

UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ YARDIMIYLA KAHRAMANMARAŞ İLİ VE ÇEVRESİNİN YER YÜZEY SICAKLIĞININ BELİRLENMESİ

A. Dağlıyar^a, U. Avdan^b, Z. D. Uça Avcı^c

^aMaden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Uzaktan Algılama Merkezi, Ankara, ayse.dagliyar@mta.gov.tr

^bAnadolu, Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555, Eskişehir, uavdan@anadolu.edu.tr

^cİstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Maslak, İstanbul, ucaavci@itu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: Uzaktan Algılama, Landsat TM, Yüze Sıcaklığı, Kahramanmaraş, İklim

ÖZET:

Lokal veya küresel ölçekte sıcaklık dağılım ve değişiminin belirlenmesi için kullanılan yer yüze sıcaklığı, özellikle iklim ve iklim değişimi modellerinde kullanılmaktadır. Yüze sıcaklığı, arazi üzerindeki enerji dengesinin belirlenmesi ile birlikte yüze ve çevre kaynaklarının dinamik değişiminin tespit edilebilmesi açısından da önemli bir parametre olup, insan ve çevre etkileşimi konusundaki çalışmalarda büyük önem arz etmektedir. Yüze sıcaklığının tespiti çalışmalarında, son yıllarda pek çok farklı disiplinde ve çok sayıda uygulama alanında kullanılan uydu verilerinden yararlanılmaktadır. Termal kızıl ötesi bölgede algılama yeteneğine sahip uydulardan elde edilen görüntüler sayesinde gerek deniz ve okyanus, gerekse karasal alanlar için yüze sıcaklığının hesaplanması mümkün hale gelmiştir. Günümüzde, deniz ve kara yüze sıcaklık dağılımlarının elde edilmesinde Landsat uydu görüntüleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektromanyetik spektrumun görünür ve (yakın, ısı ve orta) kızıl ötesi bölgelerinde 30 m. çözünürlüklü olarak 6 bantda ve termal kızıl ötesi bölgede 120 m. çözünürlüklü olarak 1 bantda olmak üzere toplam 7 bantda algılama yapan Landsat TM uydu görüntüleri yardımıyla sıcaklık miktarı, sıcaklık değişimi, kentsel ısı değişimi ve jeotermal alanlar tespit edilebilmektedir. Bu çalışmada, Landsat 5 TM uydu görüntüsü yardımıyla Kahramanmaraş ve çevresine ait yer yüze sıcaklık verisi üretilerek, elde edilen sonuçların gerçek meteorolojik veriler ile doğrulanması amaçlanmıştır. Bu amaçla ilgili bölgeye ait MTA, Uzaktan Algılama Merkezi arşivinde yer alan 28.09.1992 tarihli Landsat TM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Landsat TM verisine atmosferik ve geometrik düzeltme işlemleri ve devamında “Yer Yüze Sıcaklık / Land Surface Temperature – LST” algoritması uygulanarak, ilgili bölgenin yüze sıcaklık dağılımı elde edilmiştir. Elde edilen dağılım, Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilen aynı tarihli yer istasyonu ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yer alan 4 adet meteoroloji (Kahramanmaraş Merkez, Göksun, Afşin ve Elbistan) istasyonundan elde edilen sıcaklık ölçümleri ile uydu verisi ile hesaplanan sıcaklık değerleri arasındaki farkın en düşük Göksun istasyonunda 0.2°C (mutlak), en yüksek Elbistan istasyonunda 4.1°C (mutlak) değerinde olduğu gözlenmiştir. Çalışmada uygulanan Yer Yüze Sıcaklığı (LST) algoritmasından elde edilen sıcaklık değerlerinin yeterli doğruluk sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir.

KEY WORDS: Remote Sensing, Landsat TM, Land Surface Temperature, Kahramanmaras, Climate

ABSTRACT

Land surface temperature (LST), which is used for determination and change detection analysis of temperature distribution -in both local and global scales-, is also a useful input for climate and climate change models. LST value, used with complementary land surface energy balance data, can be effectively used for detection of dynamic change in environmental resources that has major importance in human-environment interaction related researches. In recent years, satellite images are being used for land surface temperature derivation in many various application fields. The satellite images acquired from satellite-born sensors that detect thermal infrared region, are providing data for calculation of surface heat both for land and sea. Today, remote sensed data of Landsat series are widely processed to get surface temperature distribution. Landsat TM satellite images have 30 m and 120 m spatial resolutions for visible / infrared and thermal infrared regions of electromagnetic spectrum respectively. The spectral resolution properties of Landsat TM are well, as it involves 7 bands including visible and infrared regions. The thermal infrared region images of Landsat TM allow users to obtain amount of surface temperature, temperature variation, urban heat change and determination of geothermal regions. In this study, a Landsat 5 TM satellite image was used for producing the surface temperature of Kahramanmaraş city and its surrounding; and the obtained values were evaluated by a comparison with the meteorological measurements. The data used was taken from the archives of MTA (General Directorate of Mineral Research and Exploration). The satellite image used was 28.09.1992 dated. The data was atmospherically and geometrically corrected as the first step; then Land Surface Temperature – LST algorithm was applied to obtain the regional surface temperature distribution. The results were compared with the data from the meteorological stations of Turkish State Meteorological Service recorded at the same date. There were 4 meteorological stations (Kahramanmaras Merkez, Goksun, Afsin and Elbistan) at the study area. The lowest difference value was found for Goksun Station with 0.2°C (absolute), and the highest difference value was observed for Elbistan Station with 4.1°C (absolute). Consequently, after accuracy assessment, the values derived from LST algorithm were interpreted to be reasonable.

