

Zonguldak Metropolitan Alanındaki Arazi Kullanımı Arazi Örtüsünün Yer Yüzey Sıcaklığına Etkisi

Ali İhsan ŞEKERTEKİN^{1*}, Aycan Murat MARANGOZ²

¹Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Ceyhan/Adana
(asekerteekin@cu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-4715-5160

²Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak
(aycanmarangoz@hotmail.com) ORCID ID 0000-0003-4409-6000

Öz

Bu çalışmanın amacı, Zonguldak metropolitan alanı için Landsat 8 uydusuna ait veriler yardımıyla Arazi Kullanımı Arazi Örtüsü (AKAÖ) ve Yer Yüzey Sıcaklığı (YYs) arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Bu kapsamda 24 Mayıs 2017 tarihinde alınan Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılmıştır. YYs çıkarımı için pratik bir yöntem olan mono-window algoritması ele alınmıştır ve AKAÖ haritalarının oluşturulması için piksel tabanlı maksimum benzerlik yönteminden yararlanılmıştır. YYs görüntüsünün doğruluk analizlerini gerçekleştirmek için uydu verisi ile eş zamanlık olarak arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmasında, data loggerlar yardımıyla eş dağılımlı noktalarda sıcaklık ve nem ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen YYs değerleri ile yersel ölçümlerle elde edilen yakın hava sıcaklığı değerleri arasındaki korelasyon katsayısı (R) %83 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, üç yüz rastgele nokta seçilerek gerçekleştirilen AKAÖ haritasının doğruluk analizinde, ortalama doğruluk ve Kappa değeri sırasıyla %90 ve 0.86 olarak belirlenmiştir. YYs görüntüsü AKAÖ haritası arasındaki ilişkiyi incelemek için her bir AKAÖ sınıfından kesitler alınarak bu kesitlere karşılık YYs değerleri çıkarılmıştır. Genel olarak, yerleşim alanları ile açık yüzeyler yüksek YYs değerlerine sahipken, ormanlık ve bitki örtüsü ile kaplı alanlardaki YYs değerlerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yerleşim yerlerindeki YYs değerlerinin, bitki örtüsü kaplı alanlara nazaran ortalama 4 °C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Landsat-8, Bölgesel İklim Değişikliği, Yer Yüzey Sıcaklığı, Arazi Kullanımı Arazi Örtüsü, Mono-window Algoritması

The Impact of Land Use Land Cover on Land Surface Temperature in Zonguldak Metropolitan Area

Abstract

The goal of this study is to examine the impact of Land Use Land Cover (LULC) on Land Surface Temperature (LST) using Landsat 8 satellite data for Zonguldak metropolitan region. In this context, Landsat 8 satellite image acquired on May 24, 2017 was used. Mono-window algorithm, which is a practical method for LST extraction, was utilized and the pixel-based maximum likelihood method was performed for the generation of LULC maps. Field work was performed simultaneously with the satellite data to carry out the accuracy analysis of the LST image. In the field study, temperature and humidity parameters were measured with the help of dataloggers in uniformly distributed points. The correlation coefficient (R) between LST and the near-air temperature, obtained by ground measurements, was determined as 83%.

* Sorumlu Yazar

In addition, the overall accuracy and kappa values were determined as 90% and 0.86, respectively, in the accuracy analysis of the LULC map by selecting three hundred random points. In order to reveal the impact of LULC on LST, cross-sections from each class of LULC were taken and YYS values were obtained for these cross-sections. In general, open areas and settlement areas have high LST values, while vegetation and forest areas have low LST values. It was determined that the LST values in the settlement area were 4 °C higher than the vegetated areas.

Keywords: *Landsat-8, Regional Climate Change, Land Surface Temperature, Land Use Land Cover, Mono-window Algorithm*

1. GİRİŞ

Son yıllarda etkisini hızlı bir şekilde göstermeye başlayan küresel ısınma nedeniyle bilim insanları bu çerçevedeki çalışmalarına hız vermiştir. Dünyanın doğal döngüsü içinde çevreye verilen zararların büyük bir bölümü insanoğlu tarafından gerçekleştirilmektedir. İnsanoğlunun verdiği zararların yanında, sanayileşme ve gelişen teknoloji ile birlikte bu süreçlerin çevreye olan etkilerinin göz ardı edilmesi çevremizdeki doğal döngünün düzgün bir şekilde çalışmamasına neden olmaktadır (Sekertekin, Kutoglu, & Kaya, 2016).

Termal uzaktan algılama, uzaktan algılama teknolojisinin bir alt dalı olmakla beraber cisimlerin yaydığı radyasyonu belirleyerek sahip oldukları ısı enerjisini konumsal olarak ortaya koymak için kullanılmaktadır (Merry 2004). İklim araştırmaları çerçevesinde, termal uzaktan algılama maliyet ve zaman bakımından geleneksel yöntemlerden daha avantajlıdır. Aynı zamanda geniş ölçekte uygulanabilirliği açısından da cazip bir yöntemidir.

Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS), yer yüzeyi ve atmosfer arasındaki etkileşimi açıklayan ve bu ikili arasındaki enerjiyi kontrol eden bir parametredir. Ayrıca, çevresel kaynakların sürekli değişimini yönlendiren bir etkidir (Zhihao Qin & Karnieli, 1999). Uydu verileri ile YYS tahmini için birçok algoritma geliştirilmiştir ve bu detaylar sonraki bölümlerde detaylı olarak sunulmuştur. Meteoroloji istasyonları da ışınım ölçümleri yaparak YYS değerlerini elde edebilir ancak bu ölçümler nokta tabanlı olduğu için topoğrafyayı temsil edememektedir. Ayrıca, bu tür istasyonların kurulması ve bakımları maliyetli işlemlerdir.

