ortalamasının (MA) sırası ve tahmin hatalarının gecikme sayısıdır.

(Sevinç & Kaya, 2021) tarafından Diyarbakır bölgesi için yapılan çalışmada ARIMA yönetimi sonucunda ortaya çıkan performans sonucu RMSE 1.946 olarak saptanmıştır ve ARIMA modeli için performansın yüksek olduğu ve başarılı kabul edildiği belirlenmiştir. Yapılan performans sonuçları doğrultusunda ARIMA yöntemi ile farklı illerimiz için de gerekli çalışmaların yapılabileceği ortaya konmuştur.

ARIMA Uygulama

1985 yılından bu yana yapılan ölçümlere göre, kara yüzeyindeki sıcaklıklar 0.3 ile 0.9 arasında değişmektedir ve ortalama sıcaklık 375 Kelvin civarında olduğu Şekil 2 Yıllara Göre Sıcaklık (K) grafiğinden de görülmektedir. Ancak, 2014 yılında ortalama bir düşüş yaşanarak 0.1'e gerilemiştir. Bu değişim, küresel iklim değişikliği nedeniyle meydana gelebilir ve insan aktivitelerinin bir sonucu olabilir. Bu durum, ekosistemlerimizi, doğal kaynaklarımızı ve insan sağlığımızı etkileyebilir. Bu yüzden, sürdürülebilir bir çevre politikası uygulanması gerekmektedir. Bu çalışma, gelecek yıllardaki sıcaklıkları öngörmek ve bilgi edinmek amacıyla yapılmıştır.



Şekil 1. Yıllara Göre Sıcaklık (K)

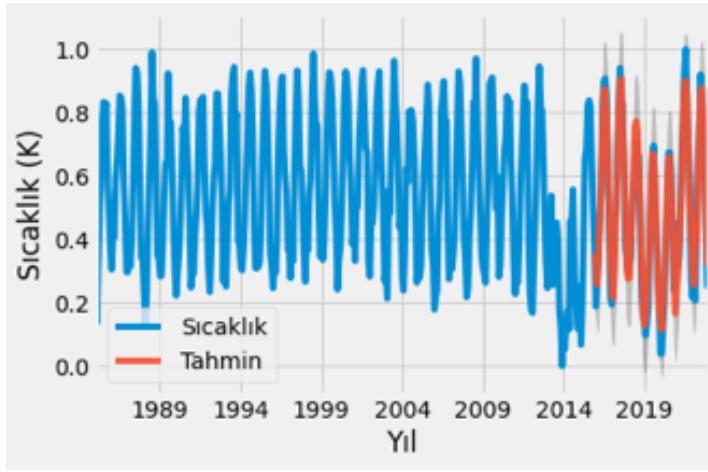
Akaike ölçütü (AIC - The Akaike Information Criteria), istatistiksel modellerin kalitesini karşılaştırmak için kullanılan bir bilgi ölçütüdür. Bu ölçüt, bir modelin tahmin ettiği verilerin kalitesi ve karmaşıklığı arasındaki dengeyi ölçer. AIC, bir modelin hem uyum hem de aşırı uyum problemleriyle başa çıkabilme yeteneğini değerlendirmek için kullanılır. AIC, modelin log-olabilirlik fonksiyonu ile parametre sayısı arasındaki farkı hesaplar. AIC değeri ne kadar düşük olursa, modelin tahmin ettiği verilerin kalitesi ve karmaşıklığı arasındaki denge o kadar iyi olur. Bu nedenle, daha düşük bir AIC değeri, bir modelin diğerlerinden daha iyi bir uyum sağladığını gösterir.

AIC, özellikle regresyon analizi gibi büyük veri setleri üzerinde çalışan araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılır. Ancak, yalnızca iki model arasındaki karşılaştırmalar için kullanılması önerilir (Cavanaugh, 2019). ARIMA için order için (p, q, d) ve seasonal order için hesaplanan AIC skorları hesaplanmıştır. En düşük AIC skoru , ARIMA (1, 0, 1) x (0, 1, 1, 12) uygulama içerisinde kullanılmıştır.