1. GİRİŞ

Cisimlerin yaydığı elektromanyetik ışınımın bir kısmı elektromanyetik spektrumun ısı kızıl ötesi bölgesinde gerçekleşir. ısı kızıl ötesinde algılanan yeryüzü görüntüleri

uzaktan algılama uygulamalarında gün geçtikçe daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu veriler yeryüzü sıcaklığı ile ilgili bilgi sağlamakta olup, sıcaklık ile ilişkili pek çok farklı analizde önemli bir kaynaktır. Elektromanyetik spektrumun 3-35 µm. aralığı termal kızıl ötesi bölge olarak adlandırılmakla birlikte 3-5

ile 17-25 μm . aralığında atmosferik pencere etkisi görülmekte olup, genel olarak 8-14 μm . aralığında ölçülen değerler yeryüzü cisimlerinin sıcaklığı hakkında bilgi edinmek üzere kullanılmaktadır (Prakash, 2000). Bu süreçte, öncelikle elektromanyetik enerji değerleri ölçülür, algılayıcıda görüntü piksel değerlerine atanır, bu değerlerden radyometrik kalibrasyon uygulanarak gerçek enerji değerleri elde edilir ve atmosfer üstü parlaklık sıcaklığı hesaplanır. Bu noktada elde edilen sıcaklık değerleri, atmosferik etkilerden arındırılmamış ve yeryüzü için kara cisim kabulünün yapıldığı durum için hesaplanmış değerlerdir (Çelik ve Kalkan, 2012). Bir sonraki aşamada atmosferik etkinin giderilmesi işlemleri gerçekleştirilerek, yüzey sıcaklıkları üretilir.

Uzun zaman önce deneysel seviyeden operasyonel seviyeye geçmiş olan (Prakash, 2000) termal uzaktan algılama uygulamaları oldukça yaygınlaşmış olup günümüzde etkin olarak kullanılmaktadır. Uydu verilerinden algılanarak hesaplanan yüzey sıcaklıklarının kullanım alanları olarak hidroloji, tarım, iklim değişimi, şehir bölge planlama, ormancılık, okyanus bilimleri vb. sayılabilir (Van et al., 2009). Yeryüzü sıcaklıklarının elde edilmesi ve farklı analizlerde kullanılması pek çok çevre ile bağlantılı problemin ve etkilerinin belirlenmesinde önemlidir.

Landsat 5 TM uydusu ısı kızılotesi bölgede 10.45-12.5 μm . aralığında algılama yapmakta olup literatür incelendiğinde yeryüzü sıcaklıklarının elde edilmesinde pek çok çalışmada kullanıldığı görülmüştür. Örnek olarak, Jimenez-Munoz et al. (2003) tarafından yapılan ve Jimenez-Munoz ve Sobrino (2003) tarafından geliştirilen tek pencere /kanal yönteminin bir güncellemesinin ve revizyonunun verildiği çalışma; José A. Sobrino et al. (2004) tarafından gerçekleştirilen yeryüzey sıcaklığının elde edilmesinde üç farklı yöntemin karşılaştırıldığı değerlendirme; çok-zamanlı veri serisi ile uydu görüntülerinden yeryüzey sıcaklığının çıkartılması üzerine Li et al. (2004) tarafından yapılan uygulama ile Cristóbal et al. (2009)

