

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**KENT İSİ ADASI ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ:  
VAN KENTİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Emre Can AY  
DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi. Pinar BOSTAN

VAN-2020



T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**KENT ISI ADASI ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ:  
VAN KENTİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Emre Can AY

VAN-2020



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Pınar BOSTAN'ın danışmanlığında, Emre Can AY tarafından sunulan "Kent Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Van Kenti Örneği" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 22/ 06 /2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Pınar BOSTAN İmza:  
Üye : Doç. Dr. Serkan KEMEÇ İmza:  
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERGEN İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../20 tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20

**Enstitü Müdürü**



## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Emre Can AY





## ÖZET

### KENT ISI ADASI ETKİSİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ: VAN KENTİ ÖRNEĞİ

AY, Emre Can  
Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı  
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi. Pinar BOSTAN  
Eylül 2020, 59 sayfa

Kentler, üzerinde yer aldıkları doğanın topoğrafyasını ve çevresel yapısını değiştirirler. Böylece kentleşmenin etkisi ile bölge; güneşten aldığı radyasyonu daha fazla tutmakta ve bu da şehrin mikro iklimini değiştirmektedir. Bunun sonucunda “kent ısı adası” dediğimiz kavram ortaya çıkar. Kent ısı adasının şiddeti; yapısal yoğunluğa, yeşil alan dağılımına, şehir içinde bulunan yapıların malzemesine, antropojenik ısı üretimine ve kentin geometrik özelliklerine bağlı olarak değişimler göstermektedir. Van kenti; Van Gölü’ nün doğu kıyısına, çok az meyilli bir arazi üzerine kurulmuştur. Demografik açıdan çok kozmopolit olan Van şehrine; 1990 yılından itibaren yoğun bir göç yaşanmıştır. Bu süreçten günümüze, şehrin nüfusunda % 38'lik bir artış meydana gelmiştir. Ayrıca sekiz yıl önce bölgede yaşanan deprem sonrası, yoğun ve hızlı bir kentsel dönüşüm süreci başlamış, bu durum kentin peyzajında gözle görülür değişimlere neden olmuştur.

Bu çalışmada Van kent merkezinde kent ısı adası oluşumu uydu görüntüleri ve meteorolojik ölçümler vasıtasıyla incelenecektir. Bu oluşumu saptayabilmek için ise; kent merkezi dışında şehirleşmenin yoğun yaşanmadığı veyahut tamamen taşrada kalan üç deney noktası belirlenmiştir. Bu deney noktalarını seçerken Van kent merkezine yakın olması ve benzer iklim olaylarının görülmesi deney noktalarının güvenilirliği açısından önem arz etmektedir. Analizlerde; 1990-2019 tarihleri arasında istasyonlardan ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık ve 2001-2018 arası ölçülen MODIS-MOD11C3 (aylık arazi yüzeyi sıcaklığı) verileri incelenecektir. Çalışma alanı olarak Van merkez meteoroloji istasyonunu kullanırken, deney noktaları olarak; Erciş, Gevaş ve Ahlat ilçeleri belirlenmiştir. MODIS uydusundan elde edeceğimiz yüzey sıcaklık verileri ve istasyon verileri ile birlikte, kent ısı adası oluşumu alansal olarak incelenecektir.

**Anahtar kelimeler:** Kent ısı adası; Van; MODIS-LST



## ABSTRACT

### DETERMINATION AND EVALUATION OF THE URBAN HEAT ISLAND EFFECT: EXAMPLE OF THE VAN CITY

AY, Emre Can

M.Sc. Thesis, Department of Landscape Architecture

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Pınar BOSTAN

September 2020, 59 pages

Cities change the topography and environmental structure of the nature on which they are located. Thus, with the effect of urbanization, the region; it keeps more radiation from the sun, which changes the microclimate of the city. As a result, the concept we call “city heat island” emerges. The severity of the city heat island; It varies depending on the structural density, green area distribution, the material of the structures in the city, anthropogenic heat production and the geometrical features of the city. The city of Van; was established at east coast of Lake Van on the land a little batter. Van, that is very cosmopolitan in demographic terms, has been an intense migration since 1990. Since this process, there has been a 38 % increase in the population of the city. In addition, after the earthquake in the region eight years ago, an intense and rapid urban transformation process has started, and this has caused visible changes in the city's landscape.

In this study, the city heat island formation in Van city center will be examined by satellite images and meteorological measurements. In order to detect this formation, three experimental points were determined outside the city center, in which urbanization was not experienced intensely or remained completely in the provinces. When choosing these test points, being close to the city center of Van and seeing similar climatic events are important for the reliability of the test points. Analysis for the monthly average temperature from station measurements between 1990-2019 and MODIS-MOD11C3 (monthly land surface temperature) observations between 2001-2018 will be examined. When using Van central meteorology station as the study area, the cities of Erciş, Gevaş and Ahlat were determined as experiment points. Along with the surface temperature data and station data, we will obtain from the MODIS satellite, the city heat island formation will be analyzed spatially.

**Keywords:** Urban heat island; Van; MODIS-LST



## ÖN SÖZ

Van kenti ülkemizin en doğusunda yer alıp, Türkiye'nin en büyük gölüne adını vermektedir. Şehir merkezi; Van Gölü ve Erek Dağı arasına kurulmuş olup, yüzyıllar boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Coğrafi ve beşerî açıdan birçok önemi olan bu şehrin benim açımdan da önemi büyüktür. Üniversiteden yeni mezun olmuş bir mühendis olarak çalışma hayatına ilk kez bu şehirde başladım. Yapılan bu çalışma ile bu kadim kenti mesleki ve akademik açıdan da değerlendirme fırsatı bulduğum için kendimi şanslı sayıyorum.

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin yazılması sürecinde benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Pınar BOSTAN'a çok teşekkür ederim. Bu tezin oluşması süresince gösterdiği sabır ve özveriye hiçbir zaman unutmayacağım.

Bu çalışmanın oluşturulmasında katkı ve desteklerinden dolayı Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölüm Başkanı Prof. Dr. Şevket Alp, öğretim üyesi Doç. Dr. Onur Şatır ve gene aynı programda yüksek lisans öğrencisi olan Hande Özvan'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimi için beni teşvik eden, eğitim süresince desteğini arkamda hissettiğim ve çalışmalarımın devam edebilmek için her türlü kolaylığı sağlayan Meteoroloji 14. