

AKÜ FEMÜBİD 20 (2020) 065902 (1112-1123)

AKU J. Sci. Eng. 20 (2020) 065902 (1112-1123)

DOI: 10.35414/akufemubid.637356

Araştırma Makalesi / Research Article

Göller Bölgesi İklim Verilerinin Matematiksel Modellenmesi

Tansel KOYUN¹, Burakhan DOĞAN²¹⁻²SÜLEYMAN DEMİREL Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, IspartaSorumlu yazar ¹e-posta: tanselkoyun@sdu.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5625-2413>²e-posta: hburak.0513@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6364-8822>

Geliş Tarihi: 24.10.2019

Kabul Tarihi: 20.11.2020

Öz

Bu çalışmada, Türkiye'de yer alan Göller Bölgesi kentleri (Afyon, Antalya, Burdur, Isparta, Konya) 2009-2018 dönemi ait sıcaklık, maksimum-minimum sıcaklık, nispi nem, aktüel basınç, parametreleri ele alınarak matematiksel bir model oluşturmak hedeflenmiştir. Bu amaçla eğri uydurmada tercih edilen Gauss, Sinüslerin toplamı ve Fourier modelleri kullanılarak matematiksel bir model oluşturulmuştur. Modeli oluşturmada iki farklı yöntem izlenmiştir. İlk kullanılan yöntem tahmin ve ölçüm metodu, ikinci kullanılan yöntem ise aritmetik ortalama metodudur. Kullanılan iki metodu göz önünde bulundurarak karekök ortalama hatası ve belirlilik katsayısı değerleri dikkate alınarak uygun metod belirlenmiştir. En iyi sonucu veren ampirik model Göller Bölgesi için istenilen parametrenin matematiksel modeli olarak kabul edilmiştir. Matematiksel model olarak sırasıyla; ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık için Sinüslerin toplamı modeli, nispi nem için Gauss modeli ve aktüel basınç için ise Fourier modeli kullanılmıştır. Modellerin terim sayısı artırıldığında belirlilik katsayısının da iyileşme olurken karekök ortalama hata da ise yüksek bir artışın görülmüştür. Bu nedenle, 3 terimli modeller seçilerek yüksek doğrulukta tahminler yapılmıştır. Çalışmada, güneş pilleri, güneş kolektörleri, ısıtma soğutma ve havalandırma tesisatları, seralar gibi değişken iklim parametrelerine bağlı sistemlerin tasarım ve hesaplama aşamasında kabul seviyede veri sunmayı hedeflenmiştir. Aynı zamanda yüksek hassasiyetli tahminler için, daha lokal, beşeri ve çevresel etmenlerin dahil olduğu modellerin geliştirilmesi gerektiği sonucuna da varılmıştır.

Anahtar kelimeler

Göller bölgesi;
Matematiksel model;
İklim verileri;
Eğri uydurma

Mathematical Modelling of Lake Region Climate Data

Abstract

This study aims to create a mathematical model for the cities of the Lakes region (Afyon, Antalya, Burdur, Isparta, Konya) of Turkey, for 2009-2018 period, by considering maximum temperature, minimum temperature, relative humidity, pressure. For this purpose, a mathematical model was created using Gauss, sum of sines and Fourier models, which are preferred in curve fitting. Two different methods were used to form the model. The first method is the estimation and measurement method and the second one is the arithmetic mean method. Considering the two methods used, square root mean error and determination coefficient values were taken into consideration and the appropriate method was determined. The empirical model which gives the best results is accepted as the mathematical model of the desired parameters for the Lakes Region. As a mathematical model, respectively; The sum of sines model for average, maximum and minimum temperature, Gauss model for relative humidity and Fourier model for actual pressure. When the number of terms of the models was increased, the coefficient of determination improved, while a high increase in the square root mean error was observed. Therefore, high accuracy estimates were made by choosing 3-term models. Climate parameters and data are needed during the design and calculation phase of systems with respect to variable climate parameters such as solar cells, solar collectors, greenhouses, heating, cooling and ventilation systems. It was also concluded that models having more local, human and environmental factors should be developed in order to make accurate long term forecasts.

Keywords

Lake region;
Mathematical model;
Climate data;
Curve fitting

1. Giriş

Göller bölgesi coğrafi olarak Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgesi sınırları içinde yer almakta olup farklı iklim şartlarını bir arada bulundurmaktadır. Göller Bölgesi sınırlarında yer alan Afyon, Antalya, Burdur, Isparta ve Konya kentleri için ortak bir model elde etmek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda görülmektedir.

Ankara için 2007 ve 2016 yıllarına arasındaki aylık toplam global güneş ışınım şiddeti, aylık toplam güneşlenme süresi ve aylık ortalama hava sıcaklığı verilerinin ortalamalarını polinom, gauss, ve fourier eğri metotları ile modellemişlerdir. Sonuç olarak fotovoltaik enerji sistemlerinin kurulumları için etkili çıkarımlar elde etmişlerdir (Yeşilbudak vd. 2018). Çalışmalarında, Doğu Anadolu bölgesindeki on üç kentin 1994-2003 yılları arasındaki iklim verilerini ele alarak en sıcak, en soğuk, en nemli, rüzgarlı, yağmurlu, solar radyasyon alan şehirleri tespit etmişlerdir. Ayrıca regresyon modeli ile hesaplanan ve ölçüm sonuçları grafikler halinde kıyaslanmıştır (Akpınar ve Akpınar 2010). Çalışmalarında, Oman kentine ait dokuz iklim verisi regresyon metotları kullanılarak polinom ve trigonometrik fonksiyonlar yardımı ile modelleme yapmışlardır (Dorvlo ve Ampratwum 1999). Çalışmalarında, yatay yüzeylerde global güneş radyasyonu tahmin etmek için ampirik modelleri karşılaştırarak en uygun olan doğrusal regresyon modelini Tunus'a uyarlamıştır (Chelbi vd. 2015). Çalışmasında, Türkiye'nin farklı bölgelerinde yer alan İstanbul, İzmir, Ankara, Samsun, Şanlıurfa, Antalya ve Iğdır kentlerinin aylık ortalama günlük güneş radyasyonu ekserjisini tahmin etmek için farklı regresyon modelleri geliştirmiş ve elde edilen regresyon modelleri yüksek belirlilik katsayısına sahip olup benzer ilkime sahip bölgelere uyarılana bileceği sonucuna varmıştır (Arslan, 2015). Fırat havzasında bulunan Elazığ, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerine ait yıllık ortalama sıcaklık, kış ayları için en düşük sıcaklık, yaz ayları için en yüksek sıcaklık ve bağıl nem verilerini; polinom, Üstel denklem ve doğrusal denklem modellerini kullanılarak modelleme yapmıştır.

