



Türkiye'nin uzun dönem ortalama sıcaklık (°C) değerlerinin üç farklı enterpolasyon yöntemi ile tahmini

Cavit Berkay Yılmaz¹, Hilal Bodu¹, Ethem Sabri Yüce¹, Vahdettin Demir¹, Mehmet Faik Sevimli¹

¹ KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

Anahtar Kelimeler

IDW
Kriging
Radyal Tabanlı Fonksiyon
Sıcaklık
Tahmin

Araştırma Makalesi

Geliş:18.08.2021
Revize:15.09.2021
Kabul:20.09.2021
Yayınlanma:10.08.2022



Öz

Bu çalışmada, Türkiye'nin uzun vadeli aylık ortalama sıcaklıkları üç farklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Sıcaklıklar komşu ölçüm istasyonlarına ait enlem-boylam özellikleri ve Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon yöntemi (Inverse Distance Weighting, IDW), Kriging ve Radyal Tabanlı Fonksiyon (Radial Basis Function, RBF) yöntemleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Yöntemler ArcGIS yazılımı altında ArcMAP programı ile uygulanmıştır. Çalışmada 2 farklı enterpolasyon parametresi kullanılmıştır. Bunlar; Enlem (Derece) ve Boylam (Derece) şeklindedir. Veriler 1981-2020 yılları arasında olup, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada Türkiye'yi temsilen 81 adet vilayet ölçüm istasyonu kullanılmıştır. Toplamda 972 adet (81 istasyon x 12 ay) verinin %75'i eğitim aşamasında kullanılmıştır. Verilerin %25'inde ise test edilmiştir. Kullanılan test istasyonları rastgele seçilmiştir. Test aşamasında elde edilen tahminler gözlemlenmiş verilerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda Karekök Ortalama Karesel Hata (KOKH), Ortalama Mutlak Hata (OMH) ve Determinasyon katsayısı (R²) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde en iyi sonuç Ardahan (Kriging, KOKH:30,22°C, OMH:5,29 °C, R²:0,988) istasyonunda, en kötü sonuç Aksaray (IDW, KOKH:121,94°C, OMH:3,48°C, R²:0,375) istasyonunda tahmin edilmiştir. Yöntemlere ait en iyi sonuçlar incelendiğinde IDW yöntemi için Şanlıurfa (KOKH:27,21°C, OMH:4,02°C, R²:0,851) istasyonunda, Kriging yöntemi için Ardahan (KOKH:30,22°C, OMH:5,29°C, R²:0,988) istasyonunda ve RBF yöntemi için ise Şırnak (KOKH: 0,47°C, OMH: 0,43°C, R²: 0,998) istasyonunda tespit edilmiştir. En kötü sonuçlar incelendiğine ise IDW yöntemi için Aksaray (KOKH:121,94°C, OMH:3,48°C, R²:0,375) istasyonunda, Kriging yöntemi için Tunceli (KOKH:48,44°C, OMH:6,5°C, R²:0,986) istasyonunda, RBF yöntemi için ise Tunceli (KOKH:7,85°C, OMH:7,86°C, R²:0,521) istasyonunda tespit edilmiştir.

Estimation of Turkey's long-term average temperature (°C) with three different interpolation methods

Keywords

IDW
Kriging
Radial Basis Function
Temperature
Forecast

Research Article

Received:18.08.2021
Revised:15.09.2021
Accepted:20.09.2021
Published:10.08.2022

Abstract

In this study, Turkey's long-term monthly average temperatures were estimated using three different interpolation methods. Temperatures were estimated using the latitude-longitude characteristics of neighboring measuring stations and Inverse Distances Weighted (IDW), Kriging and Radial Basis Function (RBF) methods. The methods were applied with ArcMAP program under ArcGIS software. Two different interpolation parameters were used in the study. These are Latitude (Degrees) and Longitude (Degrees). The data are between 1981-2020 and were obtained from the General Directorate of Meteorology. In the study, 81 province measurement stations were used to represent Turkey. In total, 75% of the data of 972 (81 stations x 12 months) was used in the training phase. And the 25% of the data of 972 (81 stations x 12 months) was used in the testing phase. The test stations used were randomly selected and the predictions obtained during the testing phase were compared with the observed data. In comparisons, Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) and Coefficient of Determination (R²) were used. When the results obtained are examined, the best result is estimated at Ardahan (Kriging, RMSE:30,22 °C, MAE:5,29°C, R²:0,988) station, and the worst result is estimated at Aksaray (IDW, RMSE:121,94°C, MAE:3,48°C, R²:0,375) station. When the best results of the methods are examined, the best estimation for the IDW method was found at Şanlıurfa (RMSE:27,21°C, MAE:4,02°C, R²:0,851) station, for the Kriging method the best estimation was found at Ardahan (RMSE:30,22°C, MAE:5,29°C, R²:0,988) station, and for the RBF method the best estimation was found at Şırnak (RMSE: 0,47°C, MAE: 0,43°C, R²: 0,998) station. The worst results were found at Aksaray (RMSE:121,94°C, MAE:3,48°C, R²:0,375) station for IDW method, at Tunceli (RMSE:48,44°C, MAE:6,5°C, R²:0,986) station for Kriging method, and at Tunceli (RMSE:7,85°C, MAE:7,86°C, R²:0,521) station for RBF method.

Sorumlu Yazar

(cavitberkayilmaz@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-2734-2073
(hilalbodul@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-3350-5473
(ethemsabriyuce@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-1407-9106
(vahdettin.demir@karatay.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6590-5658
(mehmet.faik.sevimli@karatay.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-4676-8782

Kaynak Göster (APA)

Yılmaz, C. B., Bodu, H., Yüce, E. S., Demir, V., & Sevimli, M. F. (2023). Türkiye'nin uzun dönem ortalama sıcaklık (°C) değerlerinin üç farklı enterpolasyon yöntemi ile tahmini. *Geomatik, 8(1), 09-17*

1. Giriş

İklim canlıların yaşamsal faaliyetleri üzerinde çok önemli bir faktördür. İklim şartlarına göre insanlar yerleşim yerleri belirlemişlerdir. Bir bölgenin kuraklaşmaya başlaması insanları o bölgeden göç etmeye zorunlu kılmıştır (URL1, 2021). Kuraklık su kaynaklarını azaltan ve tüm canlıları yakından ilgilendiren bir problemdir (Şen, 2014). Küresel ısınmayla beraber kuraklığın engellenmesinin mümkün olmadığı bilinmekte ve bu sebeple iklim değişikliğinden dolayı oluşacak zararların etkisini en aza indirmenin yollarının arayışı bir zorunluluk haline gelmiştir.

Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkemiz iklim değişikliğinden etkilenme konusunda yüksek riskler taşımakta ve iklim değişikliğinin oluşturduğu etki sadece çevresel faktörler ile sınırlı kalmayıp, endemik bitki ve hayvan türleri bakımından zengin olan ülkemizde doğal miraslarımızı, akarsu, dere, baraj vb. yapılar üzerindeki etkileri ile de insan hayatına dolaylı yollardan nüfuz etmektedir. Atmosferik olaylarda gerçekleşebilecek ani ekstremelerin tahmini ve öngörülebilmesi bu sebeple paha biçilemez bir rol oynamaktadır. Ülkemizde son zamanlarda çıkan orman yangınları ve sel felaketleri bunun reddedilemez örneklerini oluşturmaktadır (URL2, 2021; URL3, 2021). Bulduğu bu jeopolitik konumdan dolayı insan yaşamını etkileyebilecek kuraklık, çölleşme, salgın hastalıkların artması ve zararlı mikro organizmaların çoğalması gibi sonuçlarla karşılaşılabilir (Baykan, 2013). 1980'li yıllardan itibaren küresel yüzey sıcaklıkları her yıl artarak en yüksek sıcaklık değerlerini görmüş ve 1990-2100 tarihleri arasında 1,4°C-5,8 °C arasında bir sıcaklık artışı olacağı tahmin edilmektedir (Türkeş ve Acar, 2010).

Atmosfer olaylarının rassal karakteristiklerinin minimuma indirilerek tahmin ve modellemelerinin yapılması uzun vadede gerçekleştirilecek yatırımlar ve alt yapı sistemleri için gereklilik arz etmektedir. Bu sebeple Türkiye'de uzun dönem sıcaklık değişikliklerini tespit etmek önemli bir konudur (İçel ve Ataoğlu, 2014). Sıcaklıkların tahmin edilmesinde birçok yöntem kullanılmakta ve enterpolasyon yöntemleri de bunlardan biridir. Veri grupları içerisinde bulunan eksiklerin tahmin edilmesi veya bilinen konumlardaki bilinmeyen değerlerin tahmin edilmesi ve doğruluğunun araştırılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada literatürde kabul görmüş 3 adet enterpolasyon yöntemi kullanılarak tahmin işlemi ve kıyaslamaları gerçekleştirilmiştir.

Literatürdeki bazı önemli çalışmalar incelendiğinde, Demircan ve Alan (2011), sıcaklık verilerine IDW ve Kriging yöntemlerini uygulayarak yöntemlerden elde ettikleri sonuçları birbirleriyle kıyaslamasını gerçekleştirmişlerdir. Bu kıyaslama işlemi ülke çapında 3 gruba ayırarak 1. grupta 78, 2. grupta 103 ve 3. grupta 228 istasyona uygulamışlardır. Çalışma sonucunda başarı durumunun doğru ve sık veriye dayandığını belirtmişlerdir.

Bakiş ve ark. (2017), 1991-2011 yılları arasında kapsayan periyotta Porsuk Havzası'nda gerçekleştirmiş oldukları çalışmada sıcaklık, yağış ve buharlaşma verilerini kullanarak IDW ve Ordinary Kriging yöntemlerini uygulamış ve uygulama sonucunda elde

edilen sonuçların Ordinary Kriging yöntemide IDW'ye göre daha doğru olduğunu tespit etmiştir.

Demir ve ark. (2019), 1981 ve 2010 yılları arasında uzun dönem sıcaklık parametresinin IDW, Kriging ve Yapay Zekâ yöntemlerini kullanarak tahminini gerçekleştirmişlerdir. Gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda 3 yöntemde kabul edilebilir doğrulukta olduğunu fakat Yapay Zekâ yöntemlerinin daha doğru sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Ayeong ark. (2018), Güney Kore'de 31 Mart, 21 Haziran ve 23 Eylül ve 24 Aralık tarihlerinde ölçülmüş olan anlık sıcaklık ve yağış verilerini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada Co-Kriging, Kriging ve IDW yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda Kriging yöntemlerinin sıcaklık, IDW yönteminin ise yağış verilerinde gerçekleştirilen tahminlerde daha doğru sonuçlar verdiğini tespit etmiştir.

Mehdizadeh (2018), gerçekleştirdiği çalışmada İran'da bulunan 50 istasyona ait sıcaklık verileri kullanarak 4 adet veri güdümlü model (Artificial Neural Networks, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, Support Vector Machine ve Multi-Variate Adaptive Regression Splines) kullanarak incelemiş ve çalışma sonucunda en iyi tahmin sonuçları Artificial Neural Networks yönteminde en kötü tahmin sonuçlarını ise Multi-Variate Adaptive Regression Splines yönteminde tespit etmiştir.

Karimi ve ark. (2018), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada İranda bulunan 30 istasyona ait periyodu 1986 ve 2000 yılları arası olan sıcaklık değerlerini ile Suppor Vector Machine, Random Forest ve Ordinary Kriging yöntemlerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada Kriging yönteminin sıcaklık simülasyonu için elverişli bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

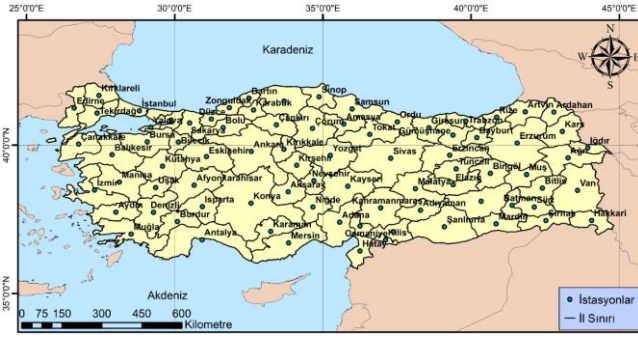
2. Materyal ve Metot

Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) temin edilmiş olan ve periyodu 1981-2020 yılları arasında kapsayan uzun dönem aylık sıcaklık ortalamaları kullanılmıştır. Uygulama sırasında istasyonların %75'i eğitim %25'i ise test istasyonu olarak rastgele seçilerek IDW, Kriging ve RBF yöntemleri uygulanmıştır. Uygulama sonucunda seçilmiş olan test istasyonlarına ait gözlem verileri ile elde edilen tahmin değerlerinin karşılaştırması yapılmıştır.

