



Mardin ilinde uzun yıllar yer yüzey sıcaklığı değişiminin incelenmesi

Nizar Polat*¹

¹Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölüm, Şanlıurfa, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Termal Uzaktan Algılama
Yer Yüzeyi Sıcaklığı
Landsat
NDVI
Mardin

ÖZ

Yeryüzü arazi kullanımı ve arazi örtüsü diye ifade edilen birçok doğal (bitki örtüsü, su) ya da yapay (şehirler, yollar) nesnelere örtülüdür. Yer Yüzeyi Sıcaklığı (YYS) ise yerin ışınal cilt sıcaklığı olarak tanımlanır ve arazinin kullanım ve örtüsüyle doğrudan ilişkilidir çünkü sıcaklık maddelerin cinsine göre farklılaşabilmektedir. Dünyanın homojen bir yer yüzeyine sahip olmadığı gerçeği, YYS tespitinde farklı teknolojiler kullanılmasını sağlamıştır. Bu teknolojilerden biri termal algılamadır. Bugün, uydular yardımıyla termal kızılötesi kullanılarak düşük maliyetli, etkili ve hızlı bir şekilde YYS görüntüleri elde edilebilmektedir. Ayrıca uyduların zamansal çözünürlüğü sayesinde istenilen bölge uzun süreli gözlenebilmektedir. Bu çalışmada Mardin şehrinde YYS' nın uzun yıllar (29 yıllık) değişimi tespit edilmiştir. Buna göre bölgede ortalama sıcaklık her yıl yaklaşık 0,5 ° C artış göstermiştir.

Investigation of long term land surface temperature changes in Mardin Province

Keywords:

Thermal Remote sensing
Land Surface Temperature
Mardin
Landsat
NDVI
Mardin

ABSTRACT

The Land Surface Temperature (LST) is defined as the radiative skin temperature of ground and depends on the albedo, and whatever covers the surface such as natural surface of earth (vegetation, soil) or artificial elements (roads, buildings). LST is a key parameter in many regional and global scale studies in urbanization, deforestation, greenness in urban areas, human health, and city planning. Nowadays, the one of most suitable, cost effective, and rapid way to retrieve LST is to use remote sensing data, especially multispectral satellites data. Remotely sensed data is a type of data that provides a long term synoptic view of continuous coverage of LST by recording the solar radiation that reflects from surface. The radiation at the earth's surface varies widely due to atmospheric effects, local atmospheric conditions, geographic location, and time of year. The main objectives of this study are to estimate the long-term trend in LST using thermal remote sensing data. Accordingly, the average temperature in the region increased by about 0.5 ° C each year.

1. GİRİŞ

Günümüzde insanların %50 sinden fazlası şehirlerde yaşıyor ve bu oran günden güne artıyor. Kent nüfusunun sürekli artmasında, kırsal yaşam koşullarının zorluklarının yanında kuraklık gibi bazı mevsimsel nedenler de bulunmakta (Heiling, 2012; Uysal and Polat, 2015). Sebebi ne olursa olsun bir şehrin büyümesi Dünya'nın doğal yapısının daha fazla bozulması demektir. Çünkü büyüyen şehir,

insan yapımı objeler ile doğal arazi ve bitki örtüsünün değişimi demektir ki bu değişim iklim üzerinde doğrudan etkilere neden olmaktadır. Bu etkilerden en ciddi olanı yer yüzeyinin sıcaklığında yaşanmaktadır. Sonuçta zaman içinde bu değişimden dolayı büyüyen şehir bölgelerindeki ekoloji ciddi oranda değişir ve canlı yaşamını etkilemeye başlar.

