



Yer Yüzey Sıcaklığının Termal Uzaktan Algılama Görüntüleri ile Araştırılması: Muş İli Örneği

Çağrı Mercan*¹ 

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Savur Meslek Yüksekokulu, Harita ve Kadastro Programı, Mardin, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Uzaktan Algılama
Muş
Termal Band
Yer Yüzey Sıcaklığı
Landsat

ÖZ

Fosil yakıtların kullanımı, ormansızlaşma ve çeşitli sanayi süreçleri atmosferdeki sera gazlarının birikmesine ve küresel bir sıcaklık artışına neden olmaktadır. Bu durum gerek biyolojik çeşitliliği ve gerekse de insanların yaşam konforunu olumsuz etkilemektedir. Küresel ölçekteki bu ısı artışı dünyamızın dış kabuğunun sıcaklığında da değişiklikler meydana getirmektedir. Yer Yüzeyi Sıcaklığı (YYS) olarak bilinen yerkürenin en dış yüzeyinin sıcaklık değerleri birçok farklı yöntem ile ölçülebilse de uzaktan algılama çalışmaları bu yöntemler arasında en ekonomik ve hızlı sonuçlar üretmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma Muş ilinin uzun yıllar (29 yıllık) YYS değişimini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak 1990-2000-2005-2011-2019 yıllarına ait YYS haritaları üretilmiştir. Haritalarda bitki örtüsünün yoğun olduğu yerlerde YYS değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Muş ilinin YYS değerlerinde yıllara göre artış ve azalışlar görülse de genel olarak artan bir sıcaklık trendinin var olduğu söylenebilir. Muş ilinde ortalama sıcaklığın her yıl yaklaşık olarak 0.3 °C artış gösterdiği belirlenmiştir.

Investigation of Land Surface Temperature with Thermal Remote Sensing Images: A Case Study Muş Province

Keywords

Remote Sensing
Muş
Thermal Band
Land Surface Temperature
Landsat

ABSTRACT

The use of fossil fuels, deforestation and various industrial processes cause the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere and a global temperature increase. This negatively affects both biodiversity and people's comfort of life. This global heat increase also changes the temperature of our world's outer crust. The temperature values of the outermost surface of the earth known as Land Surface Temperature (LYS) can be measured by many different methods. Remote sensing studies are widely used because of the most economical and rapid results among these methods. This study aims to reveal the long-term (29-year) YYS change of Mus province. YYS maps from 1990-2000-2005-2011-2019 were produced using Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI satellite images. In the maps, LYS values were found to be lower in places where vegetation is dense. Although the YYS values of Mus province have increased and decreased compared to years, it can be said that there is an increasing temperature trend in general. In Mus province, the average temperature increased by approximately 0.3 °C each year.

1. GİRİŞ

Son yıllarda yoğun bir şekilde sonuçlarını görmeye başladığımız küresel ısınma ve iklim değişimi dünyayı tehdit eden önemli çevre sorunlarından. Bu problem deniz seviyelerinde yükselmelere sebep olurken, tarım, orman, ulaşılabilir temiz su kaynakları ve biyolojik çeşitliliği de tehdit etmektedir (Doğan ve Tüzer, 2011; Kaya ve ark., 2016; Mercan ve Arpağ 2020; URL-1). 1880 yılından itibaren yıllık 1 °C'ye ulaşabilen bir sıcaklık artışının olduğunu belirten araştırmacılar bu artışın önümüzdeki yıllarda da katlanarak devam edeceğini belirtmektedirler (Eryılmaz ve Demirarslan, 2018).

Yapılaşmalar sırasında çoğunlukla yeşil alanlar, doğal mera/çayır alanları tahrip edilmiş, su kaynakları kontrolsüz bir şekilde kullanılarak yeşilin az betonun fazla olduğu çarpık kentleşmeler oluşturulmuştur. Normal şartlar altında güneşten gelen ışığın bir kısmı geri yansırken artan betonlaşma ile birlikte bu oran gittikçe azalmaktadır. Beton, asfalt, kaldırım gibi doğal olmayan malzemeler güneşten gelen ısıyı yeşil alanlara göre daha fazla emer ve bu enerji de sıcaklık olarak çevreye yansır (Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar, 2014). Bu yayılan sıcaklık değerleri kentlerin çevrelerine göre daha sıcak olmasına neden olur ve bu olaya "Kentsel Isı Adası" adı verilir (Oke, 1982; Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar, 2014). Yeşil alanların tahrip edilmesi de bu kentsel ısı adalarının daha da fazla ısınmasına sebep olmaktadır (Yılmaz, 2013; Alkan ve ark., 2017; Orhan, 2021; Şekertekin ve Marangoz, 2019; Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar, 2014). Artan bu ısı insanların sağlığını ve yaşam konforunu tehdit ederken biyolojik çeşitliliği de olumsuz olarak etkilemektedir. Bundan ötürü bu değişimlerin tespit edilmesi, takip edilebilmesi, giderilmesi ve iyileştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekir (Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar, 2014). Sıcaklık değişimlerinin tespit edilmesinde son yıllarda uzaktan algılama çalışmalarının gelişmesi ile birlikte büyük ilerlemeler meydana gelmiştir.

