

[982]

YAPAY SİNİR AĞI VE NOAA/AVHRR UYDU VERİLERİNİ KULLANARAK HAVA SICAKLIĞININ TAHMİNİ

Büşra NASIROĞLU¹, Hediye NASIROĞLU², Mehmet ŞAHİN³, B.Yiğit YILDIZ⁴, Vedat PEŞTEMALCI⁵

¹Öğrenci, Siirt Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 56100, Siirt, busranasiroglu@gmail.com

²Öğrenci, Siirt Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 56100, Siirt, hdynsroglu@gmail.com

³Doç.Dr., Siirt Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 56100, Siirt, msahin@siirt.edu.tr

⁴Dr., Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksekokulu, 56100, Adana, yildizy@cu.edu.tr

⁵Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, 56100, Adana, vedatp@cu.edu.tr

ÖZET

Hava sıcaklığı tahmini; vektör kaynaklı hastalıkların çalışması, salgın tahmini, hava durumu tahmini, veteriner kullanımları, iklim değişikliği, çeşitli ısı ve radyasyon akılarının belirlenmesinde, buhar basınç açığı, su potansiyeli, kentsel arazi kullanımı ve ısı adası, kısa dalga ve uzun dalga radyasyon, stoma direnci, ekoloji, hidroloji ve atmosfer bilimleri de dahil olmak üzere bir çok uygulama için kullanılmaktadır. Ayrıca, hava sıcaklığı bilgisi insan sağlığı için gereklidir. Bu kadar önemli olan hava sıcaklığı, meteorolojik istasyonlarda ölçülmektedir. Fakat istasyon dağılımları yeryüzünde yeterli düzeyde olmadığı gibi yeterli sayıda istasyon da bulunmamaktadır. Bu nedenle, uydular kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde yer yüzey sıcaklığı tahmini yapmak için oldukça fazla algoritma geliştirilmesine rağmen doğrudan hava sıcaklığını tahmin eden algoritmalar yeterince geliştirilememiştir. Bu nedenle bu çalışmada yapay sinir ağı kullanılarak hava sıcaklığı tahmini yapılmıştır. Yapay sinir ağıda ay, yükseklik, enlem, boylam, aylık ortalama yer yüzey sıcaklıkları girdi olarak kullanılırken, aylık ortalama hava sıcaklığı çıktı olarak elde edilmiştir. Girdi parametrelerinden yer yüzey sıcaklığı, NOAA/AVHRR datalarından sağlanmıştır. Ağda öğrenme algoritmaları olarak; tarinlm, trainscg, trainoss kullanılırken transfer fonksiyonu olarak tansig, logsig ve lineer kullanılmıştır. Ocak 1995'den Aralık 2005'e kadar olarak zaman aralığı, çalışma periyodu olarak belirlenmiştir. Ağın eğitilmesi için 1995-2004 yılları arası veriler kullanılırken, test verisi olarak 2005 yılı verileri kullanılmıştır. Tahmin sonuçlarının, gerçek datalarla istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmış olup hata değeri oldukça az çıkmıştır. El edilen en iyi modellemede, korelasyon katsayısı ve kök ortalama kare hatası sırasıyla 0.996 ve 1.253 K olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Hava sıcaklığı, yer yüzey sıcaklığı, uzaktan algılama, yapay sinir ağı, NOAA/AVHRR.

ABSTRACT

PREDICTION OF AIR TEMPERATURE BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND NOAA/AVHRR SATELLITE DATA

The estimation of air temperature is useful for lots of applications including study of vector-borne diseases, epidemic forecasting, weather forecasting, veterinary uses, climate change, determination of various heat and radiation fluxes, vapour pressure deficit, water potential, urban land use and heat island, shortwave and longwave radiation, stomatal resistance, ecology, hydrology and atmospheric sciences. And also, knowledge of air temperature is necessary for the health of human being. The air temperature which is important for many application, is measured in the meteorological stations. But distribution of stations is not sufficient over earth, and also there is no a sufficient number of stations. Therefore, the satellites are being used. In the literature, although considerable algorithms have been developed to estimate land surface temperature, the algorithms that estimate air temperature could not be developed, sufficiently. So, estimation of the air temperature has been done by using artificial neural network in this study. While month, altitude, latitude, longitude, monthly mean land surface temperatures were used as inputs, and monthly mean air temperature was obtained as output in the artificial neural network. Land surface temperature which was the one of the input parameter was obtained from NOAA/AVHRR data. While, tarinlm, trainscg and trainoss were used as learning algorithms tansig, logsig and linear were used as transfer functions in network. As the time interval from January 1995 up to December 2005 was defined as study period. When using data from year of 1995 to year of 2004 for the training of the network, the data of year of 2005 were used for testing. Statistical evaluation of prediction results is made with the actual data and it shows that the error value is quite low. The correlation coefficients and root mean square error have been calculated as 0.996 and 1.253 K, respectively in the best modelling.

Keywords: Air temperature, land surface temperature, remote sensing, artificial neural network, NOAA/AVHRR.

1.GİRİŞ

Hava sıcaklığı, havanın nasıl sıcak ve soğuk olduğunun ölçüsüdür. Hava sıcaklığı, çoğunlukla hava parametreleri ile ölçülür. Daha spesifik olarak hava sıcaklığı, hava bulunan gazların havadaki hareketlerinin betimsel bir ifadesidir. Diğer bir ifade ile kinetik enerjinin bir ölçüsüdür. Eğer gaz molekülleri daha hızlı hareket ederse, hava

sıcaklığı artar, aksi durumda ise azalır. Hava sıcaklığı tahmini birçok uygulama açısından önemlidir. Bunları; salgın hastalıkların belirlenmesi(Bian ve ark., 2006), hava tahmini, veterinerlik uygulamaları, iklim değişikliği (Kucharik ve ark., 2010; Bocchiola ve Diolaiuti, 2010; Kittel ve ark., 2011), değişken ısı ve radyasyon akışlarının belirlenmesi (Brunsell ve ark., 2011), buhar basınç açıklığı, su potansiyeli (Aasamaa ve Söber, 2011), şehir toprak kullanımı ve şehir ısı adalarının belirlenmesi (Cheval ve ark., 2009), kısa ve uzun dalga radyasyonları (Stanelle ve ark., 2010), ekoloji (Myint ve ark., 2010; Heding ve ark., 2011), hidroloji ve atmosfer bilimleri (Jain ve ark., 2011) olarak sıralayabiliriz. Diğer taraftan insan sağlığı açısından hava sıcaklığı bilgisi önemli yet tutmaktadır (Analitis ve ark., 2008; Michelozzi ve ark., 2009; Almeida ve ark., 2010).