Çalışmanın ülke genelinde dış sıcaklık parametresinin güncellenmesine yardımcı olacağı sonucuna varılmıştır (Biçer 2019). Çalışmalarında, Muğla kentinin aylık ortalama global güneş ışınım şiddeti için farklı modeller kullanılarak karşılaştırma yapılmışlardır. Muğla kenti için Ocak-Haziran, Temmuz-Aralık dönemleri için sırasıyla kübik ve kuadrit modelin en uygun model olduğu çıkarımını yapmışlardır (Bayrakçı vd. 2018). Çalışmasında Van'ın 1993-2007 dönemine ait yüzey sıcaklığı, güneşlenme süresi ve global güneş radyasyonu verilerini incelemiş ve bölgenin güneş potansiyeli ile ilgili yapılacak çalışmalar için gerekli çıkarımlar yapmıştır (Uçkan 2018). Orta çözünürlük görüntüleme spektrometre ürünlerine dayanan, tüm hava koşullarında sıcaklığın tahmin edilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada tahmin sonucu ile elde edilen değerler ile ölçüm değerleri arasındaki uyum grafikler halinde belirtilmiştir (Zhu vd. 2017). İstanbul'un Büyükçekmece ilçesinde yer alan Eskice bölgesinin 2016 yılına ait güneş radyasyonu, rüzgâr şiddeti, UV radyasyon indis, toprak üstü 5-2 m sıcaklık ve rüzgâr yönü verileri kullanılarak; yapay sinir ağları ve çoklu lineer regresyon modelleri ile ileriye dönük orta ve uzun vadeli güneş radyasyonu için tahminler yapmışlardır. Çalışmada iklimsel ve meteorolojik olayların yapılan tahminler de etkili olduğu, yüksek performanslı tahminler yapabilmeleri için mevsimsel ve aylık modellemeler yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır (Gabrالی ve Aslan 2020). Çalışmasında, global güneş radyasyonu tahmin etmek için bir model geliştirmiştir. Model logaritmik bir fonksiyon olup değişkenler için bulut katsayısı ve saat açısını kullanılmıştır. Elde edilen model ile literatürde yer alan 8 farklı model Çankırı ili özelinde test edilmiştir. Elde edilen modelin karşılaştırılan modellerden daha iyi sonuç verdiği görülmüştür (Külcü, 2019). Çalışmalarında, incelemeler yapılacak noktanın sıcaklık tahmini yapmak için rakım, basınç ve nem parametreleri kullanılarak coğrafi ve rakım ağırlıklı regresyon modelini (GAWR) oluşturmuşlardır. Model yardımı ile yapılan tahmin incelediğinde, karmaşık arazi koşulları ve de yükseltinin fazla olduğu noktalarda coğrafi ve rakım ağırlıklı

regresyon modeli (GAWR) kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Taşyürek ve Çelik 2020). Çalışmalarında, Antalya da bulunan 17932 numaralı istasyondan 1976-2017 dönemine ait aylık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama sıcaklık verileri sırası ile Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ve grafiksel yöntem ile incelemişlerdir. İncelemeler sonucunda 1976-2017 döneminde ortalama sıcaklığın artma trendin de olduğu görülmüş olup, küresel ısınma, iklim değişikliği ve tarım politikalarının birbirleri ile birlikte değerlendirilmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır (Özfidaner vd. 2018). Isparta kenti için aylık ortalama günlük global güneş radyasyonunu tahmin etmek adına literatürde yer alan modellerin istatistiksel verileri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. İncelenen dört farklı model içinden en uygun modelin 18c olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, Isparta kenti için yeni, özgün modeller geliştirilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır (Öztürk vd. 2011). Şanlıurfa ilinin global güneş radyasyonun tahmin edilmesi için literatürde yer alan 5 farklı model incelenmiştir. Modeller istatistiksel olarak belirlilik katsayısı (R^2), ortalama yüzde hata (MPE), sapma hatası (MBE), ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE), bağıl hata karesi (SSRE), bağıl standart hata (RSE), ortalama karekök hatası (RMSE), bağıl hata yüzdesi (e) ve t-istatistik (t-sat) parametreleri ile karşılaştırılmıştır. Toplam global güneş radyasyonu için en iyi tahmini 5 model için polinomun verdiği sonucuna varılmıştır (Karakaya vd. 2018). Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin alınan değerlerle bölgeye özgün beş farklı (lineer, polinom, logaritmik, üssel ve üstel) model geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda geliştirilen modellerin hesaplanan sonuçlarının ölçüm değerleriyle farkı yok denecek kadar az olsa da polinom model diğer modellere göre daha başarılı çıkmıştır. Çalışma sonucuna göre Adıyaman ili toplam güneş ışınım tahmini yıllık güneş enerjisi potansiyeli yıllık 4350 W/m^2 olarak belirlenmiştir (Kallioğlu vd. 2017). Çalışmalarında, Tayvan da 0° - 90° eğime sahip güney yöne bakan düzlemler de aylık global güneş radyasyonunun tahmin etmek için ampirik bir yaklaşımda bulunmuşlardır (Cheng *et al.* 2006). Türkiye'deki 78 kentin günlük maksimum-minimum kuru termometre sıcaklıkları ve saatlik kuru termometre

sıcaklıklarını tahmin etmek için trigonometrik modeller oluşturmuşlar ve kentler için elde edilen katsayılar ve istatistiksel hataları tablolar halinde belirtmişlerdir (Bulut vd. 2003). Diyarbakırın güneş ışınımı değerlerini tahmin etmek için PoLin, ANFIS, HarLin ve Angsröm-Prescott modellerini kullanmış ve en uyumlu modeli PoLin modeli olarak belirlemiştir. PoLin modelinin güneş ışınımı hesaplamaları için Harlin modeli gibi basit yaklaşım olduğunu da belirtilmiştir (Güçlü 2019). Mısır da yer alan beş kentin güneşlenme süresi ve global güneş radyasyonu tahmin edilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır ve çalışmada kullanıcı için doğrusal olmayan denklemi önermiştir (Metwally 2005).

Bu çalışmada; Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan günlük verilerin aylık ortalamaları hesaplanmış ve hesaplanan ortalamalar Matlab paket programında detaylı olarak analiz edilmiştir. İncelenen veriler ışığında eğri uydurmada kullanılmak üzere, aritmetik ortalama ve ölçüm- tahmin metotları oluşturulmuştur. Oluşturulan metotlar yardımı ile ulaşılan modellerin, belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerlerine bakılarak tercih edilen model, Afyon, Antalya, Burdur, Isparta ve Konya kentlerine uyarlanmıştır. Elde edilen belirlilik katsayısı, karekök ortalama hata ve model katsayıları çizelgeler halinde sunulmuştur. Çalışmadaki asıl amaç, iklim verilerini kullanarak bir bölgenin gelecekteki enerji potansiyelini belirlemek ve öngörülen enerji potansiyelinin artırımı gibi yapılacak olan çalışmalarda kullanıcı için kolaylık sağlamaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1 İklim Verileri

Göller Bölgesi Türkiye de tarım ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından verimli bir bölgedir. Afyon, Burdur, Isparta ve Konya kentlerinde tipik yayla iklimi görülmektedir. Kışlar soğuk ve karlı yazlar ise sıcak ve kurak olup gece ve gündüz arasında belirgin bir sıcaklık farkına sahiptir. Antalya da ise yazlar sıcak ve kurak kışlar ise ılık ve yağmurlu olup tipik Akdeniz iklimi görülmektedir. Çalışmada ele alınan iller için 2009-2018 dönemine ait günlük

veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir (Int Kyn. 1). Modelleme yapılır iken 2009-2018 yılları baz alınarak her ayın aylık ortalamaları çıkarılmıştır. Ortalaması alınan veriler incelendiği zaman bölgenin en soğuk kentin Afyon iken en sıcak kent ise Antalya'dır. Bölgede nispi nemin en fazla olduğu kenti Afyon ve Isparta'dır. Ayrıca Antalya için aktüel basınç parametresinin aylık ortalama değerinin bölgedeki diğer kentlerden yüksek olduğu Şekil (1-5) görülmektedir.

2.2 Modelleme

Bu çalışmada Afyon, Antalya, Burdur, Isparta ve Konya kentlerinin 2009-2018 döneme ait iklim verileri incelenmiş ve bu veriler kullanılarak Matlab ortamında eğri uydurmada kullanılan Gauss, Sinüslerin toplamı ve Fourier modelleri ile Göller Bölgesi için matematiksel ifadeler oluşturulmuştur (Int Kyn. 2). Modellemeler yapılırken iken istatistiksel açıdan yüksek belirlilik ve düşük karekök ortalama hata değerine dikkat edilmiştir (Int Kyn. 3). Çalışma da kullanılacak olan modele iki farklı metot yardımı ile ulaşılmıştır. Ölçüm ve tahmin metodu olan ilk metotta öncelikli olarak, incelenecek iklim parametresinin her bir kent için tahmini değerleri elde edilmiştir. Ölçüm değerleri x eksenine tahmini değerler ise y eksenine yerleştirilerek belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri dikkate alınarak en iyi performansı veren model seçilmiştir. İkinci metot olan aritmetik ortalama metodunda ise incelemesi yapılacak parametrenin aylık ortalama değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak hedef veriler oluşturulmuştur. Belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata bakılarak en iyi performansı veren model seçilmiştir.

Paket programda yer alan tüm modeller ve terim sayıları dikkate alınarak, bir deneme-yanılma yapılmış ve her bir parametre için 2 adet model

seçilmiştir. Oluşturulan metotlar yardımı ile ulaşılan modeller, Göller Bölgesinde yer alan 5 kente uyarlandığında elde edilen belirlilik katsayısı (R^2) ve karekök ortalama hata (KOH) değerleri çizelge 1,3,5,7 ve 9 da gösterilmiştir. Çizelgelerde yer alan belirlilik katsayısı (R^2) parametresi için temel hedef 1 iken, Karekök ortalama hata (KOH) için temel hedef ise 0 dır. Bu değerler dikkate alınarak Göller bölgesi için modeller belirlenmiştir.

Aşağıda Sinüslerin toplamı, Gauss ve Fourier modellerinin matematiksel ifadeleri sırası ile verilmektedir.

$$y = \sum_{i=1}^n a_i \sin(b_i x + c_i) \quad 1 \leq n \leq 8 \quad (1)$$

$$y = \sum_{i=1}^n a_i e \left[- \left(\frac{x-b_i}{c_i} \right)^2 \right] \quad 1 \leq n \leq 8 \quad (2)$$

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cos(iwx) + b_i \sin(iwx) \quad 1 \leq n \leq 8 \quad (3)$$

Denklem 4-5 da sırasıyla belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hatasının matematiksel ifadeleri verilmiştir.

$$R^2 = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{Y_i - \hat{Y}}{Y_i - \bar{Y}} \quad (4)$$

$$KOH = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y} - Y_i)^2} \quad (5)$$

