



Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi- ViSBiD

*Van Journal of Humanities and Social Sciences –
VJHSS*

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 09.05.2024

Kabul Tarihi: 10.06.2024

Yayınlanma Tarihi: 30.06.2024

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

The Temporal and Spatial Characteristics of Şanlıurfa City, Heat Island

Durmuş Ali ÇİRKİN*

Erkan YILMAZ**

Mehmet ÖZCANLI***

Öz

Bir şehrin iklimi hem küresel ısınmadan hem de bulunduğu özel konumunun getirdiği şartlardan etkilenir. Şehirlerde ısı adası oluşumu, özellikle yüksek nüfus artışı ve yoğunluğu sonucu meydana gelen yapay alanların hızlı bir şekilde artışının sonucudur. Şehirlerdeki yapı yoğunluğunun dikey ve yatay genişlemesi şehirleri ısı adası oluşumuna karşı savunmasız hale getirmektedir. Şanlıurfa’da şehirleşmeye bağlı olarak doğal araziler üzerinde meydana gelen değişiklikler ve antropojenik aktiviteler yapay alanlar ile çevresindeki doğal alanlar arasında sıcaklık farklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çalışmada, Landsat ve Aster uydu görüntülerinden elde edilmiş olan yüzey sıcaklık modellerinden alınan hava sıcaklığı verilerine ve gözlemlenen hava sıcaklığı verilerine dayanarak Şanlıurfa şehrindeki şehir ısı adası yoğunluğunun mekânsal ve zamansal oluşumlarını ve şehirleşmenin şehir ısı adası oluşum eğilimi üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Şehirdeki doğal arazi kullanımı, uydular tarafından yakalanan arazi yüzeyi sıcaklığı aracılığıyla haritalanmıştır. Uydu görüntüleri analiz edildiğinde Şanlıurfa şehrinin mahalleleri arasındaki sıcaklıkta önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Şehirde gece şehrsel alan sıcaklık olarak çevresinden belirgin olarak ayrılmış ve tipik bir yüzey ısı adası (pozitif) özelliği göstermiştir. Gündüz alınan görüntüye göre ise şehir alanı, ekili sulu tarım arazileri ve kuzey, kuzeydoğuda yer alan yapay ormanları hariç diğer arazi örtüsü/kullanımı alanlarından daha serin çıkmıştır. Bunun sonucu olarak ise gündüz şehrsel alanda negatif yüzey ısı adası özellikleri ortaya çıkmaktadır. Landsat (gündüz) uydu görüntüleri alınarak tüm aylara uygulanmış yüzey sıcaklık modellerine göre çalışma alanında yüzey ısı adası özellikleri mevsimlere göre incelenmiştir. Şanlıurfa şehrinde yıl boyunca temmuz, ağustos ve eylül aylarında

*Bağımsız araştırmacı, e-posta: durmusshzm216@gmail.com, ORCID: 0009-0005-0691-8802

**Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, e-posta: erylalmaz@ankara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3821-3648

***Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi, e-posta: mehmetozcanli@harran.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2228-8298

Atf / to cite: Çirkin, D. A., Yılmaz, E. & Özcanlı, M. (2024). “Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri”, *Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi- ViSBiD*, 7, 66-95. DOI: 10.62068/visbid.1481455

***Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi- ViSBiD*, Sayı VII, Haziran, 2024**

Van Journal of Humanities and Social Sciences -VJHSS, Issue VII, June, 2024

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

belirginliğinin azalmasıyla birlikte negatif bir yüzey ısı adası hâkimdir. Negatif yüzey ısı adası en belirgin kış aylarında ve güz aylarında gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Şanlıurfa şehrinde bariz bir ŞIA etkisinin olduğu görülmüştür. Şehrin yüksek ısı adası bölgelerinde ŞIA etkisini azaltacak önlemler alınmalıdır. Şanlıurfa şehrinin daha geniş cadde ve sokaklara, şehrin merkezi yerlerinde yeşil alanlara su yüzey alanlarına ihtiyacı vardır.

Anahtar Kelimeler: *Coğrafya, Şehir ısı Adası, Arazi Kullanımı, Şehrsel Büyüme, İklim değişimi*

Abstract

The climate of a city is affected by both global warming and the conditions brought about by its special location. Heat island formation in cities is the result of the rapid increase in artificial areas, especially as a result of high population growth and density. Vertical and horizontal expansion of building density in cities makes cities vulnerable to heat island formation. In Şanlıurfa, changes on natural lands due to urbanisation and anthropogenic activities have led to the emergence of temperature differences between artificial areas and surrounding natural areas. In this study, the spatial and temporal occurrence of urban heat island density in Şanlıurfa and the impact of urbanisation on the urban heat island formation trend were analysed based on air temperature data from surface temperature models obtained from Landsat and Aster satellite images and observed air temperature data. The natural land use in the city was mapped through the land surface temperature captured by satellites. Satellite imagery analysis shows that there are significant differences in temperature between the neighbourhoods of the city of Şanlıurfa. At night, the urban area of the city was significantly separated from its surroundings in terms of temperature and showed a typical surface heat island (positive) characteristic. According to the daytime image, the urban area was cooler than the other land cover/use areas except for the cultivated irrigated agricultural lands and artificial forests located in the North Northeast. As a result, negative surface heat island features appear in the urban area during daytime. Landsat (daytime) satellite images were taken and the surface heat island characteristics of the study area were analysed by seasons according to the surface temperature models applied to all months. In Şanlıurfa, a negative surface heat island is dominant throughout the year with a decrease in its prominence in July, August and September. The negative surface heat island is observed most prominently in winter and autumn months. As a result, it is observed that there is a clear ShIA effect in Şanlıurfa city. Measures should be taken to minimise the ShIA effect in the high heat island areas of the city. Şanlıurfa city needs wider streets and avenues, green areas and water surface areas in the central parts of the city.

Keywords *Geography, Urban heat island, Land use, Urban growth, Climate change.*

Giriş

İnsanın yeryüzüne hâkim olmasından günümüze dünya nüfusunun büyük bir bölümü kırsal alanlarda yaşamışlardır. Şehirler, yaklaşık beş bin yıl öncesinden beri var olan ve özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra hem büyüklük hem sayıca çok hızlı bir gelişme gösteren yerleşmelerdir. Şehirleşme sosyo-kültürel anlamda kırsal yaşama karşı medenileşmenin, konforlu yaşamın merkezleri olarak da görülmüştür. Bu manada insanlık, şehirleşmeyi medeniyetin ışık ve sıcaklığını karanlık ve geri kalmış kırsal kesime yayan bir unsur olarak görmüştür. Şehirleşme sosyo-kültürel durumların farklı yönlerini geliştirmiş olabilir, ancak şehirli yaşam ve oluşturduğu tüketim toplumu doğal yaşamı tahrip ederek bir çevresel sorun hâline gelmiştir. Şehirleşme günümüzde dünyadaki iklim anomalilerinin en fazla yaşandığı ve diğer doğal unsurları olumsuz bir şekilde en fazla etkileyen bir olgu olarak görülmektedir (Hassell, vd., 2017:55; Yao, vd., 2018:87).

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 5. değerlendirme raporunda dünya üzerinde birçok şehrsel alanın 2050 yılına kadar sanayi öncesi seviyelere kıyasla 1,5 °C veya daha fazla sıcaklık artışına maruz kalacağı belirtilmektedir. Küresel iklim değişiminin sıcaklığa bağlı olan etkisi, yüksek nüfus yoğunluğunun olduğu şehirlerde ısı adası oluşumu etkisi nedeniyle öncelikle şehrsel alanları savunmasız hâle getirmiştir. İklim değişikliğinin sonuçları önümüzdeki süreçte küresel etkiye sahip şehirlerde daha da şiddetli bir şekilde hissedilecektir. Araştırmalar arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin sıcaklık değişiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca araştırmalar devasa şehir yerleşmelerindeki değişik mahallerde farklı iklim özelliklerinin de ortaya çıktığını ve bu durumun şehirlerde heterojen iklim koşullarının oluşmasına neden olduğunu da belirtmektedir (Revi vd., 2014; Manoli, vd., 2019; Sánchez, vd.,2018).

Şehirli yaşamın rahatlığı, bu rahatlığı sağlayan alt yapı olanakları içinde bulunduğu doğal ortama olumsuz birçok etki yapmaktadır. Sayıları gittikçe artan ve büyüyen şehirlerin altyapısı hızla genişletilmekte ve bunun sonucunda doğal zemin yüzeyi geçirimsiz ve yapılaşmış alanlara dönüşmektedir. Bitki örtüsü ve toprak, beton ve asfalt yüzeylerle yer değiştirmektedir. Şehirlerin çevresinde bulunan kırsal alanlardaki doğal alanlar ve tarım alanları yerini sanayi, hizmet ve ticari alanlara bırakarak yüzeyin doğal sıcaklık dengesini bozmaktadır. Şehirlerdeki asfalt, beton ve kiremit kaplı alanlarla doğal alanların örtüleri karşılaştırıldığında birinci grupta bulunan yüzeyler güneş ışınımını daha fazla emer ve bu da hava ve yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olur. Bu durum gelecekte şehir arazi yüzey sıcaklığının, kırsal alanlardan daha hızlı artmasına neden olacaktır (Mackey, & Liang, 2012; Mathew, vd., 2016; Yao, vd., 2019; Levermore, & Cheung, 2012; Stewart, & Oke, 2012; Haizhu, vd., 2021;). Buna bağlı olarak şehrsel alanlar ile kırsal alanlar karşılaştırıldığında, şehrin kurulduğu alanın doğası ve yapısı değişmiş, bu değişimin sonucu olarak da özel yerel mikro iklim alanları oluşmuştur. Şehirlerdeki hava, yapay zemin ve binalar tarafından tutulan ısı, ayrıca insan faaliyetine bağlı ortaya çıkan ya da insan yapımı sıcaklık kaynakları nedeniyle çevresindeki sıcaklıktan daha yüksektir. Gizli ısıyı dağılımını azaltarak ve duyulur ısı akışını artırarak yüzey albedosunu ve yüzey ısı akışını değiştiren bitki örtüsünün kaldırılması da şehir yüzey sıcaklığını arttırmaktadır. Ayrıca şehir morfolojisi (yüksek binalar, cam kaplamalı yapılar) rüzgâr akışını ve yönünü etkiler, güneş ışınımını çoklu yansımalarla tutar, ışınımın uzaya geri yansımalarını engeller

ve büyük termal kütleler haline gelir. Bu unsurlar şehir ikliminin en önemli özelliklerinden biri olan “şehir ısı adası (ŞIA)” etkisinin oluşmasına yol açmaktadır (Pouyat, vd., 2007; Nakata-Osaki, vd., 2018; Voogt, & Oke, 2003; Ünsal & Avcı, 2023).

Arazi Yüzey Sıcaklığı (AYS), özellikle yerel ve küresel iklim değişikliğinde önemli bir parametre olup, bilim insanları için değerli veriler olarak görülmektedir. Yüzey sıcaklıklarının değişmesi doğal çevreyi ve insanın oluşturmuş olduğu medeniyeti önemli bir şekilde etkilemektedir. Doğal arazi örtüsünün şehir arazi örtüsüyle dönüşmesi, şehir ısı adası yoğunluğunu önemli ölçüde artırmaktadır (Bala, vd., 2021). Dünyanın büyük şehirleri, artan ısıdan etkilenen su güvenliği, hava kirliliği, halk sağlığı ve enerji tüketimi gibi şehirselleme ve çevre sorunlarıyla karşı karşıyadır. Şehirleşme 1967’den bu yana hızlı bir şekilde artmış ve nüfus artışı sıcaklık ve bitki örtüsü değişikliklerine neden olmuştur. Bu durum özellikle şehirlerde gece saatlerinde şehir merkezlerinin üzerindeki hava, çevresindeki doğal alanlar ile kıyaslandığında görece daha sıcaktır. AYS yoğunluğunu mekânsal ve zamansal olarak analiz etmek, şehir ölçeğinde termal ortamı anlamak için önemlidir (Mathew, vd., 2018; Bala, vd., 2020; Sharma, vd., 2021).

Önümüzdeki süreçlerde küresel ısınmanın ekonomik, ekolojik ve sosyolojik sorunları şehirlerde daha fazla hissedilecektir. Bazı şehirlerde kuraklık bazılarında ise şiddetli kasırga ve fırtınaların ardından gelen sel afetleri yaşanacaktır. Bazı bölgelerde de aşırı sıcaklık ve yangın gibi birçok doğal afet meydana gelecektir. Küresel ısınmanın sonucunda ortaya çıkan yüksek yaz sıcaklıkları, orman yangınları, yağışların ve su kaynaklarının azalması, kuraklık ve çölleşme vb. olumsuz değişimler; Dünya üzerindeki ekolojik bölgelerin değişeceğine, biyoçeşitliliğin azalacağına veya yok olacağına, gıda üretiminin azalacağına, daha fazla yoksulluk ve hastalığın ortaya çıkacağına işaret etmektedir. Dolayısıyla Türkiye’de bulunan şehirler de tüm bu afetlerden etkilenecektir (Keskin, & Kanat, 2018; Demir, 2009; Peden vd., 2008).