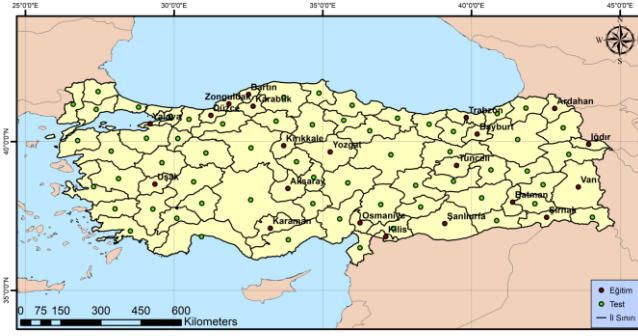
2.1. Çalışma Alanı

Türkiye, 36°-42° kuzey paralelleri ile 26°-45° doğu meridyenleri arasında yer almakta ve 3 tarafı denizlerle çevrilidir. Bu çalışmada kullanılan ortalama sıcaklık verileri MGM tarafından kaydedilmektedir. MGM'nin internet adresinden temin edilmiştir (URL4, 2021). Kullanılan istasyonların konumları Şekil 1'de yer almaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri yazılımı olan ArcGIS'de elimizdeki MGM'den temin edilen istasyonlara ait bilgiler kullanılarak ArcMap ortamında Spatial Analyst Tools toolbox'ı kullanılarak sıcaklık haritaları elde edilmiştir. Uygulama gerçekleştirilirken eğitimin gerçekleştirildiği istasyonlar ve test istasyonları Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar



Şekil 2. Eğitim ve test istasyonları

2.2. Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yönteminin (IDW) Yöntemi

IDW, en çok tercih edilen jeostatistik olmayan yöntemlerden biridir. Bu yöntem, bilinen numune noktalarının değerlerini kullanarak bilinmeyen noktaların hücre değerlerini belirlemek için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. Yalnızca komşu noktalardan tahminler ürettiği için, yerel bir ara değer tahmini yapar. Yöntem, yakındaki noktaların enterpolasyon yapılacak yüzey üzerinde, uzak noktalardan daha büyük bir ağırlığa sahip olmasına dayanmaktadır (Yılmaz ve Kuru, 2019). Hücre değeri, ilgili hücreden uzaklaşan ve mesafedeki artışına bağlı olarak çeşitli noktaların gözlenmesiyle hesaplanır. Öngörülen değerler, komşu hücredeki noktaların uzaklığının ve büyüklüğünün bir fonksiyonudur ve mesafe arttıkça, tahmin edilecek hücre üzerindeki önemi ve etkisi azalır (Demir ve ark., 2019). IDW Shepard's yöntemi adı verilen matematiksel ifadeyi kullanmaktadır (Shepard, 1968; Hastaoğlu ve ark., 2022).

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i * f_i \quad (1)$$

$$w_i = h_i^{-p} / \sum_{i=1}^n h_i^{-p} \quad (2)$$

Eşitliklerde yer alan;
 p: kuvvet parametresi olarak bilinen üssü ifade etmektedir,
 h_i: örnek noktaları ve enterpolasyonlu noktalar arasındaki uzamsal mesafe,
 w_i: ağırlık değerlerinin toplamı 1 olmalıdır,

f_i: bilinen yükseklik değerlerini ifade etmektedir.

2.3. Kriging Yöntemi

Bu yöntem maden mühendisi Danie Gerhardus Krige tarafından geliştirilmiştir (Üstüntaş, 2006). Kriging, gözlemlenmemiş bir değerdeki değer bulduğu bir grup enterpolasyon yöntemini ifade eder. Konum, ağırlıklar kullanılarak çevre konumlarıdaki değerlerin doğrusal bir birleşimi ile tahmin edilir (Bostan, 2017). Kriging yöntemi diğer enterpolasyon yöntemlerinden farklı olarak tahminde bulunan her bir nokta için bir varyans değerinin hesaplanabiliyor olmasıdır. Buda hesaplanan değerlerin güvenilirliğini artıran bir faktördür (Yaprak ve Arslan, 2008).

Kriging yönteminde diğer yöntemlere nazaran daha doğru sonuç alınmasıyla birlikte, en düşük varyansı ve tahminin standart sapmasını da bulunmasına yardımcı olan bir yöntemdir (Taylan ve Damçayırı, 2016). Bu yöntemle bulunan varyans değerine Kriging varyansı denir (Krige, 1951). Bu çalışma Ordinary Kriging yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yönteme ait Eşitlik (3) kullanılmıştır.

$$N_p = \sum_{t=1}^n P_t * N_t \quad (3)$$

Eşitlikte yer alan;

n: modeldeki nokta sayısı,

N_i: N_p, hesaplamasında kullanılan geoit dalgalanma değerleri,

N_p: gerekli dalgalanma değeri,

P_i: N_i'nin hesaplanmasında kullanılan her bir N_i değeri için ağırlık değerlerini ifade etmektedir (Krige, 1951; Colak & Memisoglu, 2021).

2.4. Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) Yöntemi

RBF enterpolasyon yöntemi bünyesinde düzenli, çoklu kuadratik ve tersine çoklu kuadratik gibi methodları barındıran bir enterpolasyon yöntemidir. Yöntem esasında değeri bilinen bir noktadan uzaklaştıkça daha büyük ya da daha küçük değerler üretilmesine yarayan fonksiyonlar grubundan oluşur. Temel doğa bilimlerinde içerisinde kullanılan güçlü enterpolasyon yöntemlerindedir (Smith ve ark., 2007; Uyan, 2019; URL-5, 2021).

$$Z_p = \sum_{i=1}^n w_i \varnothing(r_i) + m \quad (4)$$

Eşitlikte yer alan;

Z_p: Tahmin değerini,

∅(r_i): seçilen radyal tabanlı fonksiyonu,

r_i: i'inci noktanın noktaya olan uzaklığını,

w_i: ağırlık değerini,

m: veri noktalarından tahmin edilen yanlılık değerini ifade etmektedir (Smith ve ark., 2007).

3. Bulgular

Eğitim istasyonları kullanılarak elde edilmiş enterpolasyon haritaları üzerine test istasyonları eklenerek, test istasyonlarına ait sıcaklık değerleri elde

edilmiştir. Sonuçları karşılaştırmak amacıyla KOKH, OMH ve R² katsayısı kullanılmıştır. KOKH, OMH ve R² formülleri Eşitlik (5), (6) ve (7) de yer almaktadır. Karşılaştırma kriterlerine ait sonuçlar Tablo 1’de yer almaktadır.

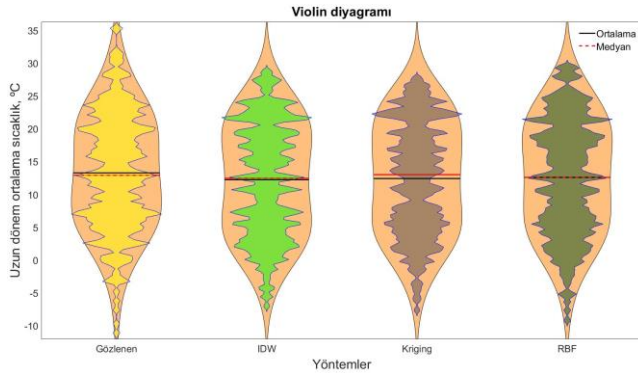
$$KOKH = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (T_g - T_t)^2} \quad (5)$$

$$OMH = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |T_g - T_t| \quad (6)$$