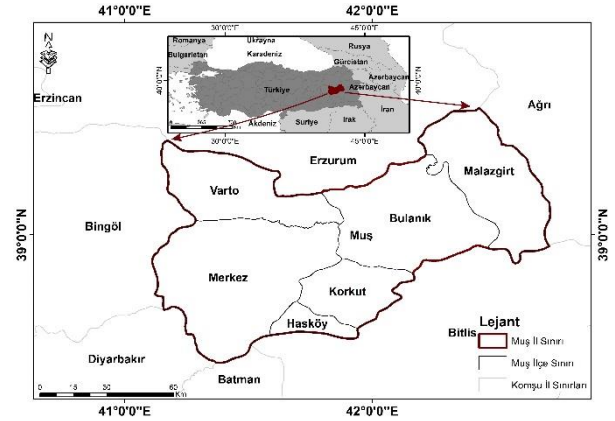
Termal uzaktan algılama çalışmaları ile istenilen bölgenin çok zamanlı Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) haritaları oluşturularak o bölgedeki mevcut durum ve zamansal değişimler hızlı ve ekonomik bir şekilde tespit edilebilmektedir. YYS çalışmaları neticesinde ele edilen veriler bitki değişim analizleri, iklimsel çalışmalar, meteorolojik çalışmalar, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) çalışmaları, arazi örtüsü değişimi analizleri, su yüzey sıcaklıklarının tespiti gibi birçok farklı alanda doğrudan ve dolaylı olarak kullanılabilir (Parker ve Warner, 1973; Balcık, 2014; Orhan ve ark., 2014; Şener, 2016; Zhang ve ark., 2016; Oğuz, 2017; Polat ve ark., 2018; Tonyaloğlu, 2019; Şekertekin ve Marangoz, 2019; Akyürek, 2020; Polat, 2020). YYS'nin ortaya konulması kent planlamaları açısından da oldukça önemlidir. Zamansal olarak YYS değişiminin ortaya konulması, olası mevcut kötü durumlar için tedbirlerin alınmasını sağlarken, tarımsal

çalışmaların mevcut durumu ve geleceği hakkında ise önemli ipuçları sunabilmektedir. Arazi çalışmaları ile bir bölgenin yer yüzey sıcaklığının ortaya konulması oldukça zahmetli ve maliyetli olabilirken, uzaktan algılama çalışmaları ile bu hesaplamaların yapılması oldukça pratik ve ekonomik olmaktadır. İnceleme alanını oluşturan ve Muş Ovası gibi önemli tarımsal üretimin yapıldığı bir alanda böyle verilerin olmayışı bu çalışmanın yapılmasını zorunlu kılmıştır.

Bu çalışma ile Muş ilinde uzun yıllar (1990-2019) boyunca YYS'nin hesaplanıp mekansal ve zamansal olarak değişiminin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bunun neticesinde bölgenin YYS geçmişten günümüze doğru nasıl değiştiği, hangi bölgelerde bu değişimin olduğu görülerek gelecekte yapılacak olan arazi, toprak vb. kaynaklara yönelik hazırlanacak proje ve çalışmalara analitik veri sağlayarak önemli bir yol gösterici olacaktır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Murat-Van bölümünde yer alan Muş ilidir. Muş ili Merkez, Varto, Korkut, Hasköy, Bulanık ve Malazgirt ilçeleri olmak üzere başlıca altı ilçeden oluşmaktadır. (Şekil 1). Muş ili kuzeyinde Erzurum, doğusunda Ağrı, güneyinde Batman ve Bitlis, güneybatısında Diyarbakır, batısında ise Bingöl şehri ile komşudur. Sert karasal bir iklime sahip olan Muş şehri çoğunlukla ova özelliği gösterse de yer yer yüksekliği 2950 metreye ulaşan dağların olduğu bir coğrafyaya sahiptir (Şengün ve Kıranşan, 2016; Atabay ve Toprak, 2018; URL-3).

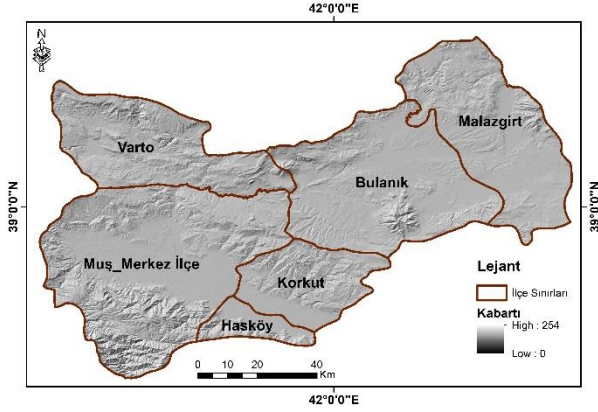


Şekil 1. Çalışma alanı

İlin bulunduğu coğrafya Alp-Himalaya orojenez kuşağının etkisiyle yükselmiştir. Özellikle şehrin güney bölgelerinde kendini daha belirgin olarak gösteren engebeli, yüksek araziler Bitlis-Zagros dağ kuşağının yüksek alanlarıdır. Çalışma alanında Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fay sistemlerine bağlı olarak gelişmiş ünlü Muş Ovası da bulunmaktadır.