Yer yüzey sıcaklığı (YYS) arazi sıcaklığın sürekli mekânsal değişimidir ve yer yüzeyinin ışınal cildi olarak tanımlanabilen sayısal bir görüntüdür. Yer

*Sorumlu Yazar

^{*}(nizarpolat@harran.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6061-7796

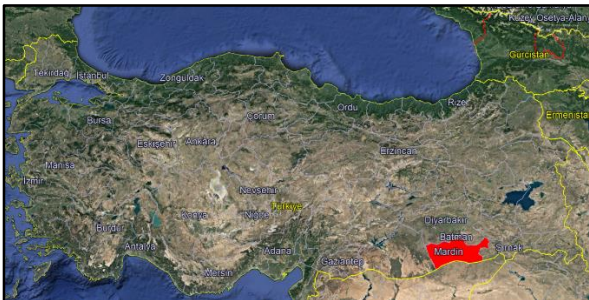
POLAT, N. (2020). Mardin ilinde uzun yıllar yer yüzey sıcaklığı değişiminin incelenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2 (1), 10-15. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal/issue/52699/649526>

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. 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. Günümüzde dünyadaki ortalama kent boyutları düşünüldüğünde YYS üretiminin klasik arazi çalışmalarıyla yapılması çok zordur. Bunun yanı sıra kentin sürekli büyüdüğü ve YYS ye sürekli ihtiyaç olduğu gerçeği de YYS üretimini arazi ölçmeleriyle imkânsız hale getirmektedir. 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 (Uysal and Polat, 2015; Balçık, 2014; Orhan Vd., 2014; Copernicus, 2016; Yakar ve Orhan, 2016; Şekertekin et.al, 2016). Arazi çalışmalarıyla kıyaslanınca daha hızlı, homojen, ekonomik ve az sürede daha geniş alanlara ait veri elde edilmesi mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, termal uzaktan algılama verileri kullanılarak Mardin'e ait YYS' deki uzun vadeli eğilimi analiz etme ve YYS ile arazi kullanımı/örtüsü arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

Mardin, Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan ve Türkiye'nin nüfus yönünden en kalabalık dokuzuncu şehridir. 2018 yılı itibarıyla, şehrin nüfusu 829 195 olmuştur. Mardin iline bağlı bulunan merkez dahil toplam 10 ilçe vardır. Mardin 8.780 km² 'lik alan ve yer yer 1000 m yükseltiyi geçen bir topografyası ile Güneydoğu Anadolu'nun en önemli ovalarından biridir (URL-1). Mardin'nın Türkiye haritasındaki konumu şekil 12de verilmiştir.



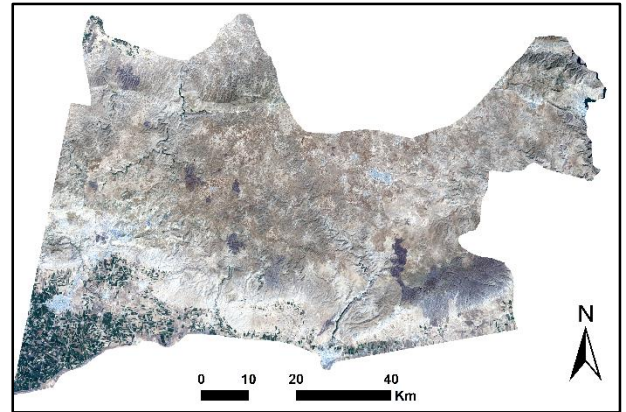
Şekil 1. Mardin'nın Türkiye haritasındaki konumu

Bu çalışmada Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS) internet sitesinden 1990 - 2019 yılları arasında Eylül ayı için indirilebilir olan Landsat TM ve Oli uydularına ait görüntüler kullanılmıştır. Mardin ili birçok Landsat çerçevesine girmektedir. Bu sebeple sadece Path:173 ve Row:34 çerçevesi kullanılmıştır. Görüntülerin sensor ve termal bant bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. İndirilen görüntüler USGS tarafından geometrik olarak düzeltilmiş ve referanslandırılmıştır (USGS, 2016).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan uydu ve bant bilgileri

Yıl	Landsat Sensor	Termal Bant
1990	TM 7 bands	Band 6
2000	TM 7 bands	Band 6
2010	TM 7 bands	Band 6
2019	OLI 11 band	Band 10

Görüntüler ön işlem sırasında pixel değerlerinden yansıtım (reflectance) değerlerine çevrildi. Gerekli radyometrik düzeltmeler Chander and Markham (2003), Landsat 7 (NASA, 2006) ve Landsat 8 (NASA, 2015) kullanıcı el kitabındaki metodolojiye uygun şekilde gerçekleştirildi. Ön işlemlerden sonraki çalışma bölgesinin 2019 yılına ait gerçek renkli görüntüler şekil 2 de görülmektedir.