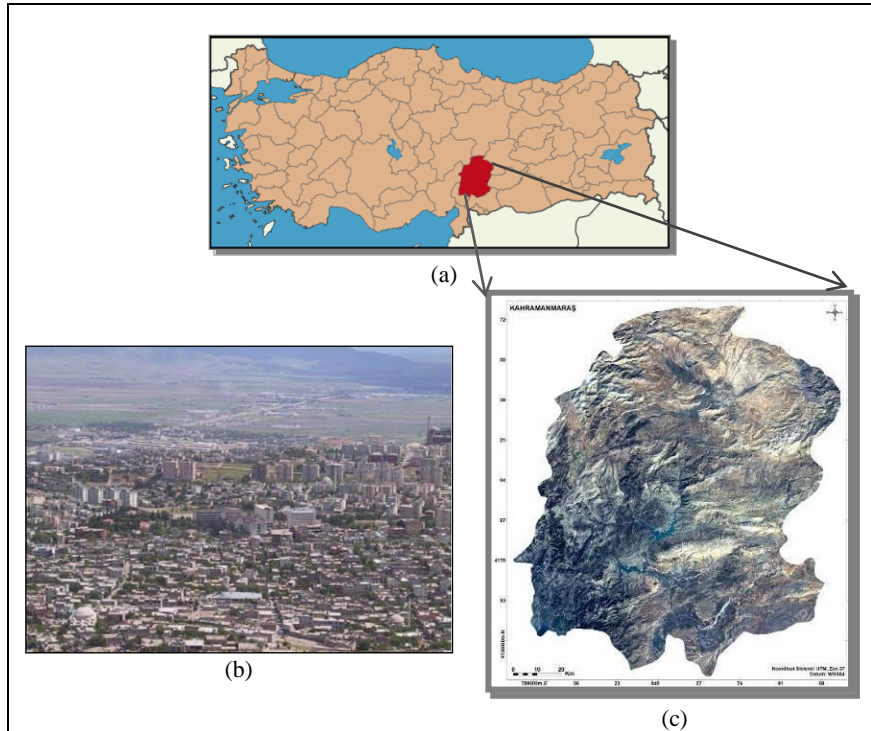
tarafından yürütülen ve yeryüzey sıcaklığını elde etmek üzere geliştirilmiş yeni bir yöntemin önerildiği çalışma verilebilir. Yer yüzey sıcaklığının belirlenmesinde uydu verilerinden yararlanmak, geniş ve meteorolojik istasyon kayıtlarının sınırlı olduğu bölgeler için önemli olup, bu veri Türkiye'deki pek çok ilgili çalışma alanı içinde önemli bir kaynak olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ili çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Kahramanmaraş'ın diğer illere nazaran, üç farklı coğrafi bölgenin arasında yer alması sebebiyle iklim özelliklerinde meydana gelen farklılıklar dikkat çekici bulunmuş olup, yer yüzey sıcaklığının uydu verileri yardımıyla tespit edilebilmesi açısından bu bölgenin çalışma kapsamında değerlendirilmesine karar verilmiş ve çalışma alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur. Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yer alan Kahramanmaraş ili ve çevresi için yüzey sıcaklıkları Landsat 5 TM verisi ile elde edilmiş olup, sonuçlar meteoroloji yer istasyonlarından elde edilen yeryüzü sıcaklık verileri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI, MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

37-38 kuzey paralelleri ile 36-37 doğu meridyenleri arasında yer alan Kahramanmaraş ili 14.346 km^2 'lik yüzölçümüne sahiptir (Şekil 1). Merkezi deniz seviyesinden 568 m. yüksekliktedir ve Ahir Dağı'nın eteklerindeki engebeli arazide yer almaktadır, merkez etrafındaki bazı bölgeler ise düzlükler üzerinde kuruludur. Toprakların %59,7'si dağlar, %24'ü platolar ve %16,3'ü de ovalardan oluşmaktadır. (URL-1). İklim yapısı olarak genelde Akdeniz ikliminin hakim olduğu söylenebilir, bununla birlikte ortasında bulunduğu üç farklı coğrafi bölge ikliminin (Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi) etkisi altındadır. (URL-1).



Şekil 1. Kahramanmaraş ili a) konumu (URL-2), b) fotoğrafı (URL-3), c) Landsat 5 TM uydu görüntüsü, 28.09.1992, (RGB/432)

2.2 Materyal

ABD (Amerika Birleşik Devletleri) Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA (National Aeronautics and Space Administration) ve yine ABD’li yerbilimsel araştırma kurumu USGS (United States Geological Survey) tarafından, uydular ile dünya gözlemi amaçlı bir program olarak başlatılan Landsat programı yıllardır uzaktan algılama alanında bilim insanlarına büyük boyutta veri sağlamaktadır. Landsat uydusu serisi, 1972 yılında uzaya gönderilen ilk Landsat uydusunu takiben ilk kuşak olarak üç uydü, ikinci kuşak olarak da 1982’de Landsat 4 ile başlayan ve RBV yerine Thematic Mapper (TM) cihazı ile donatılmış olan dört uydü ile misyonuna devam etmektedir. Landsat 5 uydusunun Thematic Mapper (TM) algılayıcısı, görünür, yakın kızılötesi ve orta kızılötesi bölgede 30 m. çözünürlüklü 6 adet band ve termal bölgede 120 m. çözünürlüğe sahip bir adet bandda algılama yapar.

Bu çalışmada, veri özellikleri Tablo 1’de verilen Landsat 5 TM verisi kullanılmıştır. Veri MTA (Maden Tetkik ve Arama Kurumu) Uzaktan Algılama Merkezi arşivinde yer alan 174/34 Path/Row konumlu ve 28.09.1992 tarihli görüntü olup çerçeve konum bilgisi Şekil 2’de verilmiştir. Alınan görüntünün bulutluluk oranı ‘%5 ve daha az’ kategorisindedir.

Tablo 1. Landsat 5 TM veri özellikleri

EM Bölge	Band No ve Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Mavi	1 (0.45-0.52)	30 m.	8 bit
Görünür Yeşil	2 (0.52-0.60)	30 m.	8 bit
Görünür Kırmızı	3 (0.63-0.69)	30 m.	8 bit
Yakın Kızılötesi	4 (0.76-0.90)	30 m.	8 bit
Orta Kızılötesi	5 (1.55-1.75)	30 m.	8 bit
Isıl Kızılötesi	6 (10.4-12.5)	120 m.	8 bit
Orta Kızılötesi	7 (2.08-2.35)	30 m.	8 bit

Tablo 2. Kahramanmaraş İli ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler.

