



Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi- ViSBiD

Van Journal of Humanities and Social Sciences -VJHSS

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

*Relationships Between Urban Heat Island and Van City Development and
Temperature Changes*

Erkan YILMAZ*

Mehmet ÖZCANLI**

Öz

Dünya genelinde şehirlerin genişlemesine bağlı olarak değişen arazi örtüsü miktarı, nüfusun oransal olarak büyümesinden daha fazla büyümektedir. Bu durum, şehirlerin çevresinde bulunan doğal ve tarımsal arazilerin değişmesine, geçirimsiz, ısı emilimi yüksek yapay arazilere dönüşmesine neden olmaktadır. Bu arazi örtüsünün kalıcı değişimi özellikle büyük şehirlerde yaşayan insanların iklimik konforunu da doğrudan etkilemektedir. Şehirlerde yaşayan insanlar, şehrin çevresine göre daha sıcak veya daha soğuk olduğunu birebir deneyimlemektedir. Van şehri, 1980'li yıllardan sonra çevresinden aldığı göçler neticesinde Van Ovasında büyümeye başlamış, verimli alüvyal sahaları işgal etmiştir. Bu büyüme, 1990'lı yıllardan sonra, artan yapılaşma ve yapay örtü genişlemesine bağlı olarak şehir ısı adası oluşturmuştur. 2012 yılından sonra büyükşehir statüsü kazanan şehrin gelişimi daha da hızlanmış, depremin de bu yapısal büyümede etkisi olmuştur. Depremden sonra yapılan TOKİ konutları ile yeni yerleşim alanları oluşmuş, şehir genişlemiştir. Bu nedenle şehir ısı adası da büyümüştür. Buna bağlı olarak bu ısı adasının karakterinin belirlenmesi, şehrin en sıcak ve en soğuk yerlerinin belirlenmesi, şehir içindeki sıcaklık farklılıklarının incelenmesi gerekmiştir. Bu çalışmada, 1990-2021 yılları arasında, Van şehri ve çevresindeki yüzey sıcaklıkları, Landsat ve Aster termal bantları kullanılarak incelenmiş, şehir ve çevresindeki sıcaklık dağılışı araştırılmıştır. 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 yılı CORINE arazi örtülerine göre sıcaklık değişimi de incelenmiş ve farklılıklar belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, şehir büyüdükçe ısı adası boyutu da büyümekte, bu durum şehir sakinlerini de etkilemektedir. Şehir ve çevresi steppe kaplı yarı kurak iklime sahip bir şehir olma karakteri sergilemektedir. Buna bağlı olarak gündüzleri negatif, geceleri pozitif ısı adası özelliği göstermektedir. Geceleri belirgin bir şekilde ölçülen ısı adasının en yoğun olduğu yer, Cumhuriyet Mahallesidir. Çalışmada Van şehrinin 1990 yılından 2018 yılına kadar ortalama şehir yüzey alanının giderek ısındığı ve mahalle bazında önemli yüzey sıcaklık farklılıklarının ortaya çıktığı saptanmıştır. Bu durum şehrin farklı mahallelerinde yaşayan insanların farklı sıcaklıklara maruz kaldığını göstermektedir.

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

** Arş. Gör. Dr., Harran Üniversitesi, mehmetozcanli@harran.edu.tr, ORCID: 0000 0003 2228 8298.

Anahtar sözcükler: Van şehri, şehir ısı adası, mahalle yüzey sıcaklıkları, Landsat, Aster.

Abstract

The amount of land cover that changes due to the expansion of cities around the world is growing more than the proportional growth of the population. This situation causes the natural and agricultural lands around the cities to change and turn into impermeable artificial lands with high heat absorption. The permanent change of this land cover also directly affects the climatic comfort of people living in big cities. People living in cities experience directly that the city is warmer or colder than its surroundings. After the 1980s, the city of Van started to grow in the Van Plain as a result of the migrations from its surroundings and occupied fertile alluvial fields. This growth, after the 1990s, has created a city heat island due to increased construction and artificial cover expansion. The development of the city, which gained metropolitan status after 2012, accelerated, the earthquake also had an effect on this structural growth, new residential areas were formed with TOKİ houses, and the city expanded. For this reason, the urban heat island also grew, and it was necessary to determine the character of this heat island, to determine the hottest and coldest places in the city, and to examine the temperature differences within the city. In this study, surface temperatures in and around the city of Van between 1990-2021 were investigated using Landsat and Aster thermal bands, and the temperature distribution in and around the city was investigated. The temperature changes according to the 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 CORINE land covers was also examined, and the differences were determined. According to the results obtained, the size of the heat island grows as the city grows, which also affects the city residents. The city shows the character of being a city with a semi-arid climate, surrounded by steppes, and accordingly, it has a negative heat island during the day and a positive heat island at night. The heat island, which is clearly measured at night, is the densest place in the Cumhuriyet neighborhood. In the study, it was determined that the average urban surface area of the city of Van increased gradually from 1990 to 2018 and significant surface temperature differences emerged on the basis of neighborhoods. This shows that people living in different neighborhoods of the city are exposed to different temperatures.

Keywords: City of van, urban heat island, district surface temperatures, Landsat, Aster.

Giriş

21. Yüzyıl, küreselleşmenin etkisine bağlı olarak şehirleşme çağı olarak anılmaktadır (Halder vd., 2021). Hızlı şehirleşmenin sosyal ve ekonomik kalkınmanın bir göstergesi olarak algılandığı bu dönemde dünya nüfusunun %54'ü şehirlerde yaşamaktadır. Birleşmiş Milletler raporuna göre bu oran 2050 yılında %70'e kadar yükselecektir (UN, 2012). Dünya genelinde şehirlerin genişlemesine bağlı olarak değişen arazi örtüsü miktarı, nüfusun artmasıyla daha fazla büyümektedir. Nüfus baskısına bağlı olarak sanayi alanları, hizmet alanları, ticaret alanları ve ulaşım alanlarının gelişmesi şehirlerin alansal genişlemesini de beraberinde getirmektedir (Özcanlı, 2014). Bu durum şehirlerin çevresindeki doğal ve tarımsal arazilerin değişerek geçirimsiz, su içeriği açısından fakir, ısı emilimi yüksek yapay arazilere dönüşmesine neden olmaktadır (Yılmaz, 2013). Arazi örtüsünün kalıcı değişimi, özellikle büyük şehirlerde yaşayan insanların iklimik konforunu doğrudan etkilemektedir. Şehirlerde yaşayan insanlar şehrin çevresine göre daha sıcak veya daha soğuk olduğunu bire bir deneyimlemektedir. Bu durum da karşımıza şehir ısı adası olarak çıkmaktadır. Günümüzde dünyadaki büyük şehirlerin birçoğunda gözlenen bu durum bir sorun olarak algılanmaya başlamış ve ortadan kaldırılması için uğraşılmakta, araştırmalar yapılmaktadır.

Şehirlerde uzun yıllık süreçte artan sıcaklık, bu alanları dünyanın sıcak noktaları haline getirmiştir. Bu sıcak noktaların insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etki oluşturduğu, ölüm oranlarını artırabildiği bilinmektedir (Kovats & Hajat, 2008; Lehoczky vd., 2017). Bu nedenle son yıllarda birçok araştırma şehirsiz büyüme ile şehir ısı adası arasındaki ilişki ve bunların etkileri üzerine yoğunlaşmıştır (Buscail vd., 2012). Bu araştırmalardan bazıları New York şehrinde yapılmış, son 20 yılda şehir ısı adası oluşumunun yaz aylarında daha etkili olduğu ve şehir

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

sıcaklığının bu dönemde 3 °C ile 4,2 °C arasında arttığını saptanmıştır (Pioppi vd., 2020; Shaker vd., 2019). Yine Brezilya’da Três Lagoas için yapılan araştırmada, kış aylarında %95 güven aralığında, şehrin çevresine göre 5 °C daha sıcak olduğunu saptamıştır (Ortiz Porangaba vd., 2021). Hindistan’ın Kalküta şehrinde yapılan araştırmada şehrin son 30 yılda alansal olarak %33,7 büyüdüğü, çevresindeki doğal arazilerin % 25 azaldığı saptanmış, buna bağlı olarak şehir sıcaklığının da 4,72 °C arttığı belirlenmiştir (Halder vd., 2021). Bangladeş’te yapılan bir çalışmada ülkenin beş büyük şehrinde tüm mevsimlerde gündüz ve gece sıcaklık eğilimlerinin analizi yapılmış, çalışmada muson öncesi dönemde gündüz sıcaklığının Dakka, Chittagong, Khulna ve Sylhet için önemli ölçüde artan bir eğilim gösterdiğini saptamışlardır. Gece sıcaklıklarının tüm şehirlerde önemsiz sayılabilecek bir değerde arttığı belirlenmiştir. Çalışma özellikle Khulna ve Sylhet şehirlerinde kış gecelerinde belirgin ısı adası oluşumu saptanmıştır (Dewan vd., 2021).

Türkiye’de şehir ısı adası ile yapılan çalışmalarda İstanbul ve Ankara’ya ağırlık verilmiş (Çiçek vd., 2013; Karaca & Tayanç, 1998; Kuşçu Şimşek vd., 2012), son yıllarda başka şehirler ile ilgili de çalışılmıştır (Yılmaz, 2016, 2017). Yüzey ısı adası ile ilgili çalışmalar da uydu görüntülerine erişimin kolaylaşması ile artmıştır.

Van, nüfusu özellikle 1980’li yıllardan sonra hızlı bir şekilde artmaya başlayan bir Doğu Anadolu şehridir. Aynı zamanda Türkiye’nin nüfus açısından 19. büyük şehridir. Yeni büyükşehir belediyesi yasasından sonra Van şehri 3 metropol ilçeye ayrılmıştır. Merkez metropol ilçe konumunda olan İpekyolu ilçesi, en fazla nüfusa sahip ilçedir. İlçe, merkez ilçelerin toplam nüfusunun %53,50’sini barındırmaktadır (Tablo 1). Tuşba merkez ilçesi, Van şehrinin kuzeyini oluşturmaktadır. Bu ilçe, şehirselleşmiş olarak özellikle 2012 yılından sonra büyümeye başlamıştır. İlçenin 2020 yılı nüfusu 162,153 olup, merkez ilçeler toplam nüfusunun %25,94’nü barındırmaktadır. Edremit ilçesi, Van şehrinin güney ve güneybatı kesiminde yer almaktadır. Bu ilçe merkezi ile İpekyolu merkez ilçesi arası, geçmişte şehirleşmemiş ve kırsal alan olarak kalmış, Van depreminden sonra bu sahalarda yapılaşmaya bağlı olarak şehirselleşmiş özellik kazanmış ve Van şehri ile bir bütünlük oluşturmuştur. Edremit merkez ilçesinin nüfusu 128,557 olup, merkez ilçelerin toplam nüfusunun %20,56’sını barındırmaktadır.