Şekil 2. Mardin'in 2019 yılı için çalışma alanının doğal renk görüntüleri.

3. YÖNTEM

Çalışma Envi ve Arcmap yazılımı kullanılarak üç adımda uygulamaya geçirilmiştir. İlk adım, arazi kullanım sınıflarının değerlendirilmesinde ve yayınlık hesabında kullanılacak olan Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) üretimini kapsamaktadır. İkinci adım ise çalışma bölgesinin on 29 yıllık dönemdeki trendi belirlemek için YYS hesabını kapsamaktadır. Son adımda ise 10 yıl arayla seçilen dört yılın analizi yapılmıştır.

3.1. 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 ile 1 arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünü ifade eden NDVI değer aralığı 0.2- 0.8. NDVI aşağıdaki gibi formüle edilmektedir (Balçık, 2014; Rouse vd., 1974):

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

Denklem 1’de NIR bandı yüksek klorofil yansıtımı yapan yakın kızılötesini ifade ederken, RED düşük klorofil yansıtımı yapan kırmızı bandı ifade etmektedir. NDVI genel olarak sınıflandırma işlemlerinde arazi örtüsü tespiti için kullanılmaktadır (Uysal and Polat, 2015). Denklem 1 kullanılarak tablo 1’ de verilen tüm yıllara ait NDVI görüntüleri üretilmiş ve YYS analizinde kullanmak üzere hazır hale getirilmiştir.

3.2. 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 algıla verilerini kullanmak büyük avantaj sağlamaktadır.

Çalışma bölgesine ait görüntülerin YYS üretiminde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir:

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 (Yuan ve Bauer, 2006; Zhang vd., 2006).

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

Burada; $L\lambda$ sensordaki 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 (Chander and Markham, 2003; Yuan ve Bauer, 2006).

$$T_\lambda = \frac{L_{max} - L_{min}}{Q_{cal,max} - Q_{cal,min}} (DN - Q_{cal,min}) + L_{min} \quad (3)$$

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

Adım 2: Spektral yansıtım değerinden sensor parlaklık sıcaklığına dönüşüm

Termal bandın spektral yansıtım değeri uydunun gönderilmeden önceki hesaplanmış kalibrasyon katsayıları kullanılarak sensor parlaklık sıcaklığı hesaplanabilmektedir (Chander and Markham, 2003; Yuan ve Bauer, 2006; Zhang vd., 2006).

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

Burada T_λ sensor parlaklık sıcaklığını, K_1 ve K_2 ise kalibrasyon sabitlerini ifade eder.

Adım 3: 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 yayım (emissivity) düzeltmesi yapılmalıdır (Zhang vd., 2006). Yayım düzeltmesi yapılmış YYS hesabı denklem 5’ de verilmiştir:

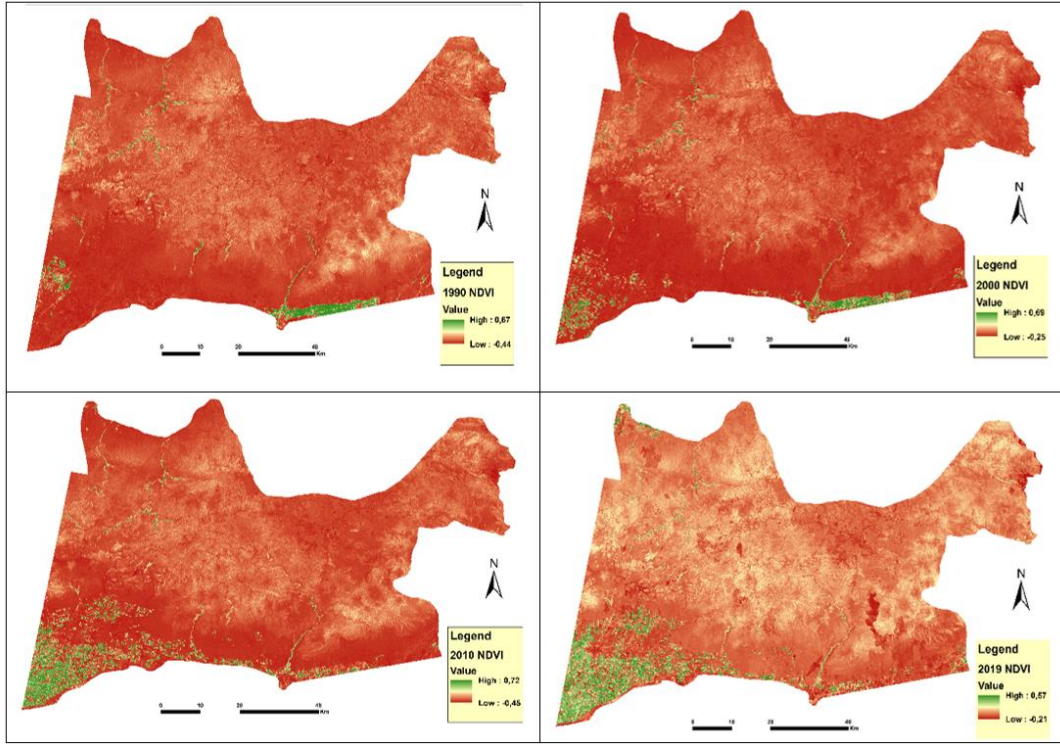
$$YYS = \frac{T_\lambda}{1 + \left(\lambda + \left(\frac{T_\lambda}{h * c} \right) * \ln \epsilon \right)} \quad (5)$$

Burada; YYS hesabı için, λ gelen termal bant dalga boyu, h Planck sabiti, s Boltzmann sabiti, c ışık hızı ve ϵ piksele karşılık gelen yayınlılığı ifade eder. Tüm hesaplama işlemleri Envi yazılımında gerçekleştirilmiştir.

4. ANALİZLER ve TARTIŞMA

4.1. NDVI Görüntülerinin Analizi

Önceki bölümde verilen metodolojiye göre Tablo 1’de bulunan tüm yıllar için NDVI görüntüleri üretildi. NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişmekte ve pozitif değerler sağlıklı yeşil bitki örtüsünü temsil etmektedir. Şekil 4’te NDVI görüntüleri sınıflandırılmıştır ve yeşil renkli alanlar bitki örtüsünü göstermektedir.

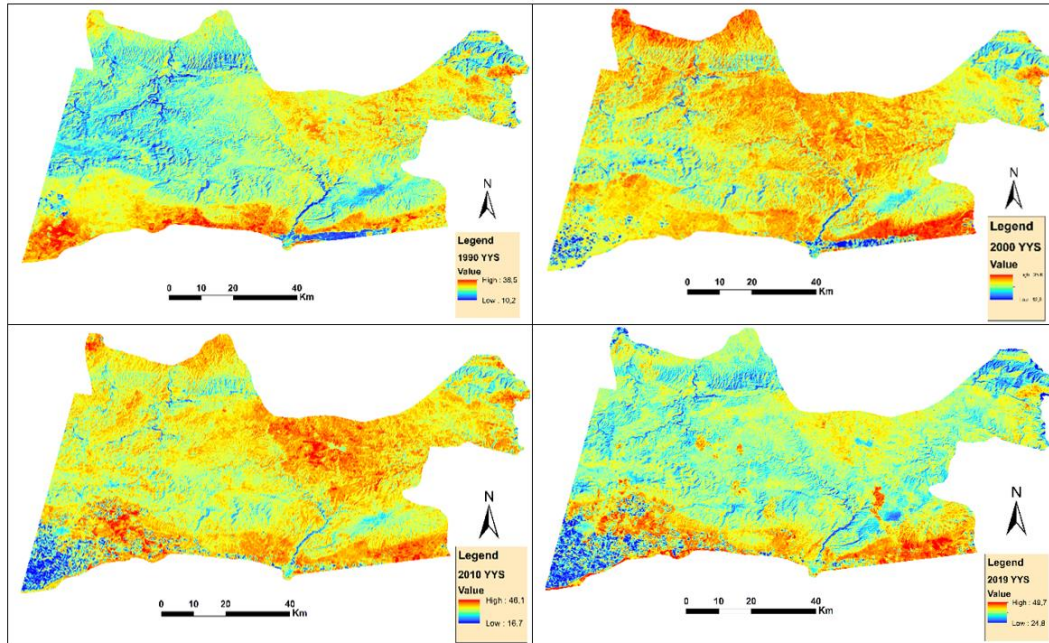


Şekil 4. 1990- 2019 yılları için çalışma alanının NDVI görüntüleri.