Tablo 1. ARIMA Değerlerinin AIC Skoru

| ARIMA Params | AIC Score |
|---------------------------|-----------|
| ARIMA(1,0,1)x(0,1,1,12)12 | 3465.51 |
| ARIMA(0,1,1)x(0,1,1,12)12 | 3467.23 |
| ARIMA(1,0,1)x(1,1,1,12)12 | 3467.45 |
| ARIMA(1,1,1)x(0,1,1,12)12 | 3468.58 |
| ARIMA(0,1,1)x(1,1,1,12)12 | 3469.23 |
| ARIMA(1,1,1)x(1,1,1,12)12 | 3470.58 |
| ARIMA(1,1,0)x(0,1,1,12)12 | 3509.49 |
| ARIMA(1,1,0)x(1,1,1,12)12 | 3511.48 |
| ARIMA(1,0,0)x(0,1,1,12)12 | 3531.41 |
| ARIMA(1,0,0)x(1,1,1,12)12 | 3533.13 |
| ARIMA(1,0,1)x(1,0,1,12)12 | 3560.02 |
| ARIMA(0,1,1)x(1,0,1,12)12 | 3564.6 |
| ARIMA(1,1,1)x(1,0,1,12)12 | 3566.14 |
| ARIMA(0,1,0)x(0,1,1,12)12 | 3592.158 |

ARIMA (1, 0, 1) x (0, 1, 1, 12) modeli yapılan eğitim ve test verisi ile yapılan tahminler Şekil 6 ARIMA Modeli Eğitim / Test üzerinde gösterilmiştir. 1985 ile 2018 yılları arası eğitim için kullanılırken 2018 ile 2023 yılları arası modelin test tahmini için kullanılmıştır. Yapılan eğitim sonucunda modelin düşük hata ve yüksek başarı gösterdiği grafikten anlaşılmaktadır.

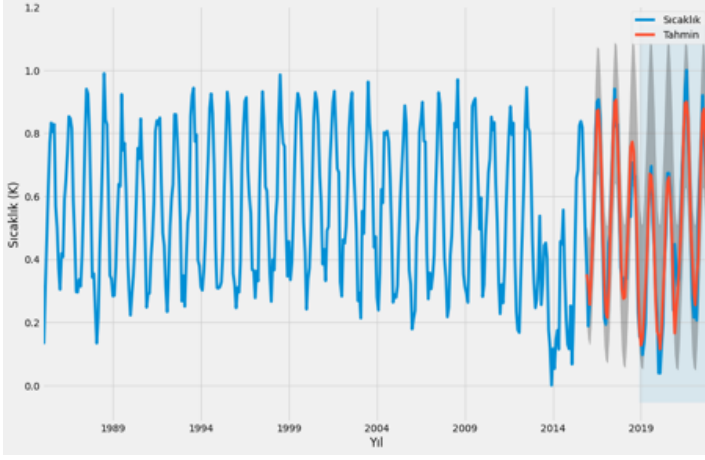


Şekil 2. ARIMA Modeli Eğitim / Test

Oluşturulan modele ait test MSE (Mean Square Error) ortalama skoru 1.0133 olarak sonuçlanmıştır. MSE sonucu 0 değerine yaklaştıkça modele ait başarının arttığı göz önünde bulundurulduğunda model başarılı olarak kabul edilebilir.