Bu kadar önemli olan hava sıcaklığı bilgisi düzenli bir şekilde meteorolojik istasyonlar tarafından gözlemekte ve değerleri kayıt altına alınmaktadır. Ayrıca ölçümlerdeki doğruluk oranı oldukça yüksektir. Maalesef bu kadar iyi ölçüm yapan istasyonların bölge üzerindeki dağılımları, sayısal modelleme yapma hususunda yeterli düzeyde olmadığı yapılan çalışmalarda kendini hissettirmektedir. Bu durum oldukça önemli bir problemdir. Söz konusu problemin üstesinden gelmek için uzaktan algılama çalışmaları hız kazanmıştır. Birçok algılama düzeyinde yapılan, uzaktan algılama çalışmalarında en çok tercih edilen ve yaygınlığı olan algılama platformu uydu düzeyinde yapılanlardır. Çünkü uydular yörünge hareketlerine bağlı olarak yeryüzünün istenilen bölgesini, birçok spektral ve mekânsal çözünürlüğe bağlı olarak haritalama kabiliyetine sahiptir. Böyle bir kabiliyet sayısal hava tahmini modellemelerinde, meteorolojik istasyon dağılımına ve sayısına bağlı olarak ortaya çıkan problemlerin çözümünde etkili bir faktör olacaktır. NOAA/ AVHRR, GOES, Meteosat, TIROS, LANDSAT ve MODIS verileri söz konusu amaç için kullanılmaktadır. Belirtilen radyometrelerde, termal kanallar kullanılarak 1km x 1km veya 4km x 4km mekânsal çözünürlükle yer yüzey sıcaklığı araştırmacılar tarafından hesaplanmaktadır. Daha sonra yer yüzey sıcaklığı bilgisinden hava sıcaklığı bilgisine geçilmektedir. NOAA uydu serilerinin AVHRR radyometrik algılayıcısının komşu termal iki kanalından(kanal 4 ve kanal 5) faydalanarak split-window eşitlikleri yardımıyla yer yüzey sıcaklığı değerleri hesaplanmaktadır. Split-window eşitlikleri, termal kanalların parlaklık sıcaklıklarının farkına bağlıdır. Buna ilaveten termal kanalların yüzey yayınlığına da bağlıdır (Becker, 1987). İncelenen literatür çalışmasında, Kawamura ve Edamatsu (1993) AVHRR radyometresinin termal kanallarını kullanarak hava sıcaklığını hesaplamışlardır. Yapılan hesaplamada kök ortalama kare hatası(KOKH) 2.5-2.8 K arasında değişmektedir. Prihodko ve Goward (1997) çalışmalarında, doğrudan hava sıcaklığını tahmin eden yeni metot keşfettiler. Bu metotta, sıcaklık-bitki indeksi arasındaki doğrusal ilişki uzaktan algılamaya bağlı olarak gözlemlenmiştir. Tahmin edilen hava sıcaklığı değerleri meteorolojik istasyonlardan elde edilen gerçek değerlerle kıyaslandığında korelasyon katsayısının 0.93 olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte ortalama hatanın 2.92 K olduğu tespit edilmiştir. Yüzey sıcaklığı/ Spektral Bitki İndeksi ilişkisi daha farklı bilim adamlarının da ilgisini çekmiştir. Cresswell ve ark.(1999) çalışmalarında hava sıcaklığını 3 K değerinde KOKH ile tahmin etmişlerdir. Lakshmi ve ark. (2001), TOVS ve AVHRR radyometre verilerini kullanarak hava sıcaklığı hesaplamak için yeni bir algoritma geliştirmişlerdir. Çalışma bulguları gerçek değerlerle istatistiksel olarak karşılaştırıldığında aşağı yukarı 2 K değerinde hata ile çalışmalarını sonlandırmışlardır. Riddering ve Queen (2006) çalışmalarında hava sıcaklığını 2.73 K hata ile tahmin etmişlerdir. Stisen ve ark.(2007) çalışmalarında MSG SEVIRI sensörünü kullanarak split-window tekniği ile hava sıcaklığını tahmin etmişlerdir. Çalışmada hava sıcaklığının hesaplanmasında hata aralığının 2.55 K'den 2.99 K'e kadar değiştiği görülmüştür. Vancutsem ve ark. (2010) çalışmalarında hava sıcaklığını hesaplamak için MODIS datalarını kullanmışlardır. Hesaplama aşamasında en önemli yeri tutan nokta ise hava sıcaklığının doğrudan bir algoritmaya bağlı değil de yer yüzey sıcaklığına bağlı olarak hesaplanmanın yapılmasıdır. Elde edilen sonuçlar, gerçek değerlerle kıyaslandığında standart sapmanın 2.4 K olduğu görülmüştür.

Hava sıcaklığı uzaktan algılamaya bağlı olarak diğer tahmin etme yolu ise yapay sinir ağıdır(YSA). Jang ve ark.(2004), Kanada yerleşkesinde AVHRR datalarını kullanarak yapay sinir ağı metoduyla hava sıcaklığını, tahmin etmişlerdir. Ağa girdi parametresi olarak AVHRR radyometresinin 5 kanalını, yüksekliği, güneş zenit açısını ve jülyen gününü kullanmışlardır. Çıkış olarak hava sıcaklığını elde etmişlerdir. En iyi sonuç gizli katmandaki nöron sayısının 22 olması durumunda sağlanmıştır. Kök ortalama kare hatası ise 1.79 K olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada; Adana, Ankara, Balıkesir, İzmir, Samsun, Şanlıurfa ve Van lokasyonlarında hava sıcaklığını tahmin etmek için YSA yöntemi uygulanmıştır. Öncelikli olarak NOAA-AVHRR verilerinin ham dataları, "Quorum to Level1B" yazılımı yardımıyla Level-1B formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra tüm data setinin geometrik ve radyometrik düzeltmeleri yapılmıştır. Çalışma sürdürülerek NOAA-AVHRR verisinin 4. ve 5. kanalları için parlaklık sıcaklıkları elde edilmiştir. Daha sonra yer yüzey sıcaklığı hesaplanmıştır. Ağda ay, yükseklik, enlem, boylam, aylık ortalama yer yüzey sıcaklıkları girdi olarak kullanılırken ortalama hava sıcaklığı çıktı olarak tahmin edilmiştir. Çalışma sonucu literatürle karşılaştırıldığında oldukça başarılı bir çalışmanın ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Böyle bir çalışmanın ülkemizde yapılması ve literatürle kıyaslanan sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, çalışmanın kendine özgün yönü bulunmaktadır.