Tablo 1. Van merkez ilçeleri, 2020 yılı nüfusları ve oranları

İlçe	İlçe Nüfusu	Merkez İlçe’ye Oranı	İl Nüfusuna Oranı
İpekyolu	334.470	53,50%	29,10%
Tuşba	162.153	25,94%	14,11%
Edremit	128.557	20,56%	11,19%
Merkez İlçe Toplamı	625.180	100,00%	54,40%
Van İli	1.149.342		

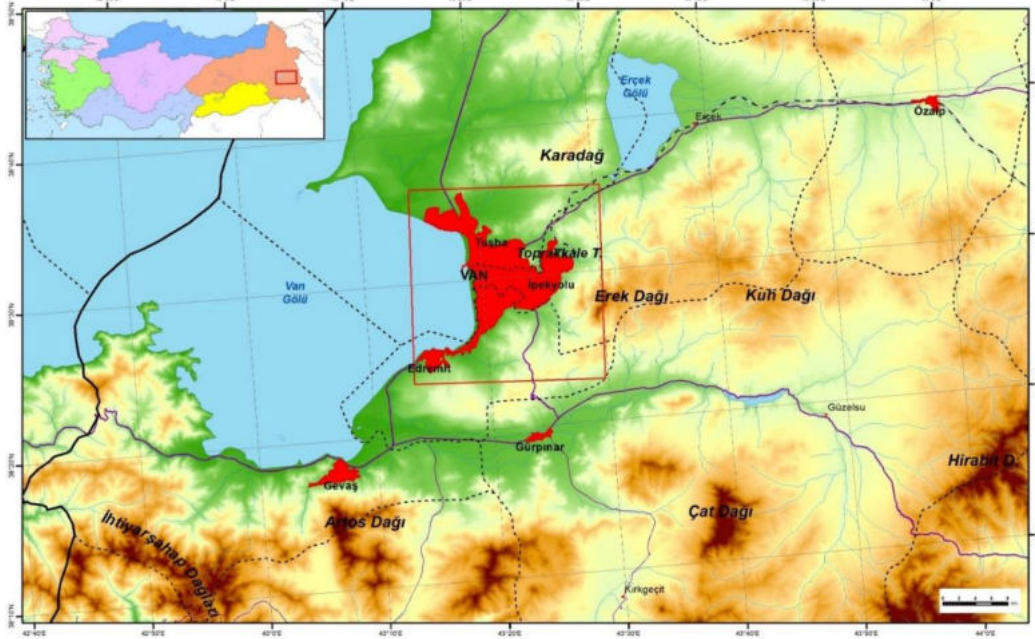
Van şehri, nüfusu sürekli artan ve alansal büyüyen, buna bağlı olarak şehir ve çevresindeki sıcaklık özelliklerinin de değiştiği bir sahadır. Saha hakkında şehir klimatoloji çalışmaları bulunmamaktadır. Bu çalışmada şehrin gelişimi ve oluşturduğu şehir ısı adasının karşılıklı etkileşimi, bu ısı adasına şehir ve çevresindeki yapılaşmanın etkisi şehir klimatoloji bağlamında ele alınmış, uydu görüntülerinden elde edilen yüzey sıcaklıkları ile şehir ve çevresindeki sıcaklık dağılışı incelenmiştir. Şehrin düzensiz yapılaşması, yaz aylarındaki sıcaklık şartlarını etkilemekte, olumsuz yaşam şartları yaratmaktadır. Bu nedenle çalışmada Van şehri ve çevresindeki şehir ısı adasının büyüklüğü, şehir ısı adasının karakteri, arazi örtüsüne göre sıcaklık özellikleri ile mahalleler bazında sıcaklık dağılışı önem kazanmaktadır. Çalışmada bu amaçla aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

- Van şehirselleşmiş alanı ile şehir ısı adası alanı arasında bir korelasyon mevcut mudur?
- Van şehrinde bulunan hangi mahallerde yüzey sıcaklıkları daha yüksektir?
- Van şehri çevresinde yüzey sıcaklıkları hangi arazi örtülerinde yüksek-düşüktür?

d) Van şehri çevresindeki yüzey sıcaklık değişimi nasıl bir eğilim göstermektedir.

Araştırma Alanı Yeri ve Sınırları

Van şehri, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Van Gölü Bölümü'nde, havzanın merkezinde yer almaktadır. Şehir, güneyden kuzeye doğru Edremit, İpekyolu ve Tuşba ilçelerinden oluşmaktadır. Bu metropol ilçelerin kuzeyinde Erçiş ilçesi, doğusunda Özalp ve Gürpınar ilçeleri, güneyinde ise Gevaş ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı konum haritası.

İnceleme alanı olan Van şehri, İpekyolu, Tuşba ve Edremit ilçelerinin ilçe merkezi konumunda olup, bu ilçelerin şehirsal alanlarından oluşmaktadır. Van şehri, Van Kalesi çevresinde kurulmuş ve ovaya yayılmış, kuzeyde Van Gölü kıyısı boyunca genişleyerek Üniversite kampüsünü içine alacak şekilde büyüme eğilimi göstermiştir. İpekyolu şehirsal alanı doğuya doğru genişlemiş ve Bostaniçi, Kıratlı, Karpuzalan ve Kevenli kırsal alanlarına doğru büyüme eğilimi göstermiştir. Edremit şehirsal alanı ise Van Gölü kıyısı boyunca güneye doğru bir büyüme eğilimi sergilemektedir. Van şehirsal alanı, 2018 yılı verilerine göre 92,06 km²lik bir alan kaplamaktadır. Şehrin yükseltisi, Göl seviyesi olan 1649 m ile yaklaşık 2000 m (Edremit, TOKİ konutları) arasında değişmektedir. Yükseltiler, İpekyolu merkez ilçesinde 1835m (Bostaniçi TOKİ konutları), Tuşba merkez ilçesinde 1795 m (Kalecik TOKİ konutları)'dir. Günümüzde Van şehri kendi içinde yaklaşık 300 metrelik yükselti farkına sahiptir (Şekil 2).

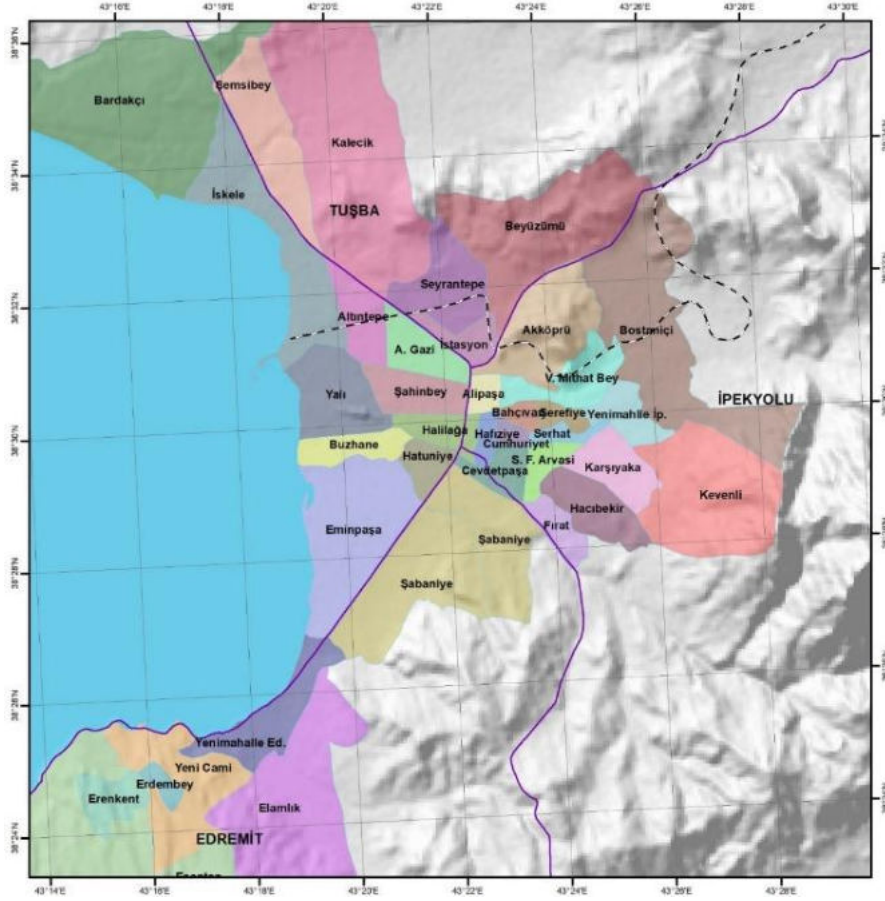
Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri



Şekil 2. Van şehrinin 3 boyutlu görünümü.

Coğrafi kavram olarak şehir, geçmişten günümüze kırsal ekonomik faaliyetler dışındaki ekonomik faaliyetlerin merkezleşmesiyle oluşan, toplumsal, kültürel, ekonomik, politik ve idari mekanizmaların bir bütün içinde harmanlanmış halidir. Tüm bu yapıların yaşantıya dönüştürerek gereksinimlerin giderildiği yerleşik alanın kapladığı fiziki ortamdır. Bu fiziki ortam farklı arazi kullanımlarından oluşan, kendi içsel ve dışsal dinamikleri ile yapılaşma hızı ve gelişim yönlerini tayin etmektedir. Şehirsel alan, bu dinamikler sonucunda oluşmuş veya oluşacak olan yapılaşma şekli (yatay, dikey, bitişik) ve gelişim yönünü (yönsel büyüme eğilimi) ele alan imar planlarında incelenmektedir (Özcanlı, Güzel, 2015). Aynı zamanda bu alan kendi içinde birçok arazi kullanım şekline dönüşmekte olup, her biri ayrı ele alınıp, üstünde çalışılan, geliştirilen bölümlerden oluşmaktadır. Çünkü her şehrin bir arazi kullanım şekli olup, bu araziler genel olarak sanayi, sağlık, eğitim, güvenlik, konut, ticaret, hizmet, yeşil vb. alanlardan oluşmaktadır. Şehirler bu alanların yoğunluk, konum ve özelliklerine göre sınıflara ayrılabilir. Bu çalışmada Van şehri yapısal bir bütün olarak ele alınmış şehir merkezinden şehirsel yapılaşmanın bittiği, doğal veya tarımsal alanların başladığı dış sınır içinde kalan kısım olarak ele alınmıştır (Şekil 3).

Van Gölü, Van şehri batıdan sınırlayarak, şehirde kuzeyden güneye bir kıyı şeridi oluşturmaktadır. Kıyı şeridinin kuzeyinde üniversite kampüs alanını ve sanayi alanını içinde kalan Bardakçı ve Şemsibey mahalleleri bulunmaktadır. Bu mahalleler aynı zamanda şehir ile kırsal bölge arasındaki sınırı oluşturmaktadır. Tuşba merkez ilçesinin sınırları içinde olan bu mahallelerden doğuya doğru Kalecik, Seyrantepe ve Beyüzümü mahalleleri şehrin kuzey sınırını oluştururlar. Şehrin doğusunda bulunan mahalleler, Bostaniçi ve Kevenli mahalleleridir. Van şehrinin güneyinde, doğudan batıya doğru Hacıbekir, Fırat ve Şabaniye mahalleleri bulunmaktadır. Edremit merkez ilçesi, şehrin en güney kısmını oluşturmaktadır. Bu merkez ilçenin güneyinde, Van şehrinin de en güney kısmını teşkil eden Esentepe ve Yeni Cami Mahalleleri yer almaktadır (Şekil 3).



Şekil 3 Van şehrinin mahallelerini gösteren harita

Gevaş-Van-Erciş devlet karayolu ile Van Gölü arasında, kentin batısında yer alan Ferit Melen Havaalanı, kentin bu yöndeki gelişmesini tetiklemiş ve farklı arazi kullanımlarının bu sahada gelişmesini sağlamıştır. Şehrin kuzeyinde, demiryolunun karayolunu kestiği noktanın kuzeydoğusunda yer alan küçük sanayi sitesi, bu sahada şehirselleşimi yönlendirmiştir (ÇŞB, 2013). Şehrin şekli, güneyde Edremit ilçesi ile eklenme, gelişip yoğunlaşma; kuzeyde OSB, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi gibi kullanımlara bağlı gelişme eğilimi içindedir (ÇŞB, 2013, s. 36). Günümüzde şehir şeklinin, merkezi iş alanları çevresinde yoğunlaşma eğiliminin yanı sıra mevcut yerleşimi saran yamaçlara tırmanma eğilimi; deprem sonrasında kalıcı konutların bu yamaçlarda yer seçim kararları ile keskinleşmiştir.

Veri ve Yöntem

Çalışmada, üç veri seti kullanılmıştır. Bunlardan ilki, Landsat 5 ve Landsat 8 uydu görüntülerinin termal bantlarıdır. Bu görüntülerden şehirselleşim alanındaki sıcaklık özellikleri belirlenmiş, bu sıcaklıkların değişimi incelenmiştir. Bu amaçla, Glovis internet sitesinden (Nasa, 2021), 1990, 2000, 2006, 2013 ve 2018 yılları, yaz aylarına ait uydu görüntüleri elde edilmiş, bu sayede bulutsuz görüntüye ulaşılabilmiş, bunlardan gündüz yüzey sıcaklıkları belirlenmiştir.

İkinci veri, gece gündüz sıcaklık özelliklerini ortaya koymak için kullanılan 2021 yılına ait, Landsat 8 ve Aster termal bantlarıdır. Bunlardan Landsat görüntüleri gündüz (08:15 +3, 11:15), Aster görüntüleri ise gece saatlerinde alınmış (20:00 +3, 23:00) ve gece-gündüz farklılıkları incelenmiştir. Aster görüntüleri 2000 yılından sonra bulunmakta, geçmişe ait görüntülerin elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, şehrin zaman içerisindeki gelişiminde, Van şehrinin asıl şehir ısı adası özelliği gösterdiği görüntüler incelenememiş (şehirde asıl ısı adası geceleri oluşmaktadır), zamansal gelişim sadece gündüz görüntüleriyle araştırılmıştır.