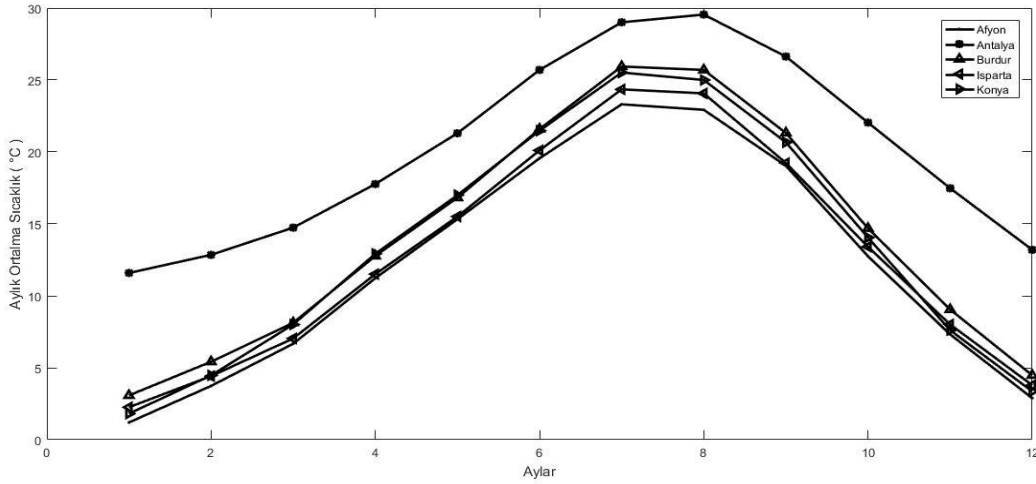
Y_i : Deneysel olarak saptanan değer.

\hat{Y} : Regresyon eşitliğinden hesaplanmış değer.

\bar{Y} : Deneysel verilerin ortalaması.

3.Bulgular

Göller bölgesi için son on yıllık aylık ortalama sıcaklık (minimum ve maksimum sıcaklık), nispi nem ve aktüel basınç verileri, kullanılan metotlar ve modellerle incelenerek sonuçlar çizelge ve grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 1. Ortalama sıcaklık

Şekil 1' de göller bölgesinde yer alan kentlerin aylık ortalama sıcaklığının değişim görülmektedir. Şekil 1 de görüldüğü üzere aylara göre sıcaklık dağılımı incelendiğinde Göller Bölgesinin en soğuk kenti Afyon iken en sıcak kentinin ise Antalya olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kentler için en soğuk ay ocak ayı iken en sıcak ay ise temmuz ayı olarak görülmektedir. Ocak ayında Afyon aylık ortalama sıcaklık 1.20°C Antalya için 11.59°C Burdur için 3.08 °C Isparta için 2.26 °C Konya için ise 1.89 °C'dir. Temmuz ayında Afyon için aylık ortalama sıcaklık 23.31°C Antalya için 29.01 °C Burdur için 25.94 °C Isparta için 24.35 °C Konya için 25.52 °C'dir. Ölçüm ve tahmin metodu ile elde edilen eğri 6. dereceden Polinom olup belirlilik katsayısı $R^2=0.9998$, karekök ortalama hatanın ise KOH=0.1206 olduğu görülmektedir. Aritmetik ortalama metodu ile elde edilen eğri 3 terimli sinüslerin toplamı olup belirlilik katsayısı $R^2=0.9996$, karekök ortalama hatanın ise KOH=0.3019 olduğu görülmektedir. Çizelge 1. de Metotların kentlerin aylık ortalama sıcaklık verilerine uyarlanması sonucunda elde edilen belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri verilmiştir.

Çizelge 1. İllere göre farklı iki metodun kıyaslanması

	Ölçüm ve tahmin metodu		Aritmetik ortalama metodu	
	R^2	KOH	R^2	KOH
Afyon	0.9977	0.5636	0.997	0.2593
Antalya	0.9982	0.4122	0.991	0.3705
Burdur	0.9965	0.717	0.997	0.285
Isparta	0.9959	0.7514	0.9997	0.2449
Konya	0.7272	0.2518	0.9952	0.2382

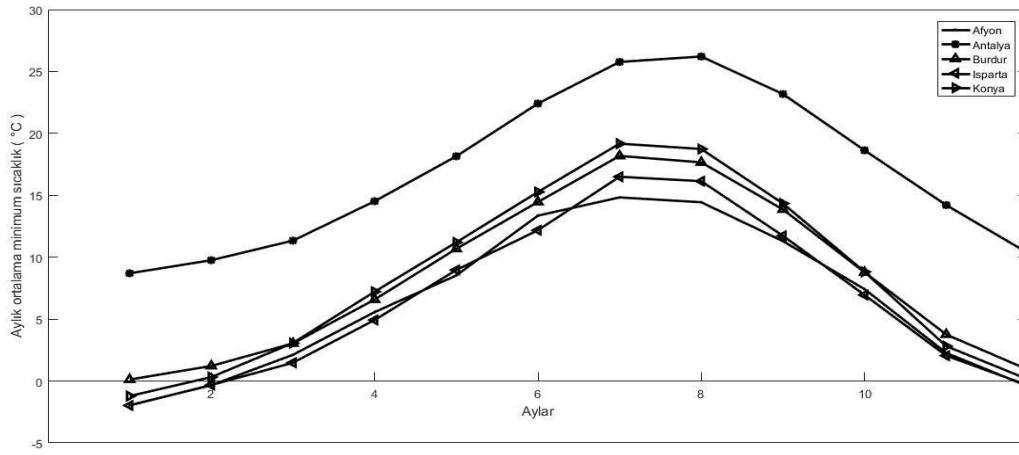
Çizelge 1.'deki değerler dikkate alınarak, Göller Bölgesinin aylık ortalama sıcaklığı için tercih edilen model, 3 terimli Sinüslerin toplamı modeli olup programda elde edilen katsayıların %95 güven sınırına sahip olduğu görülmüştür. Sonuçlar çizelge 2' de verilmiştir. 3 terimli Sinüslerin toplamı modeli (6) numaralı denklemde görülmektedir.

