YER YÜZEY SICAKLIĞI ANOMALİSİ ÜRETİMİNDE YÜKSEKLİK ETKİSİNİN AZALTILMASI

Mustafa Yalçın¹, Nizar Polat², Mehmet Ali Uğur³, Mehmet Ali Dereli⁴, Abdulgafur Çapadıç⁵

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, mustafayalcin@aku.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, nizarpolat@harran.edu.tr

³ Arş. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, maliugur@aku.edu.tr

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun, madereli@gmail.com

⁵ Arş. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, acapadis@aku.edu.tr

ÖZET

Yer yüzey sıcaklığı (YYS) arazi sıcaklığının sürekli mekânsal değişimidir ve yer yüzeyinin ışınsal cildi olarak tanımlanabilen sayısal bir veridir. Yer yüzeyini kaplayan yapay ve doğal objelerin cinsine bağlıdır. YYS'nin sıcaklık ile olan direkt ilişkisi göz önüne alındığında, bir çalışma bölgesindeki sıcaklık değişimi, YYS ile temsil edilebilir. YYS; kentleşme, orman kaybı, kentsel alanlarda yeşillik, insan sağlığı, şehir planlaması gibi birçok bölgesel ve küresel ölçekli çalışmalarda önemli bir parametredir.

YYS belirleme çalışmalarının uzaktan algılama ile yapılması son yılların önemli akademik konularından biri olmuştur. Uzaktan algılama ile YYS anomalilerinin belirlenmesinde veri kaynağı olarak termal bantlara sahip uydu algılayıcıları veya hava kameraları kullanılabilir. Uydu verileri bu alanda daha fazla kullanılmaktadır çünkü uydu verileri yeryüzünü büyük parçalar halinde sinoptik bir görüş ile düzenli bir şekilde farklı dalga boylarında kaydeder. Ayrıca hava kameralarına göre daha az çözünürlüğe sahip olmasına rağmen tek çerçevede geniş alanları kapsamı, zaman tasarrufu, maliyet ve erişilebilirlik açısından avantajlıdır. Landsat algılayıcıları, yüksek çözünürlüğü, 30 yılı aşkın bir süreli veri aralığına sahip olması ve tarama genişliğinin yüksek olmasından dolayı YYS belirleme çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Afyonkarahisar il sınırları içerisindeki bir bölgeye ait Landsat verileri temine dilerek YYS üretilmiştir. Ayrıca YYS'e yükseklik farklarından kaynaklanan etkilerin giderilmesi için çalışmaya sayısal yükseklik modeli(SYM) ve ravinsonde verileri dâhil edilmiştir. Böylece oluşturulan her bir yükseklik kuşağında YYS için düzeltmeler hesaplanarak yükseklik etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Landsat, ravinsonde, YYS anomalisi, yükseklik etkisi

ABSTRACT

REDUCTION OF THE HEIGHT EFFECT ON THE PRODUCTION OF LAND SURFACE TEMPERATURE ANOMALY

Land Surface Temperature (LST) is a continuous spatial variation of the terrestrial temperature and is a numerical image that can be defined as the radiant skin of the ground surface. It depends on the type of artificial and natural objects covering the surface of the earth. Taking into account the direct relationship of the LST to the temperature, the temperature change in a working zone can be represented by LST. It is an important parameter in urbanization, loss of forests, greenery in urban areas, human health, urban planning, and many other regional and global scale works.

Remote sensing for LST identification efforts has been one of the important academic issues of recent years. With remote sensing, satellite detectors or air cameras with thermal bands as data sources can be used to determine the NMS anomalies. Satellite data is used more in this area because the satellite data records the earth in large parts on a regular basis with a synoptic view at different wavelengths. In addition, although they have less resolution than air cameras, they are advantageous in terms of coverage, time savings, cost and accessibility in a single frame. Landsat detectors are frequently used in LST detection studies because of their high resolution, data range over 30 years, and high scan width.

In this study, LST was produced by rendering Landsat data belonging to a region within the borders of Afyonkarahisar province. In addition, Digital Elevation Model (DEM) and ravinsonde data are included to the work in order to eliminate the effects caused by height differences in the LST. In this way, it is tried to minimize the height effect by calculating the corrections for the YYS in each height line created.