2.ÇALIŞMA NOKTALARI VE VERİ KAYNAKLARI

Bu çalışmada Adana, Ankara, Balıkesir, İzmir, Samsun, Şanlıurfa ve Van lokasyonları, çalışma noktası olarak belirlenmiştir. Lokasyonların Türkiye üzerindeki dağılımları Şekil 1’de gösterilmiştir. Ayrıca lokasyonların enlem, boylam ve deniz seviyesinden yükseklikleri Çizelge 1’de belirtilmiştir.



Şekil 1. Lokasyonların Türkiye üzerindeki dağılımları.

Şekil 1 üzerindeki her bir lokasyon birbirinden farklı iklim şartlarına sahiptir. Adana lokasyonu Akdeniz iklim özelliklerini taşır. Yazları çok sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağmur yağışlıdır. Ankara dağlarla çevrili olup karasal iklim özelliği taşımaktadır. İlkbahar çok yağmurlu geçer. Kış ise oldukça soğuk genellikle kar yağışlıdır. Balıkesir’de Marmara, Akdeniz ve karasal iklimin tesiri görüldüğünden, ilin bir bölgesindeki bitkiler, diğer bölgesinde görülmez. Ege kıyılarında Akdeniz, kuzeyde Marmara ve iç bölgelerde kara iklimi hüküm sürer. Kıyılarda yaz ve kış arasındaki ısı farkı azdır. İç kısımlarda ise bu fark büyüktür. Dağlık doğu bölgede kışlar sert ve yazlar serin geçer. Akdeniz iklim kuşağında kalan İzmir’de yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. İl bazında yıllık ortalama sıcaklık, kıyı kesimlerde 14-18 °C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama deniz suyu sıcaklığı 18.5°C’dir. Samsun ili kıyı kesiminde tipik Karadeniz iklimi hâkimdir. Ancak iç kesimlere gidildikçe karasal iklimin etkileri görülmeye başlanır. Samsun ’da yağış Doğu Karadeniz’e göre az, sıcaklık ise yüksektir. Kıyı kesiminde kışlar ılık, ilkbahar sisli ve serin, yaz mevsimi ise kuraktır. Yağışlar genelde yağmur şeklindedir. Şanlıurfa iklimi karasal iklim özelliği gösterir. Yazları çok sıcak ve kurak; kışları bol yağışlı ve nispeten ılıman geçmektedir. Van bölgesi göller bakımından da önemli bir bölgedir. İrili ufaklı birçok gölden başka Türkiye’ nin en büyük gölü de bu bölgededir. İklimi; yazları az yağışlı ve sıcak, kışları az yağışlı ve oldukça soğuk geçmektedir. Baharlar ise bol yağışlı ve ılıktır (Eliçalışkan, 2016).

Çizelge 1. Lokasyonların coğrafi parametreleri.

Lokasyonlar	Enlem (K)	Boylam (D)	Yükseklik (m)
Adana	37°03’	35°21’	27
Ankara	39°57’	32°53’	891
Balıkesir	39°37’	27°56’	102
İzmir	38°23’	27°04’	28.55
Samsun	41°21’	36°15’	4
Şanlıurfa	37°09’	38°47’	547.18
Van	38°28’	43°21’	1670.58

Bilindiği gibi hava sıcaklığının, Dünya Meteoroloji Organizasyonunun belirlediği gibi yerden iki metre yükseklikte rasatları yapılmaktadır. Bu yapılan rasatlara göre elde edilen aylık ortalama değerler ağda çıkış değerleri olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada enlem, boylam, yükseklik ve hava sıcaklığı dataları Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışma periyodu olarak 1995 yılından 2005 yılına kadar olan zaman dilimi seçilmiştir. Eş zamanlı olarak uydu görüntüleri, ODTÜ yerleşkesinde bulunan TÜBİTAK-Bilten kuruluşundan sağlanmıştır.

3.METOT

3.1.Split-Window Metodu

Split-window algoritmaları iki unsura bağlı olarak hesap yapmaktadır. Bunlardan birincisi komşu termal kanalların parlaklık sıcaklığı değerleri, ikincisi ise yüzey yayınlık değerleridir. NOAA/AVHRR dalarının 4. ve 5. kanallarının parlaklık sıcaklığı değerleri ters Planck yasası denilen eşitlik ve diğer eşitlikler yardımıyla elde edilir (Rao, 1987; Rao ve Chen, 1995; Goodrum ve ark., 2005). Yüzey yayınlığının hesabını yapmak için öncelikli olarak normalize edilmiş bitki indeksi(NDVI) değerleri hesaplanmalıdır. NDVI, incelenen bölgenin yeşil bitki yapısında olup olmadığının uzaktan algılama yöntemi ile sayısallaştırılarak ölçülmesinden ibaret olan basit bir yöntemdir. Yeşil yapraklı bitkiler, kendileri için hayati öneme sahip güneş ışınlarını fotosentez yoluyla soğururlar. Bitki hücreleri gelen güneş ışınları yardımıyla kendilerini geliştirerek büyümekte ve daha fazla yeşil bitki hücreleri oluşturmaktadır. NDVI hesabı eşitlik(1) de gösterilmiştir.

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (1)$$

Buradaki NDVI normalize edilmiş bitki indeksi farkı, NIR ve RED sırasıyla yakın kızılötesi ve görünür bölgelerdeki spektral yansıma ölçüleridir. NOAA uydularının AVHRR algılayıcılarından alınan kanal ölçü değerine göre eşitlik (1) tekrar yazılırsa, eşitlik (2) elde edilir.

$$NDVI = \frac{CH_2 - CH_1}{CH_2 + CH_1} \quad (2)$$

Buradaki CH_1 ve CH_2 sırasıyla AVHRR algılayıcısının 1. ve 2. kanallarının yansıma miktarı değerleridir. Yukarıdaki eşitlik (2)'ye göre NDVI ancak -1 ile +1 arasında değerler almaktadır. Söz konusu değerlerin miktarı tamamen bitki örtüsünün enerji soğurmasına ve fotosentez kapasitesine bağlı olarak doğrudan değişmektedir (Sellers, 1985; Myneni ve ark., 1995). Eşitlik(2)'den hesaplanan NDVI değerleri, eşitlik(3-4)'te kullanılarak 4. ve 5. kanallar için yüzey yayınlık değerleri hesaplanır.