İnceleme alanının topoğrafik özelliklerini üç boyutlu olarak görerek yukarıda belirtilen unsurların daha iyi anlaşılabilmesi ve YYS'nin

sonuçlarının daha etkin yorumlanabilmesi için inceleme alanının kabartı haritası oluşturulmuştur (Şekil 2). Oluşturulan bu haritada ilin Merkez ve Hasköy ilçelerinin güney kısımları ve Varto ilçesinin kuzey bölgelerinin oldukça engebeli ve yüksek olduğu görülmektedir. Muş ilinin Merkez ve Korkut ilçelerinde görülen oldukça düz alanlar ise Muş Ovası topraklarıdır. Bu düzlük alanlar tarımsal üretim açısından oldukça önemlidir.



Şekil 2. Muş iline ait kabartı haritası

3. YÖNTEM

Çalışma Arcmap yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. YYS'nin hesaplanması için gerekli temel veri setini Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS) tarafından sağlanan 1990-2019 yılları arasında Temmuz ve Ağustos ayları için indirilebilir olan Landsat-5 TM ve Landsat 8 Oli uydu görüntüleri oluşturmaktadır (Tablo 1). Uydu görüntüleri beşer yıl ara ile ve sıcaklığın yüksek, bulut oranının düşük olduğu temmuz ayından seçilmeye çalışılmıştır ancak 2019 yılında uydu görüntülerindeki bulutluluk faktöründen ötürü ağustos ayından seçilmiştir.

Tablo 1. Çalışma alanında kullanılan uydu verileri

Görüntü Tarihi	Uydu	Path/Row
16.07.1990	Landsat-5 TM	171/033
30.07.1995	Landsat-5 TM	171/033
11.07.2000	Landsat-5 TM	171/033
25.07.2005	Landsat-5 TM	171/033
26.07.2011	Landsat-5 TM	171/033
21.07.2015	Landsat-8 OLI	171/033
01.08.2019	Landsat-8 OLI	171/033

3.1. Yer Sıcaklık Haritalarının Üretilmesi

YYS'yi belirlemek için öncelikle termal görüntü bandı değerlerinin spektral radyans değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Landsat-5 TM (termal bant) verisinden itibaren piksel değerinden radyans değerine dönüşüm için denklem 1 kullanılmaktadır (Chander ve Markham, 2003; Yuan ve Bouer 2006; Chander ve Groeneveld, 2009; Şener,

2016; Anandababu ve ark., 2018; Polat, 2020; Roy ve ark., 2020).

$$L\lambda = \frac{L_{max} - L_{min}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \times (Q_{cal} - Q_{calmin}) + L_{min} \quad (1)$$

Formüldeki, $L\lambda$: Hesaplanan radyans değerini $W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$, Q_{cal} : Uydu görüntüsünün piksel değerini, Q_{calmax} : Maksimum piksel değerini, Q_{calmin} : Minimum dijital piksel değerini, $L_{max} - L_{min}$: Q_{calmax} ve Q_{calmin} 'e göre ölçeklendirilen spektral yansıtım değerini göstermektedir (Q_{calmax} , Q_{calmin} , L_{max} , L_{min} değerleri uydu meta verisinden temin edilmiştir).

Landsat-8 OLI (termal bant) için sensor piksel değerlerini spektral radyans değerlerine dönüşümünün sağlanması için denklem 2'deki dönüşüm uygulanır (Yuan ve Bauer 2006; Zhang ve ark., 2006; Barsi ve ark., 2014; Yılmaz, 2015; Şener, 2016; Akyürek, 2020; Roy ve ark., 2020).

$$L\lambda = Ml \times Q_{cal} + AL \quad (2)$$

Formüldeki, $L\lambda$: Hesaplanan radyans değerini ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$), ML : Radyans çarpımsal ölçeklendirme faktörünü, Q_{cal} : Uydu görüntüsünün piksel değerini, AL : Radyans ilave ölçeklendirme faktörünü temsil etmektedir (ML ve AL değerleri uydu meta verisinden temin edilmiştir).

Bu aşamadan sonra elde edilen spektral radyans değerinin denklem 3 kullanılarak parlaklık sıcaklığı değerine dönüştürülmesi gerekmektedir (Chander ve Markham, 2003; Yuan ve Bauer, 2006; Coll ve ark., 2010; Orhan ve ark., 2014; Giannini ve ark., 2015; Yılmaz, 2015; Avdan ve Jovanovska Kaplan, 2016; Şener, 2016; Akyürek, 2020; Polat, 2020; Roy ve ark., 2020).

$$Tb = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} - 273.15 \quad (3)$$

Formüldeki, Tb : Sensör parlaklık sıcaklık değerini ($^{\circ}C$), $L\lambda$: Denklem 2 de hesaplanan spektral radyans değerini, $K1-K2$: Landsat-5 ve Landsat-8 ait uydu meta verisinden elde edilen spesifik termal dönüşüm sabitlerini ifade etmektedir.