No	İstasyon No	İli	İçesi	İstasyon Adı	Gözlem Grubu	Yükseklik	Enlem	Boylam
1	17255	Kahramanmaraş	Merkez	Kahramanmaraş	151	572	37,576	36,915
3	17866	Kahramanmaraş	Göksun	Göksun	151	1344	38,024	36,4823
4	17868	Kahramanmaraş	Afşin	Afşin	151	1230	38,2405	36,919
5	17870	Kahramanmaraş	Elbistan	Elbistan	151	1137	38,2038	37,1982

2.3 Yöntem

Çalışmada kullanılan uydü görüntüleri PCI Geomatica 2012 yazılımında WGS84, UTM Z37N koordinat sistemine göre, 1/100.000 ölçekli standart topoğrafik haritalardan faydalanılarak hassas bir şekilde jeo-referanslandırılmıştır. Bu



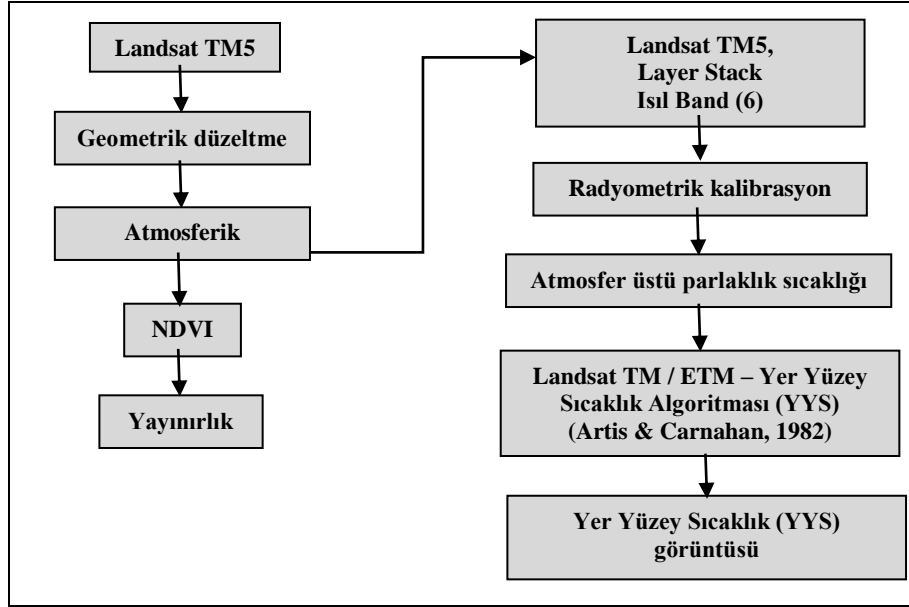
Şekil 2. Landsat 5 TM veri özellikleri (URL-4)

Uydü verisinin jeo-referanslama işleminin gerçekleştirilebilmesi için Harita Genel Komutanlığı’ndan temin edilen 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalar (L36, L37, L38, L39, L40, M35, M36, M37, M38, M39, M40, N35, N36, N37, N38, N39, O35, O36, O37, O38, O39)’dan yararlanılmıştır.

Uydü verisi ile elde edilen yüzey sıcaklık dağılımı sonucunun doğruluk analizini gerçekleştirebilmek için çalışma alanında yer alan meteoroloji istasyonlarına ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden alınan yersel sıcaklık verileri kullanılmıştır. Çalışma alanında 11 adet meteoroloji istasyonu bulunmasına rağmen, uydü verisinin kaydedildiği 1992 yılında, Kahramanmaraş İli ve çevresinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ait manuel ölçüm yapılan 4 adet istasyon yer almaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün, 2002 – 2003 yılları arasında gerçekleştirdiği Tefer-206 projesi kapsamında Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) sistemine geçilerek, o tarihten itibaren otomatik olarak istasyon verileri kayıt edilir duruma gelmiştir. Çalışmada kullanılan istasyon sayısı 4 adet olup, bunlar Kahramanmaraş – Merkez, Göksun, Afşin ve Elbistan istasyonlarıdır. Bu istasyonlara ait bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

yöntem sırasında hava fotoğraflarından elde edilen 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritaların barındırması olduğu sistematik hatalar da göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışmaya ait genel iş akış şeması Şekil 3’te gösterilmektedir.



Şekil 3. Çalışmaya ait genel iş akış şeması.

Mutlak sıfır sıcaklık değeri üzerindeki tüm cisimlerin ısı yayması prensibine dayanarak çalışan ısı görüntüleme tekniği yardımıyla geniş alanlara ait yüzey sıcaklık değerleri elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, kullanılan uydu verisinin ısıl bölgede algılama yapan kanal sayısına bağlı olarak yeryüzü sıcaklıklarının belirlenmesi ile ilgili birçok algoritma geliştirilmiştir;

- Tek pencere / kanal yöntemleri (Mono – Window / Single Channel),
- Çok açılı yöntemi,
- Çok kanal yöntemi (Split – Window),
- Sıcaklık / Yayınırlık ayırma yöntemi (Temperature / Emissivity Separation),
- Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) algoritması (Land Surface Temperature – LST).

Bu çalışmada, herhangi bir meteorolojik parametre gereksinimi olmayan Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) (Artis, D.A., Carnahan, W.H., 1982) algoritması kullanılarak yüzey sıcaklığı hesaplanmıştır.