Şehirselleme arazi örtüsünün çevresindeki doğal arazi örtüsüne oranla daha yüksek sıcaklığa sahip olması durumu; şehir ısı adası olarak kategorize edilmektedir. (Yılmaz & Özcanlı 2021; Oke 1982; Gerçek & Bayraktar, 2014). Şehirlerin dikey ve yatay yöndeki büyümesi, dünyaya ulaşan enerjinin tutulma oranını artırarak şehir kanyonunu oluşturmada ve şehir ısı adası oluşumunu arttırmaktadır. Ortaya çıkan bu şehir kanyonları nedeniyle şehirler, çevrelerindeki doğal arazi örtüsüne sahip olan alanlardan farklı iklim özellikleri göstermektedirler (Yılmaz, 2015). Arazi yüzey sıcaklığı (AYS) yer yüzeyinden havaya yayılan sıcaklıktır. Yeryüzündeki sıcaklığın ana kaynağı güneştir. Yıldızımız olan güneşten dünyaya gelen ışık yeryüzüne çarptığında ısı enerjisine dönüşür ve cisimler ısınır. Şehirleşmede veya yapay alanların inşasında kullanılan malzemeler, yüzeylerine temas eden ışığı geri yansıtmayarak emmekte ve dolayısıyla AYS’nin artışına neden olmaktadır. AYS, dünyada birçok farklı iklimle ilgili olaya etki eden önemli bir faktör olarak gösterilmektedir. AYS verileri doğal bitki örtüsü ve tarımsal arazi örtüsü değişim analizi, arazi kullanımı ve arazi yüzey değişimi analizlerinde, küresel iklim değişimi çalışmalarında ve hava durumu, hava olayları araştırmalarında en çok kullanılan verilerdir. (Özcanlı, 2014; Parker ve Warner 1973; Zhang vd. 2006; Li vd. 2013; Ndossi ve Avdan 2016; Yıldız vd. 2017). Uzaktan algılama sistemlerinde termal bantların kullanımı ile beraber AYS’nin belirlenmesi ve ilişkili parametrelerin konumsal dağılımları daha net bir şekilde temsil edilmeye olanak

sunmuştur. Uydular aracılığı ile elde edilen görüntülerin maliyetlerinin düşük olması ve çok geniş arazileri kapsamı sayesinde birçok analiz uygulamasında veri kaynağı olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Uydu görüntülerinden yüzey sınıflaması yapılarak sınıflandırılan alanların AYS ile korelasyonu incelenmiştir.

Ankara şehri üzerinde yapılan bir araştırmada, yapay alanların artması sonucunda kentsel ısı adalarında değişimler meydana geldiği gösterilmiştir. Aynı şekilde şehir içinde bulunan üç farklı arazi yüzeyine ait kesimde yer yüzey sıcaklıkları ile yapılan iklim parametreleri (sıcaklık, nem) ölçümleri karşılaştırılmış ve bu parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri ortaya koyulmuştur (Yüksel & Yılmaz, 2008). Çiçek ve Doğan (2005), başkent olduğundan beri hızlı bir şehirleşmeye sahne olan Ankara'da da ŞIA gelişimini, bunun alansal dağılışını ve büyüklüğünü saptamaya çalışmışlardır. Çalışmalarında Ankara'nın şehir dokusunun farklı özellik gösterdiği bölgelerine 7 adet istasyon kurmuşlar ve sıcaklık ölçümleri yapmışlardır. Li vd. (2013), AYS elde etmek için uzaktan algılama görüntülerinin termal bantlarını kullanan algoritmaların mevcut durumlarını açıklayan kapsamlı bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada algoritmaların teorik altyapıları açıklanarak, kullanılan yöntemlerin nasıl AYS elde ettikleri gösterilmiştir. Yılmaz (2019), Ankara da yaptığı araştırmada, şehir platosu içerisinde sıcaklık çukuru ve tepeleri görülmekte, bu durumun şehir içi arazi kullanımı ve trafik yoğunluğu ve şehir yapısı özelliklerinden kaynaklandığını saptamıştır. Orhan (2021), Mersin şehrinin 28 yıllık periyotta birçok doğal alanların yok edilerek yapay alanlara dönüştüğünü ve bunun neticesinde Mersin kent merkezi için ortalama 6 C° civarında sıcaklık artışı yaşandığını tespit etmiştir. Diren Üstün ve arkadaşlarının çalışması (2022), İstanbul'da model simülasyonlar şehirleşme ile değiştirilen doğal ortamın, kır ve şehir arasında atmosfer dolaşımının etkisiyle 6 °C ye kadar sıcaklık farkı olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, İstanbul için yatay ve düşey iki farklı gelişim senaryosuna göre ŞIA şiddetindeki değişimler incelenmiştir. Prata vd. (2009), AYS'ni bulmak için kullanılan sayısal algoritmaları açıklayan kapsamlı bir araştırma yapmıştır. Gerçek ve Bayraktar (2014), İzmit şehri için gece ve gündüz uzaktan algılama görüntüleri ile kentsel ısı adası etkisini inceleyerek karşılaştırmışlardır. Yer yüzey sıcaklığına (YYS) kent formunun, kentsel yerleşim dokusunun ve bina yerleşiminin etkileri araştırılmıştır. Avdan ve Javanovska (2016), Landsat 8 termal bantlarını kullanarak arazi yüzey sıcaklığını saptayabilen bir analiz programı geliştirmişlerdir. Bu modülde kullanılan yöntem ve algoritmaların yüzey sıcaklığını doğru bir şekilde belirlebildiği meteorolojik istasyonlardan elde edilen yer yüzey sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları ile kontrol edilerek karşılaştırılmıştır. Topuz ve Geçen (2021), Silifke ve Erdemli ilçe merkezlerinin YYS hesabı kullanarak çevresine göre sıcaklık durumunu incelemişlerdir. Kum ve Kılıç (2013), hızlı bir şehirleşme süreci içerisinde olan Gaziantep şehrini inceleme alanı olarak tercih etmiş, şehrin sıcak hava dalgalarına müsait konumunun şehirleşmenin iklimsel etkilerini artırdığını saptamıştır. Tuğaç (2022), yaptığı çalışmada iklim değişikliği ile şehirler arasındaki çift yönlü sebep-sonuç ilişkisini değerlendirmiştir. Ndossi ve Avdan (2016), araştırmalarında açık kaynak kodlu bir CBS yazılımı olan QGIS programını kullanmıştır. Bu program ile Landsat 8 uzaktan algılama platformunun bantlarını kullanarak yer yüzey sıcaklıklarını elde etmişlerdir. Bu sayede yüzey sıcaklık haritalandırılmasını sağlayan, Python programlama dilinde bir eklenti yazılımı geliştirmişlerdir. Bu eklenti ile disiplinler arası çalışmalarda kullanılabilecek düzeyde yer yüzey sıcaklıkları elde edilmiştir. Oğuz (2016), Kahramanmaraş ili için radyatif transfer eşitliği yöntemiyle ArcGIS Model Builder

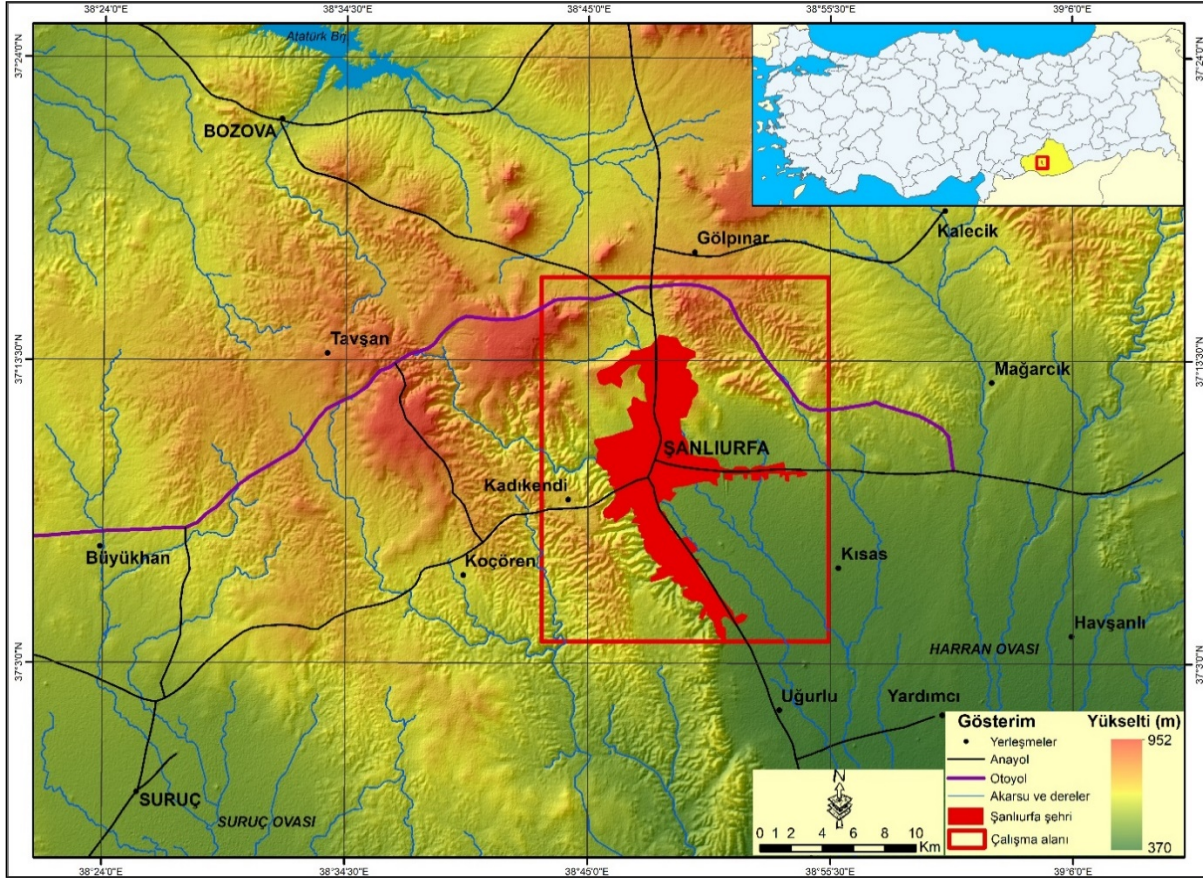
yazılımında uydu görüntülerinden YYS elde eden bir model tasarlamıştır. Uydu görüntüsünün bantları yardımıyla otomatik olarak YYS değerlerini gösteren sonuç görüntüsünü elde eden bir model geliştirilmiştir. Çubukçu ve Şentürk (2022), şehir soğuk alan sınırının belirlenmesinde arazi yüzey sıcaklıklarının mekânsal kümelenmesini ölçen mekânsal otokorelasyon yönteminden yararlanmıştır. Soğutma kapasitesi ile bitkilendirme, arazi örtüsü ve şehirselleşme alan karakter özellikleri arasındaki ilişki kentsel soğuk alan poligonları içinde sıralama korelasyonu istatistiksel yönteminden yararlanarak ölçmüş ve karşılaştırmıştır. Erener ve Sarp (2017), kentleşmenin ısı adası oluşumu üzerindeki konumsal etkilerini uydu görüntüleri ile incelemiştir. Çalışmada Landsat8 ve Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılarak, bitkisel alanlar için NDVI, kentsel alanlar için ise normalleştirilmiş bina fark indeksi (NDBI) değerleri elde ederek analizler yapmışlardır. Şen (2022), ülkemizin Batı Akdeniz kıyılarında yer alan meteoroloji istasyonlarının zamanla şehir etkisinde kalmasının iklim çalışmalarında kullanılan trend analizi sonuçlarına etkisini araştırmıştır. Yıldız vd. (2017), Landsat 8 uzaktan algılama platformunun termal bantlarını kullanarak Afyonkarahisar Gazlıgöl bölgesi ve etrafındaki jeotermal saha potansiyellerini araştırmışlardır. Bölgenin uydu görüntülerinden oluşturulan çizgisellik ve yüzey sıcaklık haritaları karşılaştırılarak potansiyel jeotermal sahaların belirlenmesine çalışılmıştır. Alkan ve arkadaşları (2017), Batman kentinde yeşil alanların sıcaklık üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Batman yerleşim alanı için yapılan analizde bitki örtüsünün en az olduğu yerler ile en yoğun olduğu yerler arasındaki sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak yeşil alanlar ve kentsel ısı adasındaki ilişki tespit edilmiştir. Yeşil alanların fazla olduğu yerlerde yüzey sıcaklık değerlerinin daha az olduğu, yapılaşmanın daha çok olduğu yerlerde ise, yüzey sıcaklıklarının daha çok olduğunu saptamışlardır.

Çalışmanın amacı, Şanlıurfa şehrinin AYS değerlerinin zamansal değişimini analiz ederek, doğal alanlar ile yapay alanlar arasındaki değişimi araştırmaktır. Ayrıca Düzeltilmiş Toprak Bitki İndeksi (The Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)) ve Normalleştirilmiş Fark Yerleşim Alanı İndeksi (The Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)) ile yer yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki araştırılarak, bu iki indeks ile AYS arasında korelasyon olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma alanına ait alınan uydu görüntüleri ile yüzey sıcaklık modelleri üretilerek yüzey ısı adası gelişimi ve özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma içerisinde şu sorulara cevap aranmıştır:

- ✓ Şanlıurfa şehri ve çevresindeki gece ve gündüz yüzey sıcaklıklarının hem arazi örtüsü/kullanımı hem de mahalle alanlarına göre dağılımı nasıldır ve yüzey ısı adası hangi tiptedir, negatif mi pozitif midir?
- ✓ Şanlıurfa şehri ve çevresinde yüzey ısı adası mevsimlere göre nasıl gelişim göstermiştir ve hangi tipte özellik göstermiştir, tek tip midir yoksa negatif ve pozitif özellik mi sergilemiştir.
- ✓ Şanlıurfa şehri ve çevresinde yüzey sıcaklıkları arazi örtüsü/kullanımına göre nasıl bir değişim göstermiştir?