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

Üçüncü veri seti ise Türkiye'ye ait 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılı CORINE arazi kullanım verilerinden oluşmaktadır (CORINE, 2019). Bu verilerle, yüzey sıcaklığının uzun yıllık süreçte ve arazi örtüsüne göre nasıl değiştiği ortaya koyulmuştur. Ayrıca çalışmada, her arazi örtüsünün, SŞY, yani sürekli şehir yapısından olan farkları belirlenmiş, bu işlem esnasında, SŞY ortalama yüzey sıcaklığı, herhangi bir arazi örtüsünde belirlenen ortalama yüzey sıcaklık değerinden çıkarılmıştır. Bu sayede arazi örtülerinin sürekli şehir yapısına göre nispi sıcaklık durumları ortaya koyulmuştur. Elde edilen değerlerden, pozitif olanlar şehirden sıcak, negatif olanlar ise şehirden soğuk yerleri göstermektedir.

Çalışmada şehre ait sıcaklık modelleri için, Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) görüntülerinin 10. (TIRS sensöründen) bandı ile Landsat 5TM uydusunun 6. bandı, gece için ise Aster uydusunun 13. bandı kullanılmıştır. Bantların seçimi, spektral özellikler ve yakınlığa göre belirlenmiştir (Yılmaz, 2017). Görüntülerin sıcaklık modeline çevrimi eşitlik 1, 2, 3 kullanılarak yapılmıştır (Ghulam, 2009). Landsat 5TM uydusundan sıcaklık modeli üretimi esnasında bu eşitliklerin yanında spektral alt ve üst değerler de kullanılmaktadır (Sobrino vd., 2004). Eşitliklerdeki katsayılar Tablo 2'de görülmektedir.

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

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

$$T_C = T_K - 273,15 \quad [3]$$

Eşitliklerde SR-spektral radyans değerini; YD-yansıma değerini (0-255); TK-Kelvin değerini; TC-selsius sıcaklık değerini ifade etmektedir.

Tablo 2: ASTER, TM ve TIRS ısl (termal) bant kalibrasyon katsayıları (Abrams & Hook, 2002; USGS, 2011, 2016)

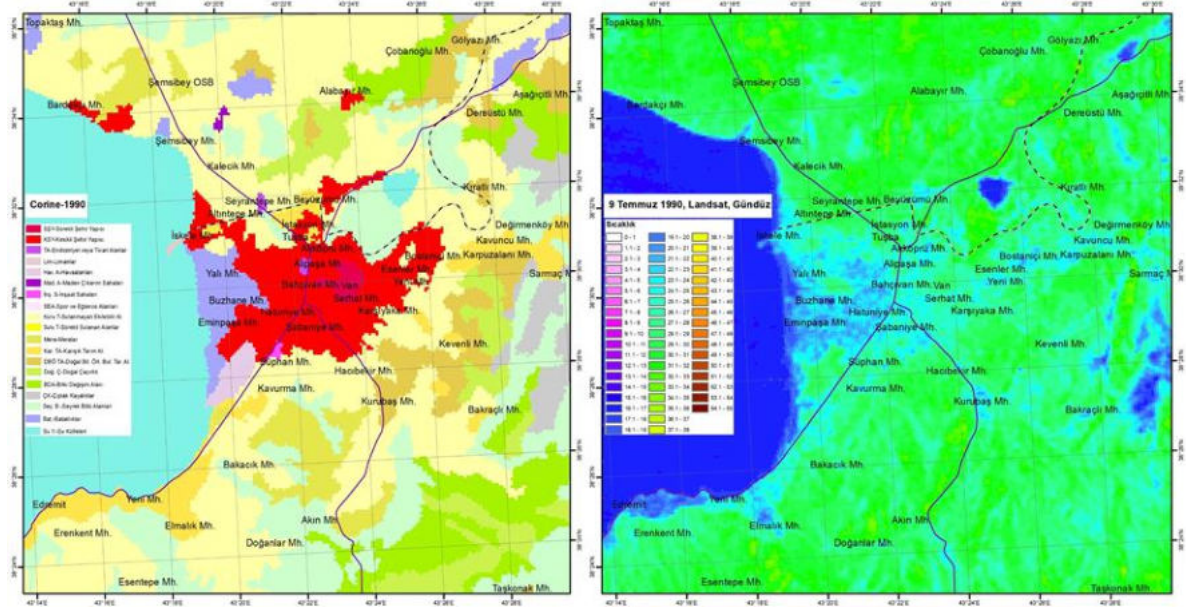
Uydu ve Bant	K ₁ Katsayısı	K ₂ Katsayısı	A _L Katsayısı	M _L
Landsat 5 (B6)	607.76	1260.56		
Landsat 8 (B10)	774.89	1321.08	0,1	0,0003342
Aster (B13)	866,468575	1350,069147	-	0,005693

Bulgular

Mahallelere Göre Sıcaklık Değişimi

Van, 1990 yılında Van Ovasının yaklaşık olarak orta kesimine konumlanmış, göl kıyısından yaklaşık 4,5 kilometre uzakta bulunan bir şehir konumundadır. Bu dönemde şehir, Van Kalesi ile Erek Dağı arasındaki düzlüklerde, birbirinden uzak, az katlı (çoğunluk 1 ve 2 az 3) yapılardan oluşmaktadır. Bu günkü adı İpek Yolu Caddesi olarak anılan karayolu, bu dönemde âdeta şehrin göle doğru genişlemesinde bir engel-sınır olup bu yol ile göl arasında yapılaşma gerçekleşmemiş, var olan yapılar da genel olarak birbirinden çok uzak tek katlı konutlar şeklindedir (ÇŞB, 2013, s. 36). Van şehrinin en eski ticari, hizmet ve konut alanları bu yolun kenarına kurulmuş olup özellikle yolun doğu kesiminde daha eski yapılaşmalar görülmektedir. 1990'lı yıllara kadar bu yolun batı kesiminde tek tük yapılaşma var olmuş, resmi ve idari yapılar bu dönemde bu karayolunun batısında yoğunlaşmıştır (ÇOB, 2011). Şehir, bu merkezi iş alanından çevreye doğru seyrekleşen bir görünüme sahiptir. Bu dönem şartlarına göre en yoğun yapıları yerler, İstasyon Mahallesi, günümüz İskele Caddesi ile Kazım Karabekir Caddesi arasında bulunan Alipaşa Mahallesi, Şemsibey Mahallesi, Şakir Hoca Cami ve çevresi, bugünkü Abdurrahman Gazi Mahallesi'nin Erciş ve Özalp yol ayrımı noktası bulunmaktadır. Erek Dağı'na doğru Akköprü Mahallesi, Vali Mithatbey Mahallesi, Seyit Fehim Arvasi Mahallesi ve Serhat Mahalleleri bu

dönemde çevrelerine doğru genişlemeye başlamışlardır. Bu gelişim, her ne kadar yoğun yapılaşma olarak adlandırılrsa da günümüz şartlarına göre düşünülmemelidir. Bu dönemde bahsi geçen mahallelerin çoğunluğu 1 ile 2 katlı binalardan oluşmuş, ana caddelerin iki tarafında, 5 katlı yapılar da yer almıştır (Şekil 2, Şekil 4)



Şekil 4. 1990 yılına ait CORINE arazi örtüsü ve 1990 yılına ait Landsat yüzey sıcaklıkları.

1990 yılı ölçümlerinde şehrin kapladığı alan 39,33 km²'dir. Şehir yüzey sıcaklıkları çevresine göre çok farklı değildir. Bu dönemde şehir ısı birikimi yapacak kadar büyümemiştir. Aksine, genel olarak tek ve iki katlı yapılardan oluşan ve çevresinde bahçesi olan bu bahçelerde ağaçlıkların bulunduğu şehir ile çevresi arasında bir sıcaklık farkı oluşmamıştır. 1990 yılı Landsat görüntülerinden elde edilen yüzey sıcaklıkları ortalamalarına göre İstasyon Mahallesi'nin yüzey sıcaklık ortalaması 27,3 °C, Alipaşa Mahallesi'nin 25,5 °C, Şemsibey Mahallesi'nin 30,5 °C, Abdurrahman Gazi Mahallesi 27,0 °C, Akköprü Mahallesi 28,1 °C, Vali Mithatbey Mahallesi 28,1 °C, Seyit Fehim Arvası Mahallesi 26,2 °C, Serhat Mahallesi 26,0 °C olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Bu dönemde yüzey sıcaklığının dağılışı merkezden çevreye doğru azalmış, en yüksek yüzey sıcaklığına ise Şahinbey ve Alipaşa mahallelerinde rastlanmıştır. Ayrıca bu dönemde nüfusu artmaya başlayan ve yapılaşma hızı yükselen Cumhuriyet mahallesi'nin yüzey sıcaklığı 26,0 °C, Hafızıye mahallesi'nin 24,8 °C, Halılağa mahallesi'nin 23,7 °C'dir (Tablo 2, Şekil 4)

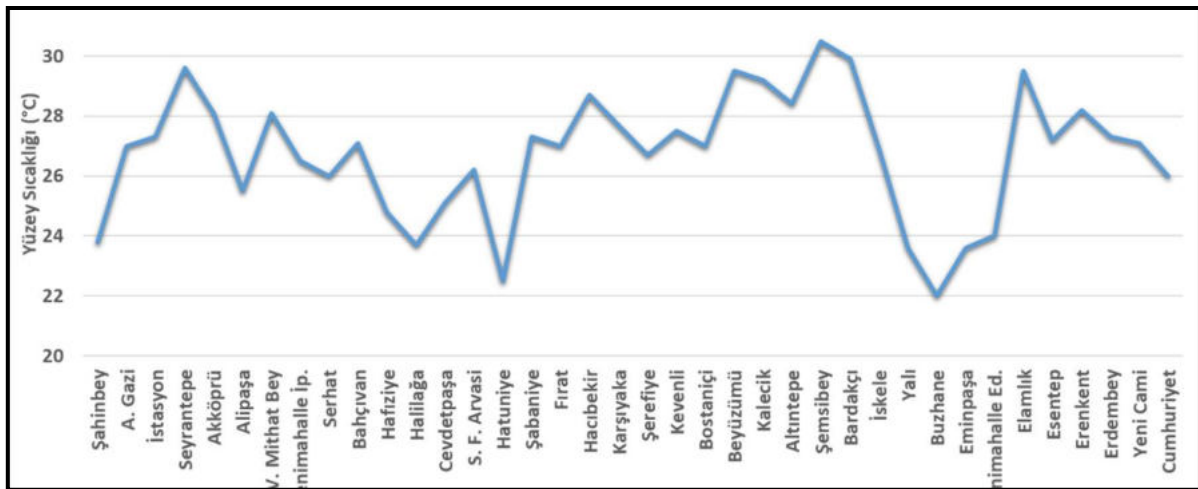
Tablo 2 Van şehrinde 1990 ve 2018 arası mahallelerin yüzey sıcaklıkları (C)

Mahalle adı	1990	Yüzey	2000	Yüzey	2006	Yüzey	2013	Yüzey	2018	Yüzey
Şahinbey	23,8		25,2		24,9		34,6		35,0	
A. Gazi	27,0		27,9		26,5		35,9		36,5	
İstasyon	27,3		27,2		26,3		35,9		36,3	
Seyrantepe	29,6		30,3		28,6		38,4		39,0	
Akköprü	28,1		28,6		28,0		39,5		39,7	
Alipaşa	25,5		26,0		25,9		35,4		35,5	
V. Mithat	28,1		28,6		27,8		39,3		40,3	
Yenimahalle	26,5		27,0		26,0		35,6		36,6	
Serhat	26,0		26,7		26,0		35,7		37,3	
Bahçıvan	27,1		27,2		27,0		36,4		37,0	
Hafızıye	24,8		25,1		25,4		35,4		35,4	
Halılağa	23,7		24,8		25,0		34,9		35,3	
Cevdetpaşa	25,1		25,1		25,3		35,1		35,8	