$$f(A)=a_1*\sin(b_1*A+c_1)+a_2*\sin(b_2*A+c_2)+a_3*\sin(b_3*A+c_3) \quad (6)$$

Çizelge 2. Aylık ortalama sıcaklık için elde edilen katsayılar

	Afyon	Antalya	Burdur	Isparta	Konya
a_1	20.29	94.33	22.43	20.96	6.031
b_1	0.9639	0.7257	0.921	0.946	0.8337
c_1	1.412	2.743	1.41	1.4	1.591

a_2	3.163	87.76	3.69	3.465	-0.566
b_2	3.005	0.7776	3.033	3.12	2.998
c_2	0.6385	-0.1217	0.6161	0.651	-2.037
a_3	-0.4607	2.739	-0.565	0.5809	0.2865
b_3	5.89	3.06	5.986	6.26	5.3
c_3	2.421	0.6713	-3.727	-6.73	-0.3438

**Şekil 2.** Ortalama minimum sıcaklık

Şekil 2' de göller bölgesinde yer alan kentlerin aylık ortalama minimum sıcaklığının değişimi görülmektedir. Ocak ayı için on yıllık ortalama minimum sıcaklık, Afyon için -1.95°C , Antalya için 8.7°C , Burdur için 0.2°C , Isparta için -1.97°C Konya için -1.21°C de görülmüştür. Ocak ayında kentler için aylık ortalama minimum sıcaklık değeri en düşük iken ağustos ayında en yüksek değerdedir. Ölçüm ve tahmin metodu ile elde edilen eğri 2 terimli Fourier modeli olup belirlilik katsayısı $R^2=0.9987$ karekök ortalama hata değeri ise $\text{KOH}=0.2829$ olarak bulunmuştur. Aritmetik ortalama metodu ile elde edilen eğri 3 terimli Sinüslerin toplamı olup belirlilik katsayısı $R^2=0.9995$, karekök ortalama hata değeri ise $\text{KOH}=0.2925$ olarak bulunmuştur. Çizelge 3' de Metotların kentlerin aylık ortalama minimum sıcaklık verilerine uyarlanması sonucunda elde

edilen belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri verilmiştir.

Çizelge 3. İllere göre farklı iki metodun kıyaslanması

	Ölçüm ve tahmin metodu		Aritmetik ortalama metodu	
	R^2	KOH	R^2	KOH
Afyon	0.9971	0.4437	0.9973	0.6084
Antalya	0.9993	0.2306	0.9975	0.6105
Burdur	0.9989	0.2954	0.9992	0.3499
Isparta	0.9953	0.6083	0.998	0.5651
Konya	0.9596	1.901	0.999	0.4578

Çizelge 3.' deki değerler dikkate alınarak Göller Bölgesinin aylık ortalama minimum sıcaklık için tercih edilen model, 3 terimli Sinüslerin toplamı modeli olup programda elde edilen katsayıların %95 güven sınırına sahip olduğu görülmüştür.

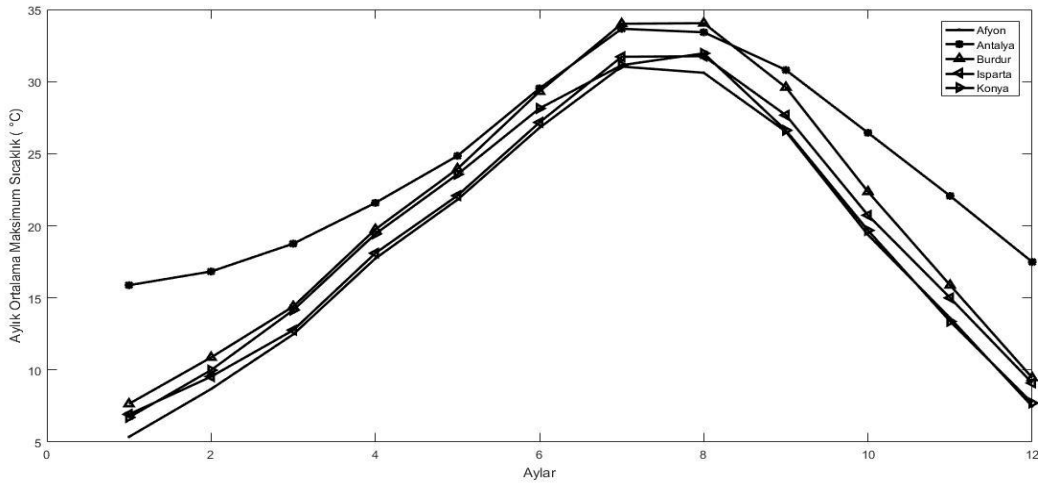
Sonuçlar Çizelge 4’ de verilmiştir. 3 terimli Sinüslerin toplamı modeli (7) numaralı denklemde gösterilmektedir.

$$f(A)=a_1*\sin(b_1*A+c_1)+a_2*\sin(b_2*A+c_2)+a_3*\sin(b_3*A+c_3) \quad (7)$$

Çizelge 4. Aylık ortalama minimum sıcaklık için elde edilen katsayılar

	Afyon	Antalya	Burdur	Isparta	Konya
a₁	8.198	334.9	14.7	13.58	13.37

b₁	0.1724	0.2224	0.2755	1.131	0.236
c₁	-0.1361	0.3673	1.397	-0.08241	1.464
a₂	3.521	286.5	4.416	3.886	3.25
b₂	0.8152	0.7453	3.337	0.8053	2.951
c₂	1.568	-2.841	0.4403	1.617	0.6511
a₃	0.6004	6.129	1.072	0.6723	0.5566
b₃	1.656	2.659	6.334	1.684	5.774
c₃	-4.897	0.5991	1.677	-5.185	-0.4485



Şekil 3. Ortalama maksimum sıcaklık

Şekil 3’ de göller bölgesinde yer alan kentlerin aylık ortalama maksimum sıcaklığının değişim görülmektedir. Şekil de görüldüğü üzere ocak ayı için aylık ortalama maksimum sıcaklık Afyon ili için 5.36°C Antalya ili için 15.88°C Burdur ili için 7.65 °C Isparta ili için 6.93°C Konya ili için 6.71°C olduğu ve temmuzun en sıcak ay olduğu görülmektedir. Ölçüm ve tahmin metodu ile elde edilen eğri modeli 1 terimli Fourier modeli olup belirlilik katsayısı $R^2=0.9997$ karekök ortalama hata değeri ise $KOH=0.1495$ olarak bulunmuştur. Aritmetik ortalama metodu ile elde edilen eğri modeli 3 terimli Sinüslerin toplamı modeli olup $R^2=0.9995$ $KOH=0.2924$ olarak bulunmuştur. Çizelge 5.’de Metotların kentlerin aylık ortalama maksimum

sıcaklık verilerine uyarlanması sonucunda elde edilen belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri görülmektedir.

