

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE YÜZEY SICAKLIK VE ALBEDO MODELLEMESİ

Sahar MAMIZADEH

İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
sahar.mamizadeh@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-1193-1946

Zafer ASLAN

İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul
zaferaslan@aydin.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-7707-7370

GÖNDERİM TARİHİ / RECEIVED DATE: 12.11.2019 KABUL TARİHİ / ACCEPTED DATE: 21.11.2019

Özet

Standart meteoroloji istasyonlarında ölçülen hava sıcaklığı, ortamının ana tanımlayıcılarından biridir. Uydu görüntüsü verilerini kullanmak hava sıcaklığı değişimlerini incelemek ve tahmin etmek için etkili bir yoldur. Hava sıcaklığı farklı tıbbi problemlerin, hastalıkların incelenmesi, salgın tahmini, hava durumu tahmini, tarımsal araştırmalar, iklim değişikliği, su eksikliği, su potansiyeli, kentsel arazi kullanımı ve ısı adası, ekoloji, hidroloji ve atmosfer bilimleri vb. bir çok uygulama ve araştırma çalışmalarında girdi verisi olarak göz önüne alınmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Yapay Sinir Ağları ve Kümeleme Yöntemi ile yüzey sıcaklığı ve Albedo değerlerinin zamansal değişimlerinin incelenmesi ve gelecek için kestirimidir. İnceleme bölgesi için Türkiye'de İstanbul (Kandilli ve civarı) ve İtalya'da Trieste şehirleri pilot bölge olarak seçilmiştir. 2012-2016 dönemini kapsayan beş yıl süre ile NASA'nın TERRA uydusu MODIS algılayıcısından alınan yüzey sıcaklığı (TS) ve Albedo değerleri MATLAB ve WEKA programları yardımı ile analiz edilmiştir. Verilerin sınıflandırılması aşamasında, WEKA programı yardımı ile K-means Yöntemi kullanılarak kümeleme yapılmış, inceleme bölgeleri için sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar YSA ile elde edilen bulguları desteklemektedir. Yapay Sinir Ağları Yöntemini kullanarak ortalama yüzey sıcaklığı ve ortalama Albedo değerlerinin zamansal değişimleri LM (Levenberg-Marquardt) algoritması ile tahmin edilmiştir. Veri ön işlem aşamasında, eksik veriler tamamlanmış ve Min-Max yöntemi kullanılarak veriler normalize edilmiştir. YSA modeli ve MATLAB uygulamasında 2012-2015 yılı verileri eğitim aşamasında, 2016 yılı verileri tahmin test aşamasında kullanılmıştır. Levenberg-Marquardt Algoritması göz önüne alınmış model 1'den 10 nörona kadar değişen sayıda gizli nöron ile çalıştırılmıştır. Her iki şehir ve verileri için en iyi sonuç veren nöron sayıları saptanmıştır. Model çıktı değerleri ile TS ve Albedo gözlem değerleri karşılaştırılmıştır. Gözlem ve tahmin değerleri arasındaki ilişki katsayısı, Trieste için $r^2=0,999$ olarak saptanmış, $MSE=2,930^\circ K$, olarak belirlenmiştir. Albedo için benzer sonuçlar, Trieste'de $r^2=0,86$ olarak, $MSE= -0,248^\circ K$ olarak hesaplanmıştır. İstanbul ve civarı ile ilgili TS gözlem ve model karşılaştırması sonuçlarına göre, $r^2=0,995$ olarak, $MSE= 0,292^\circ K$, olarak saptanmıştır. Albedo için İstanbul'da $r^2=0,95$ olarak, $MSE= -0,224^\circ K$ olarak saptanmıştır. Modelin sıcaklık tahminleri açısından her iki ilde de yüksek performansla sonuç verdiği ancak, gözlem verilerinin tahmin değerlerinden genel olarak daha yüksek olduğu söylenebilir. Modelin yüzey sıcaklık değerlerini Albedo değerlerine göre daha yüksek başarı ile tahmin ettiği vurgulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Levenberg-Marquardt Algoritması, Kümeleme, Albedo, Yüzey Sıcaklığı

SURFACE TEMPERATURE AND ALBEDO MODELING WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract

The air temperature measured at standard meteorological stations is one of the main descriptors of its environment. Using satellite image data is also an effective way to estimate the air temperature. Research on air temperature forecasting; investigation of different medical problems, diseases, epidemic forecast, weather forecast, agricultural research, climate change, temperature, water potential, land use-land planning, heat island, ecology, hydrology, renewable energy and atmospheric sciences. In many applications and research studies are used as input data. The aim of this study is to investigate the temporal changing of surface temperature and Albedo values with Artificial Neural Networks and Clustering Method and to predict for the future. Istanbul in Turkey (Kandilli and near vicinity) and the city of Trieste in Italy have been chosen as two pilot areas. The surface temperature (TS) and Albedo values obtained from NASA's TERRA satellite MODIS sensor for five years covering 2012-2016 period were analyzed with the help of MATLAB and WEKA programs. Based on the classification of the data and clustering analyses with the help of WEKA program the results were compared for regions. Using Artificial Neural Networks Method, mean surface temperature and temporal changes of mean Albedo values were estimated by LM (Levenberg-Marquardt) algorithm. In the data preprocessing phase, the missing data were completed and the data was normalized by using Min – Max method. In the ANN model and MATLAB application, 2012-2015 data were used for the training phase: 2016 data were used in the estimation and test phases. The Levenberg-Marquardt Algorithm model was run with a number of hidden neurons changing from 1 to 10. Model output values, TS and Albedo observation values were compared. The correlation coefficient between observation and estimation was found to be $r^2 = 0.999$ for Trieste; $MSE = 2,930$ ° K. Similar results for Albedo were calculated as $r^2 = 0.86$ in Trieste and $MSE = -0.248$ °K. $r^2 = 0.995$ and $MSE = 0.292$ °K, are defined based on the results of TS observation and model comparison in Istanbul and its vicinity. For Albedo correlation coefficient and MSE are equal to $r^2 = 0.95$ and $MSE = -0.224$ °K in Istanbul. It can be said that the model gives high performance results in both provinces in terms of temperature forecasts, but the observation data are generally higher than the estimation values. It can be emphasized that the model predicts surface temperature values with higher performance than Albedo values.

Keywords: Artificial Neural Networks, Levenberg-Marquardt, Clustering, Albedo, Surface Temperature

1. GİRİŞ

Son yıllarda, iklim değişikliği ve küresel ısınma, hızlı nüfus artışı büyük kentler dahil tüm dünyada olumsuz etkilerini göstermektedir. Ayrıca birlikte yoğun yapılaşma ve bu alanlarda kullanılan yapı malzemeler, beton, asfaltla yüzeyler nedeni ile, su kaynaklarında azalma, orman yangınları ve bunlara bağlı ekoloji bozulmalara ve meteorolojik parametreler değişilirse yerel ve bölgesel ölçekte iklim ve arazi örtüsünde belirgin değişikliklere neden olmaktadır.

Bu nedenle kentsel yüzey tepkisi, yapılaşmış çevrenin fiziksel özelliklerine önemli ölçüde bağlıdır. Bu fiziksel özellikler, termal özellikler (ısınma kapasitesi, ısı iletkenliği) ve ışınım özelliklere (Emisivite, Albedo) göre alt kısımlara ayrılmaktadır.

İklim; atmosfer, hidrosfer, yeryüzeyi, biyosfer ve buzullar olmak üzere 5 temel bileşenden oluşan interaktif bir sistemdir. Uzaktan algılama verileri aracılığıyla bu bileşenler ile ilgili değişik ölçek ve doğruluklarda veri ve bilgi elde edilmektedir.

Tarih boyunca insanlar, riskli olayların gerçekleşmesinden önce gerekli önlemleri almak için geçmişe dayalı verilerle geleceği öngörmeye çalışmışlardır. Bu çabalar çeşitli bilimlerin temeli oluşturmuştur. Meteoroloji, hava tahminlerinin matematiksel modele uymayan, doğrusal olmayan, karmaşık bir sistem olduğu ve zaman içindeki değişkenlik nedeniyle, normal tahmin yöntemlerinin yetersiz kaldığı bir alandır. Günümüzde ekonomik, askeri ve tarımsal ilişkiler de dahil olmak üzere pek çok alanda tahmin çalışmaları bir zorunluluktur. İklimin en önemli unsurlarından biri olarak sıcaklık değişimi, coğrafi faktörler arasında büyük önem taşımaktadır. Model çıktıları, klimatoloji, hastalık kontrolü, su kaynakları yönetimi, çevre çalışmaları, kuraklık vb. farklı alanlarda kullanılabilir. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan tahmini çalışmaları, kısa ve uzun vadeli tahminlerin mümkün olduğunu göstermektedir. Günümüzde, akıllı ve esnek araçlar gibi bilimsel yöntemlerin icadı ile araştırmacılar, önemli meteorolojik parametreleri tanıma ve tahmin etmenin geleneksel yöntemlerinin ötesinde gelişmeler göstermektedir. Bu yöntemlerden biri yapay sinir ağlarıdır. Bu yöntem yapay zekanın herhangi bir aritmetik işlevi yaklaştırabilen ve hesaplayabilen bileşenleridir. Bu çalışmada, nüfus ve bitki örtüsü olarak birbirinden farklı iki şehir olan İstanbul ve Trieste'nin yüzey sıcaklıklarında beş yıl içerisinde meydana gelen değişiklikleri ortaya koymak ve bu değişiklikleri şehirleşme ile ilişkilendirmek esas alınmıştır.

Her iki şehrin Akdeniz iklim özelliklerini taşıması göz önüne alınmasına neden olmuştur. NASA'ya ait TERRA uydusundan alınan İstanbul ve Trieste Şehirlerine ait TS ve Albedo verileri ile değerlendirilmiştir.