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

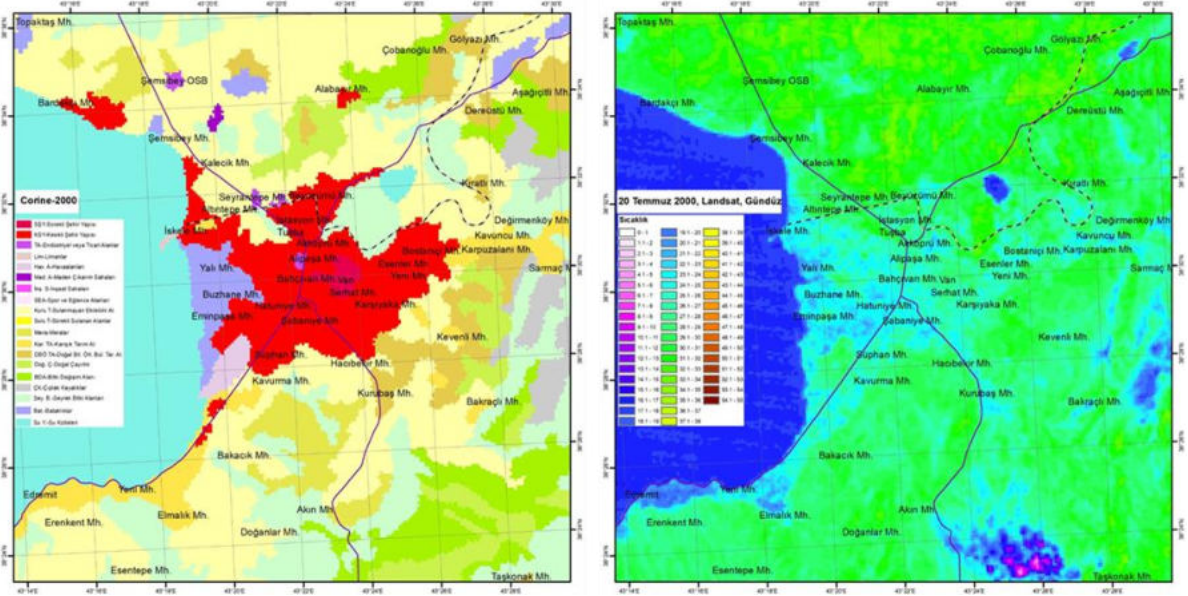
S. F. Arvasi	26,2	26,5	26,4	35,7	36,5
Hatuniye	22,5	23,4	23,4	32,8	33,2
Şabaniye	27,3	26,9	27,5	37,7	37,4
Fırat	27,0	25,8	26,5	36,1	36,3
Hacıbekir	28,7	28,2	28,1	38,1	39,0
Karşıyaka	27,7	28,2	27,5	36,5	37,8
Şerefiye	26,7	27,6	26,6	36,4	37,5
Kevenli	27,5	27,8	28,9	38,3	39,8
Bostaniçi	27,0	27,9	26,7	36,8	38,1
Beyüzümü	29,5	30,5	29,3	41,3	41,9
Kalecik	29,2	30,6	29,2	42,0	43,0
Altın-tepe	28,4	27,8	27,0	36,4	35,5
Şemsibey	30,5	31,3	29,1	41,3	42,5
Bardakçı	29,9	30,4	29,3	41,9	43,4
İskele	26,9	27,0	27,0	37,1	37,6
Yalı	23,6	23,6	24,8	32,8	33,4
Buzhane	22,0	23,4	24,1	32,8	33,4
Eminpaşa	23,6	24,2	24,3	33,4	33,8
Yenimahalle	24,0	23,0	23,4	32,0	31,7
Elmalık	29,5	28,3	29,7	40,2	39,9
Esentepe	27,2	26,8	28,3	38,8	38,0
Erenkent	28,2	27,6	29,3	38,8	37,5
Erdembey	27,3	27,5	28,1	37,3	36,5
Yeni Cami	27,1	26,5	28,2	37,5	37,2
Cumhuriyet	26,0	26,3	26,1	35,5	35,6

2000 yılında Van şehri, özellikle 1980'li yıllarda başlayan ve 1990'lı yıllarda devam eden, kırsal kesimdeki güvenlik sorunlarına bağlı olarak ortaya çıkan göçlerle nüfuslanmış ve büyümüştür. Bu dönemdeki göçlerin etkisi 2000 yılında kendini hızlı bir yapılaşmayla göstermiş, Van şehri, kendi çeperindeki 1. sınıf tarım alanlarını yutmaya başlamıştır. Yapsatçı modele bağlı olarak gerçekleşen bu yapılaşmada, ilk olarak şehrin kenar mahallelerinde 1 veya 2 katlı evler yıkılarak yerlerine bahçelerini kapsayacak şekilde yeni 4 ve 6 kat arasında değişen binalar yapılmıştır. Şehir çevresine ilk gelen göçmenlerin yaptığı bu derme çatma 1 veya 2 katlı yapılar, şehrin merkezinde kalmış ve şehrin modern yapılı mahallelerine dönüşmüştür (Şekil 6).



Şekil 5. Van şehrinde 1990 yılında mahallelerin yüzey sıcaklıkları

Bu dönemde Van şehir alanı 52,23 km²'ye ulaşmıştır. 1990 yılına kadar Van şehrinde bulunan şehrsel mahalle sayısı 17 iken, 2000 yılında 27 olmuştur. Van şehrinin içinden geçen İpekyolu Caddesi ile şehrin doğusunda bu caddeye paralel olan Cumhuriyet Caddesi arasındaki alan tamamen yüksek katlı şehrsel yapılar ile kaplanmıştır. 1990'lı yıllarda gece kondu görünümünde olan Şamranaltı, Sıhke, Altıntepe, Süphan, Akköprü, İstasyon mahalleleri yapsatçı sisteme bağlı olarak şehrsel bir dönüşüme maruz kalmıştır. Bu mahalleler daha yoğun bir yapılaşma biçimi geliştirerek var olan en kısıtlı alandan en yüksek konut elde etme yöntemi ile sık yapılaşma alanlarına dönüşmüştür (Şekil 5, Şekil 6).



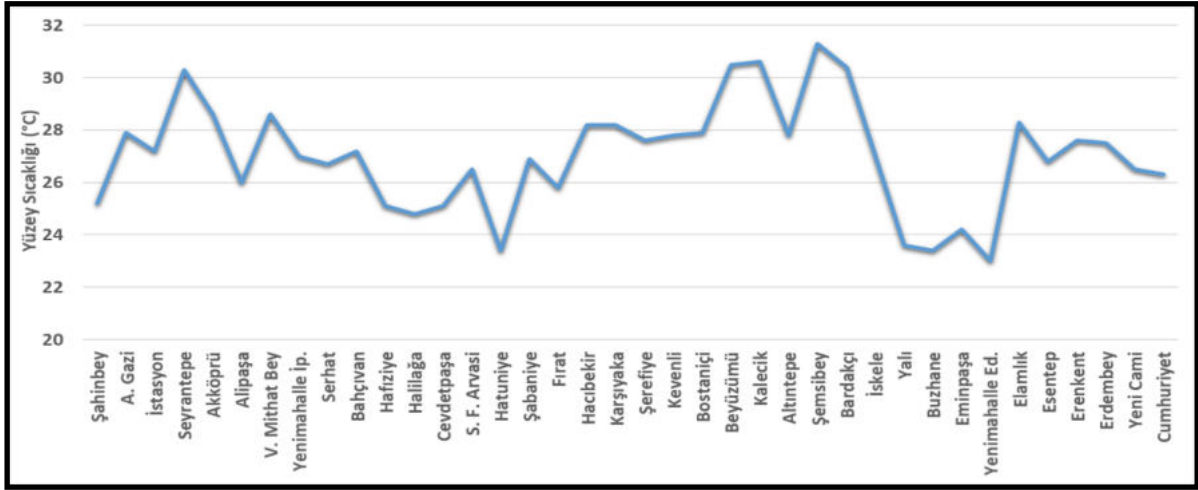
Şekil 6 . 2000 yılına ait CORINE arazi örtüsü ve 2000 yılına ait Landsat yüzey sıcaklıkları.

Bu alanlarda meydana gelen yoğun nüfuslanma, beraberinde alt yapı yetersizliklerini de getirmiştir. Buralarda yaşayan insanların eğitim, sağlık, alt yapı ve çevresel sorunları gidermek için yine şehrin alansal büyümesine neden olan okulluşma, sağlık yapıları, kültürel, ticari, hizmet alanları bu mahallelerin yakın çevresine konumlandırılarak çözüm yoluna gidilmiştir. Bu sayede bu mahallelerde yaşayan insanların yaşam ve refah seviyelerinde iyileşme gerçekleşmiştir. Bu dönemde önemli tarım arazisi konumunda bulunan Hacıbekir, Karşıyaka ve Fırat mahallelerine doğru yapılaşmaya bağlı olarak tarım alanları işgal edilmiştir (Şekil 5, Şekil 6).

Bu dönemde şehir ile Van Gölü arasındaki yapılaşma her ne kadar yavaş olsa da özellikle Eminpaşa ve Hatuniye Mahallesinde göle doğru yapılaşma artmıştır. Kuzeyde İskele mahallesi ve Kalecik mahallelerinde de bu dönemde hızlı bir yapılaşma mevcuttur. Bu yapılaşmada Gölün kıyısında konumlanan ve şehrin kuzey kesiminde bulunan Yüzüncü Yıl Üniversitesinin kampüs alanının bulunmasının etkisi yüksektir. Ayrıca bu dönemde hızlı ve yoğun şekilde artan diğer bir kesim, Van Erciş yolu ile Van Özalp yolunun ayırım noktasından kuzeye doğru İstasyon ve Seyrantepe mahalleleridir (Şekil 5, Şekil 6).

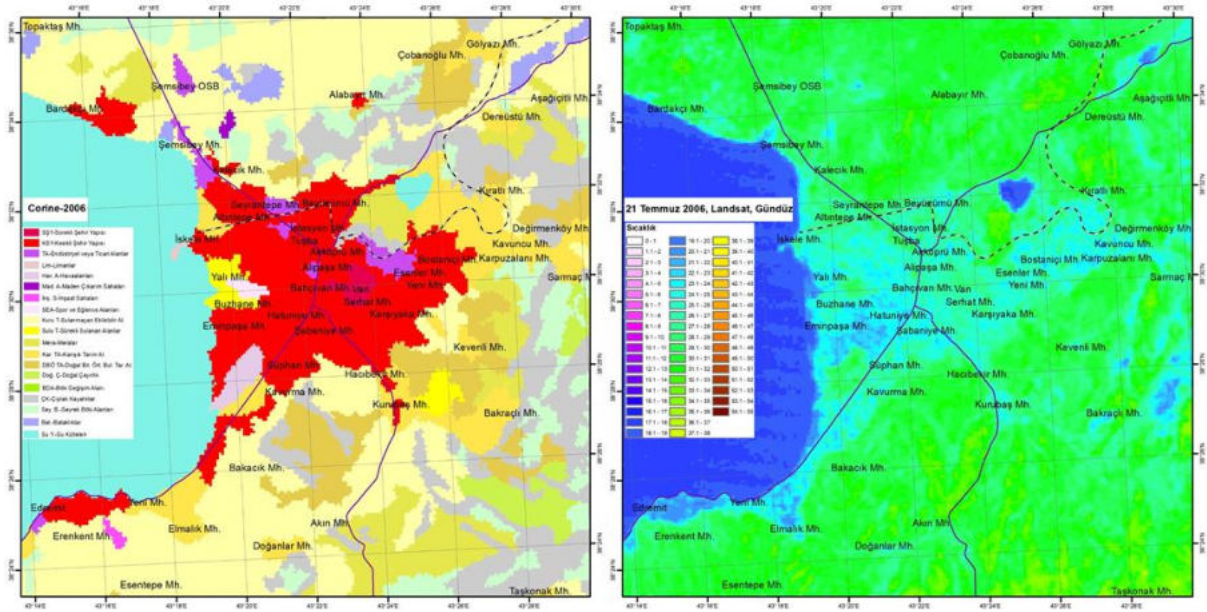
2000 yılında şehir mahallerinin yüzey sıcaklıklarına bakıldığında, Seyrantepe, Beyüzümü, Kalecik ve Şemsibey mahalleleri ortalama yüzey sıcaklığı 30 °C ile 31 °C arasındadır. Bu mahalleler arasında sıcak nokta karakteri sergileyen Şemsibey mahallesidir. Şemsibey mahallesinin ortalama yüzey sıcaklığı 31,3 °C'dir. Van şehir mahalleri arasında dikkat çekici bir şekilde yüzey sıcaklığı diğer mahallelerden 5 ile 6 °C daha düşük yüzey sıcaklığına sahip olan mahallelerde bulunmaktadır. Bunlar, Hatuniye, Yalı ve Buzhane mahalleleridir. Yüzey sıcaklıkları Hatuniye'de 23,4°C, Yalı mahallesinde 23,6 °C, Buzhane mahallesinde ise 23,4°C'dir (Şekil 5, Şekil 6, Tablo 2).