Termal uzaktan algılama verileri ile YYS görüntülerinin elde edilmesi, bölgesel iklim değişikliğinin gözlemlenmesi açısından önemli olmasının yanı sıra iklim modelleme ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) çalışmaları için de altlık veri olarak kullanılabilir. ABD ulusal

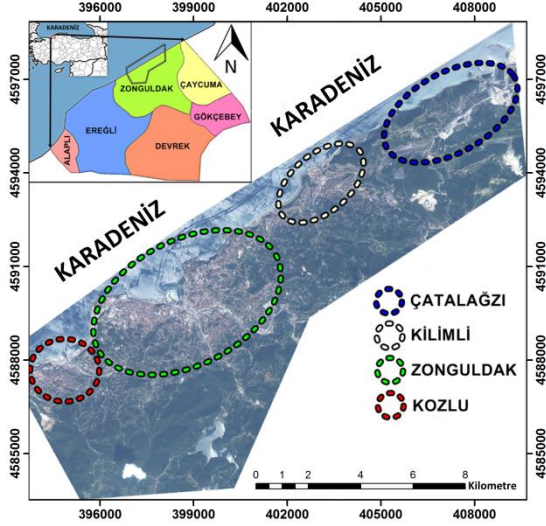
havacılık uzay dairesi (NASA) tarafından uzaya gönderilen Landsat 8 uydusu, iki adet termal banda sahiptir ve iklim değişikliği ile birçok farklı çevresel uygulamada kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Önceki Landsat programlarının bilim dünyasına kattığı çalışmalar göz önüne alındığında Landsat 8 uydu görüntüleri de birçok bilimsel çalışmaya katkıda bulunacaktır. Yapılan literatür taramasında Arazi Kullanımı Arazi Örtüsü (AKAÖ) ve YYS arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (Amiri, Weng, Alimohammadi, & Alavipanah, 2009; Balcik, 2014; Balçık & Ergene, 2017; Cicek, Yilmaz, Turkoglu, & Caliskan, 2013; Duman Yüksel & Yılmaz, 2008; Guo, Wang, Cheng, & Shu, 2012; Jiang, Fu, Weng, Baghdadi, & Thenkabail, 2001; Kaya, Basar, Karaca, & Seker, 2012; Li et al., 2011; Onishi, Cao, Ito, Shi, & Imura, 2010; Qian, Cui, & Jie, 2006; Şekertekin, Kutoğlu, Kaya, & Marangoz, 2015; Şensoy et al., 2017; Shen, Huang, Zhang, Wu, & Zeng, 2016; Xiao & Weng, 2007). Bu çalışmaların sonuçları genellikle benzerlik göstermekle beraber, çalışmalarda; yerleşim ve açık yüzeylerin YYS değerleri, öteki arazi sınıflarına göre daha yüksekken, ormanlık ve bitki örtüsü olan alanların daha düşük YYS değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Landsat 8 uydu verilerini kullanarak Zonguldak bölgesi için AKAÖ'den kaynaklanan YYS değişimlerini analiz etmek ve sonuçlarını sunmaktır. Bu kapsamda ele alınan Landsat 8 uydusuna ait görüntüler Amerikan Jeoloji Birliği (USGS) tarafından ücretsiz olarak temin edilmiştir. Çalışmada, Qin vd. (2001) tarafından YYS elde etmek için geliştirilen mono-window yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, AKAÖ haritalarının elde edilmesi için piksel-tabanlı maksimum benzerlik sınıflandırma yöntemi ele alınmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE MATERYAL

Çalışma alanı olarak, içerisinde Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi merkez kampüslerinin de yer aldığı Karadeniz

kıyısında bulunan 3.306 km² yüzölçümüne, 597,524 toplam nüfusa sahip ve geçiminin büyük bir kısmını taş kömürü madenlerinden sağlayan, merkezi yaklaşık 10 m rakıma sahip olan Zonguldak ili ve çevresi seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanının RGB formatında sunulmuş Worldview-2 Uydu Görüntüsü.

Uydu verisi olarak 24 Mayıs 2017 tarihinde çekimi gerçekleştirilen Landsat 8 görüntüsü kullanılmıştır. Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) ve Termal Infrared Sensor (TIRS) olmak üzere iki temel sensöre sahiptir (Tablo 2). OLI sensöründen elde edilen veriler daha önceki Landsat sensörlerine ait verilerle kıyaslandığında derin mavi band kıyı/aerosol çalışmaları için, kısa dalga kızılötesi bandı sirus bulutlarının tespiti için kullanılmaktadır. Ayrıca, sensör kalite değerlendirme bandı içermektedir. TIRS sensörü ise termal bant verilerini içermektedir. Bu veriler, kurak arazide su kullanımı ve kentsel alanlardaki ısı adacıkları hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (Liu & Zhang, 2011; Moyano et al., 2018; Sekertekin, Kutoglu, Marangoz, & Kaya, 2016).

Çalışmada uydu verisi ile eş zamanlı olarak arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmasında DS100 marka sıcaklık ve nem ölçerler kullanılarak YYS görüntülerinden elde edilen değerler ile bu ölçümler karşılaştırılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde, YYS çıkarımında kullanılan algoritma ile AKAÖ haritalarının elde

edilmesinde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler sunulmuştur. Ayrıca, gerçekleştirilen doğruluk analizleri hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1 YYS Çıkarımı