Çizelge 5. İllere göre farklı iki metodun kıyaslanması

	Ölçüm ve tahmin metodu		Aritmetik ortalama metodu	
	R^2	KOH	R^2	KOH
Afyon	0.9862	1.246	0.9973	0.6084
Antalya	0.9652	1.35	0.9975	0.6105
Burdur	0.9188	3.152	0.9992	0.3499
Isparta	0.9865	1.207	0.9988	0.5651
Konya	0.984	1.335	0.999	0.4578

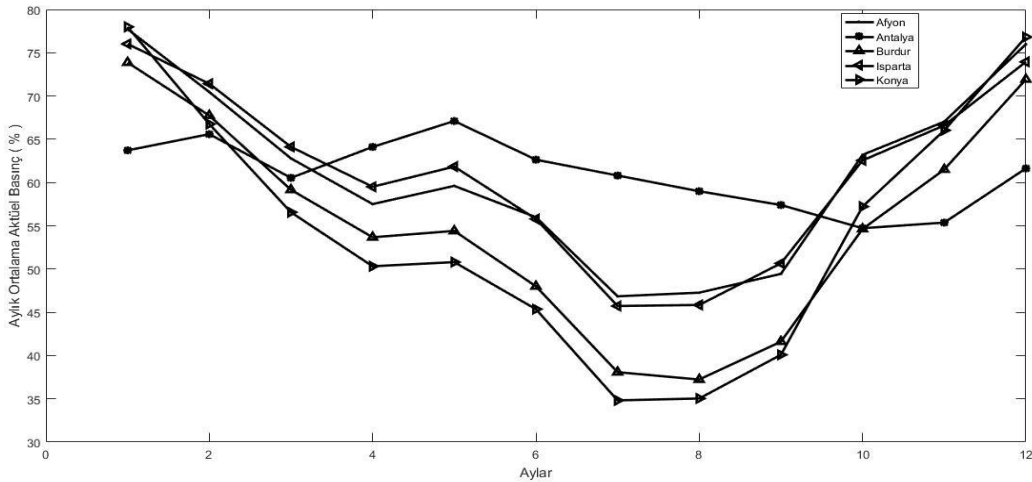
Çizelge 5.'deki değerler dikkate alınarak Göller Bölgesinin aylık ortalama maksimum sıcaklığı için tercih edilen model 3 terimli sinüslerin toplamı modelidir. Programda elde edilen katsayılar %95 güven sınırı sahiptir ve sonuçlar Çizelge 6.'da verilmiştir. 3 terimli sinüslerin toplamı modeli fonksiyonu (8) numaralı denklemde görülmektedir.

$$(A)=a_1 * \sin(b_1 * A + c_1) + a_2 * \sin(b_2 * A + c_2) + a_3 * \sin(b_3 * A + c_3) \quad (8)$$

Çizelge 6. Aylık ortalama maksimum sıcaklık için elde edilen katsayılar

	Afyon	Antalya	Burdur	Isparta	Konya
--	-------	---------	--------	---------	-------

a_1	27.65	315.6	30.5	28.16	28.7
b_1	0.241	0.6875	0.837	0.2306	0.8633
c_1	-0.1361	0.3673	1.397	0.08241	-1.464
a_2	3.521	286.5	4.416	3.886	3.25
b_2	0.8152	0.7453	3.337	0.8053	2.951
c_2	1.568	-2.841	0.4403	1.617	0.6511
a_3	0.6004	6.129	1.072	0.6723	0.5566
b_3	1.656	2.659	6.344	1.684	5.774
c_3	-4.897	0.5991	1.675	-5.185	-0.4485



Şekil 4. Ortalama nispi nem

Şekil 4' de göller bölgesinde yer alan kentlerin aylık ortalama nispi nem değişimi görülmektedir. Şekil de görüldüğü üzere ocak ayı için aylık ortalama nispi nem Afyon için %77.73 Antalya için %63.72 Burdur için %73.87 Isparta için %76.02 Konya için %77.99 olduğu görülmektedir. Nispi nem sonbahar ve kış aylarında yüksek değerlerde olur iken yaz aylarında daha düşük olduğu görülmektedir. Ölçüm ve tahmin metodu ile elde edilen eğri modeli 3 terimli Guass modeli olup belirlilik katsayısı $R^2 = 0.9961$ karekök ortalama hata değeri ise $KOH = 0.7171$ olarak bulunmuştur.

Aritmetik ortalama metodu ile elde edilen eğri modeli 3 terimli fourier modeli olup $R^2 = 0.876$ ve $KOH = 10.59$ olarak bulunmuştur. Her iki metot ile aynı modele ulaşılmıştır. Çizelge 7 'de, Metotların kentlerin aylık ortalama nispi nem verilerine uyarlanması sonucunda elde edilen belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri görülmektedir.