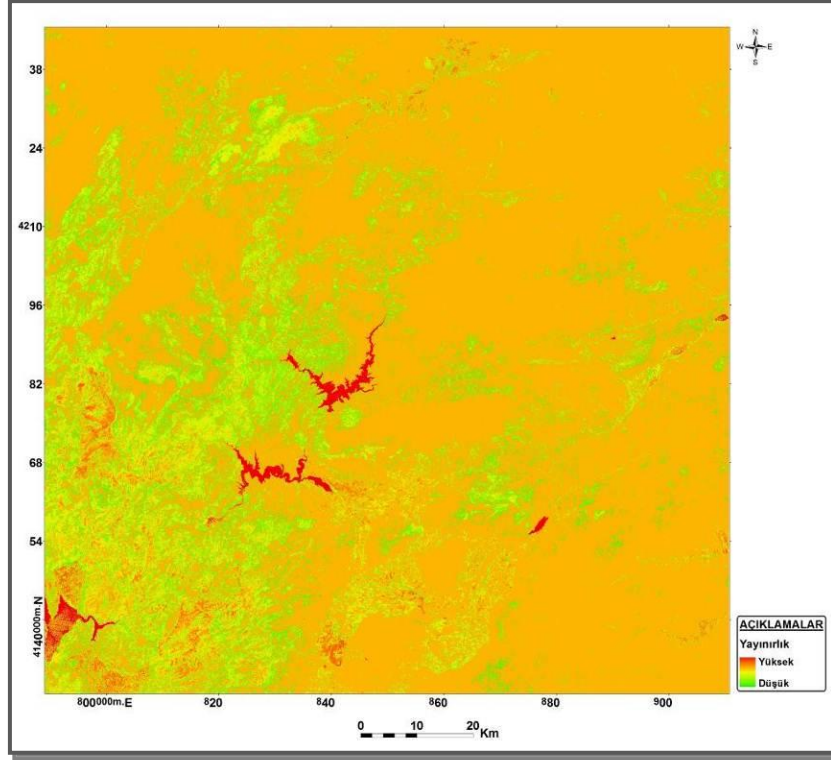
Uzaktan algılama teknolojilerinde bitki örtüsü için birçok algoritma geliştirilmiş olup oldukça yaygın kullanılmaktadır. Sağlıklı bitki örtüsü, görünür ışığı soğurup yakın kızılötesi ışının büyük bölümünü yansıtır, hastalıklı bitki örtüsü ise görünür ışığı daha çok yansıtıp yakın kızılötesi ışınları daha az

yansıtır (Akkartal, A., vd., 2005). Bu çalışmada, bitki örtüsü için geliştirilen ve dünyada kabul gören Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) kullanılmıştır (1).

$$NDVI = \frac{\text{yakın kızılötesi} - \text{kırmızı}}{\text{yakın kızılötesi} + \text{kırmızı}} \quad (1)$$

Nesnelerin sıcaklıklarının hesaplanmasında önemli bir parametre olan ve 0 – 1 arasında değişen değerlere sahip olan yayınırlık, toplam gelen ışın enerjisinin, emilen ışın enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Malzemelerin yayınırlık değerleri, içerisinde buldukları geometrik konuma ve yaydıkları ışınım dalga boyuna göre değişiklik göstermektedir (Gupta, R.P., 2003). Ayrıca, maddenin mat ya da yansıtıcı özelliğine bağlı olarak değişmektedir (Şekertekin A., 2013). Değerleri birbirinden farklı olan piksellerin yayınırlık değerlerinin hesaplanmasında başarılı sonuçlar elde edilmesi nedeniyle belirli bir eşik değeri ile NDVI yöntemi literatürde kullanılabilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Sobrino vd., 2004; Vandegriend & Owe, 1993).

Çalışmada elde edilen yayınırlık görüntüsü Şekil 4’te verilmiştir. Kahramanmaraş ili ve çevresi için hesaplanan yayınırlık değerlerinin 0.922 – 0.995 arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 4. Kahramanmaraş ili ve çevresine ait yayınlık görüntüsü.

Yüzey sıcaklığının hesaplanmasında radyans değerlerinin kullanılması nedeni ile çalışmada kullanılan uydu verisinin sayısal değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Radyans sıcaklık görüntüleri yorumlanırken topoğrafyanın etkisi ve arazi örtüsünün etkisi de dikkate alınmalıdır (Çapar, N., 2009). Bu amaç doğrultusunda, dönüşüm algoritmasından (2) yararlanılarak spektral radyans değerleri hesaplanmıştır (Gupta, R. P., 2003, s.207).

$$L_{\lambda} = L_{\min} + \left(\frac{L_{\max} - L_{\min}}{Q_{\text{cal max}}} \right) Q_{\text{cal}} \quad (2)$$

L_{λ} : Radyans ($W / (m^2 \text{ sr } \mu m)$), L_{\max} : sensörün algılayabildiği en yüksek radyans, L_{\min} : sensörün algılayabildiği en düşük radyans, $Q_{\text{cal max}}$: maksimum DN değeri, Q_{cal} : incelenen pikselin DN değerini ifade etmektedir. L_{\max} ve L_{\min} değerleri her bant için farklıdır. Bu değer uydu verisinin metadata dosyasından bulunmaktadır.

Radyans değerleri elde edildikten sonra, yatay pozisyonda obje üzerine gelen ışınımın saat yönünde kuzeyle yaptığı açıyı ifade eden solar azimut ve başucu noktası ile güneşin geliş yönü arasındaki açıyı ifade eden solar zenit verileri yardımıyla sensördeki yansıtım değerleri hesaplanır (3).