Termal verilerle YYS elde etme yöntemleri, farklı veri kaynakları ve parametreler göz önüne alınarak geliştirilmiştir. “Single channel” yöntemi (Duan et al., 2018; Jiménez-Muñoz & Sobrino, 2003), “mono-window” yöntemi (Z. Qin, Karnieli, & Berliner, 2001), sıcaklık/yayınrlık ayırma yöntemi (Gillespie et al., 1998) ve “split-window” yöntemi (Sobrino, Li, Stoll, & Becker, 1996) en çok kullanılan YYS elde etme algoritmalarıdır. “Mono-window” algoritması (MWA), pratik bir YYS elde etme yöntemi olduğu ve yüksek doğruluklu sonuçlar sunduğu için bu çalışmada tercih edilmiştir. Ek olarak, orijinalinde Landsat 6 TM uydu verisi kullanılarak geliştirilen MWA bu çalışma ile Landsat 8 verisine uyarlanmıştır. Bu kapsamda Landsat 8 uydusuna ait 4. Band (Kırmızı), 5. Band (Yakın Kızılötesi: NIR) ile 10. (Termal) bandları YYS elde etmek için kullanılmıştır. Ortalama atmosferik sıcaklık, atmosferik geçirgenlik ve yayınlık MWA algoritması için gerekli üç ana parametredir. Avdan ve Jovanovska tarafından (2016) gerçekleştirilen çalışmada; YYS görüntüsünün otomatik elde edilmesine yönelik ERDAS Imagine yazılımı ile bir model oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında da ERDAS Imagine yazılımında bir model oluşturularak MWA yöntemi ile otomatik olarak YYS görüntüsü elde edilmiştir. MWA temel olarak aşağıda belirtilen 7 alt başlık altında incelenebilir.

3.1.1 Radyans Dönüşümü

(1) nolu eşitlik kullanılarak parlaklık değerleri radyans değerlerine dönüştürülür ve bu dönüşüm genellikle termal bandlara uygulanmaktadır. Bu dönüşüm işlemi ile, görüntüde parlaklık ve kontrast düzeltilmesi yapılmış olur (Milder 2008).

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Bu denklemde, L_{λ} radyans değerini, M_L banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değerini, A_L banda özel toplamsal yeniden örnekleme değerini, Q_{cal} dijital piksel değerlerini ifade

etmektedir. M_L ve A_L değerleri, görüntü metaveri dosyasından alınır.

3.1.2 Parlaklık değerlerinin yansıtım değerlerine dönüştürülmesi

Termal banda uygulanan radyans dönüşümü sonrasında 4 ve 5 nolu bandlar için parlaklık değerlerinin yansıtım değerlerine dönüştürülmesi işlemi (2) nolu denklem ile gerçekleştirilir. 4 ve 5 nolu bandlar için dönüşüm yapıldıktan sonra öncelikle Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) hesaplanır ve NDVI ile daha sonraki adımlardan biri olan yayınlık hesabı gerçekleştirilir. Algılayıcı yansıtım değerleri hesabı, solar yükseklik açısı ve dünya-güneş mesafesi gibi sensör ve gezegensel etkileri düzeltmek için yapılır (Milder 2008).

$$\rho_\lambda = \frac{M_p \cdot Q_{cal} + A_p}{\sin \theta_{SE}} \quad (2)$$

Burada, ρ_λ yansıtım değerlerini, M_p banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değerini, A_p banda özel toplamsal yeniden örnekleme değerini, θ_{SE} güneş yükseklik açısını ifade etmektedir. Bu değerler ilgili görüntünün metadata dosyasından elde edilebilir.

3.1.3 Radyans değerlerinin parlaklık sıcaklığı değerlerine dönüştürülmesi

Landsat 8 termal bandları için (3) eşitliğindeki denklem yardımıyla radyans değerlerinin parlaklık sıcaklığı değerlerine dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirilir.

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (3)$$

Burada; T Kelvin cinsinden sensördeki parlaklık sıcaklığı değerini, K_1 ve K_2 sırasıyla birinci ve ikinci kalibrasyon sabitlerini, L_λ spektral radyans değerini temsil etmektedir. Landsat 8 uydusu için K_1 ve K_2 kalibrasyon sabitleri sırasıyla 774.89 ve 1321.079'dur.

3.1.4 Yer yüzey yayınlığı (ϵ_i) hesabı

Yayınlık; cisme gelen toplam ışın enerjisinin, emilen ışın enerjisine oranı olarak tanımlanmakla beraber kara cisim teorisiyle açıklanabilmektedir. Cisim veya yüzey ne kadar mat ve siyah olursa, yayınlığı bir (1) değerine o kadar yakın olur. Aksi halde, cismin

yansıncılığı arttıkça sahip olduğu yayınlık değeri düşer. Yayınlık hesabı NDVI değerleri yardımıyla hesaplanabilmektedir. NDVI hesabı için yansıtım değerleri hesaplanmış görüntülerden 5. bant olan NIR ve 4. bant olan kırmızı (R) bant arasında (4) eşitliğinde görüldüğü gibi matematiksel bir işlem yapmak gerekir.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R} \quad (4)$$

Van de Griend & Owe (1993) NDVI değerleri 0.157 ile 0.727 arasında değişen yerlerin yüzey yayınlık tahmini için ileri sürmüştür. NDVI tabanlı yayınlık görüntüsü elde edebilmek için Tablo 4'deki koşul değerlerinden faydalanılabilir. Tablo 1'de NDVI değerleri 0.157 ile 0.727 dışında kalan değerlerden yayınlık hesabı yapabilmek için Sobrino vd. (2008) tarafından sunulan ifadeler kullanılmıştır.

Tablo 1. NDVI Verileri ile Yayınlık Hesabı.

NDVI ≤ 0	0.979 - ρ_R * 0.035
0 < NDVI ≤ 0.72	1.00094 + log(NDVI * 0.04)
7	7
NDVI < 1	0.99

3.1.5 Atmosferik geçirgenlik hesabı (τ_i)

Atmosferik geçirgenlik, su buharı içeriği kullanılarak tahmin edilebilir (Liu & Zhang, 2011). Su buharı içeriği, meteorolojik istasyonlardan temin edilebilir veya yakın yüzey sıcaklığı ve bağıl nem değerleri ile hesaplanabilmektedir. Su buharı içeriğine bağlı atmosferik geçirgenlik tahmininde kullanılan denklemler Tablo 2'de gösterilmektedir (Liu & Zhang, 2011).

Tablo 2. Su Buharı ile Atmosferik Geçirgenlik Tahmini.