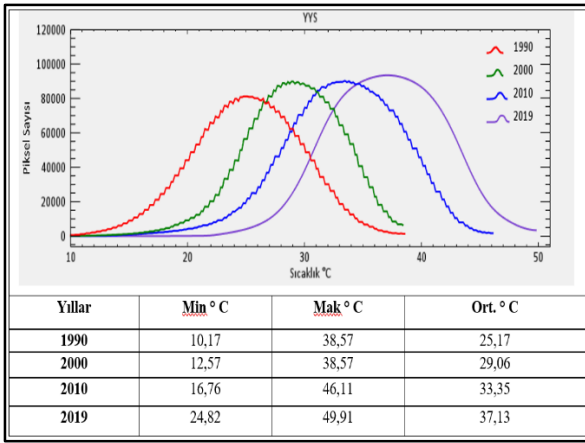
Şekil 4' te bulunan tüm NDVI görüntüleri doğal renkli görüntülerle beraber görsel olarak analiz edildiğinde, -1 den 0'a kadar olan NDVI değerlerine sahip alanlarda hiçbir bitki örtüsü olmadığı görülmüştür. Benzer şekilde 0 ile +1 arasındaki değerlerde bitki olduğu gözlenmektedir fakat bitki durumu her pikselin homojenlik durumuna göre değişmektedir.

4.2. YYS Görüntülerin Analizi

YYS görüntüleri Tablo 1'deki yılları için önceki bölümde verilen metodolojiye göre üretilmiştir. Üretilen her YYS görüntüsü kolay yorumlanması ve görsel olarak iyi sonuç alınabilmesi için tek tabloda verilmiştir (Şekil 5). Şekil 6 'da gösterilen histogram, çalışma yılları arasındaki sıcaklık değişimlerini analiz etmek amacıyla çizildi.



Şekil 5. 1990 - 2019 yılları için çalışma alanının YYS görüntüleri.



Şekil 6. YYS görüntülerine ait histogram ve temel istatistiksel değerler.

Histogramda her yıla ait en fazla piksel sayısına sahip sıcaklık değerleri ile minimum ve maksimum değerler dikkate alındığında, çalışma bölgesindeki genel sıcaklık artışı rahatça görülmektedir. Örneğin 1990 yılında ortalama sıcaklık olan 25,17 ° C iken bu değer her 10 yıl için 4 ° C civarında artarak 2019 yılında 37,13 ° C ye ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle bölgede ortalama sıcaklık her yıl yaklaşık 0,5 ° C artış göstermiştir. Mekânsal analizlere göre Mardin’de 1990 yılına ait sıcaklık aralığı 10 - 38 ° C iken 2019 yılında 24 - 49° C’ye yükselmiştir. Çalışma alanının sıcaklığı güneyde daha artmış görünmektedir. Temel istatistiksel değerler göz önüne alındığında, çalışma bölgesi ortalama sıcaklığının 25°C den 37 ° C ye, yaklaşık olarak 12 ° C arttığı tespit edilmiştir. Çalışma alanının güney-batı kısmında, sulama imkanının artmasıyla beraber 2000 yılından itibaren YYS’de dikkate değer bir azalma olduğu görülmektedir. Kuzey doğu bölgesi tüm yıllarda daha soğuk olarak görülmektedir. Bu durumun yükselti ve topografya kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Yapılan analiz sonuçlarına göre, çalışma alanının yüzey sıcaklığı 1990’dan 2019’a kadarki 29 yıllık dönem aralığında ciddi biçimde artmıştır. Bu durum üretilen YYS görüntülerinde açıkça görülmektedir. Fakat tespit edilen bu artış, çalışma bölgesinde genel bir sıcaklık artış eğilimi olduğunun açık göstergesi olmakla birlikte, sıcaklık artışının çalışma bölgesinde mekânsal olarak homojen olup olmadığını göstermez. Sıcaklığın mekânsal olarak nasıl dağılım gösterdiğini anlamak için, alandaki arazi kullanımı ve bitki örtüsü koşulları göz önüne alınmalıdır. Fakat 29 yıl içerisinde kuzey doğu bölgesinde bile artış olması bu durumun mevsimsel olmadığını ve küresel ısınmanın ya da iklimsel değişim kaynaklı olduğunu düşündürmektedir.

