

Kentsel Mekân Farklılıklarının Isı Adası Oluşumuna Etkisinin Belirlenmesi: Erzurum Kenti Örneği

Nalan Demircioğlu Yıldız^{1*}, Uğur Avdan² ve Zehra Avdan³

¹Doç.Dr. Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 25240, Erzurum/Türkiye

²Doç.Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Uydu ve Uzay Bilimleri Bölümü, Eskişehir/Türkiye

³Dr. Öğr. Gör. Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir /Türkiye

*Corresponding Author: nalandemircioglu25@hotmail.com

+Speaker: nalandemircioglu25@hotmail.com

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet - Tüm dünyada özellikle de kent merkezlerinde yaşayan insan nüfusu her geçen gün artmaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak sosyal, ekonomik ve çevre sorunlarını da her geçen gün artmaktadır. Günümüzde kent merkezlerinde görülen en önemli çevre sorunlarından biri de mikroklimatik koşullarda meydana gelen olumsuz değişimlerdir. Özellikle kent merkezlerinde yüksek yoğunlaşmaya bağlı olarak, kent dokusunun morfolojisinin değişmesi, sert yüzeylerin artması, yeşil yüzeylerin azalması bu olumsuzluğu artırmaktadır. Mikroklimatik olumsuzlukların başında kırsal çevreye göre kentsel çevrenin daha sıcak olmasına bağlı olarak gelişen kentsel ısı adası oluşumu gelmektedir. Çevre sorunlarının azaltılmasında özellikle kent iklimine bağlı olarak yapılan planlama ve tasarım uygulamaları önemli yer tutmaktadır. Kentlerde alan kullanım tiplerindeki değişim iklimsel parametrelerde de değişime neden olmaktadır. Bu değişimin belirlenmesi sağlıklı kentleşmenin sağlanmasında önemlidir.

Araştırmada, Erzurum kent merkezine ait 07/08/2018 tarihli Landsat uydu görüntüleri üzerinden belirlenen alan kullanım tiplerinin kentsel ısı adasını nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. LST haritası ve alan kullanım tipi haritası birlikte değerlendirildiğinde, özellikle yeşil alanların kentteki sıcaklık değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Alan kullanımı, yüzey sıcaklık haritası, Erzurum, Kentsel ısı adası

Determination of the Effect of Urban Space Differences on Heat Island Formation: The Case of Erzurum City

Abstract – The population of people living especially in urban centers all over the world is increasing day by day. Social, economic and environmental problems are also increasing day by day due to this population growth. One of the most important environmental problems in city centers today is the negative changes in microclimatic conditions. Especially due to high concentration in cities, changes in morphology of urban fabric, increase in hard surfaces, decrease in green surfaces increase this negativity. One of the main negativity is the urban heat island creation due to the urban environment being warmer than the rural environment. Planning and design practices especially related to urban climate have an important place in reducing environmental problems. The change in the types of land use in the cities causes changes in the climate parameters. Determining this change is important in ensuring healthy urbanization.

In this study, it was tried to find out how the land use types determined by Landsat satellite images dated 07/08/2018 of Erzurum city center affected the urban heat island. When the LST map and land use type map are evaluated together, it has been determined that especially the green areas decrease the temperature values in the city.

Keywords– land use, land surface temperature, Erzurum, Urban heat island

1- GİRİŞ

Dünya sağlık örgütünün verilerine göre, dünya nüfusunun 1950’de %30’u, 2010’da ise %50’ si kentlerde yaşamaktadır. 2030’da bu oranın %60, 2050’de ise %70’ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (www.who.int). United Nations (2014) verilerine göre ise, 2030 yılında kentlerdeki nüfusun %41 oranında artacağını tahmin edilmektedir (World Bank Group, 2015). Nüfusun artmasıyla ile artan enerji, beslenme ve barınma ihtiyaçları doğal alanlar üzerindeki baskıyı artırmış, kentsel alanların artmasına neden olmuştur. Giderek artan

kentleşme ve beraberinde gelişen sanayileşme, dünyada başta küresel iklim değişikliği olmak üzere pek çok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir.