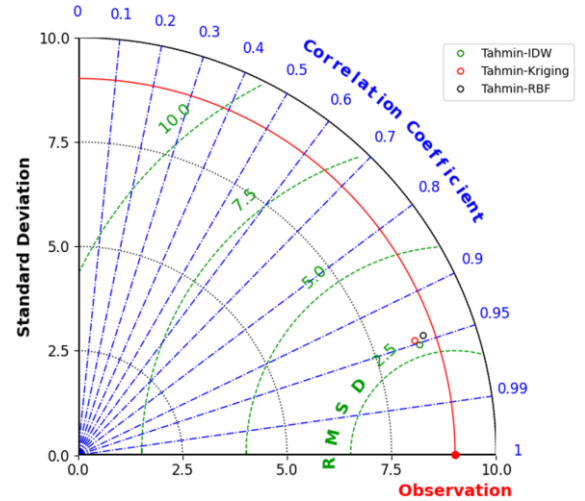
$$R^2 = \left(\frac{N * (\sum T_g * T_t) - (\sum T_g) * (\sum T_t)}{\sqrt{(N * \sum T_g^2) - (\sum T_g)^2 * (N * \sum T_t^2) - (\sum T_t)^2}} \right)^2 \quad (7)$$

Denklemlerde "T_g" ve "T_t" sırasıyla gözlenen ve tahmin edilen sıcaklık değerlerini, "N" ise veri sayısını göstermektedir. Ayrıca sonuçları karşılaştırmak amacıyla Violin ve Taylor grafiklerinden yararlanılmıştır (Hintze ve Nelson, 1998; Taylor, 2001; Legouhy, 2021). Tahmin edilen ve gözlenen değerlerin istatistiksel özelliklerine göre iki farklı teknikle çizilmiş Violin grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4’te yer almaktadır. Korelasyon katsayısı, standart sapma ve karesel ortalama sapma (RMSD) kriterlerine göre çizilmiş olan Taylor grafiği ise Şekil 5’te yer almaktadır.

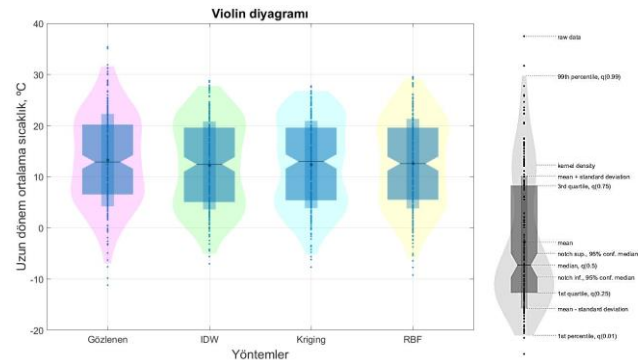
etmektedir. Bu açıdan Şekil 3 ve 4 incelendiğinde Kriging ve RBF yöntemlerinin IDW yöntemine göre gözlenen değerleri daha iyi ifade ettiği tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile gözlenen değerlere daha fazla yakınsadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Yöntemlere ait Violin grafiği



Şekil 5. Yöntemlere ait Taylor grafiği



Şekil 4. Yöntemlere ait Violin grafiği

Şekil 5’te gösterilen Taylor grafiği incelendiğinde IDW ve Kriging yöntemlerinin karesel ortalama sapma değerlerinin RBF yöntemine göre daha az olduğu ve RBF yönteminin korelasyon katsayısının diğer yöntemlere göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar ortalama olarak incelendiğinde KOKH, OMH ve R² değerleri için en iyi sonucu Kriging yönteminin verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca Kriging yönteminden elde edilen sonuçların, IDW yöntemine göre gözlenen değerlerine daha yakın tahminlerde bulunduğu görülmüştür (Şekil 6-11). Elde edilen sonuçlar incelenmek üzere yıllık ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak haritalandırıldığında ise IDW yöntemi için Şekil 6, Kriging yöntemi için Şekil 8 ve RBF yöntemi için ise Şekil 10 oluşturulmuştur. Şekil 7, 9 ve 11’de sıcaklıkların genel dağılımı gösterilmekte ve test istasyonlarına ait uzun dönem aylık ortalama sıcaklık değerleri yer almaktadır.

Şekil 3 ve Şekil 4’te yer alan Violin grafikleri, tahminlerin gözlenen değeri ifade etme gücünü istatistiksel parametrelerle çizilmiş şekillerle ifade

Tablo 1. IDW, Kriging ve RBF yöntemlerine ait test istasyonu sonuçları

İstasyon	IDW			Kriging			RBF		
	KOKH (°C)	OMH (°C)	R ²	KOKH (°C)	OMH (°C)	R ²	KOKH (°C)	OMH (°C)	R ²
Trabzon	57,01	4,99	0,576	9,59	2,52	0,978	3,58	3,18	0,620
Tunceli	83,65	8,40	0,754	48,44	6,50	0,986	7,85	7,66	0,521
Şanlıurfa	27,21	4,02	0,851	10,43	3,08	0,968	2,04	1,97	0,952
Uşak	32,88	2,52	0,760	4,75	1,66	0,982	1,18	1,13	0,975
Van	63,01	3,30	0,719	6,13	1,74	0,983	1,59	1,32	0,969
Yozgat	87,20	4,74	0,546	9,57	2,73	0,984	2,08	1,89	0,925
Zonguldak	22,17	2,76	0,756	5,78	1,79	0,980	2,75	2,18	0,768
Aksaray	121,94	3,48	0,375	2,35	0,89	0,986	0,58	0,45	0,995
Bayburt	110,35	6,10	0,569	19,62	4,18	0,986	3,92	3,83	0,803
Karaman	81,35	3,93	0,539	12,42	2,95	0,971	4,56	4,35	0,673
Kırıkkale	32,82	2,74	0,756	3,92	1,62	0,977	1,22	1,15	0,979
Batman	90,12	5,31	0,592	13,48	3,43	0,961	1,32	1,09	0,982
Şırnak	93,18	4,97	0,578	11,40	3,24	0,971	0,47	0,43	0,998
Bartın	34,90	2,73	0,668	2,23	1,18	0,987	2,03	1,65	0,898
Ardahan	109,51	6,45	0,634	30,22	5,29	0,988	4,26	4,14	0,806
İğdir	60,18	5,77	0,720	19,10	4,13	0,970	5,38	5,17	0,706
Yalova	38,68	2,32	0,627	2,79	1,22	0,974	0,69	0,62	0,988
Karabük	36,75	3,55	0,677	3,93	1,88	0,983	2,5	2,45	0,886
Kilis	45,15	3,13	0,679	2,66	1,16	0,981	1,49	1,36	0,966
Osmaniye	42,61	3,51	0,640	6,53	2,40	0,974	0,5	0,42	0,995
Düzce	31,82	2,95	0,670	2,22	1,31	0,986	1,25	1,21	0,964

Şekil 6, 7 ve 8'de gösterilen IDW, Kriging ve RBF haritaları incelendiğinde, sıcaklık değerlerinin genellikle gözlenen değerlerin altında tahmin edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca IDW yönteminden elde edilen tahminlerin gözlenen değerleri çevresinde yoğunlaştığı, Kriging ve RBF yöntemlerinde ise bu yoğunlaşmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile tahminlerin gözlenen değerlere daha yakın olduğu tespit edilmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Türkiye'nin uzun vadeli aylık ortalama sıcaklık değerleri üç farklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Sıcaklıklar komşu ölçüm istasyonlarına ait konum bilgileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tahminler IDW, Kriging ve RBF yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

IDW yönteminde KOKH için minimum değer 22,17 °C, maksimum değer 121,94°C ve ortalama 62,02°C olarak tespit edilirken, Kriging yönteminde minimum KOKH değeri 2,22°C, maksimum değer 48,44°C ve ortalama KOKH değeri ise 10,84°C ve RBF yönteminde minimum KOKH değeri 0,47°C, maksimum değer 7,85°C ve ortalama 2,440°C olarak tespit edilmiştir.