$$\varepsilon_4 = 0.9897 + 0.029 \ln(NDVI) \quad (3)$$

$$\varepsilon_4 - \varepsilon_5 = 0.01019 + 0.01344 \ln(NDVI) \quad (4)$$

Buradaki ε_4 4. kanalın yüzey yayınlık değeri, ε_5 ise 5.kanalın yüzey yayınlık değeridir. 4. ve 5. kanalların yüzey yayınlık ortalaması ε olarak ifade edilir. Farkı ise $\Delta\varepsilon$ olarak yazılmaktadır. Söz konusu ifadelerin matematiksel formu eşitlik(5-6)'da verilmiştir.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_4 + \varepsilon_5}{2} \quad (5)$$

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_4 - \varepsilon_5 \quad (6)$$

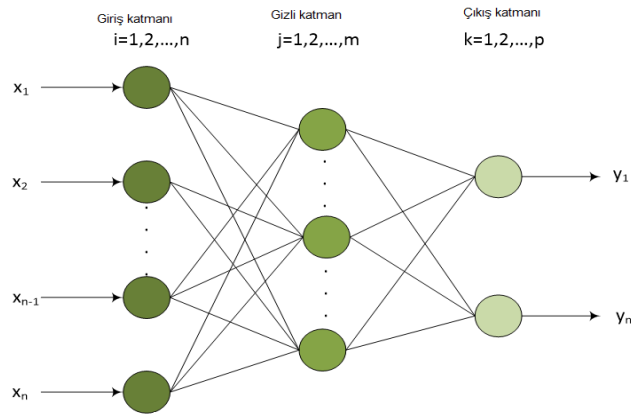
Çalışmada yukarıda bahsedilen aşamalar sağlandıktan sonra Ulivieri ve ark.(1994) geliştirdiği algoritma kullanılarak yer yüzey sıcaklığı değerleri hesaplanabilir duruma, gelinmiştir. İlgili algoritma aşağıdaki şekilde betimlenmiştir.

$$T = T_4 + 1.8(T_4 - T_5) + 48(1 - \varepsilon) - 75\Delta\varepsilon \quad (7)$$

Buradaki T yer yüzey sıcaklığı değeri, T_4 ve T_5 sırasıyla 4. ve 5. kanalların parlaklık sıcaklığı değerleridir. Eşitlik(7)'de geliştirilen algoritma, atmosferik sütündeki su buharının 3.0 g/cm^2 'den az olması durumunda yarı kurak gölgelerde geliştirilmiştir.

3.2.Yapay Sinir Ağı

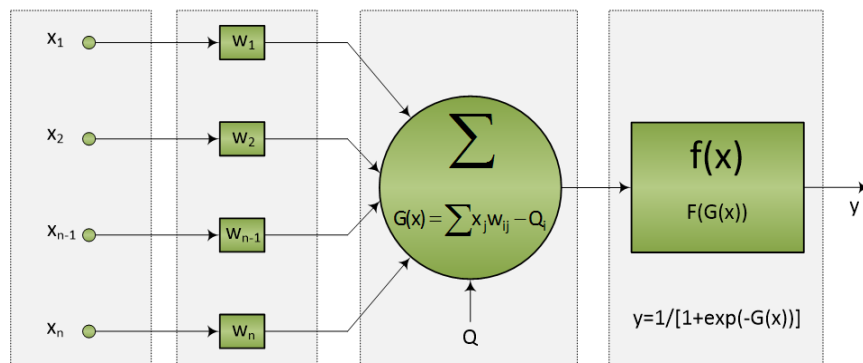
Yapay sinir ağı(YSA), biyolojik sinir sistemini baz alarak modelleme yapar. YSA, hiçbir yardıma ihtiyaç duymadan otomatik olarak kendi maharetlerini geliştiren bilgisayar sistemleridir. Bu bilgisayar sistemlerinde YSA modelleri siyah kutu gibi çalışır. Sistem, bilgi isteği yerine giriş parametreleri arasındaki ilişkiyi öğrenerek çalışır ve lineer olmayan sistemlerde oldukça başarılıdır. YSA'nın bir diğer avantajı, büyük ve kompleks sistemleri yönetme kapasitesidir (Pinheiro ve ark., 2006). YSA'nın son yıllarda farklı modelleme ve tahmin amaçları için kullanımı popüler hale gelmiştir.



Şekil 2. Tipik bir YSA mimarisi.

Araştırmacılar matematik, mühendislik, tıp, ekonomi, meteoroloji, psikoloji, nöroloji, madencilik, elektrik ve termal güç sistemlerinde, robotik kontrol sistemlerinde YSA modellerini kullanmaktadır (François ve Otle, 1996). Bir YSA modeli, bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve birde çıkış katmanından oluşmaktadır. Gizli katman sayısına ve gizli katmandaki nöron sayısına ancak deneyler sonunda karar verilir. Girdi katmanındaki hücreler girdiler üzerinde bir değişiklik yapmadan sonraki katmana gönderir. Gizli katmanda ve çıkış katmanında bağlantıların ağırlık değerleriyle çarpılarak gelen veriler, toplanır ve transfer fonksiyonuna aktarılmaktadır (Dash ve ark., 2002).

Bu üç katmanın her birinde bulunan sinir hücreleri ve bunları birbirine bağlayan ağırlıklar Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 2’de çember biçiminde gösterilenler sinir hücrelerini, hücreleri birbirine bağlayan çizgiler ise ağırlıkları göstermektedir. Bir yapay sinir ağındaki en önemli unsurlardan biri de sinir hücrelerinin birbirlerine veri aktarmalarını sağlayan bağlantılardır. Herhangi bir hücreden diğer bir hücreye bilgi ileten bir bağlantı aynı zamanda bir ağırlık değerine sahiptir. Şekil 3’deki $G(x)$, toplama fonksiyonu olup, bir hücreye gelen net girdiyi hesaplar. Girdi değişkenler ile ağırlık katsayıları ile çarpılarak $G(x)$ oluşturulur. Farklı toplama fonksiyonları bulunmaktadır. Yaygın kullanılan fonksiyon ağırlıklar toplamıdır. Bu fonksiyonda, girdilerle ağırlıklar çarpılarak toplanmaktadır.



Şekil 3. Bir yapay nöronun basit modeli.