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s} \quad (3)$$

ρ_p : sensördeki yansıtım değeri, L_{λ} : sensördeki spektral radyans, d : Dünya – Güneş arası mesafe, $ESUN_{\lambda}$: ortalama atmosferik solar irradyans, θ_s : solar zenit açısı'dır.

Radyans değeri, yeryüzündeki malzemenin sıcaklığının mutlak sıfırın üzerinde olması nedeniyle oluşan ısıl yayılım

bileşeninden, atmosferin sıcaklığının mutlak sıfırın üzerinde olması nedeniyle ışınım yapması, malzemenin yaptığı ışınımın atmosfer içerisinde emilmesi ve kırılması ile atmosferik olaylar sonucu meydana gelen bileşenlerden oluşmaktadır. Bu etkenleri düzeltmek amacıyla, Landsat 5 TM uydu verisinin ısıl bantı (6. Band) için radyans değerlerinin parlaklık sıcaklık değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Eşitlik (4) kullanılarak bu dönüşüm gerçekleştirilir.

$$T_R = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (4)$$

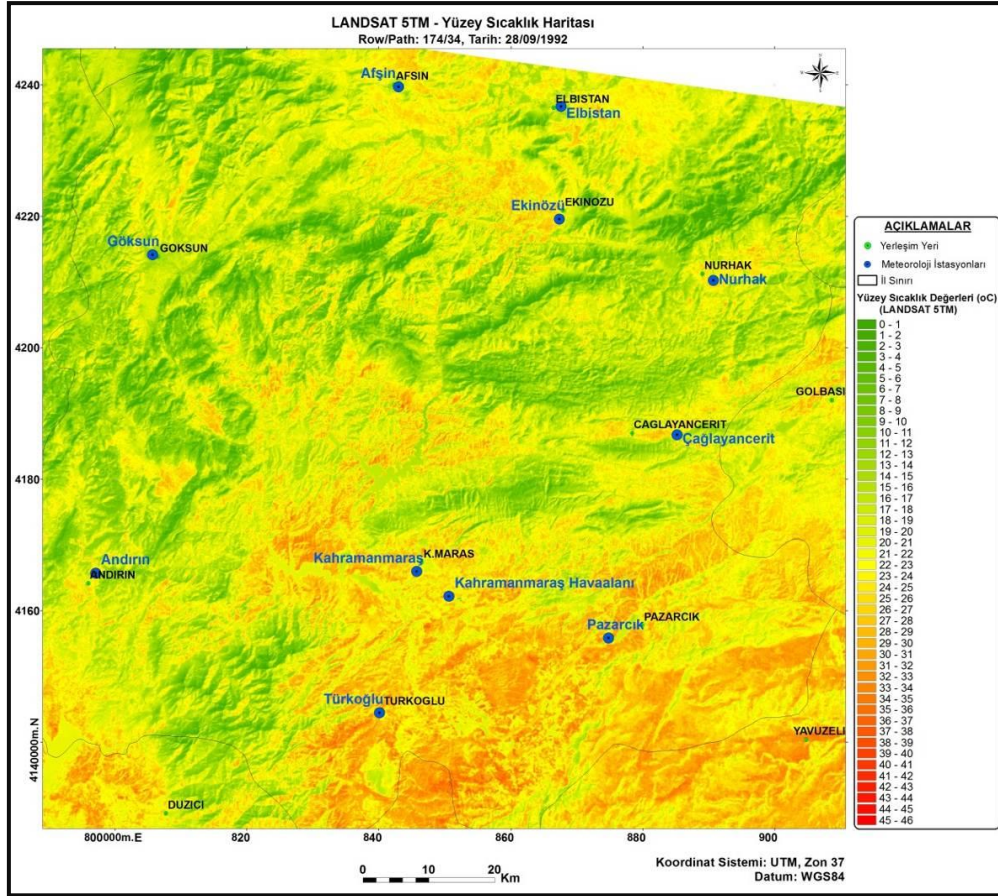
Burada, T_R sensördeki parlaklık sıcaklık değerini (K), K_1 birinci kalibrasyon sabitini, K_2 ikinci kalibrasyon sabitini, L_{λ} sensördeki spektral radyansı belirtmektedir. Landsat 5 TM verisi için kalibrasyon sabitleri $K_1 = 607.76$, $K_2 = 1260.56$ 'dır.

Yüzey sıcaklığı; L_{λ} : radyans, T_R : sensördeki parlaklık sıcaklık değeri ve ε değeri ile birlikte hesaplanır (5) (Artis, D.A., Carnahan, W.H., 1982).

$$T = \frac{T_B}{1 + \left(\frac{T_B}{\lambda} \right) \cdot \ln \varepsilon} \quad (5)$$

Burada T , yüzey sıcaklığı (K), T_B Karacisim sıcaklığı (K), λ yansıyan radyansın dalgaboyu (μm), $\alpha = hc/K$ (1.438×10^{-2} mK), h = Planck sabiti (6.26×10^{-34} J/s), c = ışık hızı (2.998×10^8 m/s), K = Boltzman sabiti (1.38×10^{-23} J/K), ε = yüzey yayınlılığını ifade etmektedir.