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. İnceleme Bölgesi

Çizelge 1 :: İnceleme Bölgeleri

	Boylam (N)	Enlem (E)
İstanbul	41° 06Ç	29° 04Ç
Trieste	45° 79Ç	13° 79Ç

Trieste İtalya'nın Kuzeydoğusunda bulunan 84 km² yüzey alana sahip bir liman kentidir. İtalya'nın güncel nüfus verilerine göre Trieste Şehrinin 2014 resmi nüfusu 205.400 olarak gösterilmektedir (Geodemo.it). Kıyaslamaya alınacak bir diğer şehir olan İstanbul ise 1,539 km²lik yüzölçümüne sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre İstanbul'un güncel nüfusu 15 milyon 29 bin olarak verilmektedir.

2.2. Yapay sinir ağıları (YSA)

1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts adlı iki bilim adamı beynimizdeki nöronların çalışma şekilleriyle ilgili bir teori ortaya koymuştur. Bu teörinin bir devamı olarak bilgisayar bilimi ile ilgili bir model oluşturdular. Bu modele göre beynimizde bulunan bir nöron diğer nöronlardan gelen elektriksel akımı, üzerlerinde bulunan seçici dirençler yardımı ile belli bir 'ağırlık' ile çarpılmış olarak alır ve kendisine gelen bütün sinyallerin toplamı eğer belli bir eşik değerin üstünde ise nöron da kendi sinyalini verir. Warren McCulloch ve Walter Pitts'in önerdiği bu model, modern yapay sinir ağlarının temelini oluşturmaktadır.

Yapay sinir ağıları bilinmeyen fonksiyonların yaklaşık eş değerini bulmak için kullanılmaktadır. Bu yüzden ağılar fonksiyonu yaklaşık olarak bulabilmek için bir dizi eğitim basamaklarından geçer. Bu basamaklarda W vektörlerinin elemanları bazı kuralların çerçevesinde değiştirilir ve fonksiyonun aslına yaklaşılmaya çalışılır. Bu kuralların ortak noktası ise yapay sinir ağının tahminlerini bir kriter çerçevesinde değerlendirmeleri ve basamak basamak bu hatanın her nörona paylaştırılarak her katmanda hata düzeltilmesine olanak sağlamalarıdır. Bir YSA'nın tasarımı ve uygulamasında yer alan yedi adım vardır (Özel, 2018).

- I) Veri toplama
- II) Ağ oluşturma
- III) Ağı yapılandırma
- IV) Ağırlıkların ilk değerlerinin atanması,
- V) Ağı eğitmek
- VI) Ağın doğrulanması
- VII) Ağ kullanmak

En yaygın olarak kullanılan algoritma ise 'Backpropogation' algoritmasıdır.

2.3. Veri Ön İşlem: Min-Max Normalizasyon

Min-Max yöntemi, verileri doğrusal olarak normalleştirir. Min-max normalizasyonunda, orijinal veriler doğrusal dönüşümle yeni veri aralığına dönüştürülür. Bu veri aralığı genellikle 0-1'dir. Bir veriyi 0 ve 1 aralığına indirmek için aşağıdaki denklem kullanılır (Yavuz ve Deveci, 2012).

$$x^1 = \frac{V - \min_A}{\max_A - \min_A} (\text{new_max}_A - \text{new_min}_A) + \text{new_min}_A$$

Burada, x^1 normalize edilmiş veri, V girdi değeri, \min_A - en küçük değeri,

\max_A - en büyük değeri göstermektedir, (Han and Kamber, 2006)

Bu çalışmada kullanılan (2012 – 2016 yılları) veriler 0 ve 1 arasında MIN– MAX yöntemi kullanılarak normalize edilmiştir. Yöntemin amacı, veriler arasında farklılığın çok fazla olduğu durumlarda verileri tek bir düzene 0 ve 1 aralığına indirgenmesidir.

2.4. Levenberg Marquardt Algoritması (LM)

Doğrusal olmayan en küçük kareler problemlerini çözmek için LM algoritması genellikle standart bir algoritma olarak kullanılır. Bu algoritma daha fazla bellek kullanır, ancak kısa sürede sonuca ulaşır. Algoritma, Levenberg (1944) ve Marquardt (1963) tarafından geliştirilmiştir. LM algoritması için parametre güncelleme işlemi, eğim düşmesi (steepest descent) ve Newton algoritmalarından türetilerek elde edilmiştir, (Çavuşlu, 2014).

2.5. Kümeleme

Kümeleme bir gruplama tekniğidir.. Bu gruplama tekniğinde veriler ortak özelliklerine göre sınıflandırılır. Böylece benzer özelliğe sahip veriler tek bir grup olarak incelenebilir. Kümeleme tekniği makine öğrenmesi, veri madenciliği, biyoinformatik gibi bir çok önemli alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kümeleme tekniği tek başına özel bir algoritma olmamakla beraber bir çok algoritma ve tekniğin bulunduğu bir alandır. Ortak bir algoritmanın bulunmasının sebebi grup ve grupların ayrılma kriterlerinin algoritmadan algoritmaya çok fazla değişiklik göstermesidir.