Kentsel ortamlardaki sert yüzeylerin artması, yeşil alanların azalmasına, solar radyasyon absorpsiyonunun artmasına ve bölgesel iklim değişikliklerinin olmasına neden olmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin en önemlisi ise kentsel ısı adası olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentlerde meydana gelen bölgesel ısı artışlarına kentsel ısı adası (Urban Heat Island

(UHI) adı verilmektedir (Allegrini et al. 2015; Morabito et al., 2016). Landsberg (1981) ve Oke, (1982) Kentsel ısı adasını kentsel ortamların çevrelerindeki kırsal ortamlara göre daha sıcak olması olarak tanımlamışlardır. Buyantuyev and Wu (2009) ve Santamouris, (2013) çalışmalarında kentsel alanların kırsal alanlara göre sıcak olduğunu bulmuşlardır. Yüksel (2005)'e göre bu fark 6-12 °C ye çıkarken, Krusche et al. (1982)' a göre ise 1-2°C olmaktadır. Kentsel alanlardaki sıcaklığın nedeni kentin sahip olduğu fiziksel ve morfolojik özelliklerinden yada antropojenik nedenlerden kaynaklanmaktadır (Luo et al., (2007); Rizwan et al., (2008); Kleerekoper et al., (2012); Martin et al., (2015)). Kentlerin yapısında yer alan sokak sistemindeki farklar, yapı ve yollarda kullanılan malzemeler, zemin kullanım şekilleri gibi parametreler kentlerde mikro iklimleri oluşturmaktadır (Gomez vd., 1998). Diğer önemli bir nedende alan kullanımında meydana gelen değişimlerdir (Jianjun et al. (2005). Wu et al., (2014) ve Lin and Lin, (2016) alan kullanımındaki değişikliklerin ve peyzaj desenindeki farklılıkların kentsel ısı adasını etkilerini araştırmışlardır. Owen et al., (1998) yapmış olduğu çalışmada kentsel ısı adasının, değişen yüzey toprağı, su içeriğı ve bitki örtüsü gibi etmenlerden etkilendiğini tespit etmiştir.

Alan kullanımında meydana gelen değişimler albedo, topografya ve sera gazlarının döngüsü gibi pek çok özelliğın değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimler ise iklimsel parametreleri etkilemektedir. Kentlerde sert yüzeylerin artması hava sıcaklığının artmasına, rüzgarın azalmasına, yağmur miktarının değişmesine neden olmaktadır (Kadioğlu 2001).

Kentsel ısı adasının tespitinde uzaktan algılama teknikleri kullanılmaktadır (Tomlinson et al., 2011). Yüzey sıcaklık değeri (LST) yüzeylerin radyasyon değerinin belirlenmesi ile bulunur (Jackson vd., 2010). Uydu görüntülerinin işlenmesi ile elde edilen kent iklimi araştırmalarında bitkilendirilmiş alanların, gün boyu ısıyı emmeleri ve sonrasında buharlaşma yoluyla uzaklaştırması (Sabnis, 2011) sonucu serinletici etkileri bulunmuştur (Oke, (1989); Baihua and Isabela, (2015); Weixin et al., (2011); Estoque et al. (2017))

Çalışmalar geçirimsiz yüzeylerin kentsel ısı adasını artırdığını (Dos Santos et al., 2017)), yeşil alanların ise azalttığını belirlemiştir

Farklı alan kullanımlarının belirlenmesinde güvenilir ve doğru sonuçlar elde edebilmek için farklı sınıflandırma teknikleri ve UA indeksleri kullanılmaktadır.

Thanapura ve diğ., (2007) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), Zha ve diğ., (2003) NDBI (Normalized Difference Build-up Index), Chen ve diğ., (2006) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDWI (Normalized Difference Water Index), NDBaI (Normalized Difference Bareness Index) ve NDBI (Normalized Difference Build-up Index) indekslerini çalışmalarında kullanmışlardır.

Feyisa et al., (2014), Estoque et al. (2017), Guo et al. (2015), Gunawardena et al., (2017) ve Dos Santos et al. (2017) yapmış oldukları çalışmalarda kentsel ısı adası, vejetasyon değişim analizi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve Normalized Difference Build-up Index (NDBI) arasında ilişkiyi incelemişler, UHI ile NDVI arasında negatif, UHI ile NDBI arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır. Masek ve diğ., (2000), uydu görüntüsünü kontrolsüz sınıflandırarak, NDVI ile değerlendirmiştir.