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri



Şekil 7 Van şehrinde 2000 yılında mahallelerin yüzeysel sıcaklıkları

2006 yılına gelindiğinde Van şehri kendi etrafındaki alüvyal düzlükleri kaplamış, önceki dönemlerde kısmen şehirleşen Akköprü, Bottaniçi, Yenimahalle, Karşıyaka, Hacibekir ve Fırat mahallelerinin idari alanlarının tamamı şehirleşmiştir (Şekil 8). Bu dönemde Edremit ve İpekyol şehir alanı arasındaki kırsal boşluk kapanmış, şehir yapıları ile kaplanmıştır. Van Ferit Melen Havaalanının İpekyolu bağlantı kısmından Edremit'e kadar olan kısmı, şehir yapıları ile kaplanmış, bu yolun sağına ve soluna ticari merkezler kurulmuş, bu ticari merkezler, ulaşım için oluşturulan şehir hatlarının buralarda yoğunlaşmasıyla da hızlı bir şekilde yapılaşmıştır. Ayrıca Edremit yolu (İpekyolu) üzerinde Van Bölge Eğitim Araştırma Hastanesinin de kurulması, şehrin bu yöne doğru gelişmesine neden olmuştur.



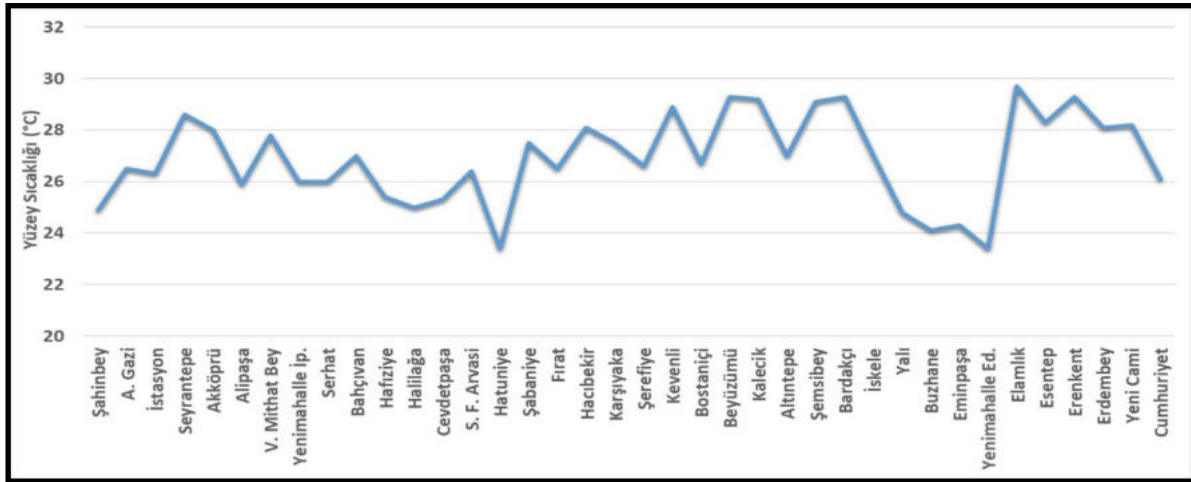
Şekil 8. 2006 yılına ait CORINE arazi örtüsü ve 2006 yılına ait Landsat yüzeysel sıcaklıkları.

2006 yılında şehrin diğer bir gelişim yönü kuzey sektördür. Küçük Sanayi Sitesini içine alan şehir, daha önce kırsal mahalle konumundaki Kalecik ve Şemsibey mahallerini de içine alarak, Erciş yolu boyunca genişlemiştir. Bu genişlemede yeni yapılan Van Organize Sanayinin faaliyete geçmesi de etkilidir. Bu durum Erciş yolu ile demiryolu arasında yer alan 10 km²lik bir alüvyal düzlüğün yapılaşmasına neden olmuştur. Bu alan da, Altntepe ve İskele mahallelerinin idari alanlarının bir bölümünü oluşturmaktadır.

Bu dönemde şehir alanı 67,44 km²'ye ulaşmıştır. Şehir, hem alansal olarak genişlemiş hem de şehir içinde yüksek katlı yapıların sayısının artması ve önceden şehir içinde var olan boş alanlarında yapılaşmasına bağlı olarak yoğunlaşmıştır. Bu dönem şehrin çevresindeki düzlük dediğimiz ova alanlarının tüketilip artık çevresindeki dağlık alanların yamacına doğru yapılaşmanın başladığı dönemdir (Şekil 8, Şekil 9, Tablo 2).

2006 yılında en yüksek yüzey sıcaklığı Elmalık Mahallesi'nde (29,7 °C) belirlenmiştir. Bu durum, Elmalık'ın güneye ve doğuya bakan arazi oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek sıcaklığa sahip diğer mahalleler sırasıyla Erenkent (29,3 °C), Bardakçı (29,3 °C), Beyüzümü (29,3 °C), Kalecik (29,2 °C) ve Şemsibey (29,2 °C) mahalleleridir. Bu mahallelerden Beyüzümü ve Kalecik'te bakı faktörüne (güneye bakan arazi oranı fazladır) bağlı olarak sıcaklıklar yüksek çıkmıştır (Şekil 8, Şekil 9, Tablo 2).

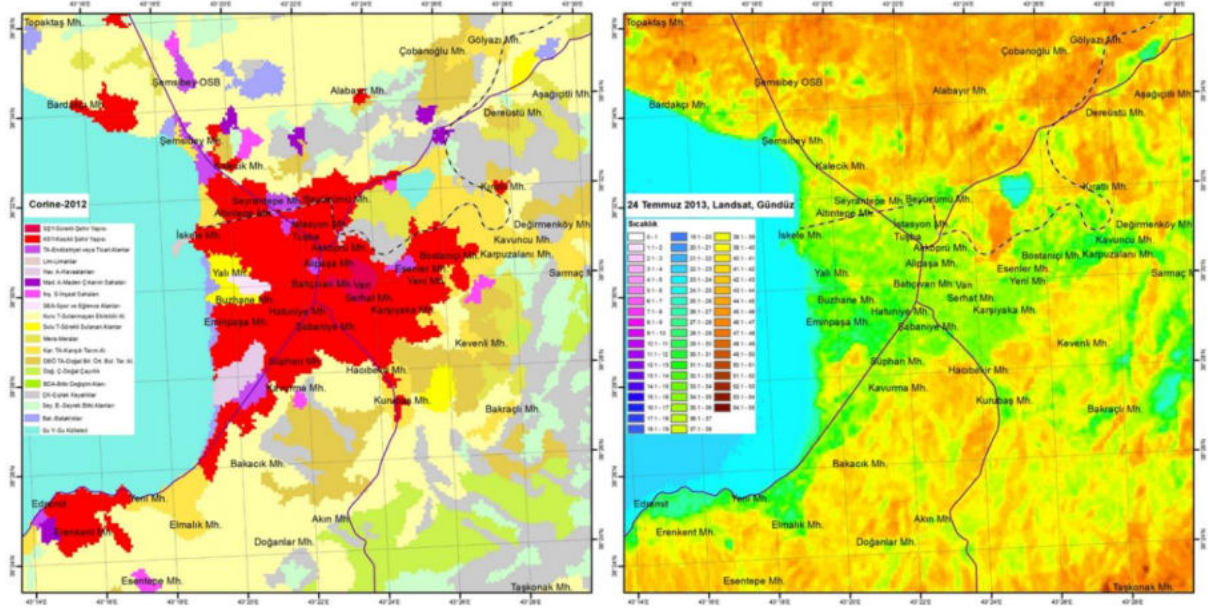
2006 yılında en düşük olan yüzey sıcaklıkları Hatuniye ve Yenimahalle mahallelerinde belirlenmiştir. Bu mahallelerin her ikisinde de yüzey sıcaklığı 23,4 °C'dir. Yüzey sıcaklığı düşük olan mahalleler içinde Buzhane (24,1 °C), Emimpaşa (24,3 °C), Yalı (24,8 °C) ve Şahinbey (24,9 °C) bulunmaktadır. Bunlardan Buzhane ve Hatuniye mahallelerinin göl etkisine açık olması ve kuruldukları alanın alüvyal topraklardan oluşması, buna bağlı olarak toprak neminin yüksek olması, yüzey sıcaklıklarını düşük olmasında etkili olmuştur. Yenimahalle'nin konum itibari ile yüksek, şehrin doğusunda, dış çevresinde yer olması, dağ meltemlerine maruz kalması, sıcaklıklarının da düşük çıkmasına neden olmuştur (Şekil 8, Şekil 9, Tablo 2).



Şekil 9. Van şehrinde 2006 yılında mahallelerin yüzey sıcaklıkları

2013 yılı, Van şehrinin kurulmuş olduğu ovaya yayılmasının bedelini ödediği, şiddetli bir doğal afetle yeniden bir yapılaşma sürecine girdiği dönemdir. Şehir, yakınında bulunan, bilinen ve bilinmeyen birçok aktif fayın birinci dereceden etkisi altındadır. 2011 yılında gerçekleşen, 16 gün arayla 7'nin üzerinde iki büyük deprem şehri âdeta harabeye çevirmiştir. Bu depremlerde Van ilinde toplam 13.615 yapı yıkılmış (konut, işyeri, ahır), 25.229 konut ağır hasar almıştır. Bu ağır hasarlı yapılar da daha sonra yıkılmak zorunda kalmıştır. Bu yapıların çökmesine bağlı olarak il genelinde toplam 644 kişi hayatını kaybetmiştir. Deprem en çok Van şehrinin merkezi konumundaki mahallelerinde, çarşı kesimi denilen alanda, Kazım Karabekir Bulvarı'nda büyük yıkımlara neden olmuştur. Van şehrinin en yüksek hasar alan mahalleleri Alipaşa, Halılağa, Bahçıvan ve Hacıbekir mahalleleridir. Bu mahalleler aynı zaman da şehrin en yoğun yapılaşma ve nüfuslanma alanlarıdır (Alaeddinoğlu vd., 2016; Deniz, 2017; Elmastaş & Özcanlı, 2014).

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

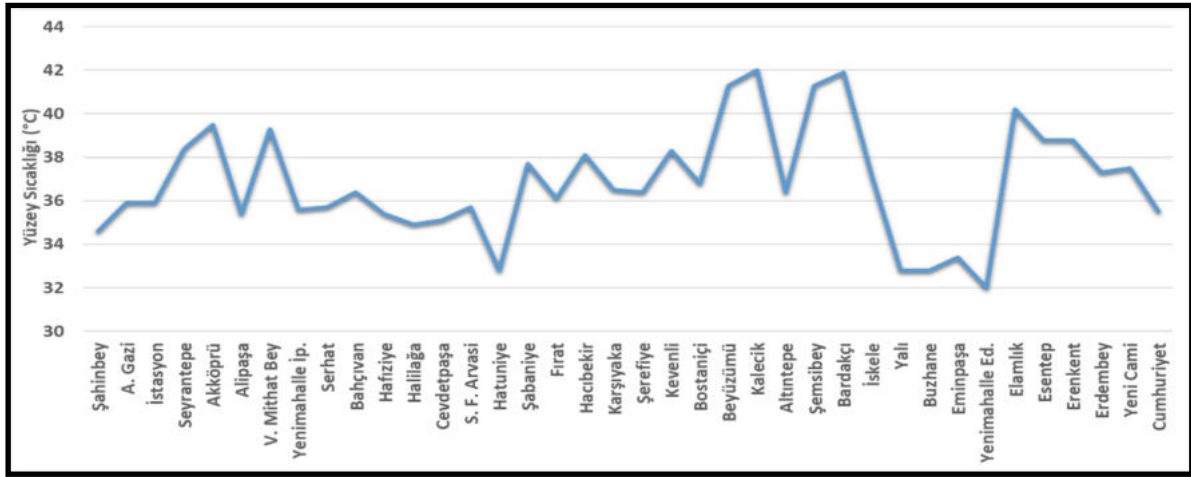


Şekil 10. 2012 yılına ait CORINE arazi örtüsü ve 2013 yılına ait Landsat yüzey sıcaklıkları.