OMH değerleri içerisinde ise IDW yöntemi için minimum değer 2,22°C, maksimum 8,40°C ve ortalama değer ise 4,17°C olarak tespit edilirken Kriging yönteminde minimum OMH değeri 0,89°C, maksimum OMH değeri 6,50°C ve ortalama OMH değeri 2,61°C olarak ve RBF yönteminde minimum OMH değeri 0,42°C, maksimum OMH değeri 7,66°C ve ortalama OMH değeri 2,27°C olarak tespit edilmiştir.

IDW yönteminde elde edilen minimum R² değeri 0,375, maksimum R² değeri 0,851 ve ortalama R² değeri ise 0,652 olarak tespit edilirken benzer inceleme Kriging ve RBF yöntemleri için tekrarlandığında Kriging yönteminde elde minimum R² değeri 0,961, maksimum

R² değeri 0,988 ve ortalama R² değeri ise 0,979 olarak tespit edilirken RBF yönteminde minimum R² değeri 0,521, maksimum R² değeri 0,998 ve ortalama R² değeri ise 0,875 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu minimum, maksimum ve ortalama değerler kullanılarak değerlendirme yapıldığında Kriging yönteminden elde edilen sonuçların RBF yöntemine göre ve RBF yönteminden elde edilen sonuçların ise IDW yöntemine oranla gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiş ve Kriging yöntemi kullanılarak yapılan modellemenin daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Bilgilendirme/Teşekkür

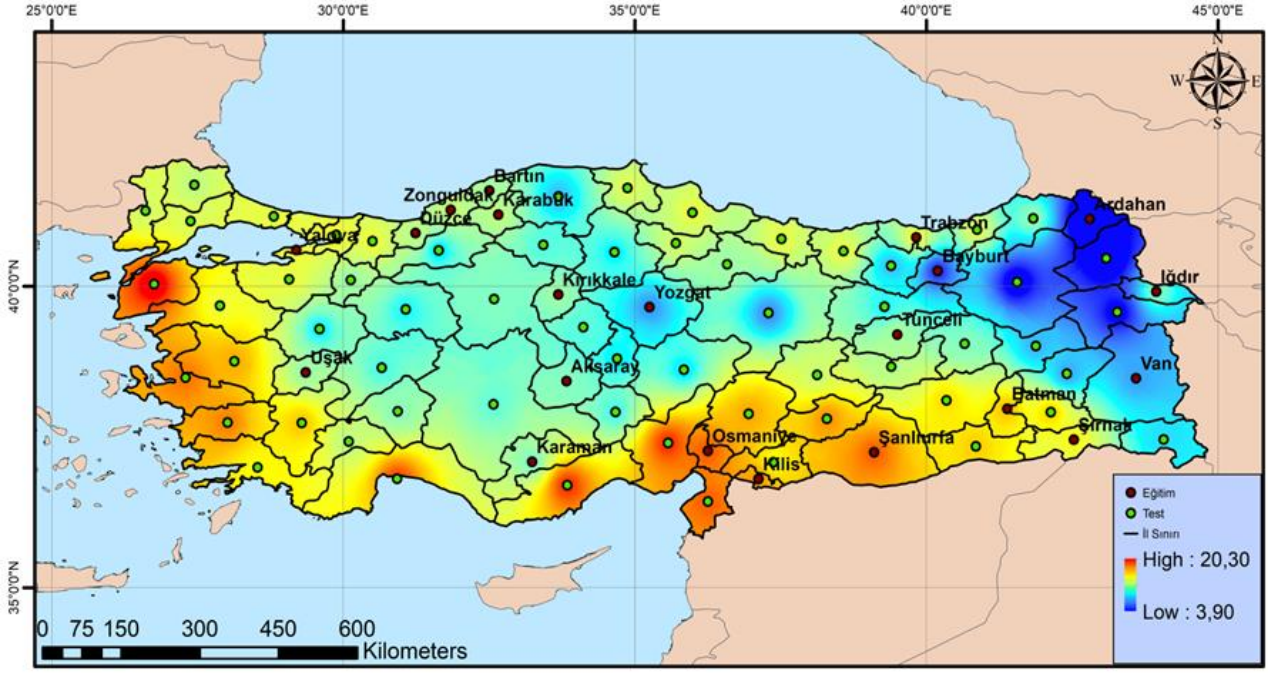
Yazarlar KTO Karatay Üniversitesine teşekkür etmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı

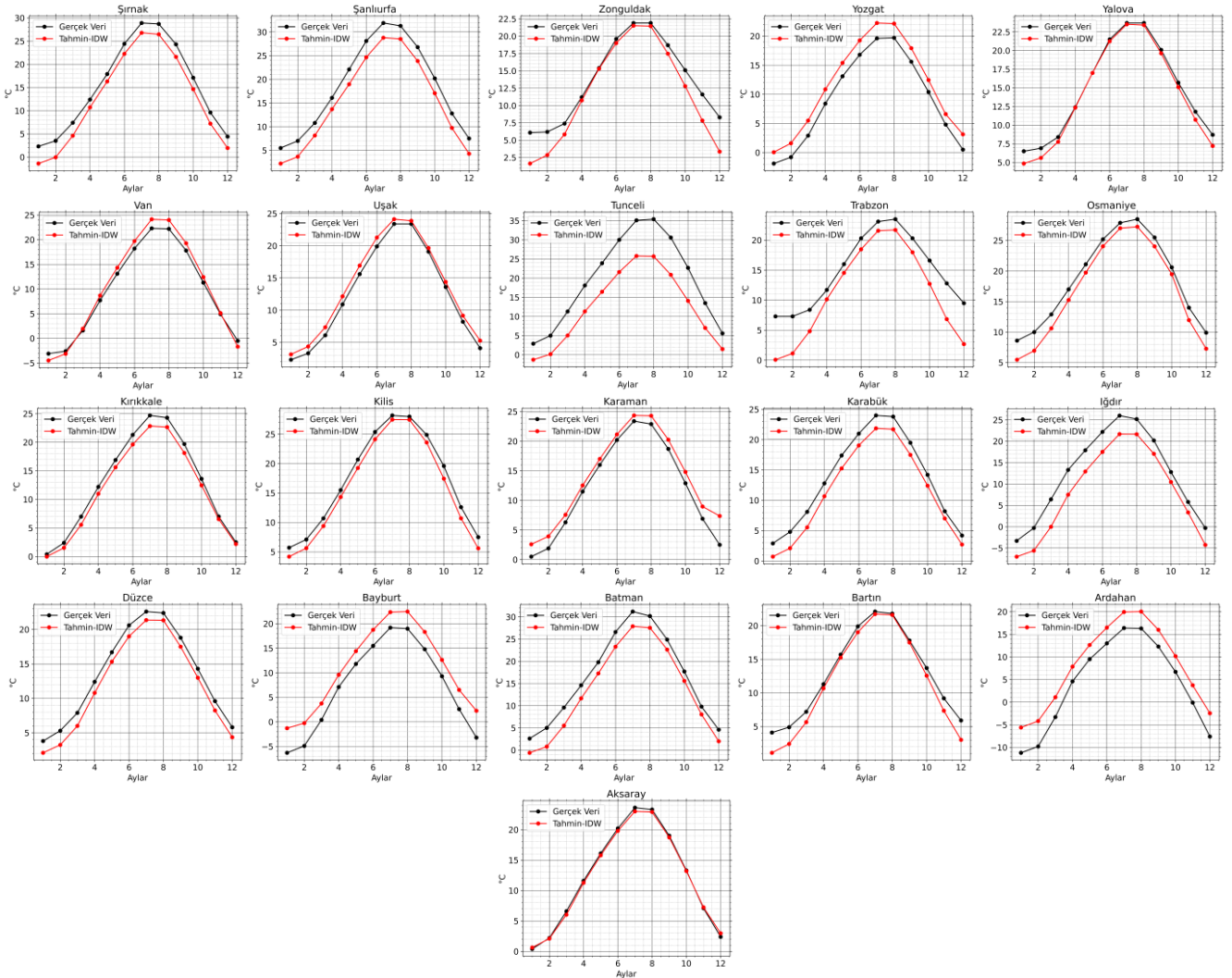
Cavit Berkay YILMAZ: Analiz, **Hilal BODU:** Sonuçların yorumlanması, **Ethem Sabri YÜCE:** Sonuçların yorumlanması, **Vahdettin DEMİR:** Kurgu, analiz, sonuçların yorumlanması, **Mehmet Faik SEVİMLİ:** Son değerlendirme

Çatışma Beyanı

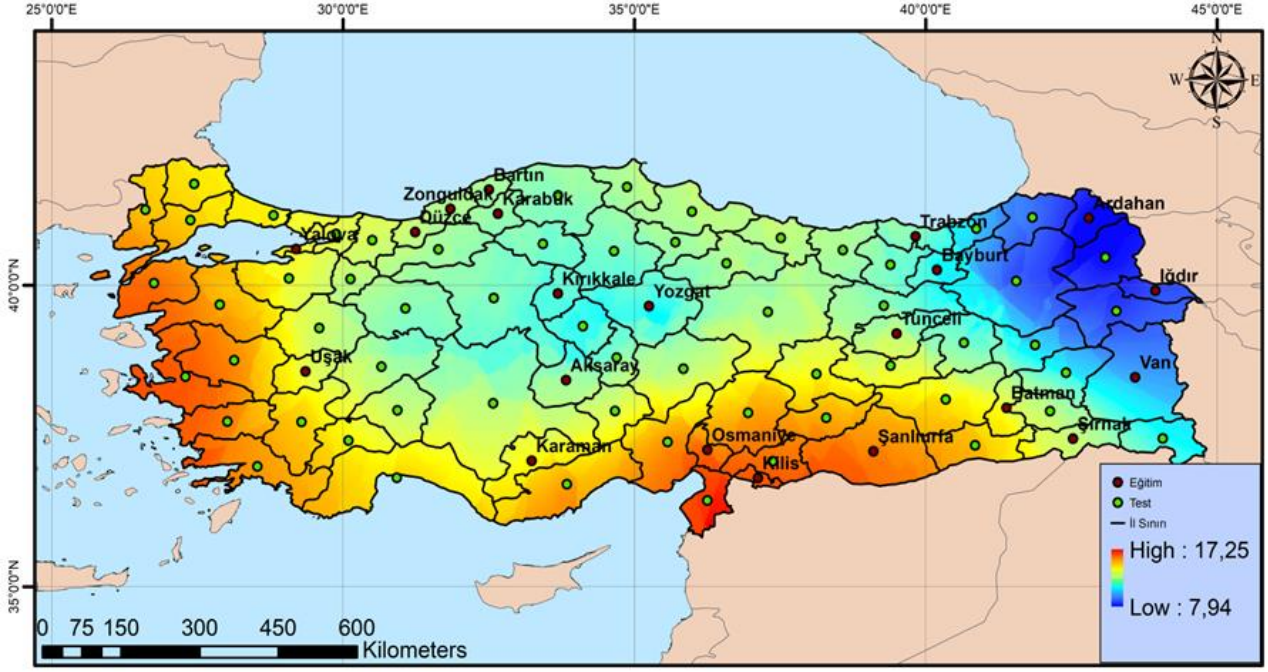
Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.



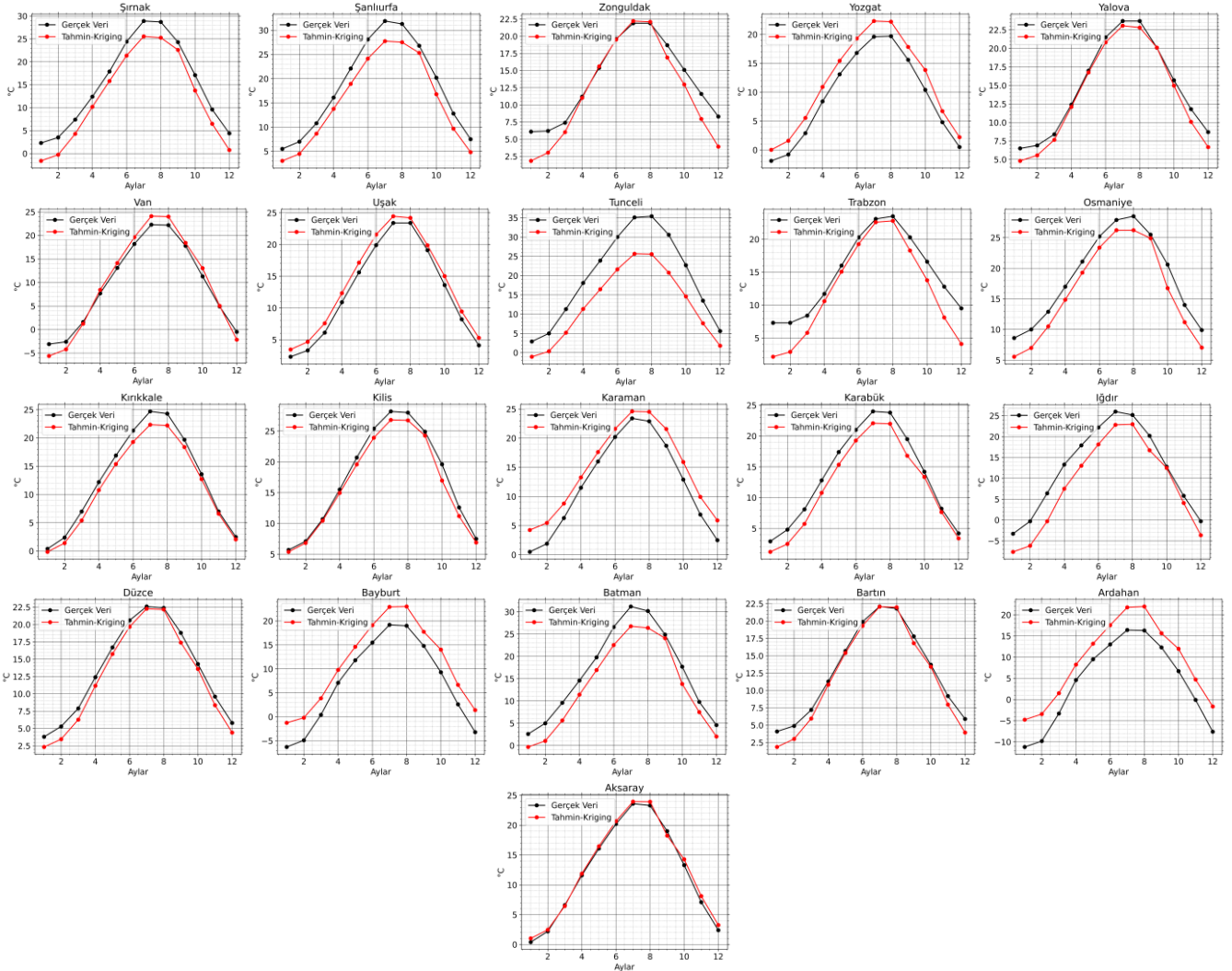
Şekil 6. IDW yöntemine ait aylık ortalama sıcaklıklar(°C)