1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Şanlıurfa şehri, 38°45'0" ve 38°55'30" doğu meridyenleri ile 37°3'0" ve 37°14'40" kuzey paralelleri arasında yer alan bir coğrafi konuma sahiptir. Şehir, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde ve tarımsal açıdan oldukça verimli olan Harran Ovası'nın kuzeybatısında kurulmuştur. Şanlıurfa şehir alanının gelişimi ekseriyetle kuzey-güney doğrultusunda anayollar boyunca gerçekleşmiştir (Özcanlı ve Güzel, 2015). Nüfus bakımından Şanlıurfa ili, 2023 verilerine göre 2.213.964 kişi ile Türkiye'de 8. sırada yer almakta ve yüzölçümüne göre 19.605 km² ile bulunduğu bölgede ilk sırada, Türkiye'de ise 7. sırada yer almaktadır. Şanlıurfa şehrini oluşturan üç tane metropoliten ilçe bulunmaktadır. Bu ilçeler 2023 nüfus verilerine göre Haliliye (392.600), Eyyübiye (400.084) ve Karaköprü (277.160) şeklindedir ve bu merkez ilçelerin toplam nüfusu tüm ilin nüfusuna oranla neredeyse yarısını (%48,14) oluşturmaktadır. Şanlıurfa ilinin nüfusu 2008 yılından itibaren değişen hızlarda sürekli olarak artarak %37 oranında bir artış göstermiştir. Bu artışa bağlı olarak km²'ye düşen insan sayısı 2007 yılından itibaren artan bir trend göstermektedir. Bu trende bağlı olarak da yapılaşmış alanların artarak genişlediği, şehirleşmenin arttığı, şehir ve sanayi alanlarının büyüdüğü sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 1).

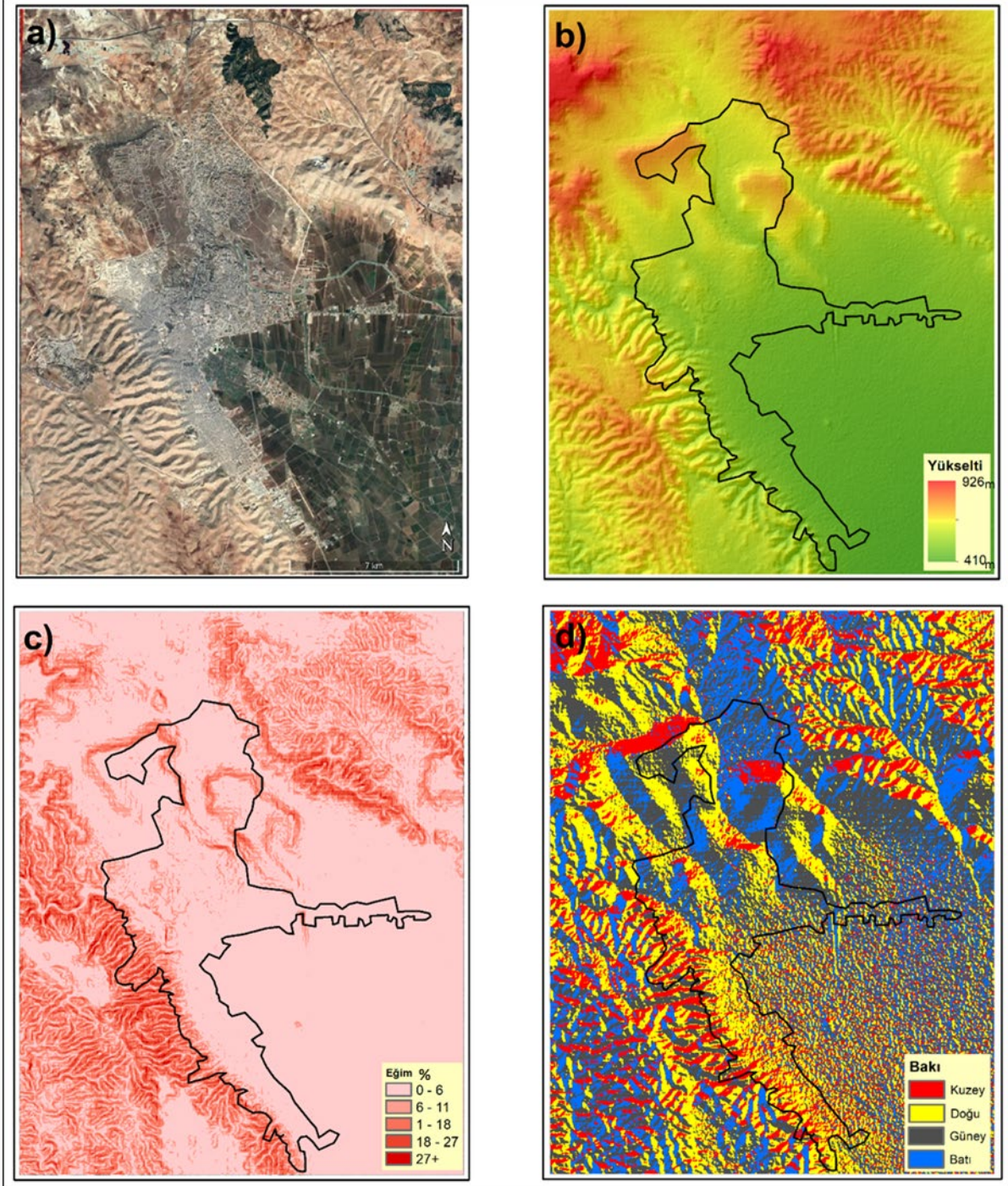


Şekil 1. Çalışma Alanı Lokasyon Haritası

Şanlıurfa tarihi dokusu itibariyle oldukça önemli bir yere de sahiptir. Göbeklitepe, arkeoloji müzeleri, Şanlıurfa Kalesi ve Balıklıgöl gibi tarihi mirasıyla dikkat çeken bir şehirdir. Şanlıurfa'da özellikle Göbeklitepe insanlık tarihi adına en önemli arkeoloji kazılarında bir tanesidir. Göbeklitepe,

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

şehrin 15 km kuzeydoğusunda yer alan ve yaklaşık MÖ. 10.500 yıllarına dayanan Neolitik döneme ait eski bir yerleşmedir (Güzel ve Özcanlı, 2023). Ayrıca tarımsal faaliyetler açısından da şehir, ülke tarımı için oldukça önemli olan Harran Ovası'na sahiptir. Şanlıurfa Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) dâhilinde olan ve bu projeye kurak topraklarının suya kavuşmasıyla birlikte tarımsal üretimde önemli bir konuma sahip olmuştur (Şahinalp, 2006). Bir de şehir, sanayi bakımından da ülke içi payda önemli merkezlerden birisidir. Şehrin batısında, birinci ve ikinci kısımları tamamlanarak faaliyete geçmiş, üçüncü kısmı da inşaat sürecinde olan organize sanayi bölgeleri mevcuttur.



Şekil 2. Çalışma Alanına Ait Topoğrafya ve Morfometrik Durumunu Gösteren Google Earth Görüntüsü (a), Yükselti (b), Eğim (c) ve Bakı (d) Haritası

Çalışma alanı, topoğrafya bakımından 410 m ile 926 m yükselti basamakları aralığında yer alan ve dolayısıyla yükselti farkı çok şiddetli olmayan oldukça emles bir topoğrafyaya sahiptir. Eğim olarak çalışma sahası geneli düz ova arazilerinden oluşmakta ve Şanlıurfa şehirsels alanı da eğimin oldukça düşük olduğu düz saha alanları üzerinde gelişim göstermektedir (Şekil 2). Şanlıurfa, yarı karasal

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

Akdeniz iklimi özellikleri sergilemektedir. Şanlıurfa, Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre C büyük iklim grubunda (Ilıman orta enlem kuşağı), Akdeniz iklim tipine sahiptir. Bu iklim tipinde kışlar ılık, yazlar ise çok sıcaktır ve Köppen-Gieger sınıflandırmasına göre Csa iklim tipinde yer alan bir iklim karakterine sahiptir (Yılmaz & Çiçek, 2018). Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre (D) yarı kurak, (B4) 4. dereceden mezotermal, (s2) yazın şiddetli su noksanı, (c'2) yarı karasal bir iklim türüne sahiptir (Yılmaz & Çiçek, 2016). De Martonne sınıflandırmasına göre yarı kurak-nemli arası, Erinç sınıflandırmasına göre ise yarı kurak iklim özelliğindedir.

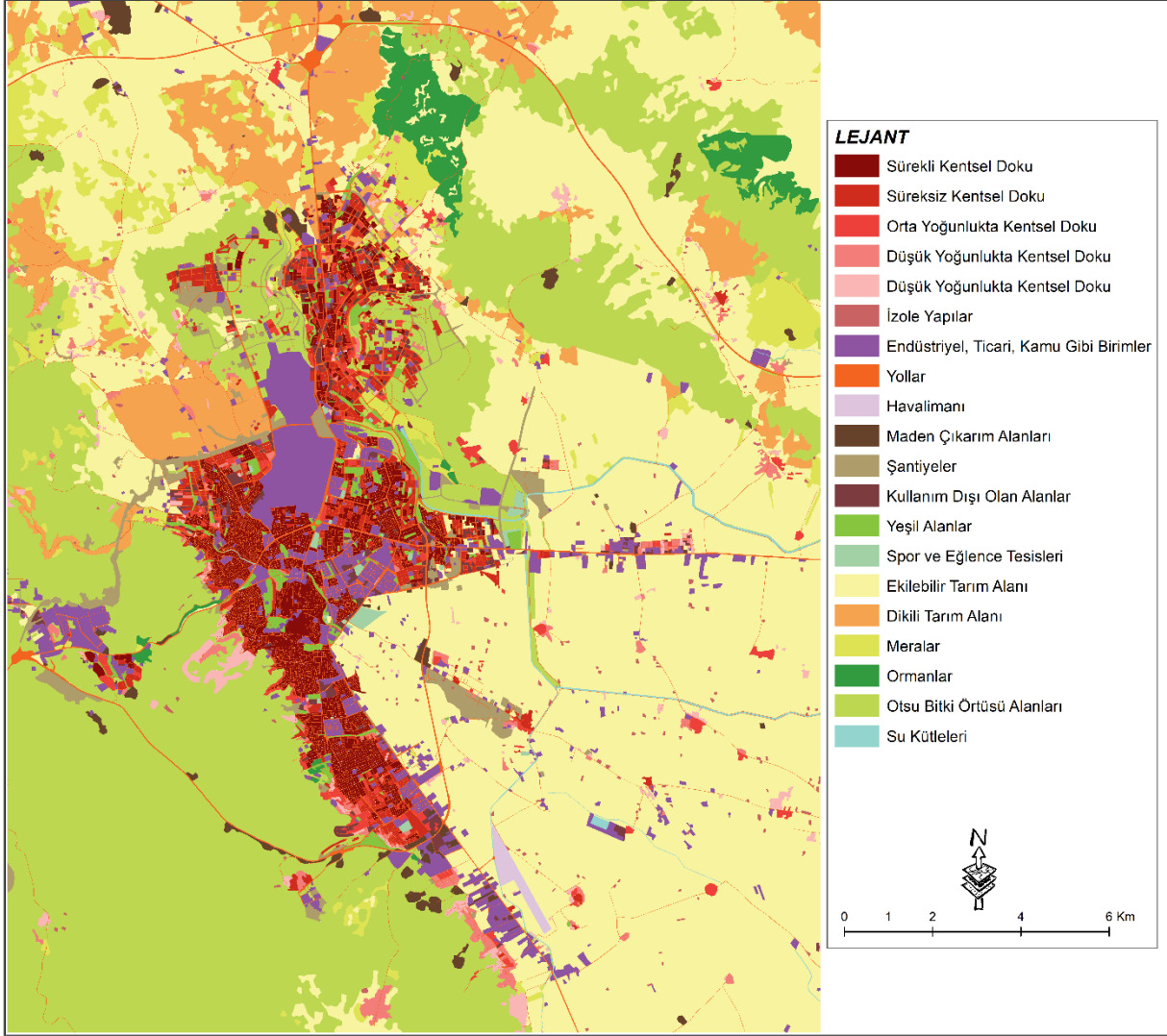
SANLIURFA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	5,6	7,1	10,9	16,3	22,3	28,1	32,0	31,6	27,2	20,6	13,2	7,6	18,5
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10,0	12,0	16,4	22,4	28,8	34,7	38,8	38,4	34,0	27,1	18,8	12,1	24,5
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	2,1	2,9	5,8	10,3	15,3	20,6	24,3	24,0	20,1	14,6	8,5	4,1	12,7
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4,1	5,1	6,4	7,8	10,0	12,1	12,3	11,3	10,0	7,9	5,8	4,0	8,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,9	10,4	10,5	8,8	6,1	1,4	0,3	0,2	0,8	4,7	7,5	10,8	73,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	86,3	68,1	65,3	48,9	27,0	4,3	2,0	3,5	4,6	25,6	45,2	79,6	460,4

Çizelge 1 Şanlıurfa Meteoroloji İstasyonu (1929-2023) İklim Verileri

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Şanlıurfa meteoroloji istasyonu verilerine göre (1970-2014) şehir ve çevresi oldukça az yağış alan bir bölgedir. Şehir ve çevresi, en fazla yağışı aralık-ocak aylarında 74 mm civarında kış aylarında almaktadır. Yaz aylarında ise yağışın neredeyse yok denecek kadar az olduğu ve yıllık ortalama yağışın da 460 mm civarında olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığı 20°C civarındadır. Aylık ortalama sıcaklığa bakıldığında ise en soğuk ayın 5,8°C ile ocak ayı, en sıcak ayın ise 32°C ile temmuz ayı olduğu istasyon verilerinden anlaşılmaktadır. Şehir ve çevresinde $T_{max} \geq + 22^{\circ}\text{C}$ eşliğinde yaz

aylarıyla beraber toplam 7 ay (Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim) bulunmaktadır (Çizelge 1).