Bahsedildiği gibi genel bir kümeleme tekniği ve bunun tanımını yapmak çok kolay değildir. Genel özellik olarak ortak bir gruplandırma kriteri ve kümeleme tanımı vardır ve amaç bu problemi çözebilme. Kümeleme tanımını iyi kavrayabilmek, farklı algoritmaları anlayabilmenin temelini oluşturur. En çok kullanılan kümeleme algoritmalarından bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- I) Hiyerarşik Kümeleme algoritması,
- II) Merkezci Kümeleme algoritması,
- III) Dağılım algoritmaları,
- IV) Yoğunluk Algoritmaları,
- V) Yapay Sinir Ağları tabanlı Modeller.

Kümeleme algoritmalarının çok geniş kullanım alanları vardır. Bu alanlardan biri de hava durumu verilerinin incelenmesidir. Bir şehir için elde edilmiş hava durumu verileri kümeleme algoritma verileri kullanılarak mevsimlere ayrılabilir. Mevsim sayısı bilindiğinden ötürü merkezci kümeleme algoritmaları bu durumda iyi sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca gezegenimiz üzerindeki farklı yerlerden alınan sıcaklık ve diğer meteorolojik veriler gruplandırılarak iklimsel açıdan birbirine yakın olan bölgeler belirlenebilir. Bu ayrımın yapılmasından sonra bir bölgede meydana gelen olayın yarattığı sonuçlar, aynı küme içinde yer alan yerler için de nasıl sonuçlar doğurabileceği tahmin edilebilir.

3. ANALİZ

3.1. K-means Analizleri

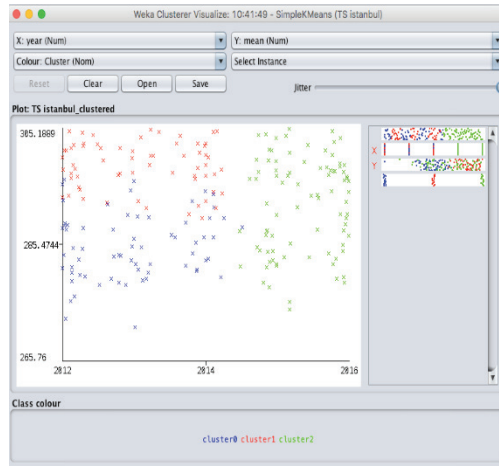
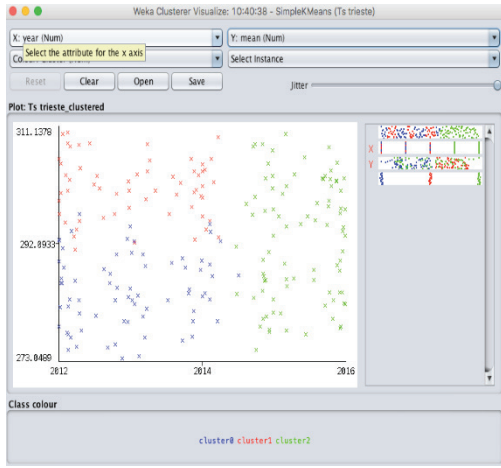
Bu çalışmada WEKA programı ve K-Means Yöntemi kullanılarak İstanbul ve Trieste şehirlerinin sıcaklık ve Albedo değerleri arasında karşılaştırılma yapılmıştır.Şekil 1 - Şekil 4 arası Trieste ve İstanbul şehirlerinin

K-Means algoritması sonuçlarını göstermektedir. Bu analiz gerçekleştirilirken 2012 -2016 yılları arasındaki Ts ve Albedo değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

Özellikle Trieste ve İstanbul Sıcaklık küme sayısı 3 olarak saptanmış olup, her 3 kümedeki veri değişim oranı birbirine yakındır.

Bu sonuçlar YSA'da elde edilen sonuçları desteklemektedir.

WEKA programında Trieste ve İstanbul yüzey sıcaklığı için elde edilen sonuçlar : (2012-2016 yılları aralığı)