Çizelge 7. illere göre farklı iki metodun kıyaslanması

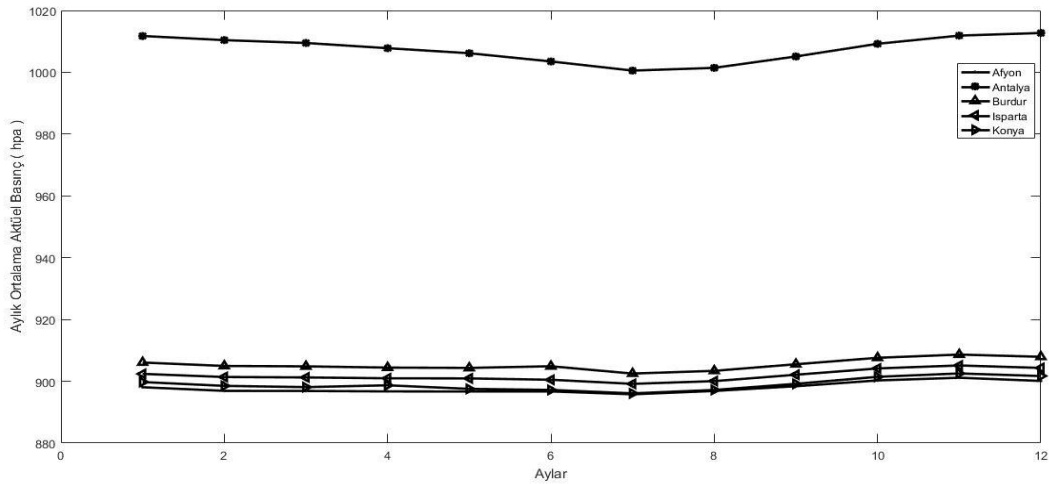
	Ölçüm ve tahmin metodu		Aritmetik ortalama metodu	
	R ²	KOH	R ²	KOH
Afyon	0.936	5.052	0.9838	2.269
Antalya	0.9192	2.121	0.9565	1.289
Burdur	0.9951	1.661	0.9947	1.532
Isparta	0.9919	1.763	0.9913	1.574
Konya	0.9655	5.286	0.994	1.903

Çizelge 7.’deki değerler dikkate alınarak Göller Bölgesinin aylık ortalama nispi nem değeri için tercih edilen model 3. terimli Gauss modelidir. Programda elde edilen katsayılar %95 güven sınırı sahip olup sonuçlar Çizelge 8.’de verilmiştir. 3 Terimli Gauss modeline ait fonksiyon (9) numaralı denklemde görülmektedir.

$$f(A)=a_1*\exp\left(\left(\frac{(A-b_1)}{c_1}\right)^2\right)+a_2*\exp\left(\left(\frac{(A-b_2)}{c_2}\right)^2\right)+a_3*\exp\left(-\left(\frac{(A-b_3)}{c_3}\right)^2\right) \quad (9)$$

Çizelge 8. Aylık ortalama nispi nem için elde edilen katsayılar

	Afyon	Antalya	Burdur	Isparta	Konya
a₁	1.516e+16	5.218	73.31	74.35	4.079e+16
b₁	-240.7	-0.4015	-1.649	-1.622	-154.9
c₁	41.68	0.2475	1.186	1.248	26.34
a₂	0	63.81	82.13	75.91	0
b₂	31.33	-1.618	2.204	1.848	-7.623
c₂	2.968	6.951	1.829	1.774	0.2915
a₃	43.03	1.069e+15	20.14	19.08	56.72
b₃	1.608	10.77	-0.2965	-0.3019	1.569
c₃	0.7571	1.625	0.4411	0.3969	0.7207



Şekil 5. Ortalama aktüel basınç

Şekil 5’ de göller bölgesinde yer alan kentlerin aylık ortalama aktüel basınç değışim görülmektedir. Şekil 5. de ocak ayı için aylık ortalama aktüel basınç

Afyon için 898.07 (hpa), Antalya için 1011.74(hpa), Burdur için 906.08 (hpa), Isparta için 902.39(hpa), Konya için 899.75(hpa), olduğu görülmektedir.

Aylık ortalama aktüel basınç en fazla olduğu kent Antalya iken, düşük olan kent ise Afyondur. Ölçüm-tahmin metodu ile elde edilen eğri modeli 3 terimli Fourier modeli olup belirlilik katsayısı $R^2 = 0.9703$, karekök ortalama hata değeri ise KOH=7.905 olarak bulunmuştur. Aritmetik ortalama metodu ile elde edilen eğri modeli 3 terimli Fourier modeli olup belirlilik katsayısı $R^2 = 0.8315$, karekök ortalama hata KOH=1.82 olarak bulunmuştur. Çizelge 9.' da Metotların kentlerin aylık ortalama aktüel basınç verilerine uyarlanması sonucunda elde edilen belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri görülmektedir.

Çizelge 9. İllere göre farklı iki metodun kıyaslanması

	Ölçüm ve tahmin, aritmetik ortalama metodu	
	R^2	KOH
Afyon	0.991	0.2732
Antalya	0.9983	0.2813
Burdur	0.9675	0.5532
Isparta	0.9939	0.2383
Konya	0.9906	0.324

Çizelge 9' da bulunan değerler dikkate alınarak Göller Bölgesinin aylık ortalama aktüel basıncı için tercih edilen model 3 Terimli Fourier modelidir. Programda elde edilen katsayılar %95 güven sınırı sahip olup sonuçlar Çizelge 10. da verilmiştir. 3. Terimli Fourier modeli (10) numaralı denklemde görülmektedir.

$$f(A) = a_0 + a_1 \cdot \cos(A \cdot w) + b_1 \cdot \sin(A \cdot w) + a_2 \cdot \cos(2 \cdot A \cdot w) + b_2 \cdot \sin(2 \cdot A \cdot w) + a_3 \cdot \cos(3 \cdot A \cdot w) + b_3 \cdot \sin(3 \cdot A \cdot w) \quad (10)$$

Çizelge 10. Aylık ortalama aktüel basınç için elde edilen katsayılar

	Afyon	Antalya	Burdur	Isparta	Konya
a_0	897.7	1008	905.5	901.9	900.3
a_1	-0.1894	-5.334	-1.868	1.964	-2.779
b_1	0.5167	-0.8199	0.9704	-0.8839	0.06978

a_2	-1.413	-0.646	-0.2448	-0.1962	-0.3472
b_2	1.275	-1.55	-1.154	-1.127	1.696
a_3	0.06308	0.01818	0.2117	-0.1536	-0.6764
b_3	-1.352	-0.4045	-0.3313	0.1957	-1.768
w	1.173	1.789	1.789	0.4976	1.134