Keywords: Landsat, ravinsonde, LST anomaly, height effect

1. GİRİŞ

Yer yüzey sıcaklığı (YYS) arazi sıcaklığının sürekli mekânsal değişimidir ve yer yüzeyinin ışınsal cildi olarak tanımlanabilen sayısal bir görüntüdür. Yer yüzeyini kaplayan yapay ve doğal objelerin cinsine bağlıdır. YYS' nin sıcaklık ile olan direkt ilişkisi göz önüne alındığında, bir çalışma bölgesindeki sıcaklık değişimi, YYS ile temsil edilebilir. YYS; kentleşme, orman kaybı, kentsel alanlarda yeşillik, insan sağlığı, şehir planlaması gibi birçok

bölgesel ve küresel ölçekli çalışmalarda önemli bir parametredir (Uğur ve Polat, 2016). Özellikle beton ağırlıklı olarak doğal arazi yüzeyini değiştiren şehirleşme söz konusu olduğunda, YYS daha da önem kazanmaktadır. Şehirlerin temel unsurları olarak bina ve yolların sürekli artışı, beraberinde ısınan, enerji tüketen ve özellikle hava kirliliğiyle başlayan birçok sağlık problemini de doğurmaktadır. Tahrip edilen su ve yeşil alanlar da düşünüldüğünde, ekolojisi bozuk ve doğal arazi yüzeyini kaybetmiş kentler ortaya çıkmaktadır. Bu noktada YYS ile planlaması yapılan bir kent daha sağlıklı ve çevre dostu olmaktadır. Son yıllarda özellikle jeotermal araştırma çalışmalarında da YYS kullanılmaktadır. (Yalcin ve Kilic, 2017).

YYS üretiminin klasik arazi çalışmalarıyla yapılması çok zordur. Bu sorunun çözümünde en verimli yol uzaktan algılama uydu verileridir. Çünkü uydu verileri yeryüzünü büyük parçalar halinde sinoptik bir görüş ile düzenli bir şekilde farklı dalga boylarında kaydeder. Arazi çalışmalarıyla kıyaslanınca daha hızlı, homojen, ekonomik ve az sürede daha geniş alanlara ait veri elde edilmesi mümkün olmaktadır (Balçık, 2014; Copernicus, 2016).

Bu çalışmada Afyonkarahisar il sınırları içerisindeki bir bölgeye ait Landsat verileri temine dilerek YYS üretilmiştir. Ayrıca YYS'e yükseklik farklarından kaynaklanan etkilerin giderilmesi için çalışmaya sayısal yükseklik modeli(SYM) ve ravinsonde verileri dâhil edilmiştir. Böylece oluşturulan her bir yükseklik kuşağında YYS için düzeltmeler hesaplanarak yükseklik etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır.

2. YÖNTEM

Çalışma ENVI ve ARGIS yazılımları kullanılarak üç adımda uygulamaya geçirilmiştir. İlk adım, arazi kullanım sınıflarının değerlendirilmesinde ve yayınlılık hesabında kullanılacak olan Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) üretimini kapsamaktadır. İkinci adım ise çalışma bölgesine ait YYS görüntülerinin oluşturulması. Son adım olarak ise YYS görüntülerinden standart ve yüksekliklere göre düzeltilmiş YYS anomalilerinin belirlenmesi.

2.1 NDVI Hesaplama

NDVI, temelde bitki örtüsü için en yüksek ve en düşük yansıma değerlerini içeren bantlardan hesaplanan bir oran olup sağlıklı ve yeşil bitki örtüsünü ifade eden bir ölçüdür. Yeşil bitki örtüsünün gösteriminde çok yaygın olarak kullanılan etkili bir gösterimdir. Bu endeks değeri -1 ila 1 arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünü ifade eden NDVI değer aralığı 0.2 - 0.8. NDVI aşağıdaki gibi formüle edilmektedir.

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

Denklem 1'de NIR bandı yüksek klorofil yansıması yapan yakın kızılötesini ifade ederken, RED düşük klorofil yansıması yapan kırmızı bandı ifade etmektedir. NDVI genel olarak sınıflandırma işlemlerinde arazi örtüsü tespiti için kullanılmaktadır. Denklem 1 kullanılarak tüm yıllara ait NDVI görüntüleri üretilmiş ve YYS analizinde kullanmak üzere hazır hale getirilmiştir.