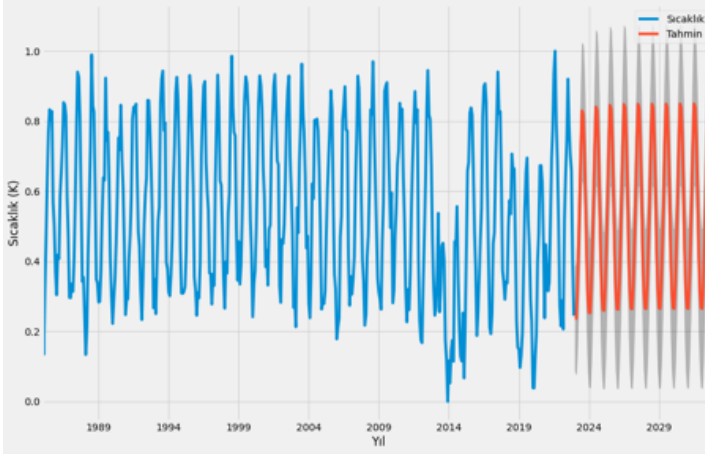
Şekil 7 Model Oluşumu Sonrası Doğrulama ile Tahminleme, test verileri ile model oluşumu sonrası model bağımsız bir doğrulama yapılmıştır. Bu doğrulama sonucunda tahminlerin aynı aralıkta kaldığı ve gerçek değerlere yakın bir öngöründe bulunduğu gözükmektedir.

Model oluşumu sonrası yapılan tahminlerde MSE hata ortalamasının 11.45 gibi test MSE sonucundan uzak fakat kabul edilebilir ve gerçek sıcaklık değerlerine yakın olduğu gözükmektedir.



Şekil 3. Model Oluşumu Sonrası Doğrulama ile Tahminleme

Elde edilen model ile önümüzdeki 120 ay (5 yıl) için bölgesel kara yüzey sıcaklığı tahmini yapılmıştır. Bu sonuçlara göre kara yüzey sıcaklık ortalaması 0.3 ile 0.9 aralığında kalmaya devam edecektir.



Şekil 4. Model ile Gelecek Tahmini

Tartışma ve sonuç

Yapılan bu çalışma ile 1985 yılı sonrası kara yüzey sıcaklıkları ile ARIMA modeli kullanılarak gelecek tahmini yapılmıştır. Yapılan çalışma sonrasında ARIMA (1, 0, 1) x (0, 1, 1, 12) en başarılı model olarak tespit

edilmiş ve kullanılmıştır. Model eğitimi sonrasında 1.01 gibi düşük bir MSE hatası ile tamamlanmış olup gelecek 120 ay tahmin verilerinde eğitim modeli içerisinde yer alan genel sıcaklık ortalamalarında (0.3 ile 0.8 arasında) olacağı ön görülmüştür. Modelin daha uzun gelecek tahmini yapabilmesi için gerekli olan eğitim veri setinin uzatılması ve/veya aylık modellemeden çıkılarak haftalık bir çalışmanın yapılması daha doğru sonuçlar ve/veya uzun dönem tahmin verisi verebilir.

Kaynaklar

[1] Anonim. (2023, 02 09). *Fahrenheit - Kelvin Dönüştürme*. Fahrenheit - Kelvin Dönüştürme: <https://www.metric-conversions.org/en/sicaklik/fahrenheit-kelvin.htm> adresinden alındı

[2] Cavanaugh, J. E. (2019). The Akaike information criterion: Background, derivation, properties, application, interpretation, and refinements. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, e1460.

[3] Demir, İ., Kılıç, G., & Coşkun, M. (2008). Türkiye ve bölgesi için PRECIS bölgesel iklim modeli çalışmaları. *İklim Değişikliği ve Çevre*.

[4] Durre I., M. J. (2010). Comprehensive automated quality assurance of daily surface observations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 1615-1633.

[5] Durre, I. M. (2008). Strategies for evaluating quality assurance procedures. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 1785–1791.

[6] Kaynar, O., & Taştan, S. (2009). Zaman Serileri Tahmininde ARIMA-MLP Melez Modeli. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 141-149.

[7] Menne, M. I. (2012). An overview of the Global Historical Climatology

Network-Daily Database. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 897-910.

[8] Sevinç, A., & Kaya, B. (2021). Derin Öğrenme Yöntemleri ile Sıcaklık Tahmini: Diyarbakır İli Örneği. *Journal of Computer Science*, 217-225.

[9] Zhang, G. P. (2003). Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. *Neurocomputing*, 159-175.