Yukarıda bahsedilen yöntem ile elde edilmiş olan Kahramanmaraş ili ve çevresine ait yüzey sıcaklık görüntüsü Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. Kahramanmaraş ve çevresine ait yüzeysel sıcaklık dağılımı.

Çalışma alanında 11 adet meteoroloji istasyonu gösterilmiş olmasına rağmen yararlanılabilen istasyon sayısı 4 adettir. Bu istasyonların verileri kullanılarak, Landsat 5 TM uydu görüntüsünden elde edilen yüzeysel sıcaklık değerleri ile

meteoroloji istasyonlarından elde edilen gerçek yüzeysel sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması yapılmış ve fark tablosu oluşturulmuştur (Tablo 3).

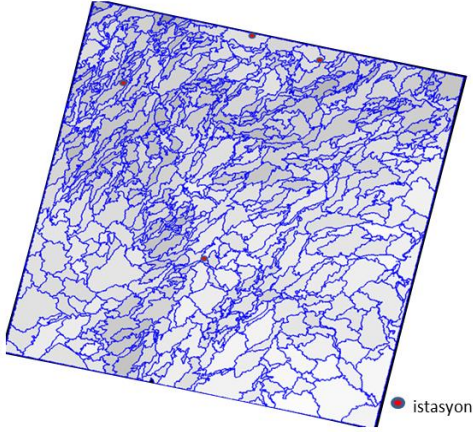
Tablo 3. Uydu verisinden elde edilen yüzeysel sıcaklık değerleri ile meteoroloji istasyonlarından ölçülen gerçek yüzeysel sıcaklık değerleri fark tablosu.

Landsat 5 TM Path/Row – Tarihi	İstasyon Adı	Saat	Meteoroloji	Landsat 5 TM	FARK
			İstasyon Değerleri	Sıcaklık Değerleri	
			Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)	
174/34 – 28.09.1992	Merkez	10:00	21	20,3493	0,6507
	Gökşun	10:00	12,1	11,8719	0,2281
	Afşin	10:00	12	15,8613	-3,8613
	Elbistan	10:00	12,2	16,3178	-4,1178

Elde edilen yüzeysel sıcaklık değerlerine göre, mutlak olarak birbirine en yakın olan sıcaklık değerinin Gökşun istasyonunda 0.22°C fark ile, en uzak değer ise Elbistan istasyonunda 4.11°C değerinde olduğu hesaplanmıştır.

Bir diğer değerlendirme olarak, yeryüzey sıcaklığı görüntüsü segmente edilerek istasyon verileri olan segmentlerin ortalama sıcaklık değeri ile istasyon ölçümleri arasındaki korelasyona bakılmıştır.

Uygulanan segmentasyon işleminde amaç birbirine yakın değerlere sahip piksel gruplarının elde edilmesidir. Çalışmada E-cognition yazılımının içerdiği aşağıdan yukarıya alan birleştirme yöntemine sahip segmentasyon algoritması kullanılarak, görüntü segmentlere ayrıştırılmıştır. Bu işlemden girdi olarak kullanılan segmentasyon ölçeği, renk, şekil, bütünlük ve geçişlilik parametrelerinde değer olarak sırası ile 200, 0.9, 0.1, 0.5, 0.5 seçilmiştir. Uygun parametre değerlerinin elde edilmesi için pek çok değer kombinasyonu uygulanmış ve yapılan görsel analiz ile karara varılmıştır. Segmentasyon işlemi sonucu üretilen görüntü Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. Segmentasyon görüntüsü ve istasyon konumları.

Daha sonra meteorolojik istasyonları içeren segmentler belirlenerek ortalama (mean) değerler eşitlik (6) ile hesaplanmış ve Tablo 4’te verilmiştir.

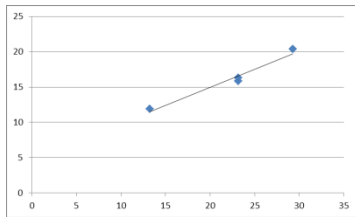
$$\bar{c}_k(v) = \bar{c}_k(Pv) = \frac{1}{\#Pv} \sum_{(x) \in Pv} c_k(x) \quad [c_k^{min}, c_k^{max}] \quad (6)$$

Burada, Pv: v segmentine dahil olan piksel kümesi, #Pv: Pv kümesine dahil olan piksel sayısı, ck(x): pikselin x katmanı için aldığı değer olup, sınır değerler ise cmin: x katmanı için alınabilecek en düşük ve cmax: x katmanı için alınabilecek en yüksek değeri temsil etmektedir. Bu çalışma tek katmanlı olup yüzey sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

Tablo 4. İstasyon konumlarında segment ortalama değerleri.

İstasyon Adı	Segment Ortalama Değeri
Merkez	29,27
Göksun	13,21
Afşin	23,15
Elbistan	23,18

Segment ortalama değerleri ile istasyonlarda kaydedilen değerlerin korelasyon katsayısı 0,98 olup grafiği Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Segment ortalama değerleri ile gerçek değerler arasındaki korelasyon grafiği.

Bu işlem ile sadece noktasal veriler dikkate alındığında değil, bölgesel dağılım da incelendiğinde, hesaplanan değerler ile gerçek değerler arasında tutarlılık olduğunu göstermektedir.