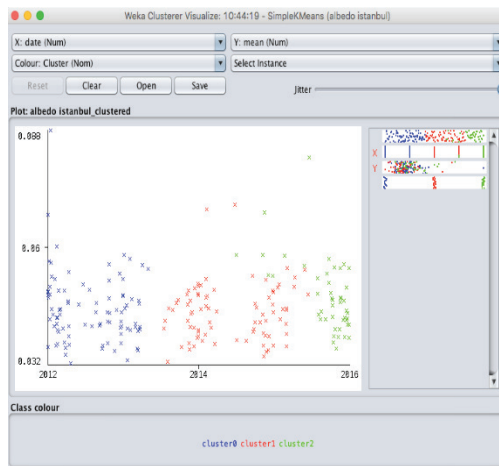
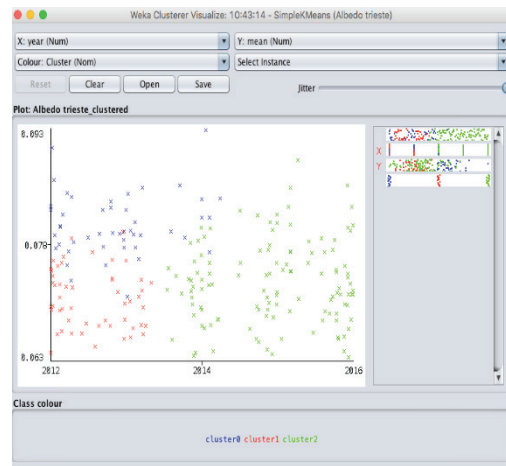


Şekil 1 : Trieste yüzey (hava) sıcaklığı

Şekil 2 : İstanbul yüzey (hava) sıcaklığı

WEKA programında Trieste ve İstanbul Albedo değerleri için elde edilen sonuçlar:

(2012-2016 yılları aralığı)



Şekil 3 : Trieste albedo değerleri

Şekil 4 : İstanbul albedo değerleri

3.2. Yapay Sinir Ağları Analizi

Uygulama temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. İlk adım olarak gerekli olan veriler normalize edilmiş ve MATLAB™ ortamına aktarılmıştır. Bütün incelemeler ve grafikler bu ortamda oluşturulmuştur. MATLAB™ ortamının kullanılmasındaki belli başlı sebepler büyük miktarda veriyi işleme konusunda sağladığı güç ve kolaylığın yanında, yapay sinir ağları hakkında önemli miktarda kütüphane barındırmasıdır. Bu kütüphaneler uzun çalışmalar sonunda oluşturulmuş olup, çalışmada gereken bütün özellikleri sağlamaktadır. Kullanılan veriler en başta her yıl için ayrı tablolar şeklinde olup, yapay sinir ağını eğitmek için her yılın verileri ayrı ayrı gruplandırılarak düzenlenmiştir. Bu gruplandırma sonucunda elde edilen verilerden maksimum ve minimum sıcaklık, aylık olarak maksimum sıcaklık farkı ve aylık standart sapma değerleri yapay sinir ağlarını eğitmek için kullanılmıştır. Bu karışım yapay sinir ağının ihtiyaç duyduğu veri ayrıntısını oluşturmada ve böylece tahmin yeteneğinin artmasını sağlamaktadır (çizelge 2 ve 3). Yapay sinir ağı oluşturmak ve eğitmek için MATLAB™ ortamında bulunan Neural Network Toolbox™ kullanılmıştır. Bu araç, bir çok yapay sinir ağı mimarisini oluşturabilmekte ve farklı fonksiyonları ve eğitime algoritmalarını içermektedir. Bu çalışmada Neural Network traintool uygulaması kullanılmıştır. Bu uygulamada iki katmandan oluşan bir yapay sinir ağı oluşturulabilmektedir. Yapay sinir ağında katmanda nöron sayısı sırasıyla 1'den 10'a kadar değiştirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Gizli katmandaki nöron sayısının artışı yapay sinir ağının detayları kavrama yeteneğini arttırmaktadır, fakat gereğinden fazla nöron kullanımı ağı eğitmeyi zorlaştırmakta ve tahmin başarısının düşmesine sebep olmaktadır. Yapay sinir ağı eğitilirken, Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma diğer seçeneklere göre hava durumu verisi gibi verilerde performansı iyi yönde etkileyen özelliklere sahiptir. Yapay sinir ağı eğitildikten sonra performans değerlendirmesine tabii tutulmuştur. Gizli katmandaki en uygun nöron sayısı ve YSA modelinin eğitiminde en düşük ortalama kare hatası (MSE) değerini bulmak için nöron sayısı birer birer artırılmıştır. Burada Ortalama Kare Hatası değerinin sifira yakın olması hedeflenmektedir.

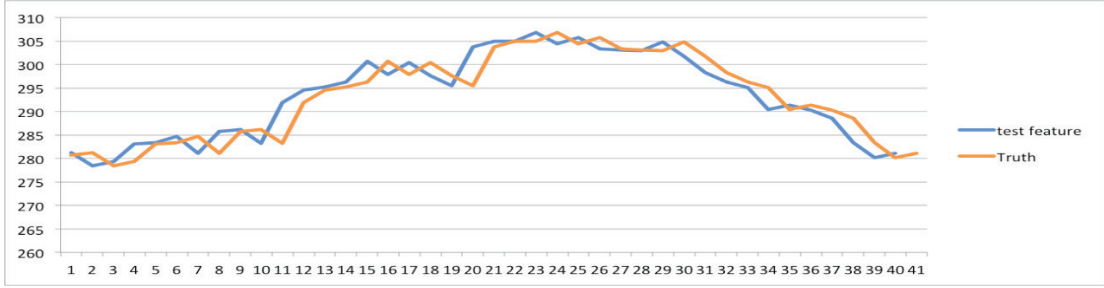
3.2.1. Trieste yüzey sıcaklık değerlerinin incelemesi