Bir yapay sinir hücresinin matematiksel ifadesi, eşitlik(8)’deki gibi gösterilebilir.

$$y_i = F(G(x)) = F\left(\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - Q_i\right); x_i = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (8)$$

Eşitlikteki $X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ işlenmek üzere gelen girdi değişkenleridir. $W = \{W_{00}, W_{01}, \dots, W_{ij}\}$ ise ağırlıklar olup bir sinir hücresine gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini gösterir (Valor ve Casselles, 1995). Ağırlıkların öğrenme süresince değerleri değişebilir. Q_i , eşik değerdir. $F(.)$ transfer fonksiyonudur. Bu fonksiyona gelen $G(.)$ girdiyi işleyerek çıktıyı üreten fonksiyondur. Farklı transfer fonksiyonları bulunmaktadır. Bir YSA’daki hücrelerin tümü aynı veya farklı transfer fonksiyonuna sahip olabilir. Özellikle çok katmanlı YSA modelleri, hesaplamaların daha kolay yapılması açısından kullanılacak transfer fonksiyonun türevi alınabilir türden olmasını istemektedir. Hangi transfer fonksiyonun kullanılacağına kullanıcının deneyleri sonucunda karar verilir. Yapay sinir ağlarında veriler rasgele olarak eğitim, geçerlilik ve test seti olarak üç bölüme ayrılmaktadır. Eğitim seti, bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yarar. Bu nedenle $F(.)$ bir

değer ürettiği zaman o değer ile eğitim setindeki değer karşılaştırılır ondan sonra bu bilgi geri gönderilir (Gates, 1980). İstenilen hata oranını sağlayan bir modele ulaşıldığında test seti kullanılarak sonuca ulaşılır.

3.3.Değerlendirme Kriterleri

Tahmin edilen değerlerin, yer değerlerine ne kadar yaklaştığının ölçüsünü belirlemek için korelasyon katsayısı(r) ve Kök Ortalama Kare Hatasının (KOKH) değerlerine bakılarak karar verilmelidir. Söz konusu değerler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$i = 1, \dots, n$ olmak üzere v_i yer değerlerinin, e_i hesaplanan değerlerin oluşturduğu küme, \bar{v} yer ve \bar{e} hesaplanan değerlerin ortalaması, σ_v yer ve σ_e hesaplanan değerlerin standart sapmaları olmak üzere \bar{v} ile \bar{e} arasındaki fark eğilim(bias) olarak adlandırılır (Laurent ve ark., 1998).

Lineer korelasyon katsayısı r eşitlik (9)'daki gibi formülize edilir (Kendall ve Stuart, 1963). Korelasyon katsayısı, hesaplanan değerle yer değeri arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu ilişkiye göre yeni formüller üretilebilir. Fakat hesaplamada başarının değerlendirilmesi için yeterli değildir.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})(e_i - \bar{e})}{n \sigma_v \sigma_e} \quad (9)$$

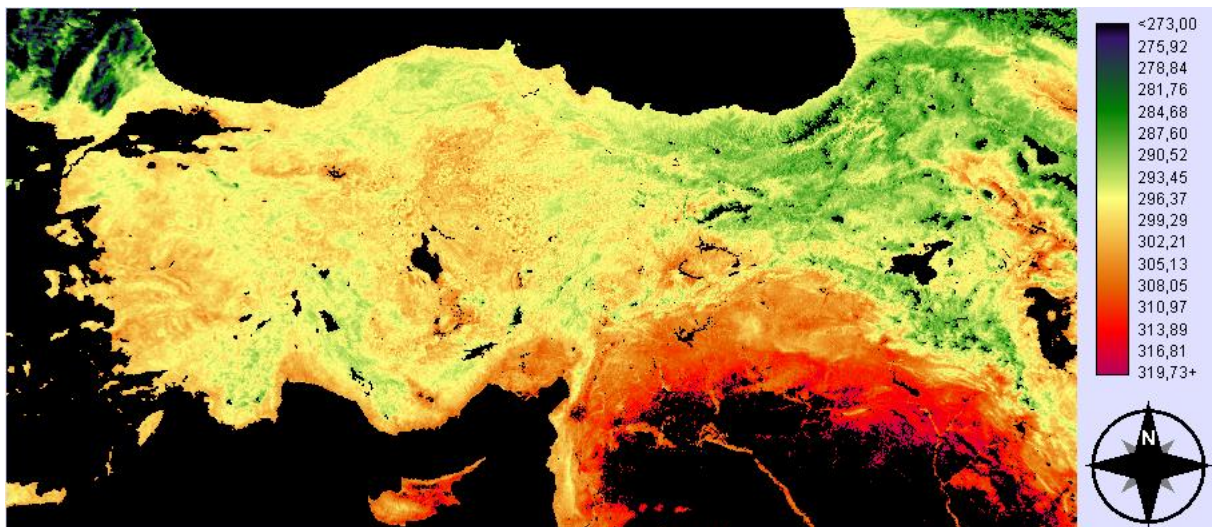
Kök Ortalama Kare Hatasının (KOKH) matematiksel ifadesine, hesaplanan değer ile yer değeri arasındaki uzaklaşmanın kesin ölçümü olarak bakılır. Aşağıdaki formülden elde edilen değerlerin az olması, hesaplanan değerlerin o kadar başarılı olduğunun kanıtıdır. Çalışmalarda kullanımı oldukça yaygındır (Laurent ve ark., 1998).

$$KOKH = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e_i - v_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

4.BULGULAR

4.1.Yer Yüzey Sıcaklığının Tahmini

Öncelikli olarak Quorum yazılımı yardımıyla ham uydu dataları Level-1B formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra görüntüler, Envi 4.3 ve Idrisi Andes görüntü işleme paket programları kullanılarak, görüntülerin geometrik ve radyometrik düzeltmeleri yapılmıştır. Görüntülerin 4.ve 5.kanalları için parlaklık sıcaklığı haritaları (T_4 ve T_5) oluşturulmuştur. Eşitlik(2) kullanılarak görüntülerin NDVI haritaları oluşturulmuştur. Daha sonra eşitlik(3-6) kullanılarak ε_4 , ε_5 , $\Delta\varepsilon$ ve ε haritaları oluşturulmuştur. Eşitlik (7) kullanılarak, Ulivieri ve ark.(1994) geliştirdiği algoritmaya bağlı olarak yer yüzey sıcaklığı haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalardan biri olan ve 10 Haziran 2002 tarihinde yerel saatle 06.56 gerçekleşen uydu geçişine bağlı yer yüzey sıcaklığı haritası Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Ulivieri ve ark. (1994) algoritmalarına bağlı yer yüzey sıcaklığı haritası (K).