Şekil 3. Şanlıurfa Şehri ve Çevresinin Urban Atlas Verilerine Göre Oluşturulmuş Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıfları

Çalışma alanının Urban Atlas arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının durumuna ve dağılımına baktığımızda Şanlıurfa şehrinin çoğu kısmının toprak sızdırmazlık derecesinin %80'den büyüktür. Şehir, Sürekli Kentsel Doku (SKD) ile Endüstriyel, Ticari, Kamu ve Askeri (ETKA) gibi birimlerden oluşmaktadır. Şehir ve çevresinin çoğunu ise kuzeyi ile güneydoğu kısmında bulunan ekilebilir arazi (yıllık mahsul) ile Otsu Bitki Örtüsü Alanları (OBÖA) oluşturmaktadır. Yine şehrin kuzey bölgelerinde dağınık hâlde kalıcı mahsullerin olduğu dikili araziler de oldukça fazla yer kaplamaktadır. Çalışma alanının genelinde kurak ve yarı-kurak iklimden ötürü zayıf bir bitki örtüsü olan step hâkimdir. Şehrin kuzeyinde (Gölpınar, Atatürk Tabiat Parkı) ormanlık bir alan da bulunmaktadır. Şehir içerisinde yeşil alanlar bulunmakla beraber şehir alanın çevresinde meralar da bulunmaktadır.

Çalışma alanının içerisinde sulak alanlar veya su kütleleri çok olmamakla birlikte tarım amaçlı su kanalları da mevcuttur (Şekil3).

2. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada, 2019 yılının tüm aylarına ait yüzey sıcaklık modelleri Landsat uydu görüntülerinden elde edilmiştir ve bulutlu olan görüntüler bir sonraki yıldan alınarak tamamlanmıştır. 2019 yılının sadece Temmuz ayına ait gece görüntüsü Aster uydusundan alınarak yüzey sıcaklık modeli oluşturulmuştur. Daha sonra bu uydu görüntülerinden NDVI (Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) ile NDBI (Normalleştirilmiş Fark Yerleşim Alanı İndeksi) değerleri hesap edilmiştir. Çalışma alanına ait arazi örtüsü/kullanımı verileri ise Urban Atlası sistemine ait fonksiyonel arazi kullanımı verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Buradan oluşturulan arazi örtüsü/kullanımı verileri ile NDBI ve NDVI değerleri arasındaki ilişkiyi anlamlandırmak için de korelasyon değerleri bu çalışmada hesap edilmiştir. Bu teknik analizlere ilişkin bilgiler aşağıda detaylandırılmıştır ve iş akışını gösteren şema da oluşturulmuştur.

2.1 Uydu Görüntüleri ve Kullanılan Algoritmalar

Landsat 8 görüntüleri toplam 12 banttan oluşmaktadır. Bu bantların çeşitli kombinasyonlarına algoritmalar uygulanarak çeşitli indisler üretilmektedir. Çalışma alanında 2019 yılının her bir ayına ait Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) uydu görüntüleri kullanılarak yüzey sıcaklık modelleri üretilmiştir. Fakat 2019 yılının Aralık ayına ait Landsat uydu görüntüsü bulutlu olması nedeniyle kullanılamamış ve onun yerine 2020 yılına ait Aralık ayı görüntüsü kullanılabilmiştir. Çalışma alanın gece vaktine ait yüzey sıcaklık modeli ise 2018 yılı Temmuz ayının Aster uydu görüntüsü kullanılmıştır. Landsat 8 uydusunun 10. ve 11. bantları termal bantlar olarak tanımlanmaktadır. Aster uydusunda toplam 14 bant bulunmaktadır. Bu bantlardan 5 tanesi termal bant olarak tanımlanmakta ve farklı spektral bölgeden görüntü almaktadır. Çalışma alanında gündüz yüzey sıcaklık modelleri için Landsat 8 görüntülerinin termal sensörlerinden 10. bantları kullanılmış, gece yüzey sıcaklık modeli için ise Aster görüntüsünün 13. termal bantı kullanılarak üretilmiştir.

Görüntü Tarihi	Ymax	Ymin	Yort	Ystd
19 Ocak 2019	12,1	-1,9	6,2	2,1
4 Şubat 2019	16,1	3,1	12	1,9
8 Mart 2019	20,9	5,6	15	1,8
25 Nisan 2019	33,1	14,7	24,3	2,8
27 Mayıs 2019	52,8	25,6	40,7	2,9
12 Haziran 2019	50,1	27,5	38,3	2,3
14 Temmuz 2019	52,5	26,6	40	4,2

15 Ağustos 2019	48	27,4	37,4	4,9
16 Eylül 2019	38,9	21	30,9	2,9
2 Ekim 2019	41,9	23	33,4	2,5
9 Kasım 2019	27,4	7,2	20,3	2,7
7 Aralık 2020	18,7	3	12,2	2,1

Çizelge 2 Çalışmada kullanılan Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin tarihleri, şehir ve çevresindeki maksimum, minimum ve ortalama yüzey sıcaklıkları.

Açıklama: Ymax-Maksimum yüzey sıcaklığı, Ymin-Minimum yüzey sıcaklığı, Yort-Ortama yüzey Sıcaklığı, Ystd-Yüzey sıcaklık standart sapmasını ifade etmektedir.

Yüzey sıcaklık modeli üretimi için belirli bir algoritma vardır ve bu algoritma uygulandığı zaman model üretilmiş olur. Yüzey sıcaklık modelinin oluşturulması için uydu görüntülerine uygun algoritma uygulanır ve bazı aşamalardan geçer. İlk aşama uydu görüntülerindeki bantların yansıma değerlerinin (0-255) spektral radyans (SR) değerine çevirme işlemidir (1. Eşitlik). İkinci işlem elde edilen yansıma değerlerinin yayılan enerjiye çevirme işlemidir (2. Eşitlik). Son aşamada ise sıcaklık birimi olarak elde edilen Kelvin yayılma enerji değerlerini diğer sıcaklık birimi olan Selsius ölçeğine çevirme işlemidir.

Eşitliklerde SR-spektral radyans değerini; M_L -0,0003342, A_L - 0,1; YD -yansıma değerini (0-255); K_1 -774,89; K_2 - 1321,08, T_K -Kelvin değerini, T_C -selsius sıcaklık değerini ifade etmektedir

$$SR_{L8} = M_L * YD + A_L \dots \dots \dots [1]$$

$$T_K = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{SR} + 1\right)} \dots \dots \dots [2]$$

(Görüntü metadatalarından elde edilmiştir).

Uydu ve Bant	K1 Katsayısı	K2 Katsayısı	AL Katsayısı	ML Katsayısı
Landsat 8 (B10)	774.89	1321.08	0,1	0,0003342
Aster (B13)	75	147	-	-0,005693

Çizelge 3. ETM+ ve TIRS Thermal Band Kalibrasyon Katsayıları ve Görüntü Metadataları

2.2 Arazi Örtüsü/Kullanımı Verileri

Avrupa Çevre Ajansı'nın hazırladığı Avrupa Birliği'ne üye ve Türkiye gibi aday ülkelerin verilerini kapsayan ve açık erişimli olan CORINE arazi örtüsü verileri mevcuttur. CORINE verisi dışında Avrupa şehirlerinin daha derinlemesine incelenebilmesi amacıyla Avrupa Çevre Ajansı, en az 100.000 nüfusa sahip olan şehirlerde 2006 yılında arazi kullanım bilgilerini içeren yeni bir veri tabanı Şehir Atlasını (Urban Atlas) geliştirmiştir (Karabacak, 2020). Urban Atlas (Şehir Atlası), yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarını altlık olarak kullanarak, Nüfusu 100.000'den fazla olan kentlerin detaylı bir şekilde arazi kullanım yapısını irdeleyen bir sistemdir (Ekinci, 2017). Bu çalışmada arazi örtüsü/kullanımı verilerinin temininde Urban Atlası (Şehir Atlası) sistemi kullanılmıştır. Şehir Atlası verilerinin tercih edilmesi, bu verilerin CORINE verilerine göre daha detaylı olarak hazırlanmış olması nedeniyledir. Çünkü yüzey ısı adasının karakteristiği detaylı bir arazi örtüsü özellikleriyle ilgilidir.

2.3 NDVI ve NDBI Analiz Değerlerinin Oluşturulması

Uzaktan algılama sayesinde alınan uydu görüntülerinin çeşitli bantlarına uygulanan algoritmalarla elde edilen indisler bulunmaktadır. Bunlar içerisinde bitki örtüsünün belirlenmesi amacıyla kullanılan indis NDVI'dir (normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi-Normalized Difference Vegetation Index. Bir diğer indis ise NDBI'dir (normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi). Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI), yakın dalga kızılötesi (NIR) ve kırmızı bantlar kullanılarak elde edilir. Bu bantlar arasındaki farklar birbirine oranlanarak, çıkan sonuç tek bantta toplanır. Normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi (NDBI) ise orta dalga kızılötesi (MIR) ve yakın kızılötesi (NIR) bantlar kullanılarak elde edilir. NDBI analizi Spektral yansımaların farklarının oranlaması ile yerleşim alanlarının tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada algoritmalar uygulanarak bu iki indis hesap edilmiştir ve hesap edilen sonuçlar ile arazi örtüsü/kullanımı özelliklerine göre yüzey sıcaklık modelleri arasında korelasyon hesaplanmıştır.

$$NDVI = \frac{NIR (YakınKızılötesi) - Red (Kırmızı)}{NIR (YakınKızılötesi) + Red (Kırmızı)} = \frac{Band 5 - Band 4}{Band 5 + Band 4} \quad \text{[[Landsat 8]]}$$

$$NDBI = \frac{MIR (OrtaKızılötesi) - NIR (YakınKızılötesi)}{MIR (OrtaKızılötesi) + NIR (YakınKızılötesi)} = \frac{Band 6 - Band 5}{Band 6 + Band 5} \quad \text{[[Landsat 8]]}$$

NDVI değeri, bitki örtüsünün bulunduğu alanın durumuna göre -1 ve +1 değerleri arasında değişim gösterir. NDVI değeri su yüzeyi gibi bitki örtüsünden yoksun alanlarda negatif, çıplak toprak alanlarda 0'a yakın değerler gösterirken sağlıklı bitki örtüsüne karşılık gelen alanlarda +1'e doğru büyümektedir. Aynı şekilde NDBI analizinde çıkan değerler de -1 ile 1 değerleri arasındadır ve -1'e yaklaşan değerlerde şehirsiz alan zayıf olduğu, 1'e yaklaşan değerlerde ise şehirsiz alanın yoğunlaştığı anlaşılır. NDVI ve NDBI indislerinin görüntüye uygulanması sonucu Değerin 1'e yaklaşması bölgede analiz edilen sınıfın (yerleşim, yeşil alan vb.) yoğunlaştığını, -1'e yaklaşması ise sınıfın o bölgede azaldığını gösterir.

2.4 Korelasyon Analizi

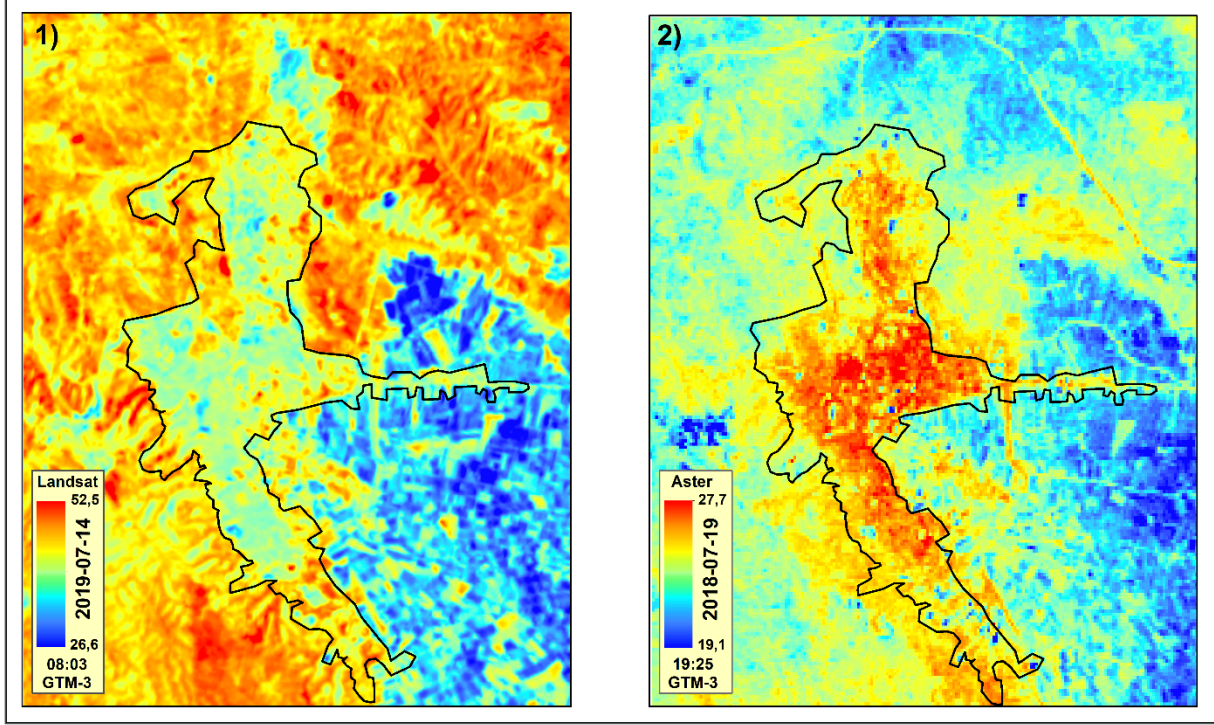
Korelasyon analizi, farklı iki değişken arasındaki ilişkinin durumunu ortaya koymada ve istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını anlamada kullanılan bir yöntemdir. Korelasyon analizinde değişkenler arasında bir ilişkinin olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin yönünün ve derecesinin ne