Denklem 3'de elde edilen veri sıcaklık belirtmiş olsa da arazideki gerçek sıcaklık değerini ifade etmemektedir. Denklem 4 kullanılarak, sensör parlaklık sıcaklık değerine yer yüzey yayınlığı (emissivity) düzeltmesi yapılarak gerçek yüzey sıcaklığını temsil eden YYS üretilmiş olur (Zhang ve ark., 2006; Polat, 2020).

$$Ts = \frac{Tb}{1 + (\lambda \times \frac{Tb}{h \times c}) \times \ln \epsilon \lambda} \quad (4)$$

Formüldeki, Tb : Sensör parlaklık sıcaklık değerini ($^{\circ}C$), λ : Gelen termal bant dalga boyunu (Landsat 5 için $11.45 \mu m$ / Landsat-8 için $10.895 \mu m$), h : Planck sabitini ($6.626 \times 10^{-34} Js$), b : Boltzmann

sabitini ($1.38 \cdot 10^{-23} \text{J/K}^{-1}$), c : Işık hızını ($2.998 \cdot 10^8 \text{m/s}$) ve $\epsilon\lambda$: Piksele karşılık gelen yayınlılık değerini ifade etmektedir.

Cisme gelen toplam ışın enerjisinin emilen ışın enerjisine oranına yayınlılık adı verilir. Denklem 4'te piksele karşılık gelen yayınlılık değeri ($\epsilon\lambda$) aşağıda verilen 5 nolu denklem kullanılarak hesaplanabilmektedir (Sobrino ve ark., 2004).

$$\epsilon\lambda = \epsilon v \lambda P v + \epsilon s \lambda (1 - P v) + C \lambda \quad (5)$$

Formüldeki; ϵv ve ϵs : Bitki ve toprak yayılım değerlerini, Pv : Bitki örüntüsü oranını, $C\lambda$: Ortalama arazi pürüzlülüğünü ifade etmektedir (düz araziler için $C = 0$) (Sobrino ve ark., 1990).

Yapılan bu çalışmada yer yüzey yayınlılığının belirlenmesi için Normalize edilmiş fark bitki indeksi (NDVI) değerleri hesaplanmıştır. Yer yüzey yayınlılığı için NDVI kullanılarak üç farklı arazi tipi için (kayaç ve toprak / bitki örtüsü / kayaç ve bitki örtüsü karışımı) elde edilmiştir (Sobrino ve Raissouni 2000; Sobrino ve ark., 2004). YYS'nin belirlenmesinde, NDVI değerinin, piksel değerinden değil yansıtım değerinden elde edilmesi gerekir (Giannini ve ark., 2015; Akyürek, 2020; Polat, 2020). NDVI değeri denklem 6 kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$NDVI = \frac{\text{Yakın Kıızıl Ötesi} - \text{Kırmızı}}{\text{Yakın Kıızıl Ötesi} + \text{Kırmızı}} \quad (6)$$

Formüldeki, Yakın kızıl ötesi bant: Landsat 8 için 5. band, Landsat 5 için 4. Bandı temsil etmektedir. Kırmızı bant: Landsat 8 için 4. Band, Landsat 5 için 3. bandı temsil etmektedir.

Denklem 6 yapıldıktan sonra, NDVI'nin bitki ve toprak değerleri kullanılarak bitki örtüsü oranının (Pv) hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplama yeryüzü yayınlılık (ışınım) değerinin (ϵ) hesaplanmasında kullanılır (Sobrino ve ark., 2004; 2008; Giannini ve ark., 2015; Akürek, 2020). Pv , bitki örtüsü oranının hesaplanması için denklem 7'de verilen eşitlik kullanılmaktadır.

$$Pv = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (7)$$

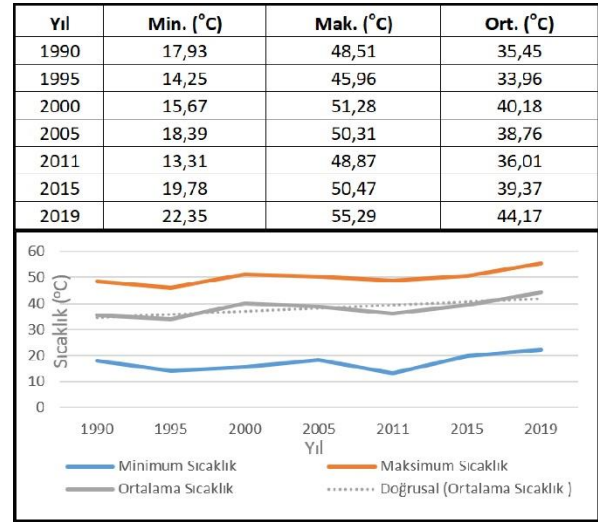
Yayınlılık (ışınım) (ϵ) değeri yer yüzeyi sıcaklıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu değer hesaplanması için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmada NDVI değerlerine dayalı yöntem kullanılmıştır. Landsat 5 Tm için yer yüzey yayınlılığı; NDVI değerleri eğer 0.2'nin altında ise yüzeyin kayaç ve toprağı temsil ettiği ve bu durumda yayınlılık değerinin 0,97 alınması, NDVI değeri eğer 0.2 ile 0.5 arasında ise yüzeyin bitki örtüsü ve kayaçlardan oluşan bir karışımı temsil ettiği ve bu durumda yayınlılık değerinin bulunması