2.2 YYS Hesaplama

Uzaktan algılama verileri yerin yüzeyine ilişkin sinoptik görünümü sağlayan, uzun vadeli, hızlı, etkili bir veri türüdür ve yüzeyden yansıyan güneş ışınları kaydedildiği için YYS tespitinde süreklilik sağlayan düşük maliyetli bir yöntemdir. Yeryüzünden yansıyan ışın miktarı atmosfer, coğrafi konum ve yıl içerisinde geldiği zamana bağlı nedenlerden dolayı farklılık göstermekte ve bu sebeple yer yüzeyinin sıcaklığı da sürekli değişmektedir. Bu noktada uzaktan algılama verilerini kullanmak büyük avantaj sağlamaktadır. Çalışma bölgesine ait görüntülerin YYS üretiminde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir (Uğur ve Polat, 2016):

Adım 1: Piksel değerinden Spektral yansıtıma dönüşüm

Bilindiği gibi sıcaklığı mutlak sıfırın (K) üzerindeki herhangi bir nesne ısı elektromanyetik enerji yayar. Bu nedenle piksel değerinin sensordaki spektral yansıtım değerine çevirmek için Denklem 2 kullanılmıştır:

$$L\lambda = gain * DN + Bias \quad (2)$$

Burada; $L\lambda$ sensördeki spektral yansıtım değerine ($W/(m^2 \text{ ster } \mu m)$), gain yansıtımın eğimini, Bias yansıtımın kesişimini ve DN ise piksel değerini ifade etmektedir. Gain ve Bias değerleri için yeniden ölçekleme parametreleri de denmekte ve bu değerler veriye ait meta data dosyasında bulunmaktadır. Ayrıca spektral yansıtıma dönüşümü aşağıdaki Denklem 3'teki gibi de ifade edilebilir:

$$L\lambda = \frac{(L_{max} - L_{min})}{(Q_{calmax} - Q_{calmin})} (DN - Q_{calmin}) + L_{min} \quad (3)$$

Burada; Q_{calmax} ve Q_{calmin} maksimum ve minimum sayısal kalibre edilmiş piksel değeri, L_{max} ve L_{min} ise Q_{calmax} ve Q_{calmin} 'e göre ölçeklendirilmiş spektral yansıtım değerini ifade etmektedir.

Adım 2: Spektral yansıtım değerinden sensör parlaklık sıcaklığına dönüşüm

Termal bandın spektral yansıtım değeri uydunun gönderilmeden önceki hesaplanmış kalibrasyon katsayıları kullanılarak sensör parlaklık sıcaklığı hesaplanabilmektedir:

$$T\lambda = \frac{K_2}{\ln(K_1/L\lambda + 1)} \quad (4)$$

Burada $T\lambda$ sensör parlaklık sıcaklığını, K_1 ve K_2 ise kalibrasyon sabitlerini ifade eder.

3. Aşama: Sensor parlaklık sıcaklığından Yer yüzey sıcaklığına dönüşüm

Bir önceki adımda üretilen görüntü her ne kadar sıcaklık değeri ifade etse de hesaplanan sıcaklık gerçek yüzey sıcaklığı değildir. Kabul edilebilir bir YYS için yüzeye ait yayınlılık (emissivity) düzeltilmesi yapılmalıdır. Yayım düzeltilmesi yapılmış YYS hesabı Denklem 5'te verilmiştir:

$$YYS = \frac{T\lambda}{1 + \left[\lambda + \left(\frac{T\lambda}{\frac{h * c}{s}} \right) \ln \varepsilon \right]} \quad (5)$$

Burada; YYS hesabı için, λ gelen termal bant dalga boyu, h Planck sabiti, s Boltzmann sabiti, c ışık hızı ve ε piksele karşılık gelen yayınlılık ifade eder.

3. UYGULAMA

Çalışma alanı olarak, Afyonkarahisar il sınırları seçilmiştir. Afyonkarahisar, Türkiye'nin güneybatı Anadolu bölgesinde (38 ° 14 ' N - 35 ° 50 ' E) ve dağlık bir kırsal alanda yer almaktadır. Yüzölçümü 13927 km² olup, nüfus sayımı 2017 yılı itibarıyla 715.693'dir. Afyonkarahisar soğuk ve karlı kışları ve sıcak-kuru yazları ile karasal ve yarı kurak bir iklime sahiptir. Yağış, çoğunlukla ilkbahar ve sonbaharda görülür. Yıllık ortalama sıcaklık 11,2 ° C, ortalama yağış 407 mm ve yüksekliği 1013 m'dir (Şekil 1).

a) Çalışma Alanı Afyonkarahisar Şehri İl Sınırları

b) Sulak Alanlar, Bitkiler ve Yerleşim Alanları

Şekil 1. Çalışma alanı olarak Afyonkarahisar şehri il sınırları ve Anomali hesabında maskelenmek üzere belirlenmiş çalışma alanında yer alan sulak, bitki ve yerleşim alanları.

Çalışmada Afyonkarahisar il sınırları içerisinde Landsat verileri toplanmış olup, öncelikle piksel değerinden spektral yansıtım değerlerine dönüşüm yapılmıştır. İkinci adımda, spektral yansıtım değerinden algılayıcı parlaklık sıcaklığına dönüşüm yapılmış ve son adımda yayınlılık değerleri hesaplatılarak, sensör parlaklık sıcaklığından YYS oluşturulmuştur (Şekil 2). YYS oluşturulması sırasında izlenen adımlar önceki bölümler verilmiştir.