Profiller	Su Buharı (w_i) (g/cm ²)	Geçirgenlik tahmini denklemi (τ_i)
Yüksek Hava Sıcaklığı	0.4-1.6	0.974290-0.0801× w_i
	1.6-3.0	1.031412-0.1154× w_i
Düşük Hava Sıcaklığı	0.4-1.6	0.982007-0.0961× w_i
	1.6-3.0	1.053710-0.1414× w_i

3.1.6 Ortalama atmosferik sıcaklık (T_a) hesabı

Algoritmanın altıncı adımı, ortalama atmosferik sıcaklık (T_a) hesabıdır. Ortalama atmosferik sıcaklık hesabı, yakın yüzey sıcaklığına (T_o) bağlı olarak (5) nolu denklem esas alınarak hesaplanabilmektedir (Z. Qin et al., 2001).

$$T_a = 16.0110 + 0.92621 \times T_o \quad (5)$$

3.1.7 MWA ile YYS hesabı

Yukarıda belirtilen adımlar tamamlandıktan sonra son olarak (6) nolu algoritma denklemi kullanılarak YYS görüntüsü elde edilir. (6) nolu eşitlikten anlaşılacağı üzere yayınlık, atmosferik geçirgenlik ve ortalama atmosferik sıcaklık verileri kullanılarak YYS görüntüsü oluşturulmaktadır.

$$T_s = \{a(1-C-D) + [b(1-C-D) + C + D]T_i - DT_a\} \div C \quad (6)$$

(6) eşitliğinde; $a = -67.355351$ ve $b = 0.458606$ algoritma sabitlerini ifade etmektedir. $C = \epsilon_i \times \tau_i$, $D = (1 - \tau_i)[1 + (1 - \epsilon_i) \times \tau_i]$ şeklindedir. T_s , yer yüzey sıcaklığını (Kelvin), T_i , parlaklık sıcaklığını (Kelvin), ϵ_i yer yüzey yayınlığını, τ_i atmosferik geçirgenliği ve T_a efektif ortalama atmosferik sıcaklığı temsil etmektedir. Çalışmada, MWA ile Kelvin cinsinden elde edilen YYS görüntüsü Santigrat dereceye ($^{\circ}C$) dönüştürülmüştür.

3.2 AKAÖ Haritalarının Çıkarımı

Piksel-tabanlı maksimum benzerlik sınıflandırma yöntemi, görüntü sınıflandırmak için en sık kullanılan kontrollü sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntem ile her bir sınıf için eş olasılık eğrileri tanımlanarak sınıflandırmaya tabi olacak piksellerin, üyelik olasılığı en yüksek olan sınıfa dahil edilmesi ilkesine dayanır ve bu olasılığın hesabı (7) nolu eşitlikte gösterildiği gibi hesaplanır. Maksimum benzerlik yönteminin performansı, her sınıf için hesaplanan ortalama vektör ve kovaryans matrisin doğru tahmin edilmesine bağlıdır (Benediktsson, Swain, & Ersoy, 1990).

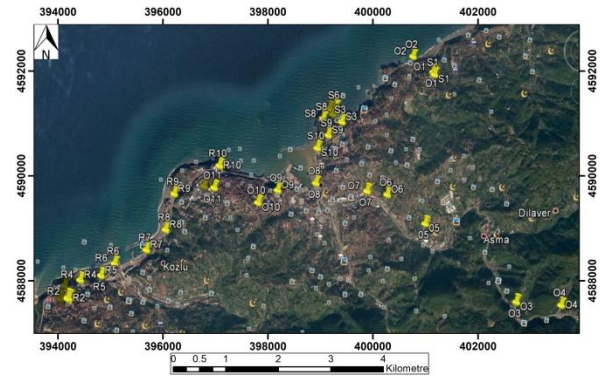
Çalışmada AKAÖ görüntüleri bu yöntemle göre sınıflandırılmıştır.

$$g_i(x) = \ln p(w_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i) \quad (7)$$

Burada i sınıfı, x n boyutlu veriyi, $p(w_i)$ görüntüde oluşan w_i sınıfının olasılığını, $|\Sigma_i|$ w_i sınıfındaki verinin kovaryans matrisinin determinantını, Σ_i^{-1} ters matrisini ve m_i ortalama vektörü ifade etmektedir.

3.3 Doğruluk Analizleri

Elde edilen YYS görüntülerinin doğruluk analizi için uydu verisi ile eş zamanlı olarak arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Arazi ölçümlerine uydu geçişi sırasında başlanarak her noktada en az 3 dakika ölçüm yapmak üzere veriler kaydedilmiştir ve her noktada ortalama değerler dikkate alınmıştır. Tüm arazi çalışması yaklaşık 4 saat sürmüştür Arazi çalışmasında Şekil 2'de gösterilen noktalarda sıcaklık ve nem ölçümleri kaydedilmiştir. Sıcaklık ve nem ölçümleri alınan noktalarda arazi yapısının en azında 30x30m (1 piksel boyutu) boyutunda yapı yapıda olmasına dikkat edilmiştir. Örneğin, kentsel alanda yapılan ölçümlerde 30x30m lik bir alanda bitki örtüsünün olmamasına tamamen kentsel yapıların olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 2. Arazi Çalışması için Belirlenen ve Ölçüm Yapılan Homojen Dağılımlı Noktalar.

Yapılan sıcaklık ölçümlerinin hava sıcaklığını temsil etmesi ve nokta bazlı olması uydu verisinden elde edilen piksel tabanlı YYS değerini tam olarak karşılamasa bile literatürde bu karşılaştırmalara yer verilmiştir.