için denklem 8'in kullanılması gerektiğini, NDVI değeri eğer 0.5'in üstünde ise yüzeyin bitki örtüsü ile kaplı olduğu ve yayınlılık değerinin 0.97 kullanılması çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmiştir (Sobrino ve ark., 2004; Sobrino ve ark., 2008; Giannini ve ark., 2015). Landsat-8 TM için ise yer yüzey yayınlılığı için su:0.991, bina:0.962, toprak:0.966, bitki:0.973 değerlerinin kullanılması önerilmiştir ve bu çalışmada da bu öneriler dikkate alınmıştır (Wang ve ark., 2015).

$$\epsilon TM6 = 0.986 + 0.004 P v \quad (8)$$

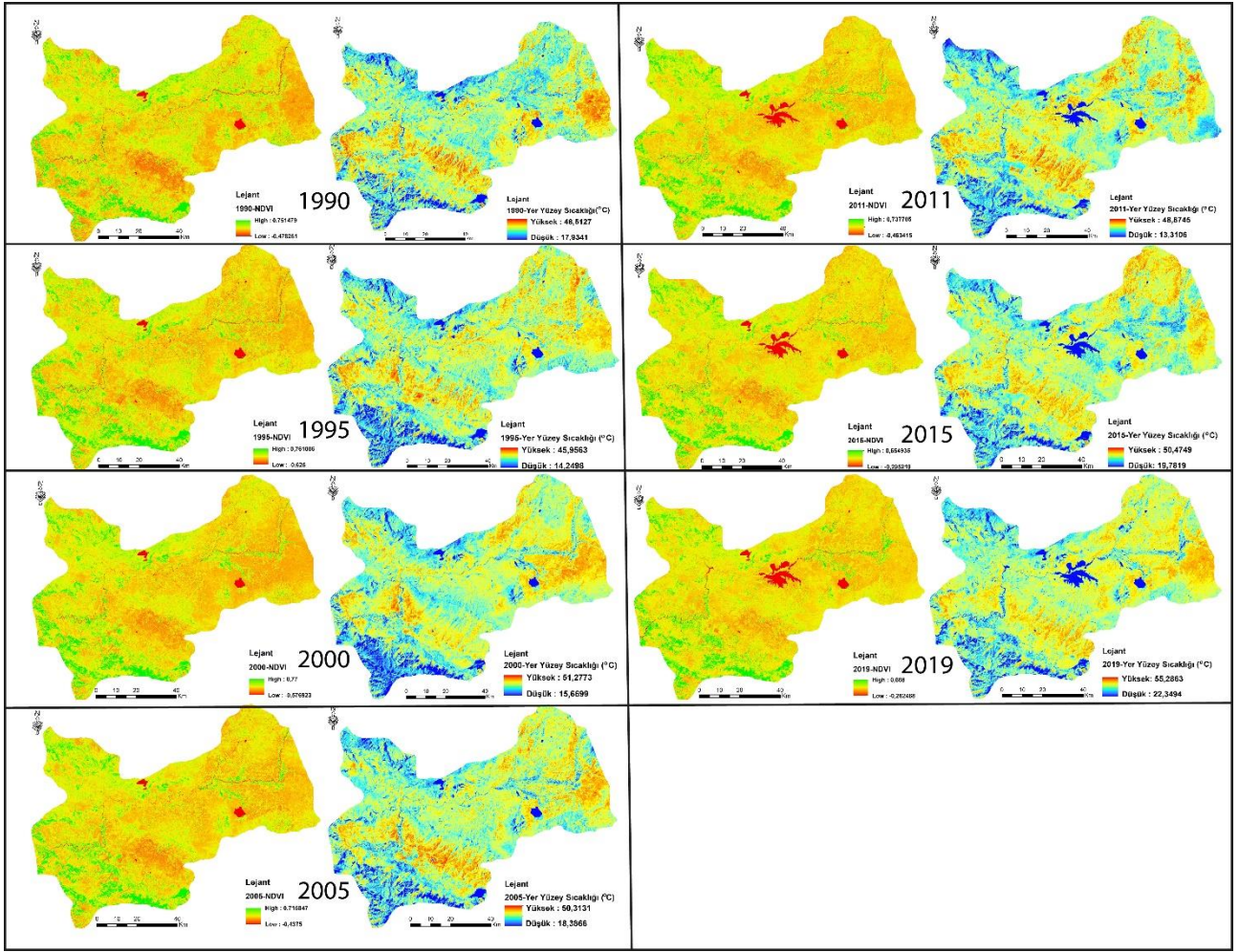
4. BULGULAR

Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak 1990-1995-2000-2005-2011-2015-2019 yıllarını kapsayan YYS haritaları ve temel istatistik hesaplamaları oluşturulmuştur (Şekil 3 ve Şekil 4).