Harita incelendiğinde Karadeniz bölgesinin kıyı kesimlerinde yer yüzey sıcaklık aralığının 293-302 K arasında

değerler aldığı görülmektedir. Yine aynı bölgenin iç kesimlerinde ve Doğu Anadolu bölgesinde sıcaklık aralığı 281-299 K arasında değerler almaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde çok az bir bölgede sıcaklık değeri 299 K ile 308 K arasında da değerler aldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, Ege ve Akdeniz bölgelerinin kıyı kesimleri, İç Anadolu bölgesinin büyük bir kesimi ve Akdeniz bölgesinin iç kesimlerindeki sıcaklık aralığı 296-305 K arasında değerler almaktadır. Benzer yol takip edilerek, Ulivieri ve ark.(1994) algoritması 1995 ve 2005 yılları arasındaki uydu görüntülerine uygulanmış ve toplamda 147 adet yer yüzey sıcaklığı haritası, ilgili algoritmaya bağlı olarak elde edilmiştir. Haritalar üzerindeki yedi lokasyonun değeri okunmuş ve toplamda 1029 yer yüzey sıcaklığı değerine ulaşılmıştır. Elde edilen değerler, aktüel değerlerle istatistiksel açıdan kıyaslanmış ve korelasyon katsayısı 0.987 olarak hesaplanırken kök ortalama kare hatası 2.23 K olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar literatürle kıyaslandığında yapılan hata değerini kabul edilebilir ölçüde olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü dünya çapında, yer yüzey sıcaklığı hesaplamalarında KOKH değeri 1-3 K arasında değişmektedir(Price, 1984; Becker ve Li, 1990; Vidal, 1991; Sobrino ve ark., 1996; Coll ve ark., 1994; Ouaidrari ve ark., 2002; Pinheiro ve ark., 2006; Katsiabani ve ark., 2009).

4.2.Hava Sıcaklığının Tahmini

Bu çalışmada YSA metodu kullanılarak aylık ortalama hava sıcaklığı tahmin edilmiştir. Çalışmada kullanılan YSA'nın mimari yapısı; bir giriş katmanı, bir gizli katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadır. Ay, yükseklik, enlem, boylam, aylık ortalama yer yüzey sıcaklıkları girdi parametresi olarak kullanılırken, aylık ortalama hava sıcaklığı çıkış katmanından elde edilmiştir. Çalışmada 1995 ve 2004 yılları arasındaki veriler ağız eğitimi için kullanılırken, 2005 yılı verileri eğitilen ağız test edilmesi için kullanılmıştır. YSA'da bulunan gizli katmandaki nöron sayısının tespiti için doğrudan geliştirilmiş matematiksel bir formül bulunmamaktadır. Bu nedenle nöron sayısı, denemeler sonucunda tespit edilmektedir. Bu amaçla ikiden başlayarak, ikişer artırma yaparak elliye kadar gizli katmandaki nöron sayısı değiştirilmiştir. Diğer taraftan gerek gizli katmanda, gerekse çıkış katmanında transfer fonksiyonları kullanılmıştır. Transfer fonksiyonları olarak tansig, logsig ve lineer kullanılmıştır. Ağız öğrenme algoritması olarak tarinlm, trainscg ve trainoss kullanılmıştır. Geliştirilen en iyi YSA modelleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde en yüksek korelasyon katsayısı 0.996 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu korelasyon katsayısı M2 modelinden elde edilmiştir. M2 modelinin öğrenme algoritması tarinlm, gizli katmandaki transfer fonksiyonu logsig ve çıkış katmanındaki transfer fonksiyonu lineer'dir. Ayrıca M2 modelinin YSA mimari yapısı 5-22-1 şeklindedir. Yani giriş katmanında 5 girdi, gizli katman 22 nöron, çıkış katmanında 1 çıkış bulunmaktadır. En düşük korelasyon katsayısı 0.975 olarak hesaplanmıştır. Bu değer M3 modelinden sağlanmıştır. Bahse konu olan modelin de öğrenme algoritması ve transfer fonksiyonları M2 modeliyle aynıdır. Fakat gizli katmandaki transfer fonksiyonu 26 olup, mimari yapısı 5-26-1 şeklindedir. Diğer modellerin korelasyon katsayıları 0.975-0.996 arasında değerler almaktadır. Daha önce bahsedildiği gibi korelasyon katsayısı, sonuçların tam anlamıyla istatistiksel analizini yapmak için yeterli değildir. Bu nedenle geliştirilen modellerin KOKH değerleri de hesaplanmıştır. KOKH değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde en düşük KOKH değeri 1.253 K olarak hesaplanmıştır. En düşük KOKH değeri, en başarılı modelin belirlenmesinde etkili bir istatistiksel kriterdir. Bu durumda en başarılı model M2 modelidir. Bu modelin gizli katmanında 22 nöron bulunmaktadır. Öğrenme algoritması trainlm, gizli ve çıkış katmanındaki transfer fonksiyonları sırasıyla logsig ve lineer'dir.

Çizelge 2. YSA modellerinin KOKH ve r değerleri.

Model No	Model Yapısı	Öğrenme Algoritması	Gizli Katmandaki Transfer Fonksiyonu	Çıkış Katmanındaki Transfer Fonksiyonu	r	KOKH (K)
M1	5-16-1	tarinlm	logsig	logsig	0.987	1.613
M2	5-22-1	tarinlm	logsig	lineer	0.996	1.253
M3	5-26-1	tarinlm	logsig	lineer	0.975	2.400
M4	5-38-1	tarinlm	logsig	tansig	0.988	1.540
M5	5-46-1	tarinlm	logsig	tansig	0.978	2.079
M6	5-24-1	trainscg	tansig	lineer	0.988	1.558
M7	5-32-1	trainscg	tansig	lineer	0.990	1.389
M8	5-44-1	trainscg	tansig	lineer	0.982	1.862
M9	5-50-1	trainscg	tansig	tansig	0.985	1.668
M10	5-10-1	trainoss	tansig	tansig	0.982	1.869
M11	5-34-1	trainoss	tansig	logsig	0.983	1.849
M12	5-42-1	trainoss	tansig	logsig	0.982	1.879

En yüksek KOKH değeri 2.400 K olup, M3 modelinden elde edilmiştir. Modelin öğrenme algorirması ve transfer fonksiyonları M2 modeliyle aynıdır. Sadece gizli katmandaki nöron sayısı 26 olarak belirlenmiştir. Diğer modellerin KOKH değerleri 1.253- 2.400 K arasında değerler almaktadır. Literatür incelendiğinde hava sıcaklığı tahmininde yapılan hatanın KOKH değerleri, 1.790 K ile 3 K arasında değiştiği görülmüştür (Jang ve ark., 2004; Riddering ve Queen, 2006; Stisen ve ark., 2007; Vancutsem ve ark., 2010). İstatistiksel sonuçlardan da anlaşılacağı gibi geliştirilen M2 modeli, literatürdeki çalışmalardan daha iyi sonuç vermiştir. M2 modelini göre lokasyonların korelasyon katsayısı ve KOKH değerleri hesaplanmış olup, Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. Lokasyonların KOKH ve r değerleri.