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x}) \sum(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \dots \dots \dots [4]$$

olduğu belirlenir. “İki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi “r” simgesiyle gösterilen korelasyon katsayısıyla ölçülür. Korelasyon katsayısı iki değişkenin değişimlerinde ne dereceye kadar uyumluluk olduğunu belirler. Korelasyon analizinde çıkan katsayı değerleri +1 ile -1 aralığında değişen sayısal bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Analiz sonrasında ortaya çıkan sonucun +1’e yaklaşması durumunda iki değişkenden birinin artması diğerinde de artmanın olduğunu, -1’e yaklaşması durumunda ise birinde artma diğerinde azalma olduğunu göstermektedir. Analiz sonucunda 0’a yaklaşan katsayı değerlerinde ise ilişkinin bir anlam ifade etmediği anlaşılır. Bu çalışmada arazi örtüsü/kullanımı alanlarına göre yüzey sıcaklık modelleri ile NDVI ve NDBI analiz değerleri arasında korelasyon analizi uygulanmıştır. Bu korelasyon analizi için aşağıdaki eşitlik 4 kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Şanlıurfa Şehri ve Çevresinde Gece ile Gündüz Yüzey Sıcaklıkları

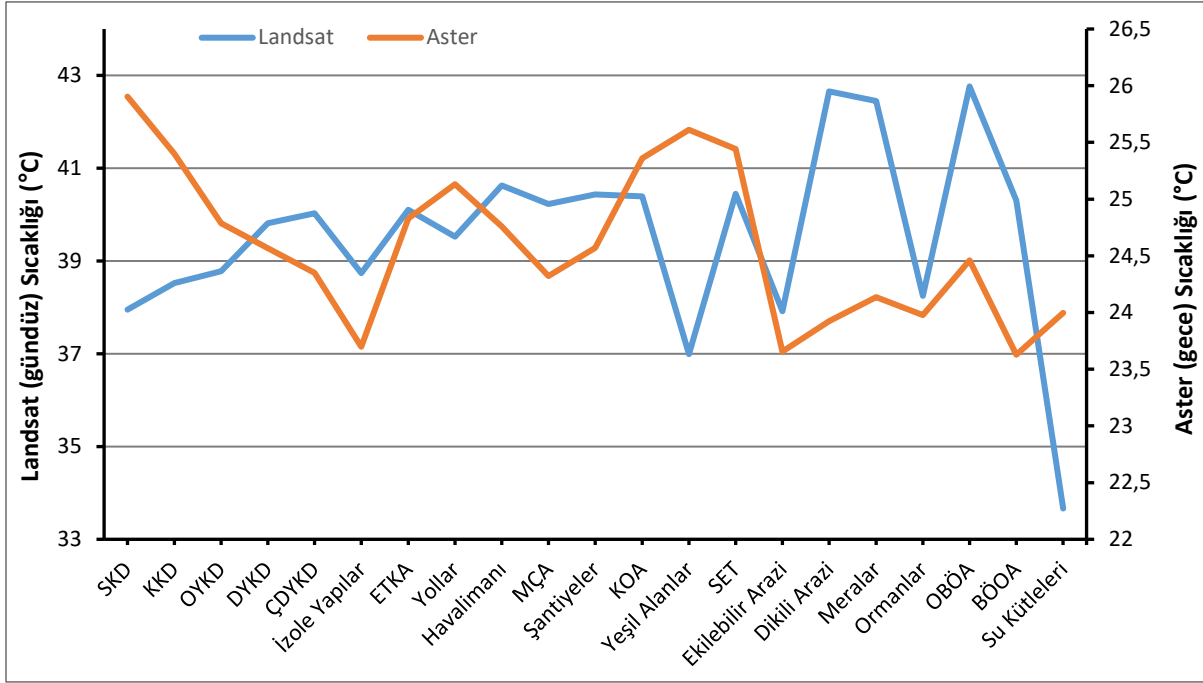


Şekil 4. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Landsat (1) ve Aster (2) Görüntülerinden Elde Edilen Yüzey Sıcaklık Modelleri

Çalışma alanına ait 14.07.2019 tarihli Landsat (gündüz) ve 19.07.2018 tarihli Aster (gece) Temmuz ayı uydu görüntüleri kullanılarak yüzey sıcaklık modelleri üretilmiştir. Yüzey sıcaklık modelleri, yüzey ısı adalarını (YIA) belirlememize ve bu sayede yüzeylerin sıcaklık paternlerine ilişkin bilgiler sunmamıza olanak sağlar. Çalışmanın bu aşamasında çalışma alanına ait hem gece hem de gündüz uydu görüntülerine ait yüzey sıcaklık modelleri hazırlanmış ve bu modeller üzerinden Şanlıurfa şehri ve çevresinin sıcaklıklarının arazi örtüsüne göre ve mahallelere göre durumu incelenmiştir. Çalışma alanında incelenen yüzey sıcaklıklarında gece-gündüz modellerinde görüldüğü gibi farklı özellikler sergilemiş ve mahallelere göre bir farklılık içermiştir (Şekil 4).

Landsat gündüz görüntüsünden elde edilen yüzey sıcaklık modeline göre en sıcak alanlar şehrin güneydoğusunda yer alan Harran Ovası'nda sulu tarımın yapıldığı alanlar ile ormanlar hariç şehir alanının çevresi yüzey sıcaklıkları en yüksek olan arazilerdir. Aster gece görüntüsünden elde edilen modele göre şehir alanı Landsat gündüz görüntüsünden elde edilen modelden daha farklı bir durum sergilemiş, yani şehir alanı diğer tüm arazi örtüsü/kullanımı türlerine göre daha sıcak bir özellik sergilemiştir. Bu durumdan ötürü yani çalışma alanında gece vakti şehir alanı çevresine göre daha sıcak oluşundan dolayı tipik bir yüzey ısı adası (pozitif) özelliği sergilemektedir (Şekil 4).

3.1.1 Arazi Örtüsü/Kullanımına Göre Yüzey Sıcaklıkların Dağılımı



Şekil 5. Şanlıurfa ve Çevresine Ait Landsat (gündüz) ve Aster (gece) Görüntüleri Ortalama Yüze Sıcaklıklarının Arazi Örtüsü/Kullanımına Göre Dağılımı

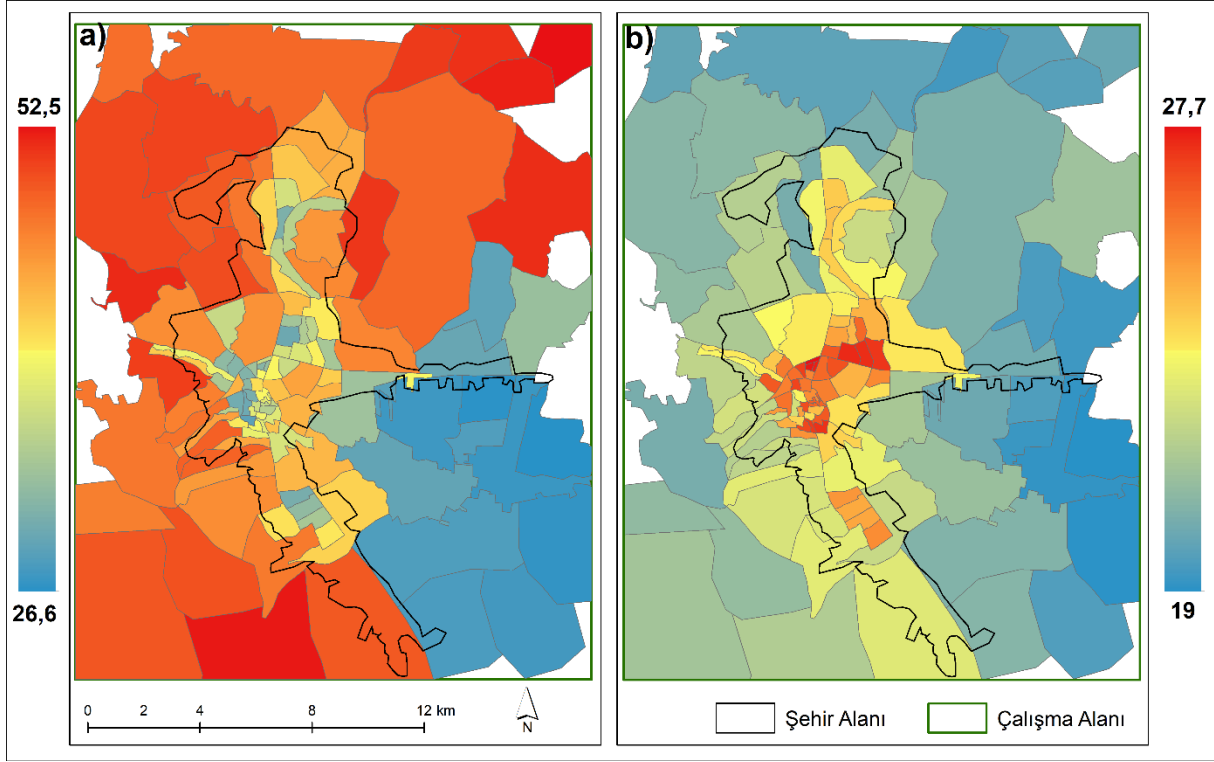
Çalışma alanında gündüz alınan Landsat görüntüsüne göre oluşturulmuş yüze sıcaklık modeline göre en yüksek sıcaklıklar otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA), dikili arazi, meralar ve bitki örtüsü olmayan alanlar (BÖOA) olarak belirlenmiştir. Bu modele göre gündüz en düşük sıcaklıklar ise su kütleleri, yeşil alanlar, ekilebilir arazi ve ormanlarda belirlenmiştir. Gece alınan Aster görüntüsünden elde edilmiş yüze sıcaklık modeline göre ise sıcaklıklar farklı özellikler göstermeye başlamıştır. Bu modele göre en yüksek sıcaklıklar sürekli kentsel doku (SKD), yeşil alanlar, spor ve eğlence tesisleri (SET), kullanımı olmayan alanlar (KOA) ve yollarda çıkmıştır. Bitki örtüsü olmayan alanlar (BÖOA), izole yapılar (şehirden bağımsız tek başına bulunan yapılar), ekilebilir arazi, su kütleleri ve ormanlarda en düşük sıcaklıklar belirlenmiştir (Şekil 5).

Gündüz alınan Landsat görüntüsünden elde edilen yüze sıcaklık modeline göre otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA), dikili arazi, meralar, bitki örtüsü olmayan alanlar (BÖOA), maden çıkarım alanları (MÇA) ve endüstriyel, ticari, kamu ve askeri (ETKA) gibi birimler şehir özelliği gösteren alanlardan daha sıcak çıkmıştır. Bu durum gece alınan Aster görüntüsünden elde edilen modele göre ise tamamen tersine dönmüş ve şehirseller alanlar özellikle sürekli kentsel doku (SKD) alanları bu arazi örtüsü/kullanımı alanlarından daha sıcak çıkmıştır (Şekil 5).