Çizelge 2: Trieste için yüzey sıcaklığı YSA eğitim verileri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Eğitim veri dönemi	Birim
179	01.01.2012-27.12.2015	Kelvin

Çizelge 3: Trieste için yüzey sıcaklığı YSA test verisi ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Test veri dönemi	Birim
40	01.01.2016-24.11.2016	Kelvin



Şekil 5 : Trieste Ts değerlerinin model test verilerinin gözlemlerle karşılaştırılması

Şekil 5'te Trieste Şehrinin yüzey sıcaklık test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

Çizelge 4: Trieste Şehri yüzey sıcaklık değerleri için LM Algoritması YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 9 olarak saptanmıştır.

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,9990	0,9970	292.90
2	0,9990	0,9970	292.88
3	0,9910	0,9980	292.99
4	0,9980	0,9970	292.97
5	0,6330	0,4010	310.60
6	0,9980	0,9970	292.95
7	0,9992	0,9985	292.96
8	0,9992	0,9985	292.93
9	0,9993	0,9987	292.97
10	0,9992	0,9984	292.97

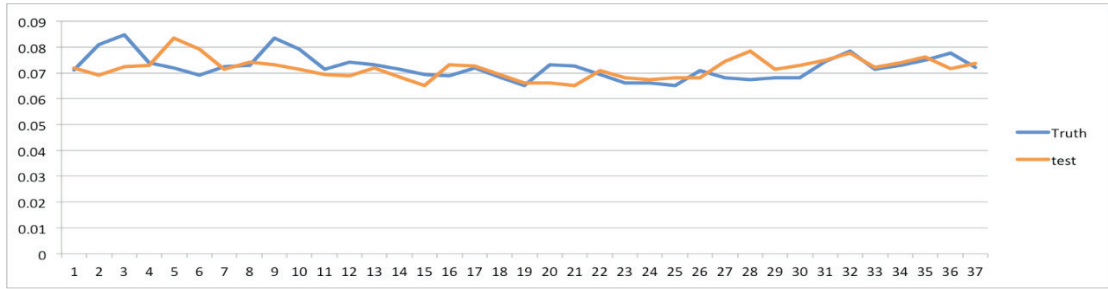
3.2.2. Trieste Albedo değerlerinin incelemesi

Çizelge 5: Trieste şehri için Albedo YSA eğitilen veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
181	01.01.2012-27.12.2015	Yüzde

Çizelge 6: Trieste şehri için Albedo YSA test veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
37	01.01.2016-24.11.2016	Yüzde

**Şekil 6 :** Trieste Albedo değerlerinin model test verileri ile karşılaştırılması

Şekil 6'da Trieste Şehrinin Albedo test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 6 olarak saptanmıştır.

Çizelge 7 : Trieste Şehri Albedo değerleri için LM Algoritması

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,9150	0,836	-0.248
2	0,9284	0,861	-0.248
3	0,9210	0,848	-0.248
4	0,9040	0,818	-0.248
5	0,9280	0,862	-0.248
6	0,9287	0,8625	-0.248
7	0,9260	0,858	-0.248
8	0,9140	0,836	-0.248
9	0,9281	0,854	-0.248
10	0,8820	0,778	-0.248

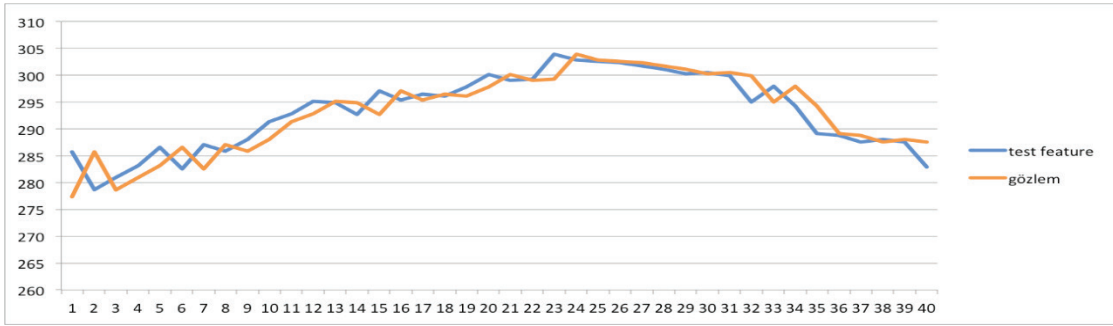
3.2.3. İstanbul yüzey sıcaklık değerlerinin incelemesi

Çizelge 8 İstanbul şehri için yüzey sıcaklık YSA eğitilen veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
179	01.01.2012-27.12.2015	Kelvin

Çizelge 9 İstanbul şehri için yüzey sıcaklık YSA test veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
40	01.01.2016-24.11.2016	Kelvin



Şekil 7 : İstanbul yüzey sıcaklık değerlerinin test verilerinin istatistiksel çizelgesi

Şekil 7'de İstanbul Şehrinin yüzey sıcaklık test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 6 olarak saplanmıştır.