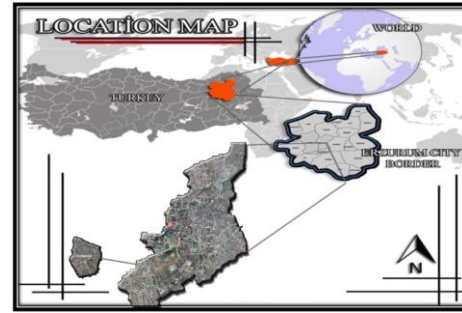
Çalışmada, kentsel ısı adası oluşumunu belirlemek için oluşturulan yüzey sıcaklık haritası üzerinden LST haritası ile,

NDVI, NDBI ve BU indeksleri arasındaki ilişki Erzurum kent merkezi örneğinde belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL ve METOD

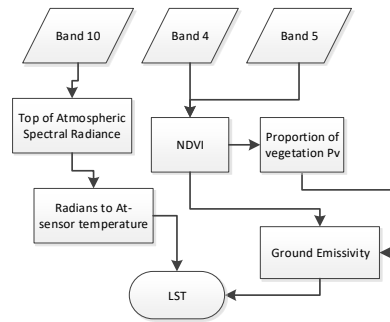
1.1. Materyal

Erzurum ili Doğu Anadolu Bölgesinde 25.000 km²'lik bir alana sahiptir (Şekil 1). 766,729 kişilik nüfusa sahip olan Erzurum, denizden 1853 m yüksektedir. Karasal iklime sahip olan ilin, sıcaklık ortalaması 19,6, soğuk ortalaması -8,6, en düşük sıcaklık -35, en yüksek sıcaklık ise 35'dir (www.erzurum.gov.tr).



Şekil 1. Çalışma alanı

21/08/2018 tarihine ait LANDSAT TM 8 uydu görüntüsü <http://glovis.usgs.gov> adresinden indirilerek yüzey sıcaklık haritası (LST) oluşturulmuştur. Verilerin işlenmesi ve analizinde Erdas IMAGINE ve ArcGIS (Ver:10.4) programı kullanılmıştır. Akış şeması Şekil 2'de verilmiştir. LST haritasının oluşturulmasında Avdan ve Jovanovska (2016)'nın geliştirdiği yöntem kullanılmıştır. Farklı indeksler (NDVI (2), NDBI (3), BU(4)) kullanılarak alan kullanım farklılıkları ile yüzey sıcaklık haritası (UHI(1)) mukayese edilmiş ve kentin kentsel ısı adaları oluşturulmuştur.



Şekil 2. Çalışmada LST haritasının elde edilmesi (Avdan and Jovanovska, 2016)

UHI (Urban Heat Index) (Ma et al. 2010):

$$UHI = \mu + \frac{\sigma}{2} \quad (1)$$

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) yöntemi (<https://gisgeography.com>)

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (2)$$

Harita sonucu -1 ve +1 değerleri arasında değişmektedir. Bitki örtüsünün olduğu alanlar +1'e yakınken, bitkısiz alanlar -1'e doğru değer almaktadır. NDBI (Normalized Difference Build-up Index) (Zha et al. 2003)

$$NDBI = \frac{MIR - NIR}{MIR + NIR} \quad (3)$$

Harita sonucu -1 ve +1 değerleri arasında değişmektedir. Yapı yüzeylerinin olduğu alanlar +1'e yakınken, bitki örtüsüne sahip alanlar -1'e doğru değer almaktadır.

BU (Built-up Index) (Kshetri, 2018)

$$BU = NDBI - NDVI \quad (4)$$

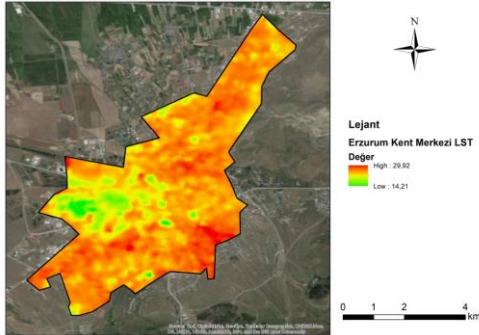
indekleri çalışmada kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Erzurum kent merkezine ait oluşturulan LST haritası değerlendirildiğinde, en yüksek sıcaklık 30 °C belirlenirken, en düşük sıcaklık 14 °C'dir. Kent merkezine ait sıcaklık ortalaması 25 °C olarak bulunmuştur (Şekil 3; Tablo 1).