3.1.2 Mahallelere Göre Yüze Sıcaklıklarının Dağılımı

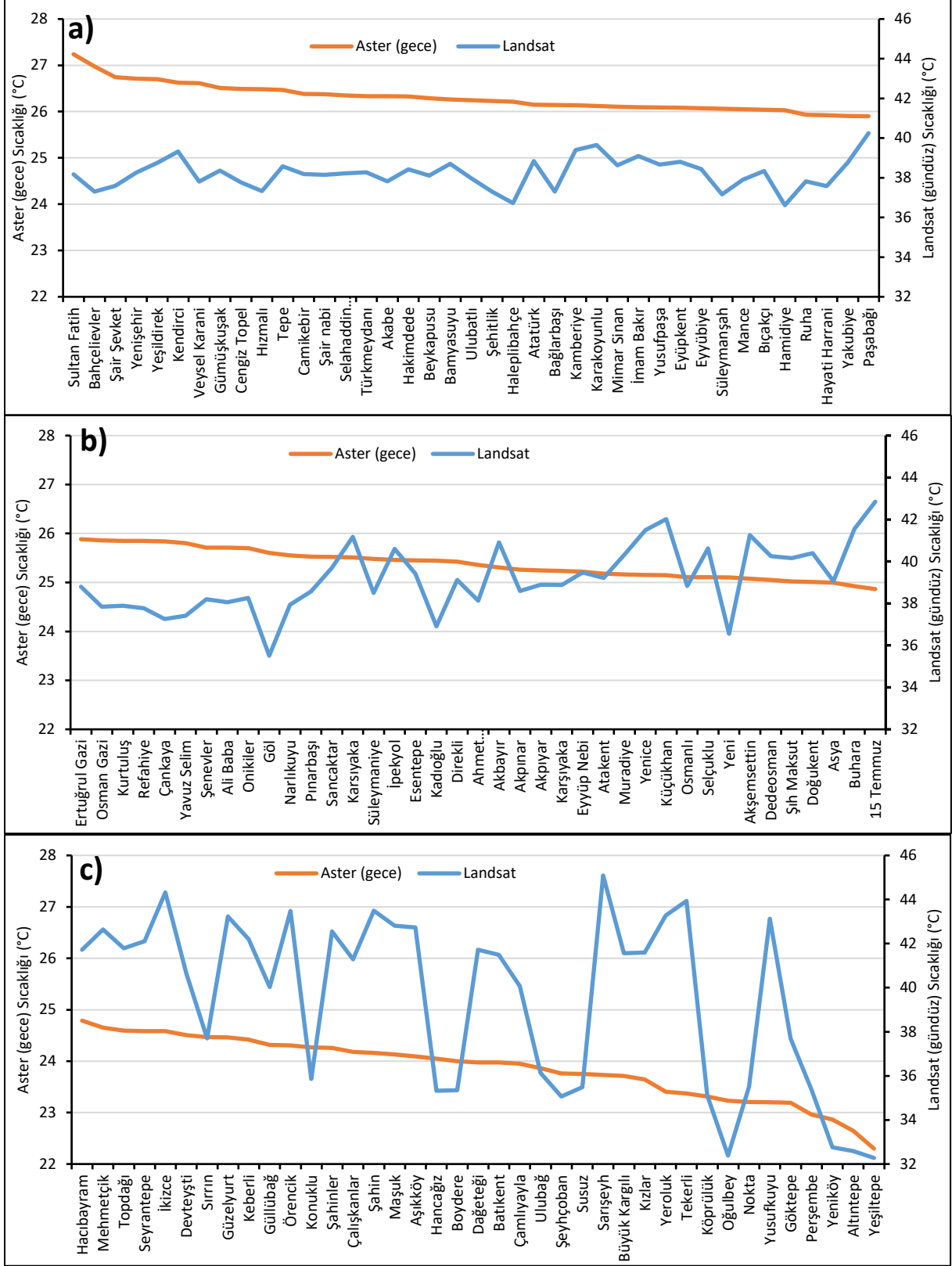
Çalışma alanına ait toplam 117 adet mahalle bulunmaktadır. Çalışmanın bu aşamasında ise yine uydu görüntülerinden elde edilen yüze sıcaklık modellerinden yola çıkarak mahallerin sıcaklık özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanında gündüz ve gece hangi mahalle veya mahallelerin daha sıcak

ve soğuk olduğu tespit edilmiştir ve bu mahalleler hangi arazi örtüsü/kullanımı özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 6. Şanlıurfa ve Çevresine Ait Landsat (gündüz) (a), Aster (gece) (b) Görüntülerinden Elde Edilmiş Ortalama Yüzey Sıcaklıklarının Mahallelere Göre Dağılımı

Çalışma alanında Landsat gündüz görüntüsünden elde edilen yüzey sıcaklık modeline göre en yüksek ortalama yüzey sıcaklık 45,1°C ile Sarıseyh Mahallesi'nde çıkmıştır. En yüksek yüzey sıcaklıkları sırasıyla bu mahalleyi İkizce (44,32°C), Tekerli (43,92°C), Şahin ve Örencik (43,52°C), Yeroluk (43,32°C), Güzelyurt (43,22°C), Yusufkuyu (43,2°C) mahalleleri takip etmektedir. Yüksek sıcaklıktaki bu mahalleler şehrin merkezinde bulunan mahalleler değil aksine çevresinde yer alan otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA) ve dikili arazi özelliklerine sahip mahallelerden oluşmaktadır. Bu modelde en düşük sıcaklık 32,3°C ile Yeşiltepe Mahallesi'nde çıkmıştır. Bu mahalleden sonra en düşük sıcaklıklar sırasıyla Oğulbey (32,4°C), Altıntepe (32,6°C), Yeniköy (32,8°C), Şeyhçoban ve Köprülük (35,1°C), Hancağz (35,3°C) mahallelerinde görülmektedir. Düşük sıcaklık özelliği gösteren bu mahalleler ise şehrin güneydoğusundaki Harran Ovası'na ait sulu tarım alanlarının olduğu ekilebilir arazi özelliğindeki mahallelerdir (Şekil 6).



Şekil 7. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Mahallelere Göre Landsat (gündüz) ile Aster (gece) Ortalama Yüzeysel Sıcaklıkları.

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

Çalışma Alanı a) 39 Mahalle, b) 39 Mahalle ve c) Grafiği 39 Mahalle Olmak Üzere toplam 117 Mahalle İçermektedir.

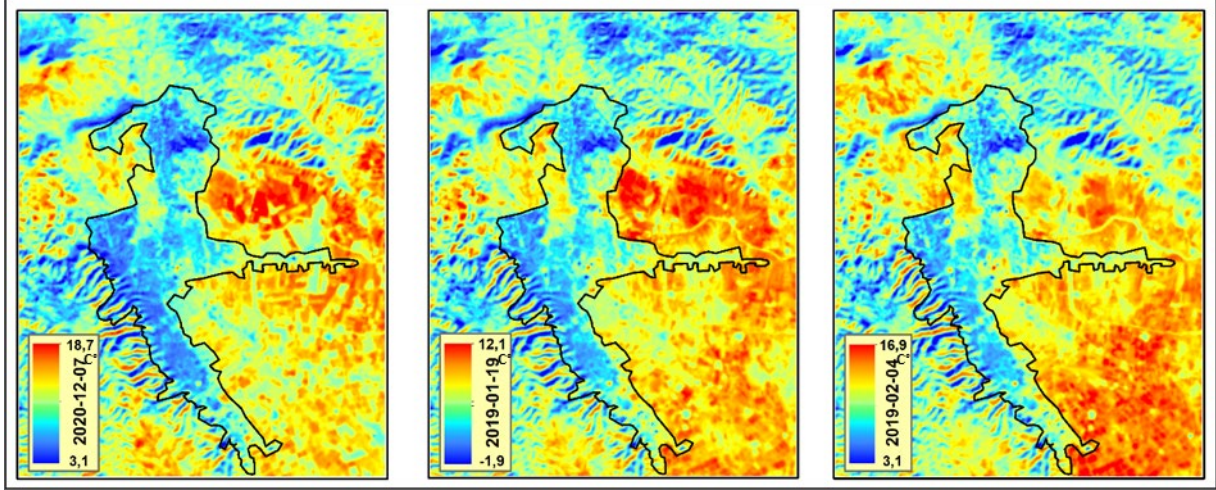
Çalışma alanına ait Aster gece görüntüsünden elde edilen modele göre ise gece en yüksek yüzey sıcaklıkları sürekli kentsel doku (SKD) alanlarının bulunduğu Sultan 27,2°C, Bahçelievler 27°C, Şair Şevket, Yenişehir, Yeşildirek 26,7°C mahalleleri, Kendirci, Veysel (26,6°C), Gümüşkuşak, Cengiz Topel, Hızmalı ve Tepe 26,5°C mahalleleridir. Gece en soğuk mahalle ise 22,3°C ile Yeşiltepe Mahallesi'nde tespit edilmiştir. Bu mahalleyi Altıntepe (22,6°C), Yeniköy (22,9°C), Perşembe (23°C), Göktepe, Yusufkuyu, Nokta, Oğulbey 23,2°C takip etmektedir. Gece soğuk çıkan bu mahalleler şehrsel özelliklerden farklı olarak ekilebilir arazi, bitki örtüsü olmayan alanlar (BÖOA) ve ormanlar tarafından kaplı mahallelerdir (Şekil 7-a,b,c).

3.2 Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Yüzey Sıcaklık Modelleri ile Yüzey Isı Adasının (YIA) Mevsimlere Göre Gelişimi

Şanlıurfa şehri ve çevresine oluşturulmuş yüzey sıcaklık modellerine göre yüzey ısı adası (YIA) aylara ve mevsimlere göre değişmektedir. Çalışmanın bu aşamasında çalışma alanında oluşan yüzey ısı adasının gelişimi mevsimlere göre incelenmiştir. Şanlıurfa şehrinde, yıl boyunca Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında belirginliğinin azalmasıyla birlikte negatif bir yüzey ısı adası hâkimdir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında şehrsel alan, sulu tarımın yapıldığı ekili arazilerden daha sıcak çıkmasına rağmen diğer çevresindeki arazilere göre daha soğuk çıkmıştır.

3.2.1 Kış Mevsimi

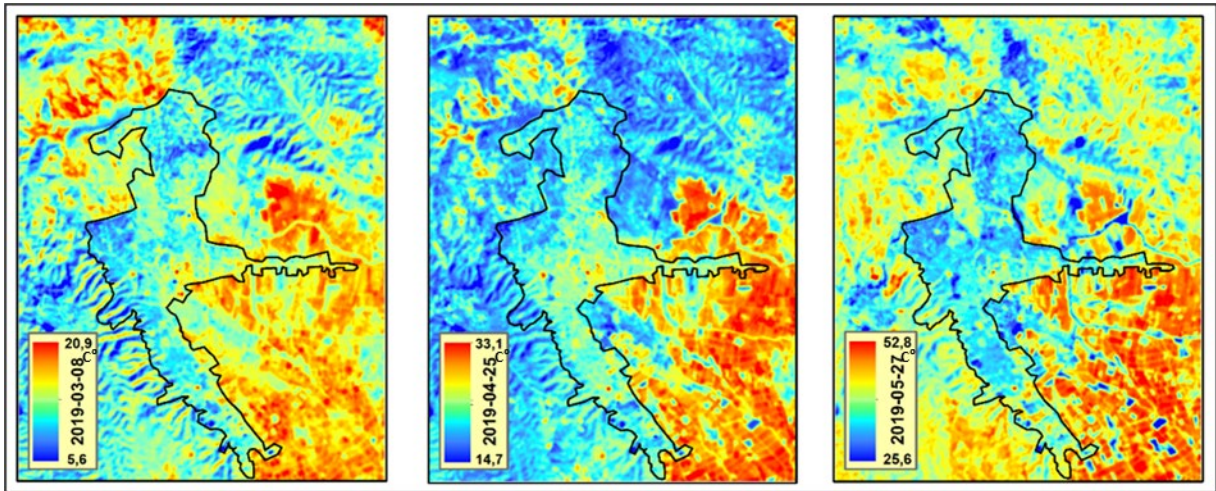
Aralık, ocak ve şubat aylarında Şanlıurfa şehrinin yüzey sıcaklıklarının genel olarak çevresindeki arazilere göre daha soğuk olduğu ve negatif yüzey ısı adası oluşturduğu tespit edilmiştir. Şanlıurfa şehri, bu aylarda özellikle sulu tarımın yapıldığı ekili arazilerden belirgin olarak ayrılmış ve daha düşük sıcaklıklar sergilemiştir. Şehrsel alan çevresindeki ekili kuru tarımın yapıldığı arazi, dikili arazi ve otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA) yüzey sıcaklıkları da şehrsel alanın yüzey sıcaklıkları ile benzerdir. Dolayısıyla kışın oluşan negatif yüzey ısı adası diğer arazilerden ayrı olarak tam belirgin değildir (Şekil 8).



Şekil 8. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Landsat Görüntülerinden Elde Edilmiş Aralık (solda), Ocak (ortada) ve Şubat (sağda) Aylarının Yüzey Sıcaklık Modelleri

3.2.2 Bahar Mevsimi

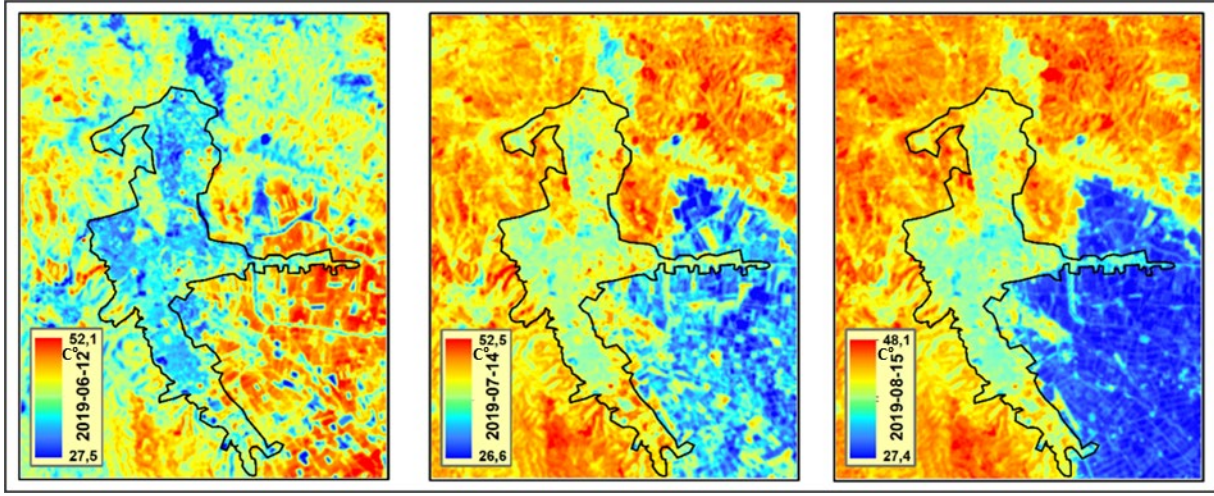
Mart, nisan ve mayıs aylarında şehrsel alanlar yine soğuk çıkmıştır. Bu aylarda şehrin güneydoğusunda yer alan sulu tarımın yapıldığı ekili arazilerde en yüksek sıcaklıklar çıkmıştır. Mart ve nisan aylarında şehrin güneydoğusunda sulu tarımın yapıldığı ekili araziler şehrsel alan ve diğer arazilerden daha sıcak çıkmıştır. Mart ve nisan aylarında şehrsel alan soğuktur fakat negatif yüzey ısı adası tam olarak belirgin değildir. Mayıs ayında, maden çıkarım alanları (MÇA) ile ormanlar hariç sulu tarımın yapıldığı ekili arazilerle birlikte (OBÖA) ile kalıcı mahsullerin olduğu dikili araziler sıcak çıkmıştır. Dolayısıyla mayıs ayında oluşan negatif yüzey ısı adası şehrsel alanda belirgin bir şekilde oluşmuştur (Şekil 9).