Çizelge 10: İstanbul Şehri yüzey sıcaklık değerleri için LM Algoritması

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,9892	0,9785	292.313
2	0,9897	0,9796	292.318
3	0,9949	0,9899	292.197
4	0,9940	0,9820	292.339
5	0,9490	0,9011	291.862
6	0,9970	0,9950	292.319
7	0,7690	0,5910	291.110
8	0,9960	0,9930	292.386
9	0,9440	0,8920	291.995
10	0,9960	0,9930	292.311

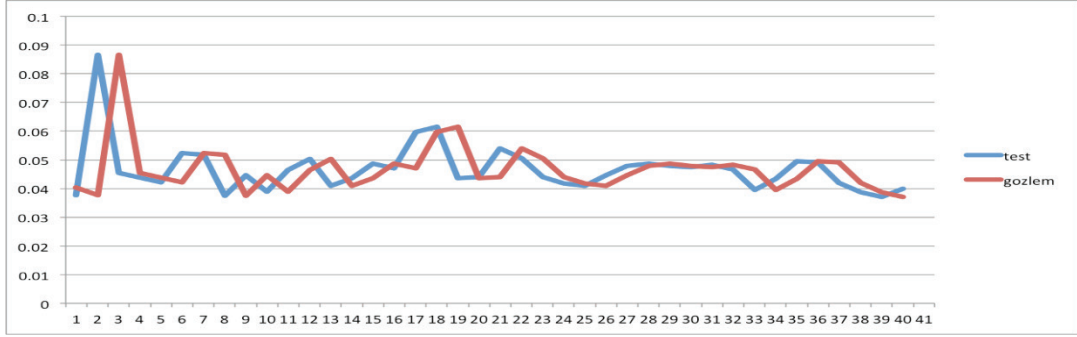
3.2.4. İstanbul Albedo değerlerinin incelemesi

Çizelge 11: İstanbul için YSA eğitilen Albedo veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
184	01.01.2012-27.12.2015	Yüzde

Çizelge 12: İstanbul için YSA test Albedo veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
40	01.01.2016-24.11.2016	Yüzde



Şekil 8 : İstanbul Albedo değerlerinin test ve gözlem verilerinin karşılaştırılması

Şekil 8'de İstanbul Şehrinin Albedo test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

Çizelge 13: İstanbul Şehri Albedo değerleri için LM Algoritması YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 4 olarak saplanmıştır.

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,943	0,889	-0.224
2	0,947	0,897	-0.224
3	0,954	0,910	-0.224
4	0,9570	0,916	-0.224
5	0,952	0,908	-0.224
6	0,953	0,908	-0.224
7	0,952	0,907	-0.224
8	0,953	0,909	-0.224
9	0,955	0,912	-0.224
10	0,940	0,885	-0.224

4. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, İstanbul ve Trieste şehirlerinin 2012-2016 sıcaklık ve Albedo verilerini kullanarak sıcaklık değerlerini tahmin etmektir. Bu araştırma çalışması, İstanbul (Kandilli) ve Trieste için sıcaklık ve Albedo değerlerinde beklenen değişimlerin saptanmasına çalışılmıştır.

İstatistiksel ve modelleme olmak üzere iki analiz bölümünden oluşmaktadır. Birinci bölümde inceleme bölgesi olarak her ikisi de Akdeniz Bölgesi genel iklim özelliklerini taşıyan İstanbul (Kandıllı) ve Trieste şehirleri seçilmiştir. Yapay Sinir Ağları Yöntemini kullanmak üzere veri ön işlem aşamasında eksik veriler, komşu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak tamamlanmıştır. Ayrıca WEKA programı yardımı ile veri kümelemesi yapılmış, karşılaştırma sonucunda her iki ilde de sıcaklık ve Albedo değerlerinin inceleme döneminde iki kategoride toplanabileceği sonucuna varılmıştır. Zaman serisi analizine göre, İstanbul ve Trieste için 2014-2015 yılları arasında ortalama sıcaklık değerlerinde artış, 2016 yılında ortalama sıcaklık değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Modelleme bölümünde MATLAB-Yapay Sinir Ağları modellemesinden yararlanılmıştır.