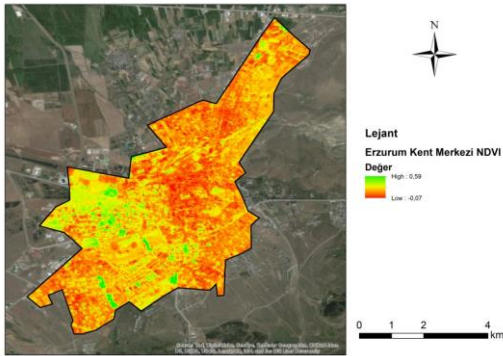
Tablo 1. Erzurum kent merkezine ait LST verileri

Çalışma Alanı	AREA	MIN (°C)	MAX (°C)	MEAN (°C)
Erzurum	25742700	14,21	29,92	25,37



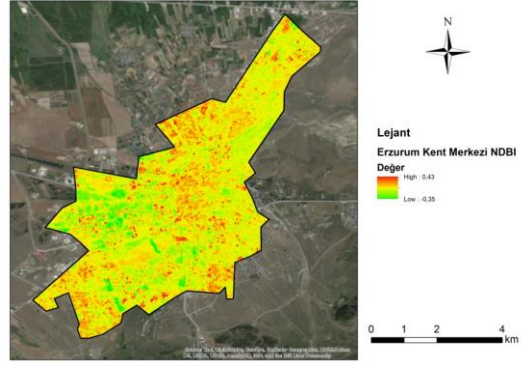
Şekil 3. Kent merkezine ait LST haritası

Erzurum kent merkezine ait NDVI haritasına göre, NDVI değerleri -0,07 ile 0,59 sayıları arasında değişmektedir. Kent merkezinin batı ve güneyi kitle yeşil alanlarına sahiptir (Şekil 4).



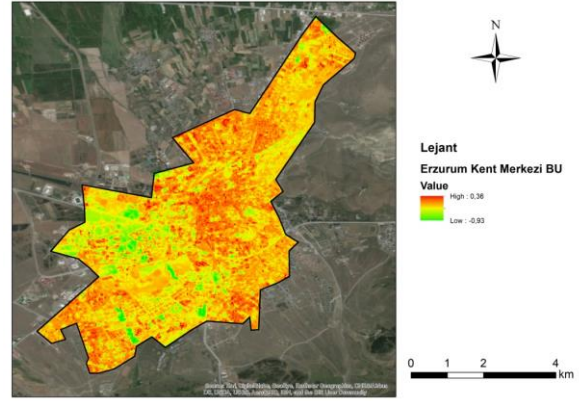
Şekil 4. Kent merkezine ait NDVI index haritası

Kentsel alanda yapı yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılan NDBI haritasına göre değerler -0,35 ile 0,43 arasında değişmektedir. Rakam 1'e yaklaştıkça yapı yüzeyleri artmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Kent merkezine ait NDBI index haritası

Yapı yüzeyleri ve geçirimsiz tabakaları belirlenmesinde kullanılan BU indeksi NDBI indeksinden NDVI indeksinin çıkarılması ile elde edilmiştir. BU index haritası -0,93 ile 0,36 arasında değişmektedir (Şekil 6).