Şekil 2. Çalışma Alanında Üretilen Yer Yüzey Sıcaklığı Görüntüsü.

Yükseklik etkisinin giderilmesi için, Harita Genel Komutanlığından elde edilen standart topoğrafik haritalar kullanılarak sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur (Şekil 3a). Ayrıca uydu geçiş zamanlarında Meteoroloji Genel Müdürlüğünden Ankara istasyonuna ait ravinsonde verileri kullanılarak, en düşük kottan itibaren, bir derecede bir değişen yükseklik kuşakları belirlenmiştir. Bu yükseklik kuşakları çalışma alanına ait SYM üzerinde tespit edilmiş olup, kapalı alanlar şeklinde CBS ortamında oluşturulmuştur (Şekil 3b).

Şekil 3. Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli ve ravinsonde verileri ile üretilen yükseklik kuşakları.

Şekil 2’de verilen YYS görünüşünde, YYS anomalileri iki farklı şekilde belirlenmiştir. İlk yöntem olarak, tüm görüntüdeki YYS değerlerinin ortalaması alınmıştır ve bu ortalama değer bütün piksel değerlerinden çıkartılarak YYS anomalileri belirlenmiştir (Şekil 4a). İkinci yöntemde, Şekil 3b’de verilen her bir yükseklik kuşağı kendi içinde değerlendirilmiş ve her pikselden bulunduğu yükseklik kuşağının ortalama değeri çıkartılarak YYS anomalileri belirlenmiştir (Şekil 4b).

Şekil 4. Çalışma alanı için oluşturulan standart YYS anomalisi ve yüksekliklere göre YYS Anomalisi görüntüleri.

3. SONUÇLAR

Hava sıcaklıkları her 150 metrede yaklaşık 1 derece azalmaktadır. Ancak 150 metre genel bir kabul olup yer ve zamana göre bu değerler değişebilmektedir. Benzer şekilde yer yüzey sıcaklıkları da yükseklik arttıkça yüksekliğe ve hava sıcaklığına bağlı olarak düşmektedir. Ravinsonde verileri yüksekliklere bağlı olarak, değişen hava sıcaklıkları dahil diğer meteorolojik bilgiler (hava nemi, rüzgar, basınç) vermektedir. Çalışmada ravinsonde verileri kullanılarak yükseklik etkisinin minimize edilebilmesi için yeni bir yaklaşım kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında arazi yüksekliğinin YYS'ye etkisi giderilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla çalışma bölgesinin SYM elde edilmiş ve yükseklik kuşakları oluşturulmuştur. Yükseklik kuşakları oluşturulurken ravinsonde verilerinden yararlanılmış ve hava sıcaklığında meydana gelen değişim aralıklarına göre yükseklik kuşakları belirlenmiştir. Özetle çalışma alanının en düşük kotundan itibaren 1 derece bir değişen yükseklik değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak yükseklik sınıfları oluşturulmuş ve yer yüzey sıcaklığı anomalileri her yükseklik sınıfında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yükseklik sınıflarına göre oluşturulan yer yüzey sıcaklığı anomali haritası incelendiğinde, her yükseklik kuşağındaki sıcaklık değişimleri ayrı ayrı değerlendirilmiş olup sıcaklık dağılımları incelendiğinde hem yüksek hem de düşük kotlu bölgelerde sıcaklık anomalisi yakalanmıştır. Böylece aynı hava sıcaklığının etki ettiği farklı yüksekliklerdeki YYS sınıfları elde edilmiştir. Bu şekilde her bir sınıf içinde belirlenen anomaliler YYS'den çıkarılarak yükseklik etkisi en aza indirilmiştir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 17.KARİYER.218).

KAYNAKLAR

Balçık, F. B., 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.

Copernicus Global Land Service, 2016. Land Surface Temperature <http://land.copernicus.eu/global/products/lst>. [21.03.2016].

Uğur, M. A. ve Polat, N., 2016. An Investigation of the Relationship between Land Surface Temperature (LST) and Land Use/Cover in Sanliurfa Province, Turkey. Selcuk International Scientific Conference On Applied Sciences (ISCAS), Antalya, Turkey.

Yalcin, M. ve Kılıç Gül, F. 2017. A GIS-based multi criteria decision analysis approach for exploring geothermal resources: Akarcay basin (Afyonkarahisar). *Geothermics*. (67): 18-28