Lokasyon	r	KOKH (K)
Adana	0.986	1.520
Ankara	0.996	1.241
Balıkesir	0.992	1.149
İzmir	0.998	0.509
Samsun	0.997	0.734
Şanlıurfa	0.983	2.066
Van	0.999	0.539

Çizelge 3 incelendiğinde en yüksek korelasyon katsayısı 0.999 ile Van lokasyonundan elde edilirken, en düşük korelasyon katsayısı 0.983 ile Şanlıurfa lokasyonundan elde edilmiştir. Lokasyonları KOKH değerlerine bakıldığında en büyük KOKH değeri 2.066 K olup, Şanlıurfa lokasyonunda bu hata yapılmıştır. Diğer bir ifade ile hava sıcaklığı tahmininde en büyük hata, ilgili lokasyonda yapılmıştır. En düşük KOKH değeri 0.509 K, bu değer İzmir lokasyonundan sağlanmıştır. Hava sıcaklığı tahmininde en iyi sonuç İzmir lokasyonunda elde edilmiştir.

5.SONUÇ

Bu çalışmada yapay sinir ağı kullanılarak hava sıcaklığı tahmini yapılmıştır. Ağda ay, yükseklik, enlem, boylam, aylık ortalama yer yüzey sıcaklıkları girdi olarak kullanılırken, aylık ortalama hava sıcaklığı çıktı olarak elde edilmiştir. Girdi parametrelerinden yer yüzey sıcaklığı, NOAA/AVHRR datalarından sağlanmıştır. Ağda öğrenme algoritmaları olarak; tarinlm, trainscg, trainoss kullanılırken transfer fonksiyonu olarak tansig, logsig ve linear kullanılmıştır. Çalışmada en iki model geliştirilmiştir. Modellerin içinde en başarılı modelin korelasyon katsayısı ve kök ortalama kare hatası sırasıyla 0.996 ve 1.253 K olarak hesaplanmıştır. El edilen bu sonuç literatürle kıyaslandığında, literatürden daha başarılı bir çalışmanın yapıldığını göstermektedir. Bu nedenle geliştirilen yapay sinir ağı modeli bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aasamaa, K., Söber, A., 2011, Stomatal Sensitivities to Changes in Leaf Water Potential, Air Humidity, CO₂ Concentration and Light Intensity and the Effect of Abscisic Acid on the Sensitivities in Six Temperate Deciduous Tree Species, *Environmental and Experimental Botany*, 71, 72–78.
- Almeida, S.P., Casimiro, E., Calheiros, J., 2010, Effects of Apparent Temperature on Daily Mortality in Lisbon and Oporto, Portugal, *Environmental Health*, 9, 1-7.
- Analitis, A., Katsouyanni, K., Biggeri, A., Baccini, M., Forsberg, B., Bisanti, L., Kirchmayer, U., Ballester, F., Cadum, E., Goodman, P.G., Hojs, A., Sunyer, J., Tiittanen, P., Michelozzi, P., 2008, Effects of Cold Weather on Mortality: Results from 15 European Cities within the PHEWE Project, *Am. J. Epidemiol.*, 168, 1397-1408. 2008.
- Becker, F., Li, ZL., 1990, Toward a Local Split Window Method over Land Surface, *International Journal of Remote Sensing*, 11, 369–393.
- Becker, F., 1987, The Impact of Spectral Emissivity on the Measurement of Land Surface Temperature from a Satellite, *International Journal of Remote Sensing*, 8, 1509-1522.
- Bian, L., Li, L., Yan, G., 2006, Combining Global and Local Estimates for Spatial Distribution of Mosquito Larval Habitats, *Giscience and Remote Sensing*, 43., 128-141.