Şekil 3. İnceleme alanında yıllara göre YYS değerleri ve grafiği.

Şekil 3'de verilen YYS verileri incelendiği zaman minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin 1990 yılından 2019 yılına doğru genel olarak bir artış trendinde olduğu gözlenmektedir. Bu artışlarda 2000 ve 2019 yıllarında belirgin oranda artış, 1995 ve 2011 yıllarında ise bariz düşüşler gözlenmektedir. 1990 yılında ortalama sıcaklık 35.45 °C iken, 2019 yılında bu sıcaklık 44.17 °C sıcaklığa ulaşmıştır. Yani 29 yıllık süreçte ortalama sıcaklıkta yıllık olarak yaklaşık 0.3 °C artış gözlenmektedir. Atabey ve Toprak (2018)'in Muş ve Bitlis illerinin uzun yıllar (1982-2011) meteorolojik sıcaklık değişimi ile ilgili olarak yapmış oldukları çalışmada da sıcaklığın artış hızının şekil 3 ve Şekil 4 de elde edilen sonuçlar ile paralel olduğu görülmüştür. Muş ili için oluşturulan Yer yüzey sıcaklık haritaları şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Yıllara göre NDVI ve YYS haritaları

YYS haritalarının yanına ise her yıl için oluşturulan NDVI haritaları da eklenmiştir. Böylelikle yıllara göre sıcaklık artış-azalışlarının NDVI değerleri ile olan ilişkisi daha net anlaşılacaktır. NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir ve pozitif değerler sağlıklı yeşil bitki örtüsünü belirtmektedir. Haritalarda NDVI değerlerinin pozitif olduğu, bitkilerin yoğun olduğu alanlarda YYS değerlerinin daha düşük olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum özellikle ilin güneybatı kısmında bariz bir şekilde gözlenmektedir. Akarsu ve göletlerin olduğu kısımlarda ise YYS değerlerinin en düşük olduğu görülmektedir. 2011 yılından itibaren ayrıca Alparsalan-1 barajının varlığı ile birlikte oluşan gölet haritalarda düşük sıcaklık ile göze çarpmaktadır. Korkut ilçesinin engebeli arazilerinde ve Malazgirt ilçesinin güneydoğu bölümlerinde ise sıcaklığın yıllar boyunca hep yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Muş il merkezinde ise yıllar içerisinde önemli sıcaklık farklılıklarının oluşmadığı gözlenmiştir. Bu durum Muş ilinin düşük nüfus artışı ve dolayısıyla şehirde düşük oranda artış gösteren yapı stoğu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Muş ilinin 1990 yılındaki nüfusu 376435 kişi iken 2019 yılında bu sayı 408809'a yükselmiştir (URL-4).

Muş ili için Şekil 2'de oluşturulan kabartı haritası ve Şekil 4'de oluşturulan NDVI ve YYS

haritaları incelendiği zaman şehrin topoğrafik açıdan yüksek olan kesimlerinin düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu da görülmektedir. Bu durum topoğrafik olarak yüksekliğin 150 metrede 1 °C azalması (Yalçın ve ark., 2018) ile yakından ilişkilidir. Ayrıca bu yüksek alanlarda yer yer gelişmiş olan bitki örtüsünün varlığı da sıcaklığın düşük kalmasında oldukça etkin olmuştur. Haritaların güneybatı kesiminde bulunan Bitlis-Zagros dağ kuşağının olduğu alanlar, Varto ilçesinin kuzey bölgelerinde yer alan yüksek kesimler, Bulanık ilçesinde bulunan yüksek alanlar (Bilican Dağları) topoğrafik olarak yüksek olmalarından ötürü daha alçakta kalan yerlere göre daha düşük sıcaklık değerlerine sahiptir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ile Muş ilinin 1990 yılından 2019 yılına kadarki 29 yıllık dönemini kapsayan Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak YYS değerleri incelenmiştir. Muş ilin YYS verilerine bakıldığında genel olarak sıcaklığın artış trendinde olduğu görülmektedir. 29 yıllık süreçteki ortalama sıcaklık değişimi incelendiğinde yıllık ortalama 0.3 °C sıcaklık artışının olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık artış oranlarının 2000 ve 2019 yıllarında oldukça belirgin bir şekilde arttığı

görülmektedir. 1995 ve 2011 yıllarında ise YYS değerlerinde belirgin düşüşlerin olduğu saptanmıştır. Şehirdeki sıcaklığın genel olarak artışı özellikle kentin kuzeydoğu bölgelerinde kendini göstermektedir. Buda YYS'daki artış trendinin küresel ısınmadan kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir.