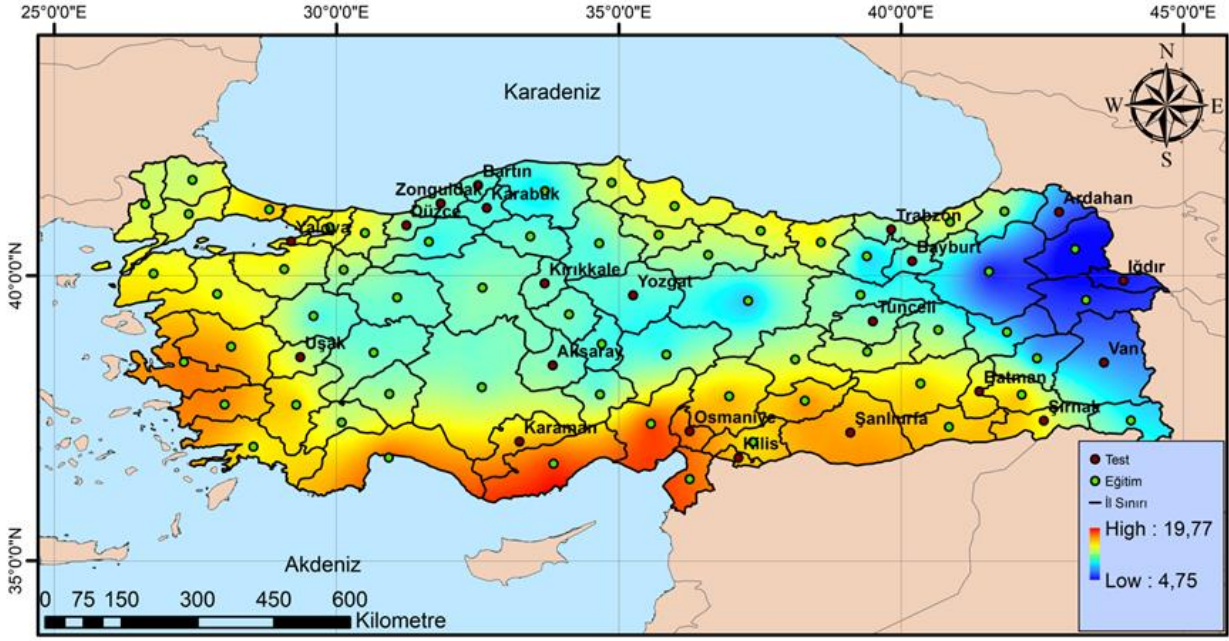
Şekil 7. IDW yöntemine ait tahmin ve gözlem grafikleri



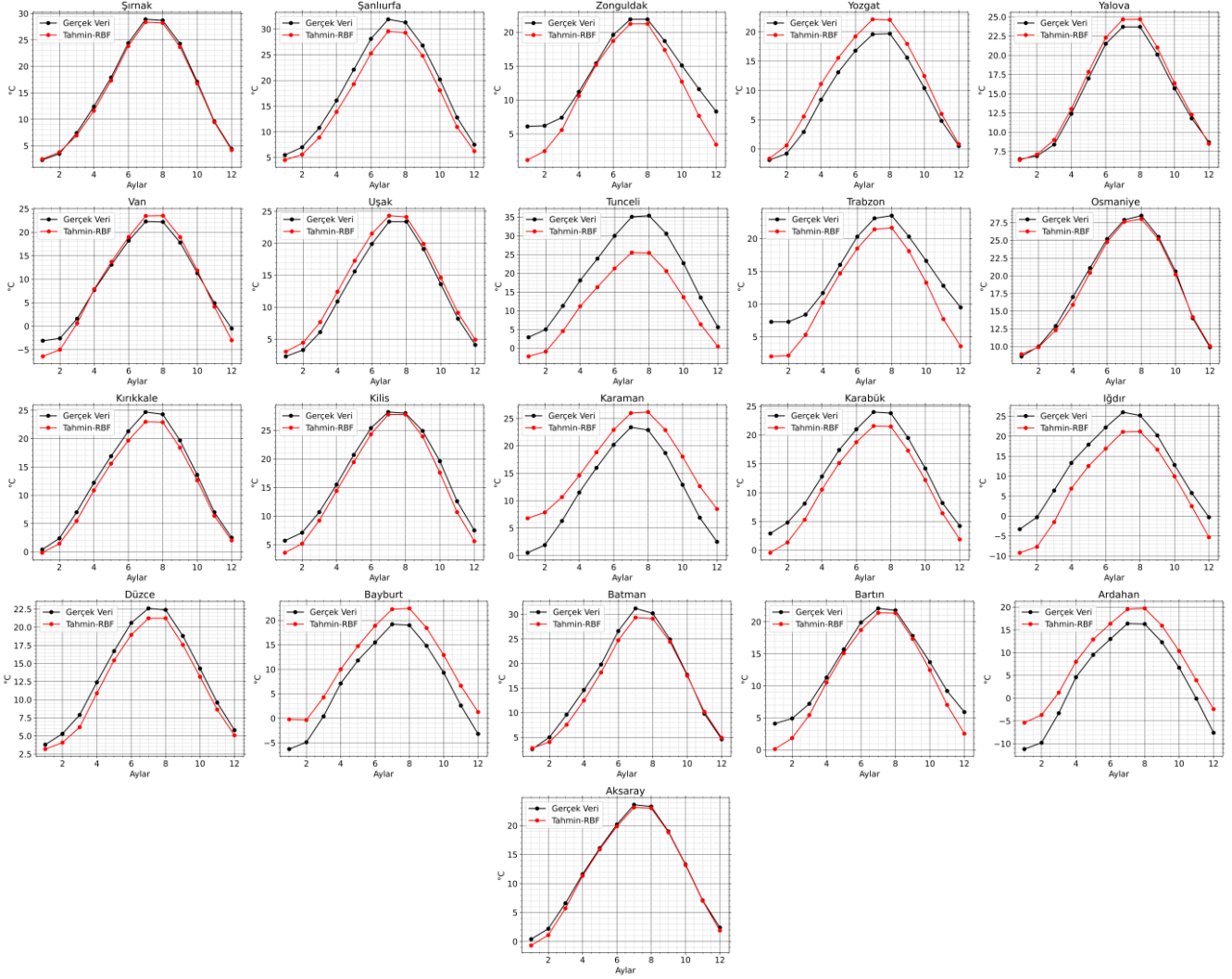
Şekil 8. Kriging yöntemine ait tahmin ve gözlem grafikleri