Genel sonuç olarak, İstanbul ve civarı için şehirdeki yüksek nüfus yoğunluğu, şehir mikro iklimi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca sanayi bölgelerinin yerleşim bölgeleri yakınlarında bulunması da önemli çevre kirliliği vb. sorunlara yol açmaktadır. Fabrikaların atıkları, sebep oldukları trafik ve diğer etkenlerle beraber havaya salınan sera gazlarına bağlı olarak şehirde önemli miktarlarda yerel sıcaklık değişimi görülmektedir. Trieste Şehrinin sıcaklık ve Albedo değerlerinin zamansal değişiminin incelenmesi sonucunda bu şehir ve civarı için önemli bir sıcaklık artışının beklenmediği vurgulanabilir. Bu durum şehir bina ve nüfus yoğunluğunda önemli değişim gözlenmemesi ile açıklanabilmektedir. Böylece sahip olduğu doğal alanlar da uzun süre korunabilmektedir. Şehrin ana geçim kaynağı turizmdir ve merkeze çok yakın bölgelerde sanayi tesisleri oranı azdır. Şehir koruları ve çevresinde bulunan yeşil alan oranının fazla oluşu da sera gazlarının ısınma üzerindeki etkilerinin görülmesini önlemektedir. Çalışmanın spesifik sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir: Ortalama yüzey sıcaklığı değerleri zaman serileri Trieste için inceleme döneminde önemli bir değişim göstermemekle beraber, İstanbul için son dönemde minimum değerlerde düşüş göstermektedir. 2015 yılında her iki şehirde diğer yıllara göre maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri biraz daha yüksek kaydedilmiştir.

Yüzeye gelen güneş radyasyonunun yüzeyden yansıyan radyasyona oranını belirten yüzey Albedo değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemektedir. Her iki inceleme bölgesi değişimi birbirine benzer yapı göstermektedir. İstanbul için inceleme döneminin ilk yarısında minimum, maksimum Albedo değerleri arasındaki farkın daha fazla olduğu vurgulanabilir.

YSA yüzey sıcaklığı ve Albedo değerlerinin zamansal değişiminin tahmininde yüksek güvenle kullanılabilir, ($\alpha = 0,001$). Model sonuçları ve gözlem verileri arasında her iki inceleme bölgesi için anlamlı ilişki saptanmıştır.

YSA modelleme sonuçları genel olarak yüzey sıcaklığı ve Albedo değerlerini yüksek güvenilirlikle tahmin etmektedir.

Bu çalışma veri kısıntı nedeniyle iki şehir merkezi örneğiyle yürütülmüştür ancak sanayi bölgesine yakın ilçeler ve şehir merkezinin karşılaştırılması şehirleşme politikalarının saptanması açısından önemli olacaktır.

Çizelge 14 YSA ile yapılan analizin sonuçları

	Dönem	R²	MSE
İstanbul Albedo	01.01.2016-24.11.2016	0.95	-0.224
Trieste Albedo	01.01.2016-24.11.2016	0.86	-0.248
İstanbul yüzey sıcaklık	01.01.2016-24.11.2016	0.995	292
Trieste yüzey sıcaklık	01.01.2016-24.11.2016	0.999	293

Çizelge 14'e göre Trieste için yüzey sıcaklığının tahmin başarısı İstanbul için elde edilen başarıya çok yakın olup, %0,4°K daha yüksektir. Model performansı Albedo tahminleri için İstanbul'da daha yüksektir.

Çizelge 15 WEKA programı ile elde edilen kümeleme sonuçları

	1.küme	2.küme	3.küme
İstanbul Albedo	92(41%)	85(38%)	47(21%)
Trieste Albedo	47(21%)	52(24%)	122(55%)
İstanbul yüzey sıcaklık	67(31%)	65(30%)	87(40%)
Trieste yüzey sıcaklık	72(33%)	60(27%)	87(40%)

Çizelge 15'de üç ayrı Albedo kümesine giren değerlerin oranı %21 ile %55 arasında değişmiş olup, farklılık göstermiştir. Buna karşın yüzey sıcaklığı kümelerine giren gözlem sayısı yüzdesi (%27 ile %40) her iki şehirde birbirine çok daha yakındır.

Sonuç olarak Albedo değerlerin değişimi her iki şehirde önemli farklılık göstermektedir.

Bu araştırma çalışmalarında elde edilen ön bilgiler, arazi sınıflandırma, arazi kullanım, şehirleşme, planlama vb. çalışmalarda girdi verisi olarak kullanılabilir.

Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir

KAYNAKÇA

Abercrombie, S.P. ve M.A. Friedl, 2016. Improving the Consistency of Multitemporal Land Cover Maps Using a Hidden Markov Model. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(2):703-713.

Duman Yüksel, Ü. ve O. Yılmaz, 2008. Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 23(4), 937-952.

Eyvazov, A., 2019. Yapay Sinir Ağları ile Güneş Enerjisi Potansiyelinin Modellenmesi ve Güneş Pilleri Verim Analizi, İAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Işık E. ve M. Inallı, 2018. Artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference systems approaches to forecast the meteorological data for HVAC: The case of cities for Turkey. *Energy*, 154, 7-16.

Mamizadeh, S. 2019. Yapay Sinir Ağları İle Yüzeysel Sıcaklık ve Albedo Modellemesi, İAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Wan, Z. 2014. New refinements and validation of the collection-6 MODIS land-surface temperature/emissivity product. *Remote Sensing of Environment*, 140, 36-45.