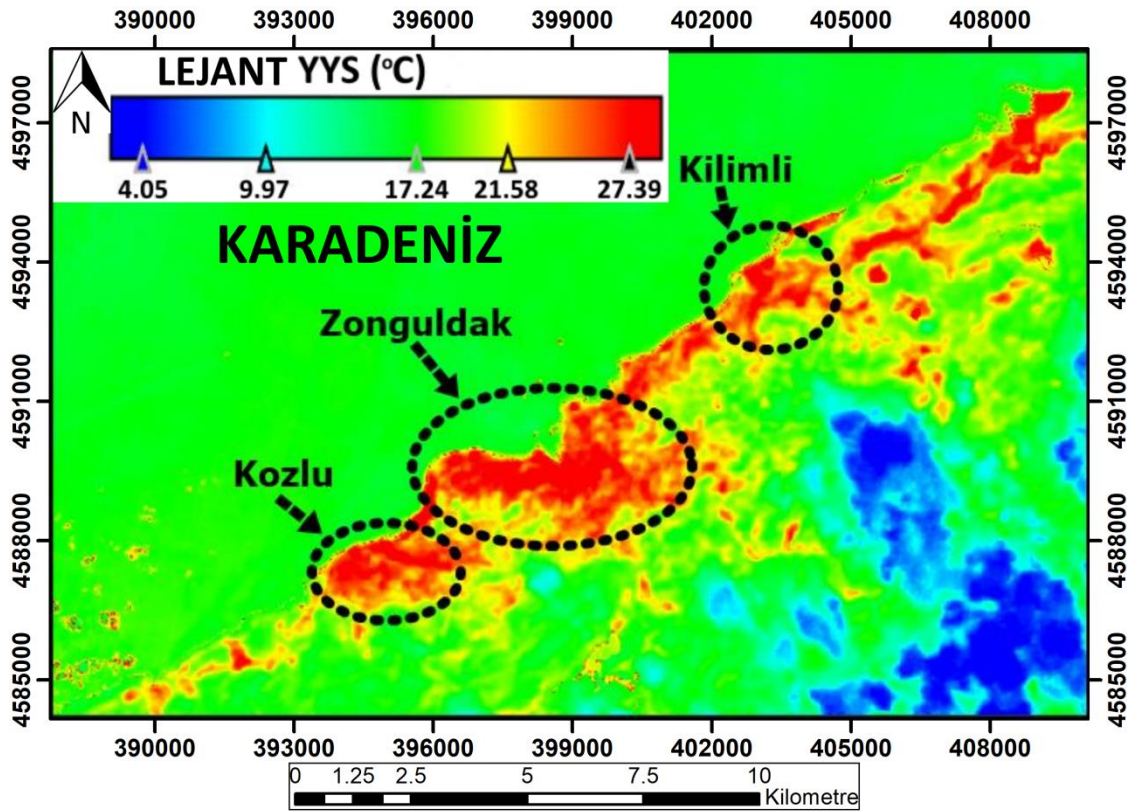
Ayrıca, AKAÖ haritalarının doğruluk analizi için rastgele seçilen 300 nokta kullanılmıştır.

Bu şekilde, ortalama doğruluk ve Kappa istatistiki değeri elde edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, 3. bölümünde belirtilen algoritmalarla oluşturulan YYS ve AKAÖ görüntüleri sunulmuştur. Şekil 3'te yoğunluk dilimleme (density slicing) yöntemi ile sınıflandırılmış YYS görüntüsü gösterilmektedir. Görüntü Santigrat derece (°C) cinsinden sıcaklığı ifade etmektedir ve mavi renkten kırmızı renge doğru gidildikçe YYS

değerlerinin arttığı gözlemlenmektedir. Görüntünün alındığı zaman diliminde çalışma alanı üzerinde bulut örtüsü de bulunduğu için Şekil 3'te mavi renkli alanlar bulut yapılarını temsil etmektedirler. Bulutlar yer yüzeyinden çok yukarıda oldukları için YYS değerlerinin çok düşük olduğu görülmektedir. Yeşil alanlar su yapısı, orman ve bitki örtüsü olan alanları temsil ederken; sarı alanlar genellikle üzerinde bitki örtüsü ve yerleşim olmayan çıplak arazileri ifade etmektedir. Kırmızı alanlar ise yerleşim, endüstriyel alanlar ve kumsal yapılarını ifade etmektedirler. Ayrıca çalışma bölgesinde yer alan açık kömür stok alanları da kırmızı renkte görünmektedir.



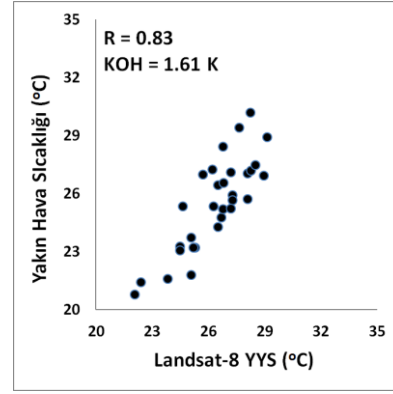
Şekil 3. 24 Mayıs 2017 Tarihli Landsat 8 Görüntüsünden MWA kullanılarak üretilen YYS Görüntüsü.

YYS görüntüsünün doğruluk değerlendirmesi için arazi çalışmasından elde edilen yakın hava sıcaklığı değerleri aynı noktalardaki YYS değerleri ile regresyon analizine tabi tutulmuştur (Tablo 3, Şekil 4). YYS değerleri yüzeyin sıcaklığını temsil etmesine karşın, doğruluk değerlendirmesinde yakın hava sıcaklığının kullanılması göreceli bir karşılaştırma yöntemi olarak literatürde yer almaktadır.

Şekil 4'te YYS değerleri ile yakın yüzey sıcaklığı arasındaki regresyon analizinde korelasyon katsayısının (R) %83 gibi yüksek bir değerde olduğu ve Karesel Ortalama Hata (KOH)'nın 1.61 K olduğu görülmektedir. Ayrıca, Landsat verisinin kısa bir zaman diliminde alınmasına karşın arazi çalışmasının daha uzun bir süre alması ve çalışma alanında yeterince eş dağılımlı meteoroloji istasyonunun olmaması çalışmanın bir kısıtlaması olarak görülmektedir.