2011 yılındaki depremlerden sonra başta deprem mağduru olan halkın konut ihtiyacını karşılamak için Toplu Konut İdaresi (TOKİ) tarafından kentin birçok yerine toplu konut alanları inşa edilmiştir. Bu alanlar, Van şehrinin yeni gelişim yönlerini belirlediği gibi yeni nüfus merkezleri haline de gelmiştir. İnşa süreci her ne kadar depremden önce başlamış ise de depremden sonra yapımı hızlandırılan ve yeni konut parsellerine eklenerek genişletilen Edremit konutları bunlardan biridir. 2013 sonrası tam olarak yerleşmeye açılan Van şehrinin çeperindeki diğer toplu konutlar ise Kalecik TOKİ, Sıhke-Akköprü TOKİ, Kevenli TOKİ, Bostaniçi TOKİ'dir ((Şekil 10, Şekil 2)Şekil 2).

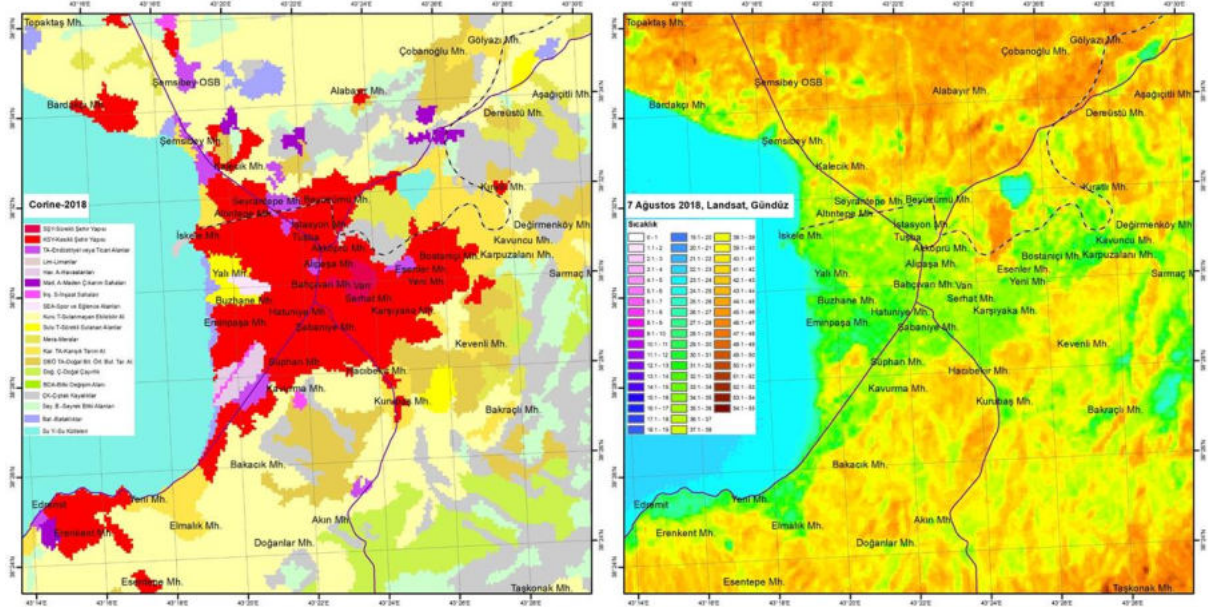
2013 yılı itibari ile Van şehri 72,46 km²'lik bir alana ulaşmıştır. Bu dönemde şehrin sınırı kuzeyde Bardakçı, Kalecik ve Beyüzümü mahalleleri; doğuda Bostaniçi ve Kevenli mahalleleri; güneybatısında ise Esentepe ve Eski Cami mahalleleri ile sınırlanmıştır. Bu mahallelerin idari alanları içindeki boş alanlara da hızla yapılaşmaya devam etmiştir. Bu dönemden sonra artık Ereğ dağı ve yamaçları ve yamaç düzlükleri yerleşmeye açılmış, bu yamaç düzlükleri üzerinde de TOKİleşme yerleşme akımı başlamıştır (Şekil 10, Şekil 2, Şekil 1).

2013 yılı mahalle yüzey sıcaklıkları incelendiğinde, en yüksek yüzey sıcaklığına sahip mahalleleri Kalecik (42,0 °C), Bardakçı (41,9 °C), Şemsibey (41,3 °C) ve Beyüzümü (41,3 °C)'dür. Şehrin yüzey sıcaklığı en düşük olan mahalleleri ise Yenimahalle (32,0 °C), Hatuniye (32,8 °C), Yalı (32,8 °C) ve Buzhane (32,8 °C)'dir. Bu dönemde şehrin en yüksek ve en düşük sıcaklığa sahip mahalleleri arasındaki sıcaklık farkı yaklaşık 10 derecedir ((Şekil 10, Şekil 11, Tablo 2).



Şekil 11. Van şehrinde 2013 yılında mahallelerin yüzey sıcaklıkları

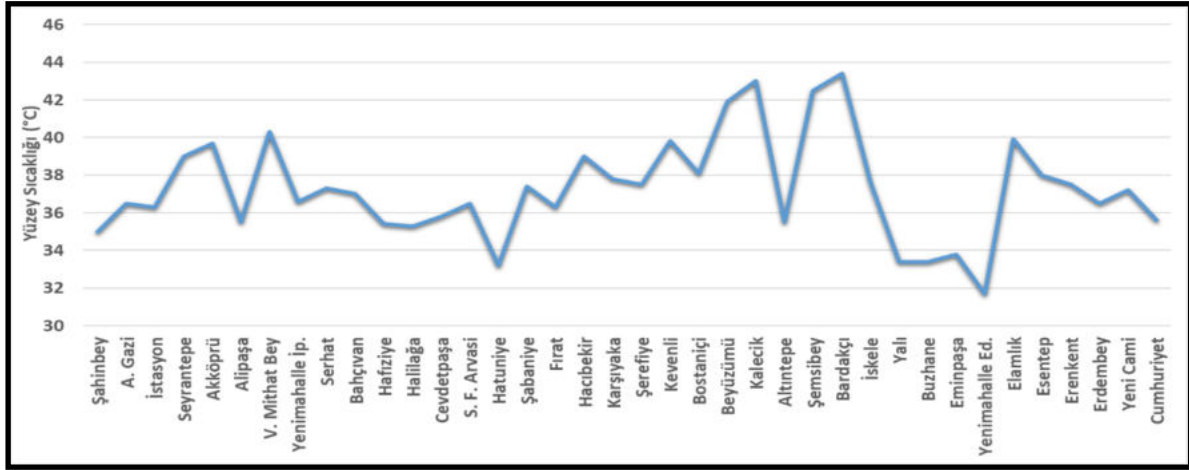
2018 yılında Van şehri 2011 ve sonrasındaki depremin verdiği etkileri atlatarak tekrar bir toparlanma eğilimine girmiş ve şehir bu dönemde 92,06 km²'lik bir alana ulaşmıştır. Şehrin endüstriyel ve ticaret alanları, 6,8 km², liman ve havaalanı toplam 2,62 km², inşaat alanları 1,18 km², spor, eğlence ve yeşil alanları 1 km²'lik alana ulaşmıştır. Şehir içindeki mahalleler arası mesafe artmış, bu mesafe artışına bağlı olarak karayolu ulaşım ağları da gelişmiştir. Bu durum şehir içindeki yüzey sıcaklıklarına doğrudan etki yapmıştır.



Şekil 12. 2018 yılına ait CORINE arazi örtüsü ve 2018 yılına ait Landsat yüzey sıcaklıkları.

2018 yılında, en yüksek yüzey sıcaklığı Bardakçı (43,4 °C) mahallesinde belirlenmiştir (Şekil 12, Şekil 13, Tablo 2). Bu mahalleyi, Kalecik (43,0 °C), Şemsibey (42,05 °C) ve Beyüzümü (41,09 °C) takip etmiştir. Bu dönemde en düşük yüzey sıcaklıkları, Yenimahalle (31,7 °C), Hatuniye (33,2 °C), Yalı (33,4 °C), Buzhane (33,4 °C) ve Eminpaşa (33,8 °C) mahallelerinde belirlenmiştir. Şehir içindeki mahalleler arasındaki sıcaklık farkı daha da artmıştır. Daha önceki dönemde 10 °C olan sıcaklık farkı bu dönemde 11,3 °C'ye yükselmiştir. Şehir alansal olarak büyüdükçe şehir mahalleleri arasındaki sıcaklık farkı artmıştır.

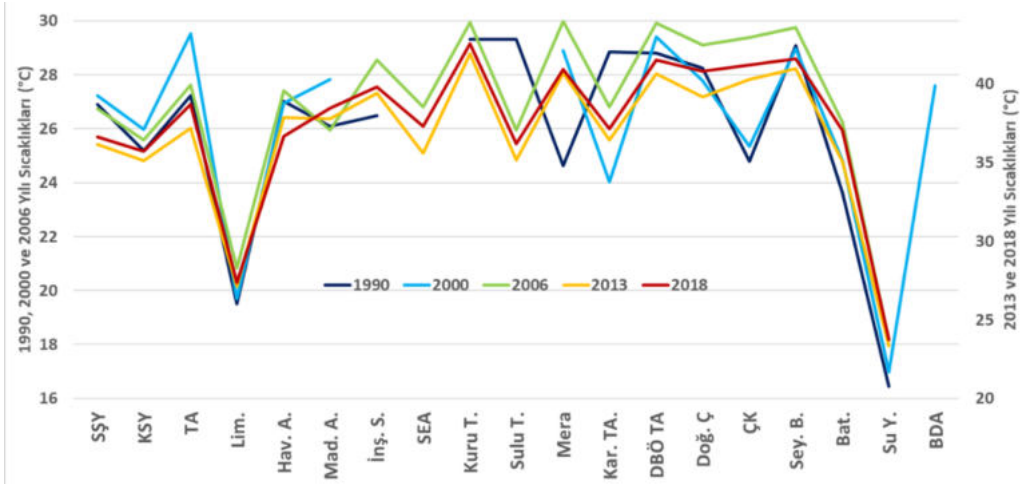
Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri



Şekil 13. Van şehrinde 2018 yılında mahallelerin yüzey sıcaklıkları

Arazi Örtülerine Göre Sıcaklık Değişimi

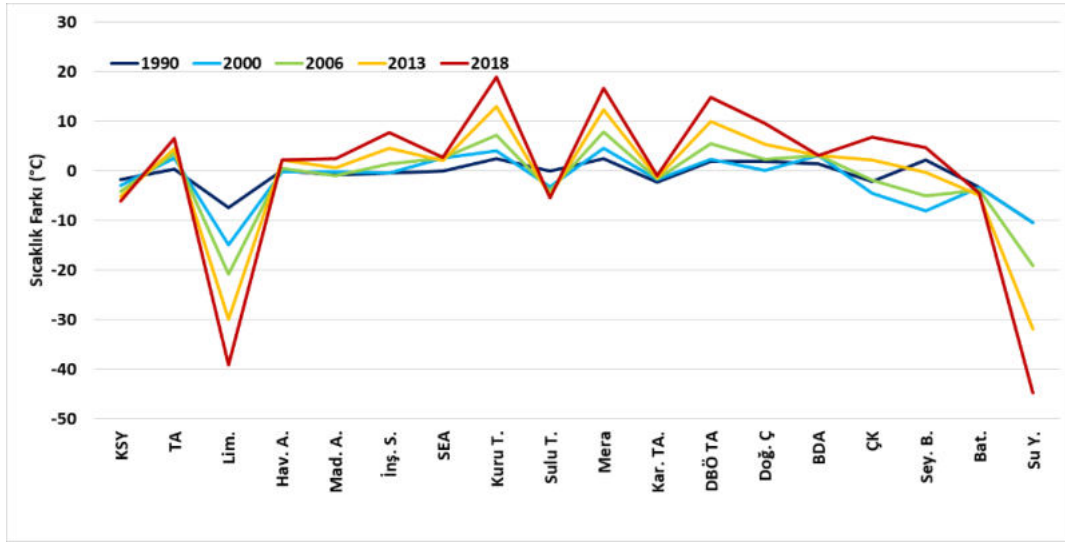
1990 yılından 2018 yılına kadar, Landsat görüntülerinden elde yüzey sıcaklıklar incelendiğinde, 1990, 2000 ve 2006 yılı yüzey sıcaklıklarının 2013 ve 2018 yılına göre düşük olduğu görülmektedir (Şekil 14), bu duruma hem sıcaklık değişimi hem de görüntü alınırken kullanılan sensörlerin farklılığı neden olmaktadır. Buna rağmen, genel olarak, farklı sıcaklık ölçeği kullanılarak oluşturulan grafik incelendiğinde, tüm yıllarda en düşük yüzey sıcaklıklarının su yüzeyleri ile liman alanlarında, en yüksek yüzey sıcaklıklarının ise çevresi açık olan kuru tarım alanları, meralar, doğal bitki örtüsü ile kaplı tarım alanları (DBÖ TA, nadas) ile seyrek bitki alanlarında belirlenmiştir. Sürekli şehir alanı, diğer arazi örtülerine göre ortalama bir sıcaklık özelliği göstermektedir. Kesikli şehir alanı ise, hemen her dönemde sürekli şehir yapısından daha serindir.