YYS konusunda daha verimli sonuçlar alabilmek için bu çalışma kapsamında bazı eksikler fark edilmiştir. Öncelikle yüksek mekânsal ve spektral çözünürlüğe sahip uzaktan algılama verilerinin kullanılması önerilmektedir çünkü arazi

örtüsü ve kullanımının tespitinde yüksek mekânsal ve spektral çözünürlük çok yardımcı olacaktır. Bu şekilde şehir ve toprak alanlarını ayırt etmek için farklı indeksler üretme ve YYS ile şehir alanlarının karşılaştırılmasındaki doğruluğu arttırma mümkün olacaktır. Ayrıca kullanılacak verilere bağlı olarak, çalışma alanında sınıflandırma işlemi YYS durumunun daha doğru anlaşılması sağlanabilir. Son olarak, YYS sonuçlarının güvenilirliğini doğrulamak üzere çalışma bölgesine ait meteorolojik veriler de kullanılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Balcık, 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.
- Chander, G., and Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 41(11), ISSN 0196-2892, p. 2674-2677. doi:10.1109/tgrs.2003.818464
- Copernicus Global Land Service, Land Surface Temperature. Retrieved on 21.03.2016, from <http://land.copernicus.eu/global/products/lst>
- Heilig, G. K., (2012). World urbanization prospects: the 2011 revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division, Population Estimates and Projections Section, New York.
- National Aeronautics and Space Administration, N. (2006). Landsat 7 Science Data Users Handbook. Retrieved on 21.03.2016, from http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf
- National Aeronautics and Space Administration, N. (2015). Landsat 8 Data Data Users Handbook. Retrieved on 21.03.2016, from http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf
- Orhan, O., Ekercin, S., & Dadaser-Celik, F. (2014). Use of landsat land surface temperature and vegetation indices for monitoring drought in the Salt Lake Basin Area, Turkey. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Rouse Jr, J. W., Haas, R., Schell, J., & Deering, D. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In Third ERTS symposium, NASA SP-351, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C., vol. 1, pp. 309-317.
- Sekertekin, A., Kutoglu, S., H., Kaya, S., (2016). Evaluation of spatio-temporal variability in

Land Surface Temperature: A case study of Zonguldak, Turkey. *Environ Monit Assess.*188(1):30. doi: 10.1007/s10661-015-5032-2.

United States Geological Survey, (2016). USGS Global Visualization Viewer. Retrieved on 15.01.2016, from <http://glovis.usgs.gov/>

Uysal, M., and Polat, N., (2015). An Investigation of the Relationship between Land Surface Temperatures and Biophysical Indices Retrieved From Landsat Tm in Afyonkarahisar (Turkey). *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette*, vol. 22(1), ISSN 1330-3651, p. 177-181.

Yakar, M., ve Orhan, O. (2016). Investigating Land Surface Temperature Changes Using Landsat Data in Konya, Turkey. *Proceedings of The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 16(6), 12-19.

Yuan, F., & Bauer, M. E. (2006). Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, vol. 106(3), p. 375-386. doi:10.1016/j.rse.2006.09.003,

Zhang, J. Q., Wang, Y. P., & Li, Y. (2006). A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band6. *Computers & Geosciences*, vol. 32(10), p. 1796-1805. doi:10.1016/j.cageo.2006.05.001

URL-1;
<https://mardin.ktb.gov.tr/TR-56481/cografya.html>