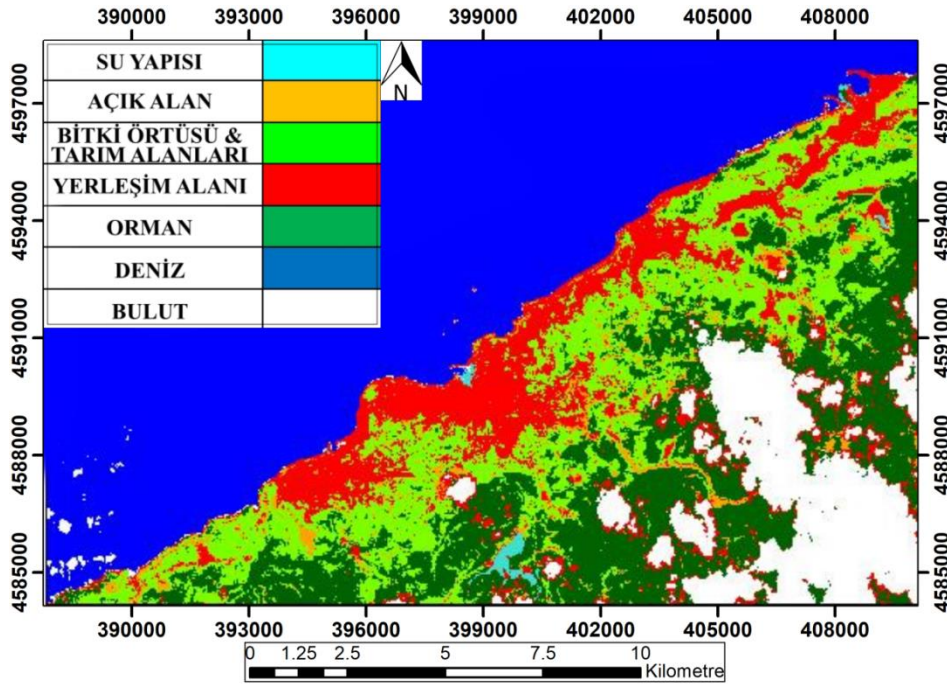
Tablo 3. YYS ve İlgili Piksellere Karşılık Gelen Arazi Ölçümlerinden Elde Edilen Yakın Hava Sıcaklığı Değerleri.

YYS Değeri (°C)	Yakın Hava Sıcaklığı (°C)	YYS Değeri (°C)	Yakın Hava Sıcaklığı (°C)
22.10	20.77	26.80	25.17
22.40	21.38	26.81	26.54
23.85	21.55	26.80	28.41
24.50	23.25	27.21	27.09
24.50	23.05	27.30	25.89
24.65	25.33	27.30	25.62
25.10	23.70	27.20	25.19
25.30	23.18	27.65	29.39
25.20	23.17	28.10	27.02
25.09	21.78	28.09	25.68
25.73	26.97	28.25	30.16
26.23	27.21	28.28	27.16
26.30	25.33	28.52	27.46
26.51	26.41	28.97	26.89
26.51	24.26	29.16	28.89
26.70	24.75		



Şekil 4. YYS ve Yakın Hava Sıcaklığı Arasındaki İlişkinin Grafikselsel Olarak Gösterimi.

Kontrollü sınıflandırma yöntemiyle sınıflandırılan Landsat uydu görüntüsünden elde edilen AKAÖ görüntüsü Şekil 5'te sunulmuştur. Sınıflandırılmış görüntü; su yapısı, açık alan, yeşil alan, yerleşim, orman, deniz ve bulut olmak üzere yedi temel sınıftan oluşmaktadır. Denizden ayrı olarak su yapısı sınıfı, baraj gölü vb. tatlı su yapılarını ifade etmektedir. Tablo 3'te gerçekleştirilen doğruluk analizinin sonuçları sunulmuştur. Sınıflandırmanın ortalama doğruluğu %90.33, ortalama Kappa değeri ise 0.86 olarak belirlenmiştir.



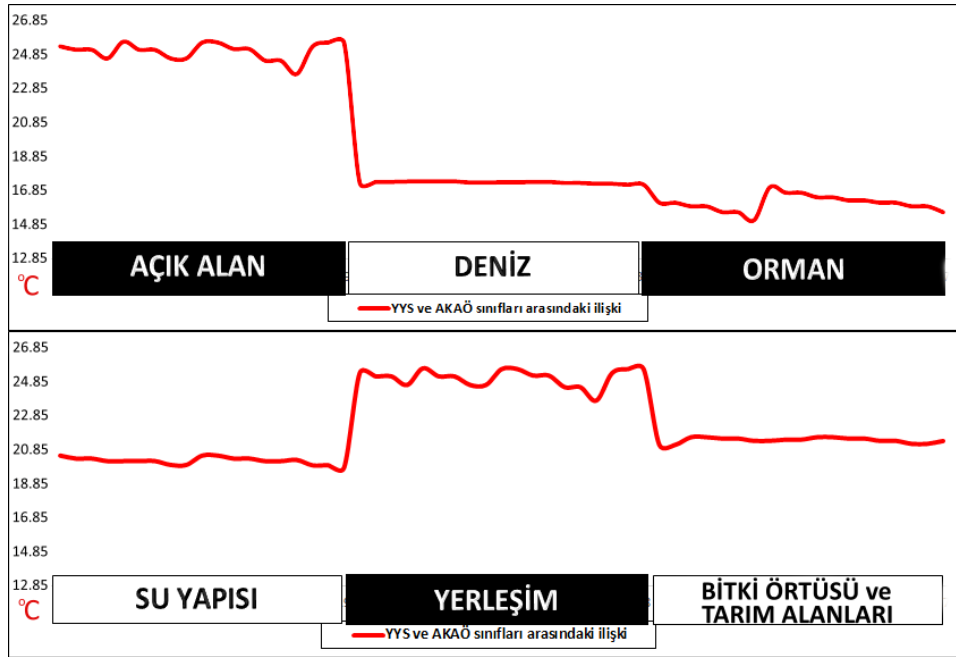
Şekil 5. 24 Mayıs 2017 Tarihli Landsat 8 Uydu Görüntüsünden Elde Edilen AKAÖ Haritası.