Şekil 14. 1990-2018 yılları arasında Van şehrini çevresinde arazi örtüsüne göre gündüz yüzey sıcaklıkları

Van şehri ve çevresinde, sürekli şehir yapısı alanlar ile diğer arazi örtüleri arasındaki sıcaklık farkının zamansal gelişimi incelendiğinde (diğer arazi örtüleri-SŞY şeklinde fark alınmıştır), elde edilen değerlerin negatif olanlarının gündüzleri şehirden soğuk, pozitif olanların ise şehirden sıcak olduğu görülmüş, bu değerlerin zaman içerisinde değiştiği anlaşılmıştır. Kesikli şehir yapısı özelliği gösteren alanlar, gündüzleri SŞY'den her zaman daha soğukken, bu sıcaklık farkının zamana bağlı olarak arttığı görülmektedir (Şekil 15). Bu durum muhtemelen, şehir merkezindeki yoğunluk artışına bağlı olarak, gündüzleri geç ısınmasının daha da şiddetlenmesinden ve şehir merkezinin çevresine göre daha soğuk özellik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde, endüstriyel ve ticari alanlar (TA), havaalanı, maden çıkarım alanları, inşaat alanları, spor ve eğlence alanları (SEA), kuru tarım alanları, meralar, doğal bitki örtüsü ile kaplı tarım alanları,

doğal çayırlıklar (Doğ. Ç.) da şehir merkezine göre daha sıcak özellik göstermekte, bu sıcaklık farkı zamansal olarak artmaktadır.

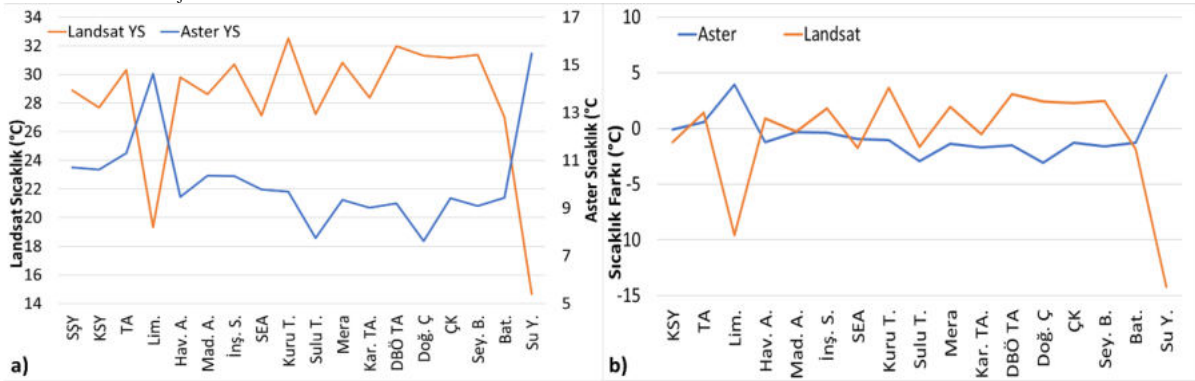


Şekil 15. 1990-2018 yılları arasında arazi örtülerine göre gündüz yüzey sıcaklıklarının sürekli şehir yapısından farkları.

Gündüzleri, sürekli şehir yapısı alandan soğuk olan sahalar içerisinde, su yüzeyleri ile liman alanları yer almaktadır (Şekil 15). Bu alanların SŞY ile olan sıcaklık farkı zamansal olarak artmaktadır. Bu durum, ya su yüzeylerinin ve limanların yüzey sıcaklıklarının zamansal olarak azalmasından ya da SŞY sıcaklıklarının, gündüzleri diğer arazi örtüleri (kendinden sıcak) ile artarken, bu artışın SŞY’de diğer arazi örtülerine göre düşük kalmasından, fakat yine de su yüzeyleri ve liman alanlarına oranla ısınmasından kaynaklanmış olabilir.

Gece-Gündüz Sıcaklık Değişimleri

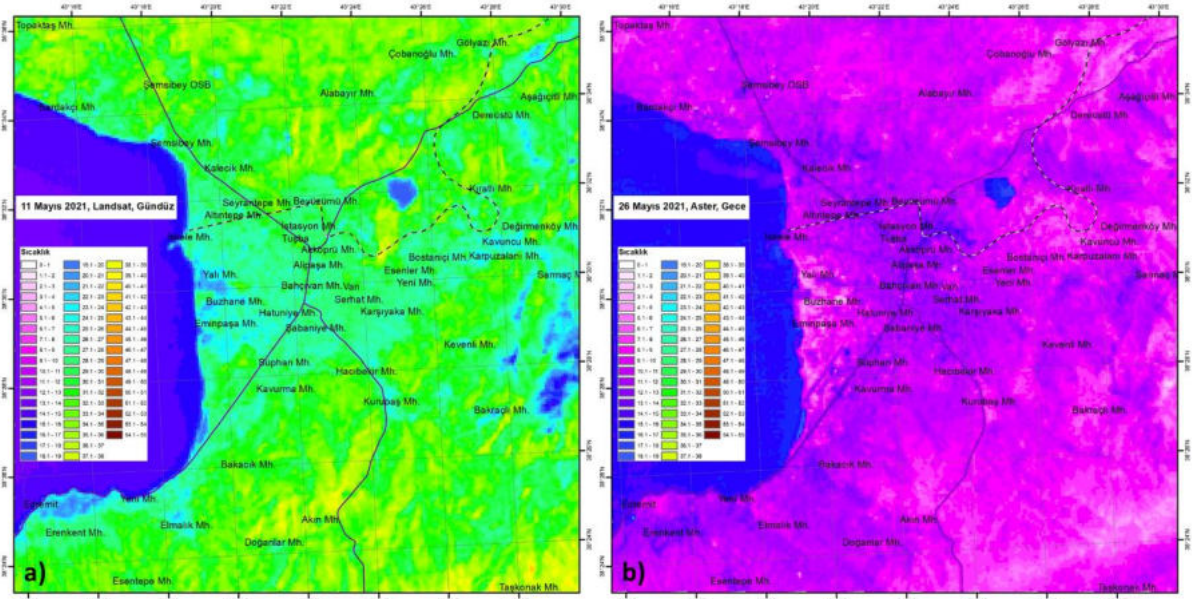
2021 yılında, Landsat görüntüsünden elde edilen yüzey sıcaklıklarına göre (Şekil 17), gündüzleri en sıcak yüzeyleri sırasıyla kuru tarım alanları, doğal bitki örtüsü ile kaplı alanlar, seyrek bitki alanları, doğal çayırlıklar ve çıplak kayalıklarken, en soğuk yüzeyleri ise sırasıyla su yüzeyleri, limanlar, bataklık alanları, spor ve eğlence alanları ile sulu tarım alanları oluşturmaktadır (Şekil 16a). Geceleri ise en sıcak yüzeyler, su yüzeyleri, limanlar, endüstriyel ve ticari alanlar, sürekli şehir yapısı ve kesikli şehir yapısı alanları şeklindeyken, en soğuk yüzeyler sırasıyla doğal çayırlıklar, sulu tarım alanları, karışık tarım alanları, seyrek bitki alanları ile doğal bitki örtüsü kaplı sahalarından oluşmaktadır.



Şekil 16. 2021 yılında, Van şehri çevresinde gece ve gündüz sıcaklıklarının arazi örtüsüne göre değişimi (a) ile bu arazi örtülerinin sürekli şehir yapısından olan sıcaklık farkları (b).

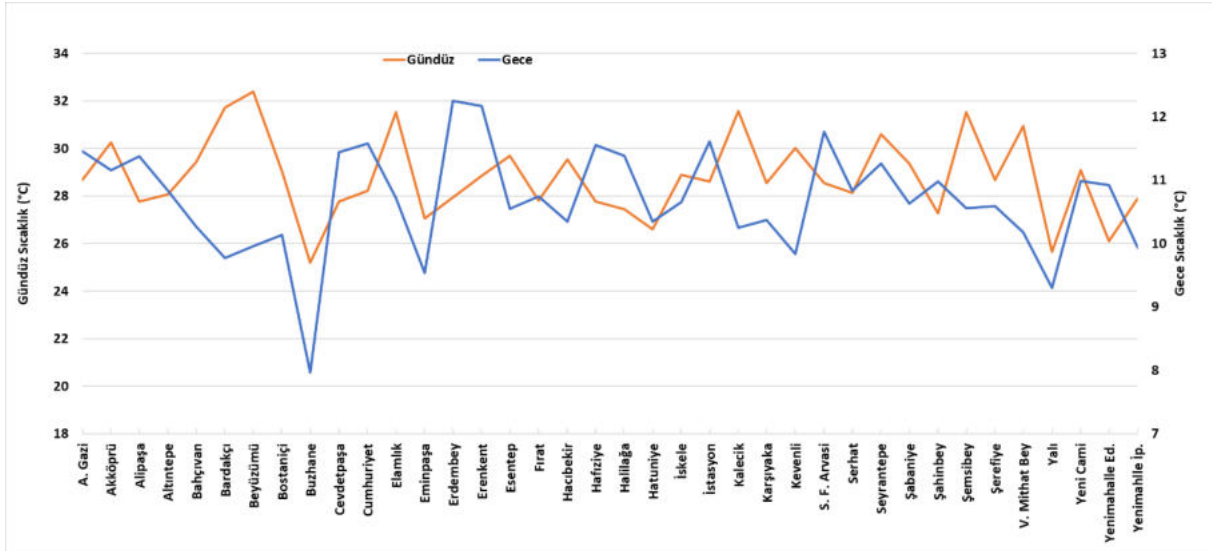
Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

Gece ve gündüzde, SŞY ile diğer arazi örtüsü arasındaki farklar değişmektedir. Gündüzleri şehirden sıcak olan, havaalanı, inşaat alanları, kuru tarım alanları, meralar, doğal bitki örtüsü ile kaplı alanlar, doğal çayırliklar, çıplak kayalık alanlar ve seyrek bitki alanları geceleri şehirden daha soğuk karakter göstermektedir (Şekil 16b). Buna rağmen, liman alanları ve su yüzeyleri gündüzleri şehirden soğukken, geceleri sıcak özellik göstermektedir. Kesikli şehir yapısı olan alanlar, gündüzleri şehirden soğukken, geceleri şehir ile benzer sıcaklık özellikleri göstermektedir. Maden çıkarım alanları hem gece hem de gündüzleri şehir ile benzer sıcaklık özellikleri göstermektedir. Bataklık alanları hem gece hem de gündüzleri şehirden daha soğukken, karışık tarım alanları gündüzleri şehir ile benzer sıcaklık özelliği göstermekte, geceleri ise daha soğuk bir karakter sergilemektedir.



Şekil 17. 2021 yılında Van şehri ve çevresindeki gündüz (a) ve gece (b) yüzey sıcaklıkları.