- Bocchiola, D., Diolaiuti, G., 2010, Evidence of Climate Change within the Adamello Glacier of Italy, *Theor. Appl. Climatol.*, 100, 351–369.
- Brunsell, N.A., Mechem, D.B., Anderson, M.C., 2011, Surface Heterogeneity Impacts on Boundary Layer Dynamics via Energy Balance Partitioning, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 3403–3416.
- Cheval, S., Dumitrescu, A., Bell, A., 2009, The Urban Heat Island of Bucharest During the Extreme High Temperatures of July 2007, *Theor. Appl. Climatol.*, 97, 391–401.
- Coll, C., Sobrino, J.A., Valor, E., 1994, On the Atmospheric Dependence of the Split-Window Equation for Land Surface Temperature, *International Journal of Remote Sensing*, 15, 105-122.
- Cresswell, M.P., Morse, A.P., Thomson, M.C., Connor, S.J., 1999, Estimating Surface Air Temperatures from Meteosat Land Surface Temperatures Using an Empirical Solar Zenith Angle Model, *International Journal of Remote Sensing*, 20, 1125-1132.
- Dash, P., Gottsche, F.M., Olesen, F.S., Fischer, H., 2002, Land Surface Temperature and Emissivity Estimation from Passive Sensor Data: Theory and Practice-Current Trends, *International Journal of Remote Sensing*, 23, 2563–2594.
- Eliçalışkan, M., 2016, Coğrafya Dünyası, <http://www.cografya.gen.tr/>, (02.07.2016)
- François, C., Otle, C., 1996, Atmospheric Correction in the Thermal Infrared: Global and Water Vapor Dependent Split-Window Algorithms-Applications to ATSR and AVHRR data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 34, 457-470.
- Gates, D.M., 1980, *Biophysical Ecology*, (New York: Springer).
- Goodrum, G., Kidwell, K.B., Winston, W., 2005, NOAA KLM User's Guide Section 7.1. <http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/klm/html/c7/sec7-1.htm>, (Erişim Tarihi: 11.12.2008).
- Heding, S., Kai, L., Hanchun, C., Xianlong, C., Yongan, H., Zhiyi, S., 2011, Experimental Ecology and Hibernation of Onchidium Struma (Gastropoda: Pulmonata: Systellommatophora), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 396, 71–76.
- Jain, S.K., Jain, S.K., Hariprasad, V., Choudhry, A., 2011, Water Balance Study for a Basin Integrating Remote Sensing Data and GIS, *Indian Society of Remote Sensing*, DOI 10. 1007/s12524-011-0078-2.
- Jang, J.D., Viau, A.A., Anctil, F., 2004, Neural Network Estimation of Air Temperatures from AVHRR Data, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 4541-4554.
- Katsiabani, K., Adaktilou, N., Cartalis, C., 2009, A Generalised Methodology for Estimating Land Surface Temperature for Non-Urban Areas of Greece through the Combined Use of NOAA–AVHRR Data and Ancillary Information, *Advances in Space Research*, 43, 930-940.
- Kawamura, H., Edamatsu, Y., 1993, Better Understanding of Earth Environment, *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 3, 473 – 1475.
- Kendall, M.A., Stuart, A., 1963, *The Advanced Theory Of Statistics*, (London: Griffin)
- Kittel, T.G.F., Baker, B.B., Higgins, J.V., Haney, J.C., 2011, Climate Vulnerability of Ecosystems and Landscapes on Alaska's North Slope, *Reg. Environ. Change*, 11, 249–264.
- Kucharik, C.J., Serbin, S.P., Vavrus, S., Hopkins, E.J., Motew, M.M., 2010, Patterns of Climate Change Across Wisconsin from 1950 to 2006, *Physical Geography*, 31, 1-28.
- Lakshmi, V., Czajkowski, K., Dubayah, R., Susskind, J., 2001, Land Surface Air Temperature Mapping Using TOVS and AVHRR, *International Journal of Remote Sensing*, 22, 643-662.
- Laurent, H., Jobard, I., Toma, A., 1998, Validation of Satellite and Ground-Based Estimates of Precipitation over the Sahel, *Atmospheric Research*, 47-48, 651-670.

- Michelozzi, P., Accetta, G., De Sario, M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Baccini, M., Biggeri, A., Anderson, H.R., Katsouyanni, K., Ballester, F., Bisanti, L., Cadum, E., Forsberg, B., Forastiere, F., Goodman, P.G., Hojs, A., Kirchmayer, U., Medina, S., Paldy, A., Schindler, C., Sunyer, J., Perucci, C.A., 2009, High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 179, 383-389.
- Myint, S.W., Brazel, A., Okin, G., Buyantuyev, A., 2010, Combined Effects of Impervious Surface and Vegetation Cover on Air Temperature Variations in a Rapidly Expanding Desert City, *GIScience and Remote Sensing*, 47, 301-320.
- Myneni, R.B., Hall, F.G., Sellers, P.J., Marshak, A.L., 1995, The Interpretation of Spectral Vegetation Indexes, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33, 481-486.
- Ouaidrari, H., Gowarda, S.N., Czajkowskib, K.P., Sobrinoc, J.A., Vermotea, E., 2002, Land Surface Temperature Estimation from AVHRR Thermal Infrared Measurements: An Assessment for the AVHRR Land Pathfinder II Data Set, *Remote Sensing of Environment*, 81, 114-128.
- Pinheiro, A.C.T., Mahoney, R., Privette, J.L., Tucker, C.J., 2006, Development of a Daily Long Term Record of NOAA-14 AVHRR Land Surface Temperature over Africa, *Remote Sensing of Environment*, 103, 153-164.
- Price, J.C., 1984, Land Surface Temperature Measurements from the Split Window Channels of the NOAA-7/AVHRR, *Journal of Geophysical Research*, 89, 7231-7237.
- Prihodko, L., Goward, S.N., 1997, Estimation of Air Temperature from Remotely Sensed Surface Observations, *Remote Sensing of Environment*, 60, 335-346.
- Rao, C.R.N., Chen, J., 1995, Inter-Satellite Calibration Linkages for the Visible and Near-Infrared Channels of the Advanced Very High Resolution Radiometer on NOAA-7, -9 and -11 Spacecraft, *International Journal of Remote Sensing*, 16, 1931-1942.
- Rao, C.R.N., 1987, Pre-Launch Calibration of Channels 1 and 2 of the Advanced Very High Resolution Radiometer. NOAA Technical Report, NESDIS 36. Department of Commerce, Washington.
- Riddering, J.P., Queen, L.P., 2006, Estimating Near-Surface Air Temperature with NOAA -AVHRR, *Can. J. Remote Sensing*, 32, 33-43.
- Sellers, P.J., 1985, Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration, *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1335-1372.
- Sobrino, J.A., Li, Z.L., Stoll, M.P., Becker, F., 1996, Multi-Channel and Multi-Angle Algorithms for Estimating Sea and Land Surface Temperature with ATSR Data, *International Journal of Remote Sensing*, 17, 2089-2114.
- Stanelle, T., Vogel, B., Vogel, H., Baumer, D., Kottmeier, C., 2010, Feedback Between Dust Particles and Atmospheric Processes over West Africa During Dust Episodes in March 2006 and June 2007, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 10771-10788.
- Stisen, S., Sandholt, I., Nørgaard, A., Fensholt, R., Eklundh, L., 2007, Estimation of Diurnal Air Temperature Using MSG SEVIRI Data in West Africa, *Remote Sensing of Environment*, 110, 262-274.
- Ulivieri, C., Castronuovo, M.M., Francioni, R., Cardillo, A., 1994, A Split Window Algorithm for Estimating Land Surface Temperature From Satellites, *Advances in Space Research*, 14, 59-65.
- Valor, E., Casselles, V., 1995, Mapping of Land Surface Emissivity from NDVI: Application to European, African and South American Areas, *Remote Sensing of Environment*, 57, 167-184.
- Vancutsem, C., Ceccato, P., Dinku, T., Connor, S.J., Evaluation of MODIS Land Surface Temperature Data to Estimate Air Temperature in Different Ecosystems over Africa, *Remote Sensing of Environment*, 114, 449-465.
- Vidal, A., 1991, Atmospheric and Emissivity Correction of Land Surface Temperature Measured from Satellite Using Ground Measurements or Satellite Data, *International Journal of Remote Sensing*, 12, 2449-2460.