Tablo 3. AKAÖ Haritası için Doğruluk Analizi Tablosu.

Sınıf İsmi	Referans Toplamları	Sınıflandırma Toplamları	Doğru Nokta	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su Yapısı	2	1	1	50.00%	100.00%
Açık Alan	4	3	3	75.00%	100.00%
Bitki Örtüsü ve Tarım Alanları	37	30	25	67.57%	83.33%
Yerleşim Alanı	18	30	18	100.00%	60.00%
Orman	53	57	46	86.79%	80.70%
Deniz	153	154	153	100.00%	99.35%
Bulut	33	25	25	75.76%	100.00%
Toplam	300	300	271		
Ortalama sınıflandırma doğruluğu: %90.33					
Ortalama Kappa Değeri: 0.8572					

YYS ve AKAÖ sınıfları arasındaki ilişkiyi daha anlaşılır bir biçimde ortaya koymak için Şekil 6'da gösterilen grafik çizilmiştir. Her bir arazi sınıfı için kesitler alınarak hazırlanan bu

grafikten anlaşılacağı üzere yerleşim ve açık alanların en yüksek YYS değerlerine sahip olduğu ve orman sınıfının en düşük YYS değerlerine sahip olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 6. 24 Mayıs 2017 Tarihli Landsat 8 Uydu Verilerinden Elde Edilen YYS ve AKAÖ Sınıfları Arasındaki İlişki Grafiği.

5. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında 24.05.2017 tarihinde alınan Landsat 8 uydusuna ait görüntü kullanılarak bölgesel iklim değişikliğine etki eden önemli parametrelerden biri olan YYS görüntüsü elde edilmiştir. YYS görüntülerinin elde edilmesinde çok sık kullanılan “mono-

window” algoritmasından faydalanılmıştır. Ayrıca YYS görüntüsünün doğruluk analizini gerçekleştirmek için uydu geçişi ile eş zamanlı olarak arazi çalışması gerçekleştirilerek çalışma alanında homojen dağılımlı noktalarda sıcaklık ve nem ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan YYS görüntüleri, Landsat verilerinin kontrollü sınıflandırma yöntemine tabi tutularak elde edilen AKAÖ görüntüleri ile ilişkilendirilmiştir.

YYS görüntüsünde genel olarak, açık yüzeyler ile yerleşim alanlarının, ormanlık ve bitki örtüsü olan alanlara nazaran daha yüksek YYS değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Yerleşim yerlerindeki YYS değerlerinin, bitki örtüsü kaplı alanlara nazaran ortalama 4 °C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Şekil 6'da farklı arazi sınıflarının sahip olduğu YYS değerleri açık bir şekilde sunulmuştur. Şekil 6'dan anlaşılacağı üzere, ormanlık ve yeşil alanların bölgesel iklim değişikliklerini önlemede önemli bir rol aldıkları sonucuna varılmaktadır.

Orman ve bitki örtüsü olan alanların tahribatı, sıcaklık rejimlerinin değişiminde kısa vadeli düşünüldüğünde çok fazla etkili olmayabilir ancak uzun vadeli olarak bölgesel iklim değişikliğine neden olma olasılığı oldukça fazladır. Orman alanları ile Bitki Örtüsü ve Tarım Alanları ele alındığında orman alanlarının daha düşük YYS değerlerine sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bunun nedeni; Bitki Örtüsü ve Tarım Alanları içerisinde kısmen yerleşimin olması, insan faaliyetlerinden dolayı tarım alanlarında sürekli bir vejetasyon düzenlenmesi ile yer yer açıklık alanlara rastlanması ve vejetasyon kapalılığının orman alanı kadar yüzeyi %70 ve yukarısında örtme yüzeyi olmadığından dolayıdır.

Landsat 8 uydu verilerine ek olarak Terra uyduyu üzerinde yer alan ASTER sensörü tarafından kaydedilen görüntüler de YYS elde etmek için tercih edilebilir. ASTER sensörü 5 adet termal banda sahip olması nedeniyle bu sensörden elde edilen YYS sonuçlarının irdelenmesi de önemli katkılar sağlayacaktır. Ek olarak, günümüz teknolojisinde kullanım alanları hızla yayılan insansız hava araçlarına takılabilecek termal algılayıcılar yardımıyla da bir bölgenin YYS değerleri detaylı bir şekilde analiz edilebilir.

Çalışmada uydu verileri ile yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular, uzaktan algılama teknolojisinin çevresel gözlem ve değerlendirme çalışmalarında etkili bir yöntem olduğunu açıkça göstermektedir. Sözel ve sayısal verilere ek olarak görsel anlamda da

sonuçlar veren bu teknoloji, çevreye etki eden parametrelerin belirlenmesi ve zamansal olarak gözlemlenmesi gibi özellikleri ile de diğer bilim dallarına nazaran ön plana çıkmaktadır. Son olarak, uzaktan algılama teknolojisi ile elde edilen tüm ürünler dijital formatta olduğu için oluşturulacak olası CBS programları için de altlık olarak kullanılabilirler.

TEŞEKKÜR

Şekil 1'de sunulan Worldview-2 uydusuna ait görüntü Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından 2015-47912266-02 nolu Bilimsel Araştırma Projesi ile temin edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., & Alavipanah, S. K. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. *Remote Sensing of Environment*, 113(12), 2606–2617.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.07.021>
- Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data. *Journal of Sensors*, 2016, 1–8.
<https://doi.org/10.1155/2016/1480307>
- Balcık, F. (2014). Determining the impact of urban components on land surface temperature of Istanbul by using remote sensing indices. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(2), 859–872.
<https://doi.org/10.1007/s10661-013-3427-5>
- Balçık, F. B., & Ergene, E. M. (2017). YER YÜZEY SICAKLIĞININ TERMAL UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE BELİRLENMESİ : İSTANBUL ÖRNEĞİ. In *TUFUAB 2017* (pp. 105–110).
- Benediktsson, J. A., Swain, P. H., & Ersoy, O. K. (1990). Neural Network Approaches Versus Statistical Methods In Classification Of Multisource Remote Sensing Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28(4), 540–552.
<https://doi.org/10.1109/TGRS.1990.572944>
- Cicek, I., Yilmaz, E., Turkoglu, N., & Caliskan, O. (2013). Ankara şehrinde yüzey sıcaklıklarının arazi örtüsüne göre mevsimsel değişimi. *International Journal of Human Sciences*, 10(1), 621–640.