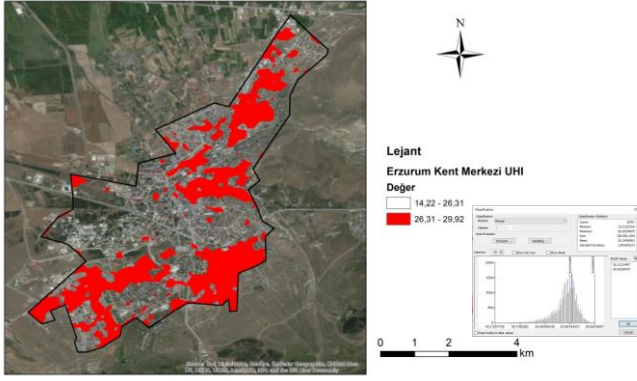


Şekil 6. Kent merkezine ait BU index haritası

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tüm dünyada kentler büyümekte ve nüfus artışı beklenmedik boyutlara ulaşmaktadır. Kentsel yaşam alanlarının planlama kriterlerinden biri olan iklimsel parametreler küresel iklim değişikliği nedeniyle oldukça önemli hale gelmektedir. Alan kullanımındaki değişiklikler iklimi etkilemektedir (Kadioğlu (2001); Jianjun et al. (2005)). Yüze sıcaklık değerleri toprak nemi, geçirimsiz yüzey ve bitkisel yüzeye göre değişiklik göstermektedir (Baihua and Isabela, 2015; Weixin et al., 2011). Çalışmanın sonucunda oluşturulan UHI haritası değerlendirildiğinde, zamansal değişim göstermekle birlikte 26 C' nin üzerindeki alanlarda kentsel ısı adası bulunmaktadır (Şekil 7). Farklı zamanlara ait kentsel ısı adaları da değerlendirilerek, Erzurum kent merkezine ait planlamalarda kullanılacak iklimsel veriler elde edilebilir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde LST ile NDVI arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Bitkisel yüzeyler düşük sıcaklığa sahiptir. LST ile NDBI ve BU değerlendirildiğinde aralarında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yapı yüzeyleri arttıkça LST ve UHI değerleri artmaktadır.

UHI değerlerinin hesaplanmasında LST haritası önemlidir. Çalışma sonucuna göre LST, NDVI, NDBI, BU indeksleri ve UHI arasında ilişki bulunmaktadır.



Şekil 6. Kent merkezine ait UHI (Kentsel ısı adası) alanları

Çalışma sonuçlarına göre, alan kullanım farklılıklarının kentsel ısı adasına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Özellikle planlama kararları alınırken sağlıklı ve konforlu yaşam alanlarının sağlanmasında doğru değerlendirmeler yapılması açısından sonuçlar önem teşkil etmektedir.

5- KAYNAKLAR

Allegrini, J., Dorer, V., Carmeliet, J., 2015. Influence of Morphologies on the Microclimate in Urban Neighbourhoods. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 144, 108-117.

Avdan, U. and G. Jovanovska (2016). "Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data." *Journal of Sensors* 2016.

Baihua, F., Isabela, B., 2015. Riparian vegetation NDVI dynamics and its relationship with climate, surface water and groundwater. *J. Arid Environ.* 113, 59-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.09.010>

Buyantuyev, A., Wu, J., (2009). Urban heat islands and landscape heterogeneity: linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. *Landsc. Ecol.* 25 (1):17-33.

Chen, X., Zhao, H., Li, P., Yin, Z., 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sensing of Environment*, 104, 2, 133-146.

Dos Santos, A.R., de Oliveira, F.S., da Silva, A.G., Gleriani, J.M., Goncalves, W., Moreira, G.L., Mota, P.H.S., (2017). Spatial and temporal distribution of urban heat islands. *Sci. Total Environ.* 605-606:946-956.

Estoque, R.C., Murayama, Y., Myint, S.W., (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: an urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Sci. Total Environ.* 577:349-359.

Feyisa, G.L., Dons, K., Meilby, H., (2014). Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: an example from Addis Ababa. *Landsc. Urban Plan.* 123:87-95

Gomez, F., Gaja, E., Reig, A. (1998) Short Communication: Vegetation and Climatic Changes in a City, *Ecological Engineering* (10) 355-60.

Gunawardena, K.R., Wells, M.J., Kershaw, T., (2017). Utilising green and bluespace to mitigate, urban heat island intensity. *Sci. Total Environ.* 584:1040-1055.

Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., Zhang, X., (2015). Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters. *Landsc. Urban Plan.* 135:1-10

Jackson, T.L., Feddema, J.J., Oleson, K.W., Bonan, G.B., Bauer, J.T. (2010) Parameterization of Urban Characteristics for Global Climate Modeling, *Annals of the Association of American Geographers* 100(4) 848-65.

Jianjun, J., Jie, Z., Hongan, W., Li, A., Hailing, Z., Li, Z., Jun, X., 2005. Land over changes in the rural-urban interaction of xian region using Landsat TM/ETM data. *J. Geogr. Sci.* 15 (4), 423-430. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02892149>.

Kadioğlu, M., 2001: Küresel iklim Değişimi ve Türkiye: Bildiğiniz Havaaların Sonu, Güncel Yayıncılık, 3. Baskı, İstanbul.