3. SONUÇLAR

Özellikle büyük şehirlerde hızla artan şehirleşme ve sanayileşme ile çevre ve atmosfer kirlenmesine bağlı olarak küresel ölçekte hava ısısının yükselme eğilimi gün geçtikçe artmakta ve insan sağlığı ile canlıların yaşamını olumsuz yönde

etkileyen çevre problemleri meydana getirmektedir. Bu nedenden dolayı, uzaktan algılama teknolojisi ile yüzey sıcaklığı konusundaki araştırmalar günümüzde giderek ağırlık kazanmaktadır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş İli ve çevresine ait normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) ve yüzey yayınlılığı ile yüzey sıcaklığı 28.09.1992 tarihli Landsat 5 TM uydu verisi üzerinde uzaktan algılama teknikleri uygulanarak tespit edilmiş ve elde edilen yüzey sıcaklık değerleri çalışma alanı içerisinde yer alan yine aynı tarihli meteoroloji yer istasyon verileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca görüntü segmentasyonu yapılarak istasyon kayırları ile segment ortalama değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yer alan 4 adet meteoroloji istasyonundan elde edilen sıcaklık ölçümleri doğrultusunda yapılan değerlendirmede, uydu verisi ile hesaplanan sıcaklık değerleri arasındaki farkın, en düşük Göksun istasyonunda 0.2 °C (mutlak), en yüksek ise Elbistan istasyonunda 4.1 °C (mutlak) değerinde olduğu hesaplanmıştır. Elde edilen yüzey sıcaklık görüntüsü incelendiğinde, Kahramanmaraş ili kuzey kesimlerinin merkeze oranla daha düşük sıcaklıklara sahip olduğu (yaklaşık 0 - 15 C arası), il ve ilçe yerleşim bölgelerinde ise sıcaklık dağılımının yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kahramanmaraş ili güney ve güney-batısında ise sıcaklıkların en yüksek değerlere çıktığı gözlenmiştir.

Sonuçlar dikkate alındığında, çalışmada uygulanan Yer Yüzey Sıcaklığı (YYSS) algoritmasından elde edilen sıcaklık değerlerinin hem noktasal bazda hem de dağılım bazında yeterli doğruluk sınırları arasında olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Akkartal, A., Türüdü, O., Sunar Erbek, F., 2005, “Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile Bitki Örtüsü Değişim Analizi”, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 28 Mart – 1 Nisan 2005, Ankara.

Artis, D.A., Carnahan, W.H., 1982, “Survey of Emissivity Variability in Thermography of Urban Areas”, Remote Sensing of Environment, 12(4): p. 313 – 329.

Cristóbal, J., J. C. Jiménez-Muñoz, J. A. Sobrino, M. Ninyerola, and X. Pons (2009), Improvements in land surface temperature retrieval from the Landsat series thermal band using water vapor and air temperature, J. Geophys. Res., 114, D08103, doi:10.1029/2008JD010616.

Çapar, N., 2009, “Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Jeotermal Kaynakların Araştırılması, Ankara Örneği” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran 2009, İstanbul, Türkiye.

Çelik, B. ve Kalkan, K.,2012, Isıl Uzaktan Algılama Verileri Yardımıyla Yeryüzü Sıcaklıklarının Tespitinde Farklı Tek-Kanal Algoritmalarının Meteorolojik İstasyon Verileri Kullanılarak Karşılaştırılması: İstanbul Örneği, IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak

Fuqin Li, Thomas J. Jackson, William P. Kustas, Thomas J. Schmugge, Andrew N. French, Michael H. Cosh, Rajat Bindlish; Remote Sensing of Environment 92 (2004) 521–534

Jimenez-Munoz, J.C., Cristobal, J. ; Sobrino, J.A. ; Soria, G. ; Ninyerola, M. ; Pons, X. ; Pons, X., 2003, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on (Volume:47 , Issue: 1) pages: 339 – 349 doi: 10.1109/TGRS.2008.2007125

José A. Sobrino, Juan C. Jiménez-Muñoz, Leonardo Paolini, 2004, Remote Sensing of Environment, Volume 90, Issue 4, 30 April 2004, Pages 434–440

Gupta, R. P., 2003, Remote Sensing Geology, Second Edition, Almany, Springer – Verlag.

Prakash, A., 2000, Thermal Remote Sensing: Concepts, Issues and Applications, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII, Part B1, Amsterdam 2000

Sobrino, J. A., Jimenez – Munoz J. C., Paolinin L., 2004, “Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT TM 5”, Remote Sensing of Environment, 90 (4): p. 434 – 440.

Şekertekin, A., 2013, “Uzaktan Algılama Verileri ile Bölgesel Çevre Etkilerinin Belirlenmesi: Zonguldak Örneği” Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye.

Vandegriend, A. A. And 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): p. 1119 – 1131.

Van, T. T., Trung, L. V., Lan, H. T., 2009, Application of Thermal Remote Sensing in Study on Surface Temperature Distribution of HCM City, 7th FIG Regional Conference Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment – Building the Capacity Hanoi, Vietnam, 19-22 October 2009

URL-1: <http://kahramanmaras.gov.tr/> Kahramanmaraş Valiliği resmi web sitesi

URL-2:http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Latrans-Turkey_location_Kahramanmara%C5%9F.svg

URL-3: <http://www.kahramanmarasdefterdarligi.gov.tr>

URL-4: <http://earthexplorer.usgs.gov/>