2021 yılı verilerine göre gündüz yüzey sıcaklıkları ile gece yüzey sıcaklıklarının mahallelere göre dağılışı incelendiğinde, gündüz sıcaklıklarının geceye göre daha homojen olduğu görülmektedir (Şekil 17, Şekil 18). Gündüzleri en yüksek ortalama yüzey sıcaklıkları Beyüzümü Mahallesi belirlemiş, bu durumun oluşmasında bakı etkili olmuştur. Beyüzümü, şehrin kuzeyinde, güneye bakan bir konumdadır. Benzer şekilde Bardakçı Mahallesi yüzey sıcaklıkları da bakı nedeniyle yüksektir. Şehir merkezinde yer alan Cumhuriyet Mahallesi ise ortalama bir sıcaklık değerine sahiptir. Bu açıdan bakıldığında, şehir merkezinin, çevresine göre gündüzleri soğuk olduğu anlaşılmakta (negatif ısı adası), bu durum başka şehirlerde de görülmektedir (Yılmaz, 2017). Bunun nedeni, şehrin yarı kurak bir iklime sahip olması, çevresinin ise genelde step ya da benzer arazi örtüleri kaplı olmasıdır. Bu tür şehirlerde güneş doğuşundan sonra şehir çevresindeki alanlarda toprak nemi düşük, gök görüş oranlarının yüksek olması nedeniyle bu alanlar hızlı bir şekilde ısınmakta, şehrsel alan ise yüksek ısı kapasitesi ve özgül nemi yüksek materyalden oluşan örtüsü ve düşük gök görüş oranları nedeniyle daha serin kalmaktadır. Bu durumun oluşmasına, şehirdeki partikül madde fazlalığının da rolü bulunmakta, gündüzleri şehirdeki bu partiküller albedoyu artırarak ısınmayı yavaşlamakta, geciktirmektedir.



Şekil 18. 2021 yılında Van mahallelerinde gündüz ve gece yüzey sıcaklıkları

Geceleri şehirsal alan çevresine göre geç soğumakta, bu nedenle çevresine göre daha sıcak özellik göstermekte, şehir yüzey ısı adası tüm (pozitif ısı adası) özellikleri ile gözlenebilmektedir (Şekil 17, Şekil 18). Geceleri en yüksek sıcaklıklar Erenkent ve Erdembey mahallelerinde belirlenmekte, bu durumun oluşmasında yine bakı etkisi yüksektir. Sayılan mahalleler batıya bakan bir konumdadırlar ve güneş batışına kadar yoğun bir şekilde güneş ışınlarına maruz kalırlar. Bu nedenle, güneş battıktan sonra da bu sıcaklıklarını belli bir süre koruyabilmekte, yüksek sıcaklıkta kalabilmektedirler. Geceleri S. F. Arvası, İstasyon ve Cumhuriyet mahallesi ile, Hafızıye ve Cevdetpaşa mahalleleri yüksek sıcaklık özellikleri göstermekte, bu duruma, mahallelerin şehir merkezinde bulunmaları, yoğun yapılaşma özelliği göstermeleri ve yüksek trafik yoğunluğu neden olmaktadır.

Hem geceleri hem de gündüzleri şehrin en soğuk özellikli mahallesi Buzhane'dir (Şekil 17, Şekil 18). Bu mahalleyi, Yalı ve Eminpaşa ile gök görüş oranı yüksek olan Bardakçı ve yüksek yer alan Kevenli mahalleleri takip etmektedir. Buzhane, Yalı ve Eminpaşa mahallelerinin düşük sıcaklık özelliği göstermesinin nedeni, bu alanda soğuk hava depolarının yer alması, toprağın nem oranının yüksek olması ve gölün serinletici etkisini bu alanda daha belirgin olmasıdır.

Sonuçlar

Bu çalışmada, 1990-2021 yılları arasında, Van şehri ve çevresindeki yüzey sıcaklarının arazi örtüsü ve mahallelere göre durumu, Landsat ve Aster uydu görüntüleri ile CORINE arazi örtüsü kullanılarak analiz edilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- ✓ Van şehri, 1990 yılında 7,20 km² iken 2018 yılında 92,06 km² alan kaplamıştır. Şehir ve çevresindeki arazi örtüsü tamamen değişmiştir. Şehir, üzerinde kurulu olduğu ve tarımsal açıdan son derece değerli tarım topraklarını yutarak, arazi örtüsü değişimine yol açmıştır. Bu arazi kullanım değişikliği, şehirde bulunan mahallelerin yüzey sıcaklıklarının değişimine neden olmuş ve Van şehir ısı adasının oluşumunda önemli bir rol oynamıştır. Bu durum son yıllarda Van şehrinde yaşayan halk tarafından da deneyimlenmektedir. İnsanlar, şehrin eskiye oranla daha sıcak yaz mevsimi yaşadığını görmekte, yazı geçirmek için şehrin kırsal alanlarına doğru, serinlemek için yönelmektedir.
- ✓ Van şehrinde gündüzleri (öğleden önce), 1990 yılında en yüksek yüzey sıcaklığı Şahinbey ve Alipaşa mahallelerinde, 2000 yılında, Beyüzümü, Kalecik ve Şemsibey mahallelerinde, 2006 yılında Erenkent, Bardakçı, Beyüzümü mahallelerinde, 2013 yılında Kalecik, Bardakçı, Şemsibey, Beyüzümü mahallelerinde, 2018 yılında Bardakçı, Kalecik, Şemsibey, Beyüzümü mahallelerinde belirlenmiştir. Çalışma, Van şehri mahalleleri arasında yaklaşık

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

4 °C ile 11 °C arasında sıcaklık farklarının oluştuğunu ve bu farkın her dönemde giderek arttığını göstermektedir.

- ✓ Van şehri çevresinde, gündüzleri en düşük sıcaklık, su yüzeylerinde, en yüksek sıcaklıklar ise kuru tarım alanları ile meralarda görülmekte, geceleri ise en yüksek sıcaklıklar su yüzeyleri, limanlar ile şehir alanında, en düşük sıcaklıklar ise sulu tarım alanları ile doğal çayırliklarda belirlenmiştir.
- ✓ Van şehrinde, yarı kurak-kurak bölgelerde, çevresi step ile kaplı olan yerlerde karşımıza çıkan, gündüzleri negatif, geceleri pozitif şehir ısı adası karakteri göstermektedir. Bu yönüyle, Erzurum, Ankara ve Konya'ya benzemektedir.
- ✓ Çalışmada Van Şehrinin 1990 yılından 2018 yılına kadar ortalama şehir yüzey alanının giderek ısındığı ve mahalle bazında önemli yüzey sıcaklık farklılıklarının ortaya çıktığı saptanmıştır. Bu durum şehrin farklı mahallelerinde yaşayan insanların farklı sıcaklıklara maruz kaldığını göstermektedir.

Kaynaklar

- Abrams, M., & Hook, S. (2002). ASTER User Handbook Version 2. İçinde *Jet Propulsion* (C. 2003, Sayı 23/09/2003). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Alaeddinoğlu, F., Sargın, S., & Okudum, R. (2016). 2011 Van Depremi ve Kentsel Nüfusta Mekânsal Farklılaşmalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39, 133–149.
- Buscail, C., Upegui, E., & Viel, J. F. (2012). Mapping heatwave health risk at the community level for public health action. *International Journal of Health Geographics*, 11, 1–9. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-38>.
- Çiçek, İ., Yılmaz, E., Türkoğlu, N., & Çalışkan, O. (2013). Ankara Şehrinde Yüzey Sıcaklıklarının Arazi Örtüsüne Göre Mevsimsel Değişimi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 10(1), 621–640. <http://www.insanbilimleri.com/ojs/index.php/uib/article/view/2466/1081>.
- ÇOB. (2011). *Çevreyolu ve Civarı İlave+ Revizyon 1/5000 ölçekli nazım imar planı plan açıklama raporu*. Çevre ve Orman Bakanlığı Mekânsal Planlar Genel Müdürlüğü.
- CORINE. (2019). *CORINE Land Cover — Copernicus Land Monitoring Service*. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.
- ÇŞB. (2013). *Van (Merkez) ve Çevresi İlave Revizyon İmar Planı Açıklama Raporu*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Deniz, O. (2017). Deprem Ve Göç: 2011 Van Depremi Örneği. *Social Sciences Studies Journal*, 3(10), 1426–1444. <https://doi.org/10.26449/sss.202>.
- Dewan, A., Kiselev, G., & Botje, D. (2021). Diurnal and seasonal trends and associated determinants of surface urban heat islands in large Bangladesh cities. *Applied Geography*, 135, 102533. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2021.102533>.
- Elmastaş, N., & Özcanlı, M. (2014). Arazi Kullanımı Ve Deprem İlişkisi Bağlamında 2011 Van Depremlerinin Erciş Şehrine Etkileri. *Journal of Turkish Studies*, 9(Volume 9 Issue 5), 825–825. <https://doi.org/10.7827/turkishstudies.6877>.
- Ghulam, A. (2009). How to calculate reflectance and temperature using ASTER data. *Saint Louis University GIS Portal*, 1–6.
- Halder, B., Bandyopadhyay, J., & Banik, P. (2021). Monitoring the effect of urban development on urban heat island based on remote sensing and geo-spatial approach in Kolkata and adjacent areas, India. *Sustainable Cities and Society*, 74,

103186. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.103186>.
- Karaca, M., & Tayanç, M. (1998). Urbanization Effects on Regional Climate Change in Turkey. *Second European Climate Conference*.
- Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review of Public Health, 29*, 41–55.
<https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843>.
- Kuşçu Şimşek, Ç., Şengezer, B., Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Y., ve Bölge Planlama Bölümü, Ş., & KUŞÇU ŞİMŞEK e-posta, Ç. (2012). *İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi The Importance of Green Spaces in Minimizing Urban Heat in The Istanbul Metropolitan Area*. 7(2), 116–128.
http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_7_2_116_128.pdf.
- Lehoczky, A., Sobrino, J., Skoković, D., & Aguilar, E. (2017). The Urban Heat Island Effect in the City of Valencia: A Case Study for Hot Summer Days. *Urban Science, 1*(1), 9. <https://doi.org/10.3390/urbansci1010009>.
- Nasa. (2021). *GloVis*. <https://glovis.usgs.gov/>.
- Ortiz Porangaba, G. F., Teixeira, D. C. F., Amorim, M. C. de C. T., Silva, M. H. S. da, & Dubreuil, V. (2021). Modeling the urban heat island at a winter event in Três Lagoas, Brazil. *Urban Climate, 37*(March), 100853.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100853>.
- Özcanlı, M. (2014). Kazdağları Milli Parkı'nda Tarımsal Faliyetlerin Arazi Örtüsü Değişimine Etkisi (1975-2005). *The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 25-I, p. 339-356, Summer I 2014.
[https:// DOI: 10.9761/JASSS2317](https://doi.org/10.9761/JASSS2317),
<https://www.researchgate.net/publication/269807493>
- Özcanlı, M. Güzel, A. (2015). Şanlıurfa Şehrinin Alansal Gelişiminin Çevresindeki Tarım Arazilerine Etkisi. *Journal of Turkish Studies*, Volume 10:6, 723–723.
<https://doi.org/10.7827/turkishstudies.7890>.
- Pioppi, B., Pigliatile, I., & Pisello, A. L. (2020). Human-centric microclimate analysis of Urban Heat Island: Wearable sensing and data-driven techniques for identifying mitigation strategies in New York City. *Urban Climate, 34*, 100716.
<https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2020.100716>.
- Shaker, R. R., Altman, Y., Deng, C., Vaz, E., & Forsythe, K. W. (2019). Investigating urban heat island through spatial analysis of New York City streetscapes. *Journal of Cleaner Production, 233*, 972–992.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.05.389>.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment, 90*(4), 434–440.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>.
- UN. (2012). *World Population Prospects The 2012 Revision*.
- USGS. (2011). Landsat 7 Science Data Users Handbook Landsat 7 Science Data Users Handbook. İçinde *National Aeronautics and Space Administration*.
http://landsat.gsfc.nasa.gov/wpcontent/uploads/2016/08/Landsat7_Handbook.pdf.
- USGS. (2016). Landsat 8 Data Users Handbook. İçinde *USGS* (C. 8, Sayı June).
<https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>.

Van Şehir Gelişimi ile Şehir Isı Adası Arasındaki İlişkiler ve Sıcaklık Değişimleri

- Yılmaz, E. (2013). Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu. İçinde *Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Fiziki) Anabilim Dalı: C. Doktora Te.* Ankara Üniversitesi.
- Yılmaz, E. (2017). Türkiye'nin Bazı Şehirlerinde Isı Adası Özellikleri. İçinde F. Arslan (Ed.), *Türkiye coğrafyası araştırmaları*. Pegem Akademi.
<https://doi.org/10.14527/9786053188858>.
- Yılmaz, E. (2016). Landsat görüntüleri ile Adana yüzey ısı adası (Adana Surface Heat Island using Landsat Images). *SSRN Electronic Journal*, 13(2), 115–138.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3394253>.