Kleerekoper L, M. van Esch, T. B. Salcedo, (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect, *Resour. Conserv. Recycl.*, 64:30-38

Krusche P. & M., Althaus D. & Gabriel I. 1982; *Ökologisches Bauen – Herausgegeben vom Umweltbundesamt; Bauverlag GmbH, Wiesbaden & Berlin*

Kshetri, T.B. 2018, NDVI, NDBI & NDWI Calculation Using Landsat 7, 8, <https://www.linkedin.com/pulse/ndvi-ndbi-ndwi-calculation-using-landsat-7-8-tek-bahadur-kshetri>

Landsberg, H. E. (1981). *The Urban Climate*. New York: Academic Press

Lin, B.S., Lin, C.T., (2016). Preliminary study of the influence of the spatial arrangement of urban parks on local temperature reduction. *Urban For. Urban Green.* 20:348-357.

Luo Z., O.J. Sun, Q. Ge, W. Xu, J. Zheng. (2007) Phenological responses of plants to climate change in an urban environment, *Ecol. Res.*, 22(3):507-514

Ma, Y., Y. Kuang and N. Huang (2010). "Coupling urbanization analyses for studying urban thermal environment and its interplay with biophysical parameters based on TM/ETM+ imagery." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12(2): 110-118.

Martin P, Y. Baudouin, P. Gachon. (2015) An alternative method to characterize the surface urban heat island, *Int. J. Biometeorol.*, 59(7):849-861

Masek, J.G., Lindsay, F.E., Goward, S.N., 2000. Dynamics of urban growth in the Washington DC metropolitan area, 1973-1996, from Landsat observations. *International Journal of Remote Sensing*, 21, pp. 3473-3486.

Morabito, M., Crisci, A., Messeri, A., Orlandini, S., Raschi, A., Maracchi, G., Munafo, M., (2016). The impact of built-up surfaces on land surface temperatures in Italian urban areas. *Sci. Total Environ.* 551-552:317-326.

OKE, T.R. (1989) *The Micrometeorology of the Urban Forest*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B324)* 335-49.

Oke, T.R., 1982. The energetic basis of the urban heat island. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 108, 1-24.

Owen, T. W., Carlson, T. N., & Gillies, R. R. (1998). An assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 1663-1681.

Rizwan, A.M., Dennis, L.Y.C., Liu, C., (2008). A review on the generation, determination and mitigation of urban heat island. *J. Environ. Sci.* 20, 120-128.

SABNIS, G.M. (2011) *Green Building with Concrete Sustainable Design and Construction*, CRC Press, 175-226.

Santamouris, M., (2013). *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. Routledge, Abingdon-on-Thames, UK.

- Santamouris, M., (2013). Energy and Climate in the Urban Built Environment. Routledge, Abingdon-on-Thames, UK.
- Tomlinson, C.J., Chapman, L., Thornes, J.E., Baker, C., (2011). Remote sensing land surface temperature for meteorology and climatology: a review. Meteorol. Appl. 18, 296–306.
- Thanapura, P., Helder, D. L., Burckhard, S., et al., 2007. Mapping urban land cover using QuickBird NDVI and GIS spatial modeling for runoff coefficient determination. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 73, 1, 57-65. URL: http://earth.esa.int/pub/ESA_DOC/landsat_FAQ/#_Toc235345950, (son giriş tarihi: 15.09.2011).
- Tomlinson, C.J., Chapman, L., Thornes, J.E., Baker, C., (2011). Remote sensing land surface temperature for meteorology and climatology: a review. Meteorol. Appl. 18, 296–306.
- United Nations (2014). hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-en-1.pdf
- Weixin, X., Song, G., XinQuan, Z., Jianshe, X., Yanhong, T., Jingyun, F., Juan, Z., Sha, J., 2011. High positive correlation between soil temperature and NDVI from 1982 to 2006 in alpine meadow of the Three-River Source Region on the Qinghai- Tibetan Plateau. Int. J. Appl. Earth Observation Geoinformation 13, 528e535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2011.02.001>.
- World Bank Group 2015. www.worldbank.org/en/about/annual-report-2015
- Wu, H., Ye, L.P., Shi, W.Z., Clarke, K.C., (2014). Assessing the effects of land use spatial structure on urban heat islands using HJ-1B remote sensing imagery in Wuhan, China. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 32:67–78
- Yüksel, Ü., 2005. Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama Ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması Ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zha, Y., J. Gao and S. Ni (2003). "Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery." International Journal of Remote Sensing 24(3): 583-594