Şekil 9. Kriging yöntemine ait tahmin ve gözlem grafikleri



Şekil 10. RBF yöntemine ait aylık ortalama sıcaklıklar(°C)



Şekil 11. RBF yöntemine ait tahmin ve gözlem grafikleri

Kaynakça

- Ayeong, J., Jieun, R., Heyin, C., Youyoung, C., Seongwoo, J. (2018). Applicability of Various Interpolation Approaches For High Resolution Spatial Mapping of Climate Data In Korea, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-3, 703-710.
- Bakış, R., Bayazır, Y., Uyguçgil, H. & Koç, C. (2017). Mapping of Precipitation, Temperature and Evaporation Distributions in the Porsuk Basin Using Distant Forecasting Methods, Computational Water, Energy, and Environmental Engineering, 6, 321-350.
- Baykan, B. G. (2013). Türkiye’de İklim Hareketinin Kısa Tarihi: Uluslararası Müzakerelerden Ulusal Politikaya. Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar Merkezi, Araştırma Notu, 146 (13).
- Bostan, P. (2017). Basic kriging methods in geostatistics. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 27(1), 10-20.
- Colak, H. E., & Memisoglu, T. (2021) Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi. Geomatik, 6(1), 31-43.
- Demir, V., Çubukçu, E. A. & Sevimli, M. F. (2019). Long-Term Month Temperature Forecast With Inverse Distances Weighted, Kriging and Artificial Neural Networks. Ciset 2nd Cilicia International Symposium on Engineering and Technology, 2019, Mersin, Türkiye.
- Demircan, M. & Alan, İ. (2011). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Sıcaklık Haritalarının Çözünürlüğünün Artırılması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Hastaoğlu, K. Ö., Göğsu, S. & Gül, Y. (2022). Determining the relationship between the slope and directional distribution of the UAV point cloud and the accuracy of various IDW interpolation. International Journal of Engineering and Geosciences, 7 (2), 161-173.
- Hintze, L. J. & Nelson, R. D. (1998). Violin Plots: A Box Plot-Density Trace Synergism. The American Statistician, 52(2), 181-184.
- İçel, G. & Ataoğlu, M. (2014). Türkiye’de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve Nao Arasındaki İlişkileri (1975-2009). İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, 28, 55-68.
- Karimi, S. M., Kisi, Ö., Porrajabali, M., Rouhani-Nia, F. & Shiri, j. (2018). Evaluation Of The Support Vector Machine, Random Forest And Geo-Statistical Methodologies For Predicting Long-Term Air Temperature. ISH Journal of Hydraulic Engineering.
- Krige, D. G. (1951) A Statistical Approach To Some Mine Valuations And Allied Problems At The Witwatersrand. Dissertation. University Of Witwatersrand.
- Legouhy, A. (2021). al_goodplot boxplot & violin plot (https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/91790-al_goodplot-boxplot-violin-plot), MATLAB Central File Exchange. Retrieved September 15, 2021.
- Mehdizadeh, S. (2018). Assessing The Potential Of Data-Driven Models For Estimation Of Long-Term Monthly Temperatures. Computers and Electronics in Agriculture, 144, 114-125.
- Shepard, D. (1968). A Two Dimensional Interpolation Function For Irregularly Spaced Data. Proceedings of the 1968 ACM National Conference, 517-524.
- Smith, M. J., Goodchild, M. F. & Longley, P. A. (2007). Geospatial Analysis. The Winchelsea Press. Leicester.
- Şen, O. (2014). Türkiye’de Yaşanan Kuraklık ve Etkileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Dergisi, 9-13.
- Taylan, E. D. & Damçayırı, D. (2016). Isparta Bölgesi Yağış Değerlerinin IDW ve Kriging Entropolasyon Yöntemleri ile Tahmini, İMO Teknik Dergi, Yazı 459.
- Taylor, K. E. (2001). Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. Journal of Geophysical Research, doi: 10.1029/2000JD900719, 106(D7): 7183-7192
- Türkeş, M. & Acar, D. Z. (2010). Klimatolojik/meteorolojik ve hidrolojik afetler ve sigortacılık sektörü. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 7(2), ISSN:1303-5134.
- URL 1 (2021) <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx> Erişim Tarihi:13 Mayıs 2021
- URL 2 (2021) https://tr.wikipedia.org/wiki/2021_T%C3%BCrkiye_orman_yang%C4%B1nlar%C4%B1 Erişim Tarihi:15 Eylül 2021.
- URL 3 (2021) <https://tr.euronews.com/2021/08/11/sel-ve-task-nlar-karadeniz-i-teslim-ald-sinop-kastamonu-ve-bart-n-da-ag-r-hasar-olustu> Erişim Tarihi:15 Eylül 2021.
- URL 4 (2021) <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> Erişim Tarihi: 15 Eylül 2021
- URL 5 (2021) An Introduction to Interpolation Methods. Retrieved from <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/geostatistic-al-analyst/an-introduction-to-interpolation-methods.htm>, Erişim Tarihi: 15 Eylül 2021
- Uyan, M. (2019). Comparison of different interpolation techniques in determining of agricultural soil index on land consolidation projects. International Journal of Engineering and Geosciences, 4(1), 28-35.
- Üstüntaş, T. (2006). Sayısal Arazi Modellerinde Bazı Entropolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, 5(2).
- Yaprak, S. & Arslan, E. (2008). Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Entropolasyonu, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 1(98), 36- 42.
- Yılmaz, M. & Kuru, B. (2019). Makro ve Mikro Ölçekteki Lokal Jeoid Tespiti için Entropolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Geomatik, 4 (1), 41-48