YYS hesaplamaları birçok araştırmacı tarafından farklı bölgelerde uygulanmaktadır (Balcık, 2014; Orhan ve ark., 2014; Şener, 2016; Zhang ve ark., 2016; Alkan ve ark., 2017; Polat ve ark., 2018; Tonyaloğlu, 2019; Şekertin ve Marangoz, 2019; Akyürek, 2020; Polat, 2020; Orhan, 2021). Bu çalışmalardan Muş iline coğrafi olarak yakın çalışmalar incelendiğinde Batman ve Mardin illerinde benzer çalışmalar olduğu görülmüştür. Alkan vd. (2017) Batman için oluşturmuş oldukları YYS hesaplamalarında 1985 yılı temmuz ayı için YYS değerlerinin 26-56 °C arasında değiştiğini ve 2015 yılı temmuz ayında ise bu sıcaklığın 28-59 °C arasında değiştiğini bildirmiştir. Polat (2020) Mardin ili için yapmış olduğu çalışmada 1990 yılı eylül ayı için YYS değerlerinin 10.17-38.57 °C arasında değiştiğini ve 2018 eylül ayında ise bu sıcaklıkların 24.82-49.91 °C arasında değiştiğini ayrıca yıllık ortalama 0.5 °C'lik bir sıcaklık artışının var olduğunu belirtmektedir. Eylül ayı YYS değerlerini içeren bu çalışmanın temmuz-ağustos dönemlerinde olması halinde elde edilen YYS değerlerinin daha da yüksek olması beklenmektedir. Muş ili için yapılan bu çalışmada elde edilen YYS değerleri bölgeye komşu alanlarda olduğu gibi artış trendi içerisinde. Batman ve Mardin ilinin Muş'a göre daha güneyde olması daha yüksek oranlarda sıcaklık değerlerini oluşturmuştur.

Atabey (2018) Muş ilinin uzun dönem meteorolojik özellikleri (1982-2010 yılları arası) üzerine yapmış olduğu çalışmada şehrin yaz döneminde bulutlu gün sayısının geçmişten günümüze doğru gittikçe azaldığını ve güneşlenme süresinin ise giderek arttığını, buna bağlı olarak da sıcaklık artış trendinin yaz aylarında yükselmekte olduğunu belirtmektedir. Bu durum YYS hesaplamalarında gözlenen sıcaklığın artışının iklimsel verilerde de kendini belli ettiğini göstermektedir.

Sıcaklığın mekansal olarak yayılımının daha iyi anlaşılabilmesi için arazi kullanımı ve bitki örtüsü koşullarının daha iyi irdelenmesi ve daha yüksek mekansal ve spektral çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin kullanılması bundan sonraki çalışmalarda daha verimli sonuçlar üretebilecektir. Ayrıca güncel tarihli uydu görüntülerinin çekildiği tarih ile eş zamanlı olarak arazide yüzey sıcaklığının da ölçülüp test edilmesi yapılan çalışmaları daha da güvenli kılacaktır. Uzun yılları kapsayan meteorolojik ölçüm sonuçlarının YYS değerleri ile korele edilmesi elde edilen sonuçları çok daha anlamlı yapacaktır. Bölgede var olan jeotermal kaynakların bu YYS değerlerindeki etkisinin ortaya konulması sonraki dönemlerde yapılacak olan

jeotermal kaynak araştırmaları için oldukça faydalı veriler üretebilecektir.

KAYNAKÇA

- Akyürek, Ö., (2020). Termal uzaktan algılama görüntüleri ile yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi: Kocaeli örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2), 377-390.
- Alkan, A., Adıgüzel, F., Kaya, E. (2017). Batman Kentinde Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *Coğrafya Dergisi*, (34), 62-76.
- Anandababu D., Puruhothaman B. M., Babu S.S. (2018). Estimation of land surface temperature using landsat 8 data. *International Journal of Advance Research, Ideas And innovations in Technology*, 4(2), 177- 186.
- Atabey S. (2018). Bitlis ve Muş illerinde iklim değişkenlerinin trend analizleri ve karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır,113s.
- Atabey, S., Toprak, Z. F. (2018). Bitlis ve Muş illerinin iklim değişikliği çerçevesinde uzun dönem sıcaklık değişimi karşılaştırması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(1), 419-428.
- 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.
- Barsi, J., Schott, J., Hook, S., Raqueno, N., Markham, B., Radocinski, R. (2014). Landsat-8 thermal infrared sensor (TIRS) vicarious radiometric calibration. *Remote Sensing*, 6(11), 11607-11626.
- Chander, G., Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(11), 2674-2677.
- Chander, G., Groeneveld, D. P. (2009). Intra-annual NDVI validation of the Landsat 5 TM radiometric calibration. *International Journal of Remote Sensing*, 30(6), 1621-1628.
- Coll, C., Galve, J. M., Sánchez, J. M., Caselles, V. (2010). Validation of Landsat-7/ETM+ thermal-band calibration and atmospheric correction with ground-based measurements. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 48(1), 547-555.
- Doğan, S., Tüzer, M. (2011). Küresel iklim değişikliği ve potansiyel etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12(1), 21-34.
- Eryılmaz, H., Demirarslan, K. Ö. (2018). Artan küresel ısınma ve duyarsızlaşan küresel politikalar.

- Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 4(2): 52-69.
- Gerçek, D., Türkmenoğlu Bayraktar, N., (2014). Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama İle Tespiti ve Değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 14-17 Ekim 2014, İzmit.
- Giannini, M.B., Belfiore, O.R., Parenta, C., Santamaria, R. (2015). Land surface temperature from landsat 5 tm images: comparison of different methods using airborne thermal data. Journal of Engineering Science and Technology Review, 8(3), 83-90.
- 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.
- Mercan, Ç, Arpağ, S. (2020). Coğrafi Bilgi Sistem Analizleri Kullanılarak Toprak ve Arazi Özelliklerinin Değerlendirilmesi: Türkiye, Mardin İli Arazisi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7 (1), 23-33. DOI: 10.19159/tutad.644210
- Oguz, H. (2017). Automated land surface temperature retrieval from Landsat 8 satellite imagery: A case study of Diyarbakır-Turkey. Turkish Journal of Forest Science, 1 (1), 33-43. DOI: 10.32328/turkjforsci.296845
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108(455), 1-24.
- Orhan, O. (2021). Mersin İlindeki Kentsel Büyümenin Yer Yüzey Sıcaklığı Üzerine Etkisinin Araştırılması. Geomatik, 6 (1), 69-76. DOI: 10.29128/geomatik.679858
- 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. DOI: 10.1155/2014/142939
- Polat, N., Dereli, M.A., Uğur, M.A., Yalçın, M. (2018) Termal uydu görüntülerinin jeotermal kaynak araştırmasında kullanılabilirliğinin araştırılması: Afyonkarahisar örneği. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 03(2018), 1-7.
- Polat, N. (2020). Mardin ilinde uzun yıllar yer yüzey sıcaklığı değişiminin incelenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2 (1), 10-15.
- Roy, S., Pandit, S., Eva, E. E., Bagmar, M. S. H., Papia, M., Banik, L., Dube, T., Rahman, F., Razi, M.A. (2020), Examining the nexus between land surface temperature and urban growth in chattogram metropolitan area of Bangladesh using long term landsat series data. Urban Climate, 2(2020), 1-22.
- Sobrino, J. A., Caselles, V., Becker, F. (1990). Significance of the remotely sensed thermal infrared measurements obtained over a citrus orchard. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 44: 343-54.
- Sobrino, J. A., Raissouni, N. (2000). Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring: application to Morocco. International Journal of Remote Sensing, 21: 353-66
- Sobrino, J. A., Jimenez-Munoz, J. C., Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing of Environment, 90(4), 434-440.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Guillem, Sòria, M., Luis Guanter, R., Moreno J., Plaza, A., Martínez., P. (2008). Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 46: 316-27
- Şener, E. (2016). Burdur Gölü Yüzey Sıcaklığı Mevsimsel Değişiminin Landsat 8 Uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 4(2), 67-73.
- Şekertekin, A., Marangoz, A. M. (2019). Zonguldak Metropolitan Alanındaki Arazi Kullanımı Arazi Örtüsünün Yer Yüzey Sıcaklığına Etkisi. Geomatik, 4(2), 101-111.
- Şengün, M, Kıranşan, K. (2016). Bulanık-Malazgirt (Muş) Havzası'nın İklim Özellikleri. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6 (12), 21-50.
- Tonyaloğlu, E. E. (2019). Kentleşmenin Kentsel Termal Çevre Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) Örneği. Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, 2(1), 1-13.
- Uysal, M., Polat, N. (2015). An Investigation of the relationship between land surface temperatures and biophysical indices retrieved from Landsat TM in Afyonkarahisar (Turkey). Tehnički vjesnik, 22(1), 177-181.
- Yalçın, M., Polat, N., Uğur, M.A., Dereli, M.A., Çapadıç, A (2018). Jeotermal araştırmalar için landsat ile üretilen yer yüzey sıcaklığı anomalilerine etkileyen yükseklik etkisinin azaltılması. IV. Jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular sempozyumu, Afyonkarahisar, 185-188.
- Yılmaz, E. (2013). Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara (Yayımlanmış)
- Yılmaz, E. (2015). Landsat görüntüleri ile Adana yüzey ısı adası. Coğrafi Bilimler Dergisi, 13(2), 115-138.
- 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. 106(3), 375-386.
- 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, 32(10), 1796-1805.

Zhang, Z. He, G. Wang, M. Long, T. Wang, G. Zhang, X. (2016). Validation of the generalized single-channel algorithm using Landsat 8 imagery and SURFRAD ground measurements. *Remote Sens. Lett.* 7, 810–816.

Wang, F., Qin, Z., Song, C., Tu, L., Karnieli, A., Zhao, S. (2015). An improved mono-window algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat 8 thermal infrared sensor data. *Remote Sensing*, 7(4), 4268-4289.

URL-1;

<http://lib.riskreductionafrica.org/bitstream/handle/123456789/1171/impacts%20and%20adapt>

[ation%20to%20climate%20change.pdf?sequence=1](#) Erişim Tarihi: 26.08. 2020.

URL-2;

<http://unfccc.int/resource/iuckit/cckit2001en.pdf>, Erişim Tarihi: 26.08.2020.

URL-3;

<http://mus.meb.gov.tr/www/cografiyapi/icerik/16> Erişim Tarihi 26/08/2020

URL-4;

<http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt> Erişim Tarihi: 26/08/2020



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>