- Duan, S.-B., Li, Z.-L., Wang, C., Zhang, S., Tang, B.-H., Leng, P., & Gao, M.-F. (2018). Land-surface temperature retrieval from Landsat 8 single-channel thermal infrared data in combination with NCEP reanalysis data and ASTER GED product. *International Journal of Remote Sensing*, 00(00), 1–16. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1460513>
- Duman Yüksel, Ü., & Yılmaz, O. (2008). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 23(4), 937–952.
- Gillespie, A., Rokugawa, S., Matsunaga, T., Steven Cothorn, J., Hook, S., & Kahle, A. B. (1998). A temperature and emissivity separation algorithm for advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(4), 1113–1126. <https://doi.org/10.1109/36.700995>
- Guo, Z., Wang, S. D., Cheng, M. M., & Shu, Y. (2012). Assess the effect of different degrees of urbanization on land surface temperature using remote sensing images. *Procedia Environmental Sciences*, 13(2011), 935–942. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.087>
- Jiang, Y., Fu, P., Weng, Q., Baghdadi, N., & Thenkabail, P. S. (2001). Assessing the Impacts of Urbanization-Associated Land Use/Cover Change on Land Surface Temperature and Surface Moisture: A Case Study in the Midwestern United States. *Remote Sens*, 7, 4880–4898. <https://doi.org/10.3390/rs70404880>
- Jiménez-Muñoz, J. C., & Sobrino, J. A. (2003). A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *Journal of Geophysical Research*, 109(April), 8112. <https://doi.org/10.1029/2004JD004804>
- Kaya, S., Basar, U. G., Karaca, M., & Seker, D. Z. (2012). Assessment of Urban Heat Islands Using Remotely Sensed Data. *Ekoloji*, 21(84), 107–113. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2012.8412>
- Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X., & Wu, J. (2011). Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sensing of Environment*, 115(12), 3249–3263. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.07.008>
- Liu, L., & Zhang, Y. (2011). Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. *Remote Sensing*, 3(12), 1535–1552. <https://doi.org/10.3390/rs3071535>
- Moyano, M., Garcia, M., Palacios-Orueta, A., Tornos, L., Fisher, J., Fernández, N., ... Juana, L. (2018). Vegetation Water Use Based on a Thermal and Optical Remote Sensing Model in the Mediterranean Region of Doñana. *Remote Sensing*, 10(7), 1105. <https://doi.org/10.3390/rs10071105>
- Onishi, A., Cao, X., Ito, T., Shi, F., & Imura, H. (2010). Evaluating the potential for urban heat-island mitigation by greening parking lots. *Urban Forestry and Urban Greening*, 9(4), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2010.06.002>
- Qian, L. X., Cui, H. S., & Jie, C. (2006). Impacts of land use and cover change on land surface temperature in the Zhujiang Delta. *Pedosphere*, 16(200523), 681–689.
- Qin, Z., & Karnieli, A. (1999). Progress in the remote sensing of land surface temperature and ground emissivity using NOAA-AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 20(12), 2367–2393. <https://doi.org/10.1080/014311699212074>
- Qin, Z., Karnieli, A., & Berliner, P. (2001). A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. *International Journal of Remote Sensing*, 22(18), 3719–3746. <https://doi.org/10.1080/01431160010006971>
- Şekertekin, A., Kutoğlu, Ş. H., Kaya, Ş., & Marangoz, A. M. (2015). Uydu Verileri ile Arazi Örtüsündeki Yer Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin Analizi: Zonguldak Örneği, Türkiye. In *15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.
- Sekertekin, A., Kutoglu, S. H., Marangoz, A. M., & Kaya, S. (2016). The Surface Heat Island Effect of Urbanization: Spatial-Temporal Analysis. In *4th International Geography Symposium* (pp. 80–87).
- Sekertekin, A., Kutoglu, S. H. S. H. akan, & Kaya, S. (2016). Evaluation of spatio-temporal variability in Land Surface Temperature: A case study of Zonguldak, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1), 30. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-5032-2>
- Şensoy, S., Şahin, L., Yılmaz, E., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Darende, V., & Yazıcı, B. (2017). Antalya Yüzey Isı Adası Özelliklerinin Uydu Verileri ile Analizi. In *III. Meteorolojik*

Uzaktan Algılama Sempozyumu (pp. 133–146).

- Shen, H., Huang, L., Zhang, L., Wu, P., & Zeng, C. (2016). Long-term and fine-scale satellite monitoring of the urban heat island effect by the fusion of multi-temporal and multi-sensor remote sensed data: A 26-year case study of the city of Wuhan in China. *Remote Sensing of Environment*, 172, 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.005>
- Sobrino, J. A., Jimenez-Muoz, J. C., Soria, G., Romaguera, M., Guanter, L., Moreno, J., ... Martinez, P. (2008). Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR Sensors. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46(2), 316–327. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2007.904834>
- Sobrino, J. A., Li, Z., 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(September 2012), 2089–2114. <https://doi.org/10.1080/01431169608948760>
- Van de Griend, A. A., & Owe, M. (1993). On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. *International Journal of Remote Sensing*, 14(6), 1119–1131. <https://doi.org/10.1080/01431169308904400>
- Xiao, H., & Weng, Q. (2007). The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China. *Journal of Environmental Management*, 85, 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.07.016>