Şekil 9. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Landsat Görüntülerinden Elde Edilmiş Mart (solda), Nisan (ortada) ve Mayıs (sağda) Aylarının Yüzey Sıcaklık Modelleri

3.2.3 Yaz Mevsimi

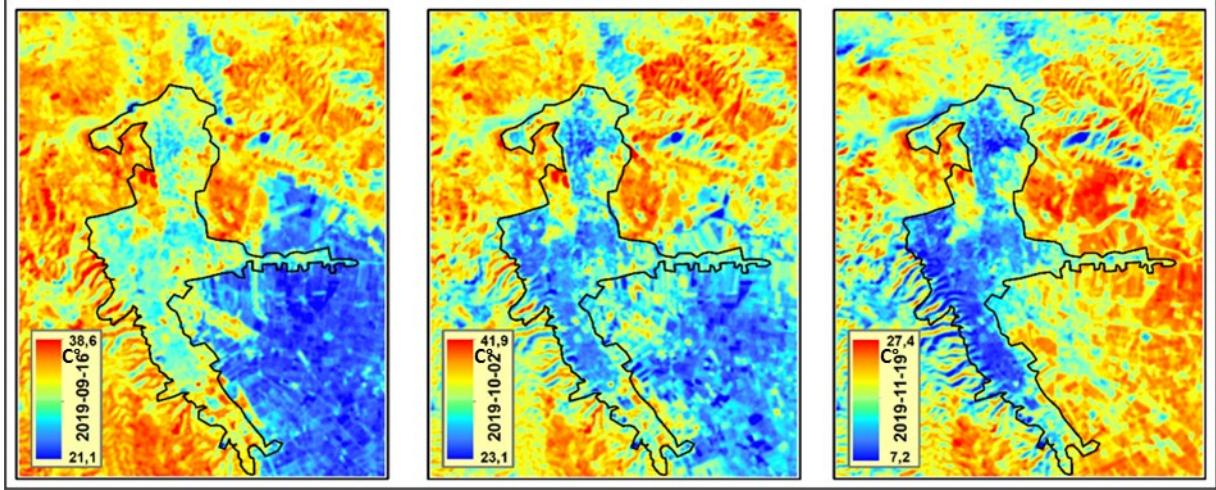
Yaz aylarından haziran ayında en düşük sıcaklıklar ormanlarda çıkmıştır. Yine en yüksek sıcaklıklar bu ayda sulu tarımın yapıldığı ekili arazilerde çıkmıştır. Haziranda şehrsel alanda negatif yüzey ısı adası belirgindir ve diğer arazilerden daha belirgin olarak ayrılmıştır. Temmuz ve ağustos aylarında ise en düşük sıcaklıklar şehrin güneydoğusunda yapılan sulu tarım arazilerinde çıkmıştır. Bu aylarda en yüksek sıcaklıklar sulu tarım ve şehrsel alanların dışındaki arazilerde çıkmıştır. Haziran ayında belirgin olan negatif yüzey ısı adası temmuz ve ağustosta belirginliğini yitirmiş ve daha silik hâle gelmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Landsat Görüntülerinden Elde Edilmiş Haziran (solda), Temmuz (ortada) ve Ağustos (sağda) Aylarının Yüzey Sıcaklık Modelleri

3.2.4 Güz Mevsimi

Güz aylarında, yazın sonlarında şehrsel alanda oluşan ve belirginliğini kaybeden negatif yüzey ısı adası güz aylarında tekrar belirgin hâle gelmeye başlamıştır. Yazın serin çıkan sulu tarım arazileri güzün daha sıcak çıkmaya başlamıştır. Şehrsel alanlar daha da soğumaya başlamıştır. Eylül ayında biraz daha silik olan negatif yüzey ısı adası özellikle kasım ayında tipik bir negatif yüzey ısı adası hâline gelmiştir. Şehrsel alanda negatif yüzey ısı adasının diğer aylara göre en belirgin olduğu ay güz aylarında Kasım ayı olduğu görülmektedir (Şekil 11).

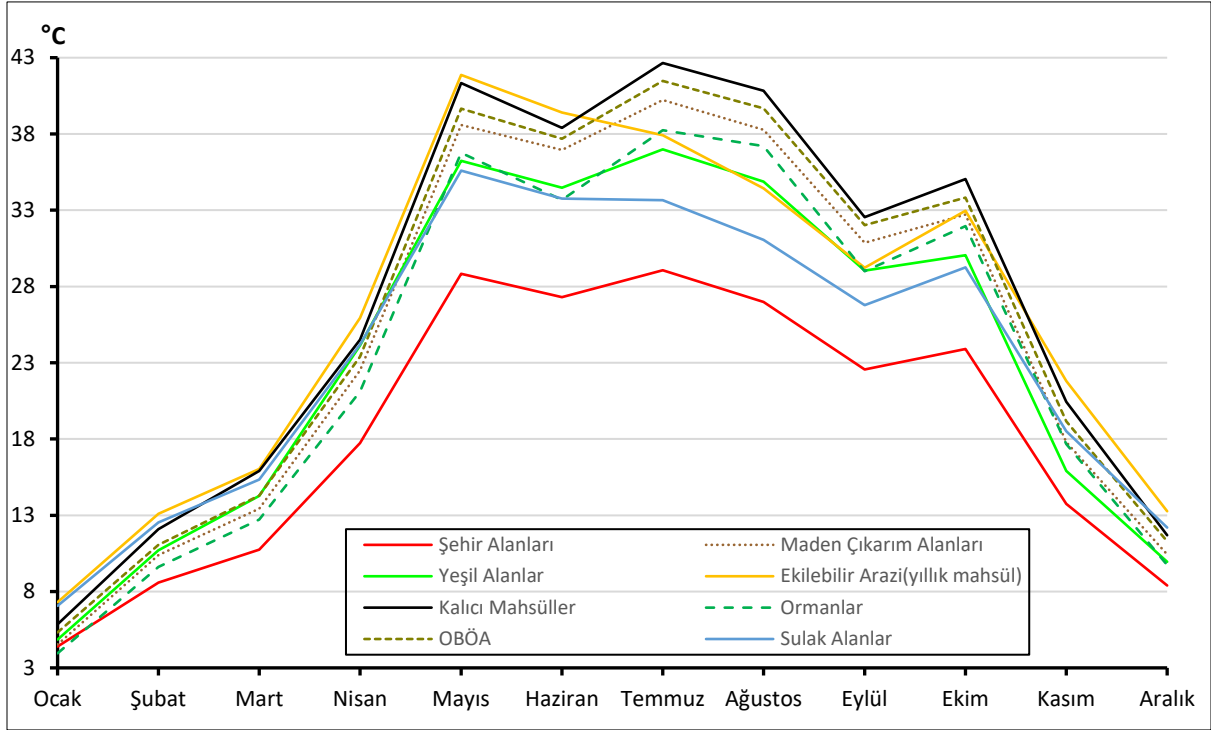


Şekil 11. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Landsat Görüntülerinden Elde Edilmiş Eylül (solda), Ekim (ortada) ve Kasım (sağda) Aylarının Yüzey Sıcaklık Modelleri

3.3 Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Yüzey Sıcaklık Modellerinin Arazi Örtüsü/Kullanımına Göre Durumu

Uydu görüntülerinden elde edilmiş olan yüzey sıcaklık modelleri ile tespit edilen yüzey ısı adası (YIA) özellikleri yüzeyi kaplayan arazi örtüsü/kullanımına göre şekillenmektedir. Farklı arazi örtüsü/kullanımı sınıfları ve özellikleri farklı yüzey sıcaklıklarına sahiptir. Bu farklılık yüzey ısı adasının (YIA) oluşumuna ve gelişimine yansımaktadır. Çalışmanın bu aşamasında ise yüzey sıcaklıkların ve ısı adasının hangi arazi örtüsü/kullanımı özelliklerine göre dağılım ve değişim gösterdiği incelenmiştir.

Bu alanda yapılan birçok çalışmada genellikle su yüzeylerinin en düşük sıcaklıkların çıktığı alanları oluşturduğunu söyleyebiliriz. Bu çalışmada ise su yüzeyinin çok az olmasından ötürü en soğuk çıkan yerin su yüzeyi olmadığını söylememiz mümkündür. Bir de bu çalışmada Şehir Atlası(Urban Atlas) arazi örtüsü/kullanımı verilerinde ekili tarım arazilerinin sulu ve kuru tarım arazisi olarak ayrılmamıştır. Dolayısıyla çalışma alanında ekilebilir arazi alanları yüksek sıcaklıklarda çıkmaktadır. Fakat sulu tarımın yapıldığı ekili araziler ile kuru tarımın yapıldığı araziler birbirinden farklı yüzey sıcaklıkları sergilemektedir. Sulu tarımın yapıldığı arazilerde yansımanın fazla olması oranın daha serin olmasına neden olduğu gibi kuru tarımın yapıldığı alanlarda ise yansımanın daha az olduğu ve gelen enerjinin emiliminin daha fazla olduğu alanlarda ise daha sıcak bir yüzey sıcaklığı hâkimdir.



Şekil 12. Şanlıurfa Şehri ve Çevresine Ait Arazi Örtüsü/Kullanımı Alanlarının Ortalama Yüze Y sıcaklıkları

Yukarıda yer alan grafikte aylara göre arazi örtüsü/kullanımı alanlarının yüzey sıcaklık ortalamaları verilmiştir. Grafikte genel gördüğünde neredeyse yılın tümünde en soğuk alanlar şehir alanları (sürekli kentsel doku, süreksiz kentsel doku, orta yoğunlukta kentsel doku, düşük yoğunlukta kentsel doku, çok düşük yoğunlukta kentsel doku, izole yapılar, şantiyeler, yollar, havalimanı, spor ve eğlence tesisleri ve endüstriyel, ticari, kamu gibi birimler) olarak çıkmıştır. Şehir alanlarından sonra ocak ayından mayıs ayına kadar ormanlar en soğuk çıkan yüzeyleri oluşturmuştur. Mayıs ayından itibaren ekim ayına kadar en soğuk yüzeyler su yüzeyleridir. Kasım ve aralık ayında ise yeşil alanlar en soğuk alanlardır. Daha sonra ise en soğuk araziler olarak yeşil alanlar ile maden çıkarım alanları (MÇA) gelmektedir (Şekil 11-12).

Yaz aylarında dikili tarımın yapıldığı kalıcı mahsullerin olduğu arazilerde yüzey sıcaklıkları en yüksek çıkmıştır. Ocak ve mayıs ayları arasında ise ekilebilir arazilerde yüzey sıcaklıkları en yüksek çıkmıştır. Ekilebilir araziler yaz aylarında daha serin çıkmıştır. Otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA) da kış aylarında soğuk çıkan alanlardandır ve bu alanlar yazın daha sıcak yüzeyler hâline gelebilmektedir (Şekil 12-13).

Sonuç

Arazi kullanımındaki değişiklikler, bir şehirdeki yerel sıcaklıkların ve şehir ısı adalarının oluşumunda önemli bir etki yapmaktadır. Doğal alanlar değiştikçe ve yapay alanlar arttıkça bu tür mikro-iklimsel değişikliklerin etkisi gün geçtikçe daha da artacaktır. Landsat (gündüz) ve Aster (gece) temmuz ayı uydu görüntülerinden elde edilmiş olan yüzey sıcaklık modellerinden alınan hava sıcaklığı verilerine ve gözlemlenen hava sıcaklığı verilerine dayanarak, Şanlıurfa şehrindeki şehir ısı adası yoğunluğunun mekânsal ve zamansal oluşumlarını ve şehirleşmenin şehir ısı adası oluşum eğilimi üzerindeki etkisi analiz edildi.

Şehirdeki doğal arazi kullanımı, uydular tarafından yakalanan arazi yüzeyi sıcaklığı aracılığıyla haritalanmıştır. Uydu görüntüleri analiz edildiğinde Şanlıurfa şehrinin mahalleleri arasında sıcaklıkta önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Şanlıurfa şehrindeki farklı mahallelerin karşılaştığı ısı etkilerinin o mahallelerde yaşayan insanların yaşam kalitesine de etki etmektedir. Şehirde gece şehrsel alan sıcaklık olarak çevresinden belirgin olarak ayrılmış ve tipik bir yüzey ısı adası (pozitif) özelliği göstermiştir. Gündüz alınan görüntüye göre ise şehir alanı, ekili sulu tarım arazileri (şehrin hemen güneydoğusunda yer alan Harran Ovası) ve kuzey, kuzeydoğuda yer alan yapay ormanları hariç diğer arazi örtüsü/kullanımı alanlarından daha serin çıkmıştır. Bunun sonucu olarak ise gündüz şehrsel alanda negatif yüzey ısı adası özellikleri ortaya çıkmaktadır.