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma için Göller Bölgesinde yer alan Afyon, Antalya, Burdur, Isparta ve Konya kentlerin 2009-2018 dönemine ait beş iklim parametresi detaylı olarak incelenip analiz edilmiştir. Modelleme Matlab programında yapıp Sinüslerin toplamı, Fourier ve Gauss modelleri oluşturulmuştur. Çalışmada modellere iki farklı metod yardımı ile ulaşılmıştır. Metotlar ile elde edilen modeller kentlere uyarlandığında elde edilen belirlilik katsayısı ve karekök ortalama hata değerleri çizelgeler şeklinde verilmiştir. Çalışma, amaç, göller yöresinde daha sonra yapılacak olan iklimlendirme teknolojilerinde ihtiyaç duyulan iklim parametrelerinin tasarımcıya kabul edilebilir tahminler yapmayı amaçlamaktadır. Çalışmada modeller oluşturulurken doğru tahmin etmeyi sağlayacak iklimsel, çevresel vb. parametreler çalışmada ihmal edilmiştir. Buna benzer parametrelerden kaynaklı tahminlerde oluşabilecek sapmaları engellemek adına; kapsayıcılığı daha kısıtlı (yerel, mevsim ve ay bazında) modeller oluşturulması gerekmektedir.

Teşekkür

Afyon, Antalya, Burdur, Isparta ve Konya kentlerine ait 2009-2018 dönemine ait veriler için METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

Akpınar, S. and Akpınar E.K, 2010. Modeling of Weather Data For The East Anatolia Region of Turkey, *Journal of Urban and Environmental Engineering*, **4**, 9-22.

- Avcı A., Durmuş A., Ercan U., Kallioğlu M., Ve Karakaya H., 2017. Adıyaman İlinde Yatay Düzleme Gelen Global Güneş Işınım Değerlerinin Ampirik Modeller ile Geliştirilmesi, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **29(1)**, 151-159.
- Avcı A., Ercan U. Ve Kallioğlu M., 2018. Şanlıurfa İlinde Yatay Yüzeğe Gelen Anlık Global Güneş Işınımının Modellenmesi, *DÜMF Mühendislik Dergisi*, **10**, 147-155.
- Berkama B., Özek N. ve Öztürk M., 2011. Isparta İçin Aylık Ortalama Günlük Global Güneş Radyasyonu Tahmininde Mevcut Olan Bazı Modellerin Karşılaştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **18**, 13-27.
- Biçer, A., 2019. Fırat Havzasında Bulunan Bazı İllerin Sıcaklık ve Nem Modelleri, *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, **JONAS**, **2 (1)**, 50-58.
- Bulut, H., Büyükkada, O. ve Yılmaz, T., 2003. New Models for Simulating Daily Minimum, Daily Maximum and Hourly Outdoor Temperatures, *Proceedings of the First International Exergy: Energy and Environment Symposium*, Izmir, Turkey , 499-504.
- Chelbi, M., Gagnon, Y. and Waewsak, j., 2015. Solar Radiation Mapping Using Sunshine Duration-based Models and Interpolation Techniques: Application to Tunisia, *Energy Conversion and Management*, **101**, 203-215.
- Cheng, C.L., Chan, C.L. and Chen, C.L., 2006. An Empirical Approach to Estimating Monthly Radiation on South-facing Tilted Planes for Building Application, *Energy*, **31**, 2940-2957.
- Çelik M. ve Taşyürek M., 2020. Hava Sıcaklık Değerlerinin Coğrafi ve Rakım Ağırlıklı Regresyon Yöntemi ile Tahmin Edilmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **5**, 81-86.
- Dorvlo, A.S.S and Ampratwum D.B., 1999. Technical Note Modelling of Weather Data for Oman: *Renewable Energy*, **17**, 421-428
- EL-Metwally, M., 2005. Sunshine and Global Solar Radiation Estimation at Different Sites in Egypt, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, **67**, 331-342.
- Gabralı D., 2020. Güneş Enerjisi Potansiyelinin Çoklu Lineer Regresyon ve Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi, *Aurum Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi*, **4**, 23-36.
- Güçlü, Y.S, 2019. Angström-Prescott Modelinin Polinom İle Geliştirilmesi ve Diyarbakır Güneş Işınımı Verilerine Uygulanması, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **7(1)**, 75-88
- Kecebas, A., Demircan, C. and Bayrakci, C.H, 2018. The Development of Empirical Models for Estimating Global Solar Radiation on Horizontal Surface: A case study, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **81**, 2771-2782.
- Külcü R., 2019. Global Güneş Radyasyonunun Ampirik Modellenmesinde Kullanılabilecek Yeni Bir Modelin Geliştirilmesi ve Çankırı İlinde Uygulanması, *Süleyman Demirel Üniversitesi YEKARUM e-DERGİ*, **4(2)**.
- Lü, A., Jia, S., Mahmood, R., JYhan and Zhu, W., 2017. Retrievals of All-weather Daytime Air Temperature from MODIS Products: Remote Sensing of Environment, **189**, 152-163.
- Osmanoğlu, N., 2016 Empirical Modeling of Solar Radiation Exergy for Turkey: Applied Thermal Engineering, **108**, 1033-1040.
- Özfidaner, M., Şapolyo D. Ve Topaloğlu F., 2018. Antalya Ortalama Sıcaklık Verisinde Gidişlerin Yeni Bir Gidiş Analiz Yöntemi İle Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **5**, 223-228.
- Uçkan, İ., 2018. Analysis of Solar Radiation Data in Van, Turkey, *Celal Bayar University Journal of Science*, **14**, 421-427.
- Yeşilbudak, M., Çolak M. ve Bayındır R., 2018. Ankara İlinin Uzun Dönem Global Güneş Işınım Şiddeti: Güneşlenme Süresi ve Hava Sıcaklığı Verilerinin Analizi ve Eğri Uydurma Metotlarıyla Modellenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **6(1)**, 189-203.

İnternet kaynakları

1-<https://www.mgm.gov.tr>,(23.10.2019)

2-https://www.mathworks.com/help/curvefit/linear-and-nonlinear-regression.html?s_tid=CRUX_lftnav,
(23.10.2019)

3-<https://www.mathworks.com/help/curvefit/evaluating-goodness-of-fit.html>, (23.10. 2019)