Şehrsel alan ve çevresinde Landsat (gündüz) ve Aster (gece) temmuz ayı uydu görüntülerinden elde edilen yüzey sıcaklıkların arazi örtüsü/kullanımı özelliklerine ve mahalle alanlarına göre dağılımı ile özellikleri incelenmiştir. Bu incelemenin sonucunda gündüz alınan görüntüde en sıcak otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA), en soğuk ise su kütleleri ve yeşil alanlar olarak belirlenmiştir. Gece alınan görüntüde ise en sıcak sürekli kentsel doku (SKD) alanları, en soğuk ise izole yapılar (şehirden bağımsız tek başına bulunan yapılar) ve ekilebilir (sulu) araziler çıkmıştır. Mahallere göre yüzey sıcaklığın dağılımına bakıldığında ise gündüz alınan görüntüye göre otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA) ve dikili araziler (kalıcı mahsuller) üzerindeki mahalleler en sıcak çıkmıştır. Şehrin güneydoğusunda (Harran Ovası) yer alan ekili sulu tarım arazileri üzerinde yer alan mahalleler en serin çıkmıştır.

Landsat (gündüz) uydu görüntüleri alınarak tüm aylara uygulanmış yüzey sıcaklık modellerine göre çalışma alanında yüzey ısı adası özellikleri mevsimlere göre incelenmiştir. Şanlıurfa şehrinde yıl boyunca temmuz, ağustos ve eylül aylarında belirginliği azalmakla birlikte negatif bir yüzey ısı adası hâkimdir. Negatif yüzey ısı adası en belirgin kış aylarında ve güz aylarında gözlemlenmiştir. Negatif yüzey ısı adasının belirgin olduğu aylarda şehrsel alan çevresindeki ekili kuru tarımın yapıldığı arazi, dikili arazi ve otsu bitki örtüsü alanları (OBÖA) yüzey sıcaklıkları da şehrsel alanın yüzey sıcaklıkları ile benzer olduğunu da belirtmek gerekir.

Şanlıurfa'da yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda sıcaklığa maruz kalma süresinin arttığı da saptanmıştır. Bu durum önümüzdeki süreçlerde önemli bir halk sağlığı sorunu hâline gelecektir. Bu çalışma, şehirleşmeye bağlı yapay alanların artışına bağlı olarak doğal alanlar aleyhine bir sonuç ortaya çıkardığını bu durumun şehirde daha önce görülmeyen iklime bağlı olayların ortaya çıktığını veya

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

çıkacağına ortaya kaymaktadır. Şanlıurfa'da iklim değişikliğine karşı dayanıklılık oluşturmaya yönelik bütünsel bir mekânsal planlama yaklaşımına ihtiyaç vardır.

Yukarıdaki sonuçlar Şanlıurfa şehirde bariz bir ŞIA etkisini göstermektedir. Kentin yüksek ısı adası bölgelerinde ŞIA etkisini azaltacak önlemler alınabilir. Şanlıurfa şehrinin daha geniş cadde ve sokaklara, şehrin merkezi yerlerinde yeşil alanlara, su yüzey alanlarına ihtiyaç vardır. Ayrıca yapılan binaların dış yüzeylerinde ve çatılarında daha düşük ısı geçirgenliği olan güneş ışığı emilimi düşük olan malzemelerin kullanımı yüksek sıcak gün ve mevsimlerde ŞIA etkisini bir dereceye kadar hafifletebilir.

Kaynakça

- Alkan, A., Adıgüzel, F., & Kaya, E. (2017). Batman Kentinde Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *Coğrafya Dergisi* (34), 62-76.
- Avdan U., Javanovska G., (2016), Algorithm for automated mapping of land surface temperature using landsat 8 satellite data, *Journal of Sensors*, 2016, 1-8.
- Bala, R., Prasad, R., & Yadav, V. P. (2020). A comparative analysis of day and night land surface temperature in two semi-arid cities using satellite images sampled in different seasons. *Advances in Space Research*, 66(2), 412-425.
- Bala, R., Prasad, R., & Yadav, V. P. (2021). Quantification of urban heat intensity with land use/land cover changes using Landsat satellite data over urban landscapes. *Theoretical and Applied Climatology*, 145, 1-12.
- Çiçek, İ., & Doğan, U. (2005). Ankara'da Şehir Isı Adasının İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3(1), 57-72.
- Çubukçu, K. M., & Şentürk, Y. (2022). Kentsel Soğuk Alan Soğutma Kapasitesinin Araştırılması, İzmir Örneği. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 106-126.
- Demir, A., (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, Sayfa 37- 54.
- Diren Üstün, D. H., Kaplan, E., & Ünal, Y. (2022). İstanbul'da Şehir Isı Adası ve Kentsel Gelişim Senaryolarına Bağlı Değişimi. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 23(1), 55-68.
- Erener A., Sarp G., (2018), Spatiotemporal distribution of industrial regions and impact on LST in the case of Kocaeli, FIG Congress 2018 Proceedings, İstanbul, Türkiye, https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2018/papers/ts07c/TS07C_erener_sarp_9639.pdf
- Gerçek D., Bayraktar N. T., (2014), Kentsel ısı adası etkisinin uzaktan algılama ile tespiti ve değerlendirilmesi: İzmit kenti örneği, 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, 14-17 Ekim, İstanbul, Türkiye. <http://www.uzalcbs2014.sempozyumu.net/bildiriler.php>,
- Güzel.A.& Özcanlı, M., (2023). Göbeklitepe Yerleşmesinin Terk Edilmesini Tetikleyen Doğal Faktörler. Yayınevi: Platanus Publishing <https://www.dr.com.tr/kitap/gobeklitepe-yerlesmesinin-terk-edilmesini-tetikleyen-dogal-faktorler/bilim/ekoloji-cevre-bilim/urunno=0002107560001>
- Haizhu, Z., Neng, Z., & Qingqin, W. (2021). Modelling and simulation of the urban heat island effect in a tropical seaside city considering multiple street canyons. *Indoor and Built Environment*, 30(8), 1124-1141.
- Hassell, J. M., Begon, M., Ward, M. J., & Fèvre, E. M. (2017). Urbanization and disease emergence: dynamics at the wildlife–livestock–human interface. *Trends in ecology & evolution*, 32(1), 55-67.

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

- Karabacak, K. (2020). Türkiye'deki Büyükşehir Belediyeli Şehirlerde Kentsel Yayılma. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 60(1), 158. <https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2020.60.1.9>
- Keskin, A., & Kanat, Z. (2018). Dünyada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar ve Türkiye'de mevcut durum. *Atatürk University Journal Of Agricultural Faculty*, 49(1).
- Kum, G., & Kılıç, S. (2013). Şehirleşmenin Sıcaklık ve Yağış Parametreleri Üzerine Etkisi: Gaziantep Örneği. *Journal of Social Sciences/ Sosyal Bilimler Dergisi (2146-4561)*, 3(6).
- Levermore, G. J., & Cheung, H. K. W. (2012). A low-order canyon model to estimate the influence of canyon shape on the maximum urban heat island effect. *Building Services Engineering Research and Technology*, 33(4), 371-385.
- Li Z. L., Tang B. H., Wu H., Ren H., Yan G., Wan Z., Trigo I. F., Sobrino J. A., (2013), Satellite-derived land surface temperature: current status and perspectives, *Remote Sensing of Environment*, 131, 14-37.
- Mackey, T. K., & Liang, B. A. (2012). Threats from emerging and re-emerging neglected tropical diseases (NTDs). *Infection ecology & epidemiology*, 2(1), 18667.
- Manoli, G., Fatichi, S., Schläpfer, M., Yu, K., Crowther, T. W., Meili, N., ... & Bou-Zeid, E. (2019). Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. *Nature*, 573(7772), 55-60.
- Mathew, A., Khandelwal, S., & Kaul, N. (2016). Spatial and temporal variations of urban heat island effect and the effect of percentage impervious surface area and elevation on land surface temperature: Study of Chandigarh city, India. *Sustainable Cities and Society*, 26, 264-277.
- Mathew, A., Khandelwal, S., & Kaul, N. (2018). Analysis of diurnal surface temperature variations for the assessment of surface urban heat island effect over Indian cities. *Energy and Buildings*, 159, 271-295.
- Nakata-Osaki, C. M., Souza, L. C. L., & Rodrigues, D. S. (2018). THIS—Tool for Heat Island Simulation: A GIS extension model to calculate urban heat island intensity based on urban geometry. *Computers, Environment and Urban Systems*, 67, 157-168.
- Ndossi M. I., Avdan U., (2016), Açık kaynak kod teknoloji kullanılarak yer yüzey sıcaklığının belirlenmesinde yeni bir eklentinin geliştirilmesi, 6.Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde, (Maktav D., Berberoğlu S., Ed.), Adana, Türkiye, ss. 1135-1141.
- Elmastaş, N. Özcanlı, M. (2014). *Arazi Kullanımı ve Deprem İlişkisi Bağlamında 2011 Van Depremlerinin Erciş Şehrine Etkileri*. Turkish Studies DOI:[10.7827/TurkishStudies.6877](https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.6877)
- Orhan, O. (2021). Mersin İlindeki Kentsel Büyümenin Yer Yüzey Sıcaklığı Üzerine Etkisinin Araştırılması. *Geomatik*, 6(1), 69-76. <https://doi.org/10.29128/geomatik.679858>
- Özcanlı, M. (2014). Kazdağları Milli Parkı'nda Tarımsal Faaliyetlerin Arazi Örtüsü Değişimine Etkisi (1975-2005). *The Journal of Academic Social Science Studies*, 25(19), 339-356. DOI:[10.9761/JASSS2317](https://doi.org/10.9761/JASSS2317)

- Özcanlı, M. (2018). “UNESCO Kültür Mirasında Diyarbakır Surları”, *International Social Sciences Studies Journal*, 4(24): 5106-5115 <http://dx.doi.org/10.26449/sssj.949>
- Özcanlı, M., Güzel.A., (2015).*Şanlıurfa Şehrinin Alansal Gelişiminin Çevresindeki Tarım Araçlarına Etkisi*. *Turkish Studies* [Doi:10.7827/Turkishstudies.7890](https://doi.org/10.7827/Turkishstudies.7890)
- Özcanlı, M., Özçağlar, A., Özgen, N., Banek, S.,(2018).Diyarbakır Şehrinin Alansal Gelişimi ve Tarım Araçları Üzerindeki Etkileri. *Asos Journal* Doi: [10.16992/Asos.13294](https://doi.org/10.16992/Asos.13294)
- Peden, D. B., Weber, R. B., Truckner, T. R. and Shea, K. M. 2008 *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* Volume 122, Issue 3, Pages 443-453.
- Pouyat, R. V., Pataki, D. E., Belt, K. T., Groffman, P. M., Hom, J., & Band, L. E. (2007). Effects of urban land-use change on biogeochemical cycles. *Terrestrial ecosystems in a changing world*, 45-58.
- Prata A. J., Caselles C. C., Sobrino J. A., Otle C., (2009), Thermal remote sensing of land surface temperature from satellites: current status and future prospects, *Remote Sensing Reviews*, 12, 175-224.
- Revi, A., Satterthwaite, D. E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R. B., Pelling, M., ... & Solecki, W. (2014). Urban areas. *Climate change*, 535-612.
- Sánchez, F. G., Solecki, W. D., & Batalla, C. R. (2018). Climate change adaptation in Europe and the United States: A comparative approach to urban green spaces in Bilbao and New York City. *Land use policy*, 79, 164-173.
- Sharma, R., Pradhan, L., Kumari, M., & Bhattacharya, P. (2021). Assessing urban heat islands and thermal comfort in Noida City using geospatial technology. *Urban Climate*, 35, 100751.
- Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879-1900.
- Şahinalp, M. S. (2006). Şanlıurfa Şehri'nin Kuruluşuna Etki Eden Etmenler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 105-127. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000063
- Şen, C., (2022), Şehirleşmenin meteoroloji istasyonlarındaki minimum sıcaklık trendlerine etkisi: Batı Akdeniz kıyıları örneği. https://web.archive.org/web/20220518140742id_/https://cdn.istanbul.edu.tr/file/JTA6CLJ8T5/E23D10FB052C4E77879DC12261AD5C08
- Topuz, M., - Geçen, R.,(2021). Silifke ve Erdemli İlçe Merkezlerinin Yer Yüzey Sıcaklığına Etkisi. *Çukurova Araştırmaları Dergisi*
- Tuğaç, Ç. (2022). İklim Değişikliği Krizi ve Şehirler. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 38-60.
- Ünsal, Ö., Avcı, V. (2023). Yer Yüzeyi Sıcaklıkları ile Kentsel Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: Şanlıurfa, Diyarbakır ve Mardin Örneği. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 4(2), 125-150. <https://doi.org/10.48123/rsgis.1195902>

Şanlıurfa Şehir Isı Adasının Zamansal ve Mekânsal Özellikleri

- Voogt, J. A., & Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment*, 86(3), 370-384.
- Yao, R., Wang, L., Huang, X., Gong, W., & Xia, X. (2019). Greening in rural areas increases the surface urban heat island intensity. *Geophysical Research Letters*, 46(4), 2204-2212.
- Yao, R., Wang, L., Huang, X., Zhang, W., Li, J., & Niu, Z. (2018). Interannual variations in surface urban heat island intensity and associated drivers in China. *Journal of Environmental Management*, 222, 86-94.
- Yıldız A., Bağcı M., Başaran C., Çonkar F. E., Ayday C., (2017), Landsat 8 uydu verilerinin jeotermal saha araştırmalarında kullanılması: Gazlıgöl (Afyonkarahisar) çalışması, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17, 277- 284
- Yılmaz, E. (2019). Mobil Ölçümlerle Ankara Şehir Isı Adası. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(2), 281-317. <https://doi.org/10.33688/aucbd.600933>
- Yılmaz, E., Özcanlı, M. (2021), Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri, *Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi (ViSBiD) Sayı:1 S.40-60 s.41* https://www.yyu.edu.tr/images/files/SAYI_1.pdf
- Yüksel Ü. D., Yılmaz O., (2008), Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 937-952.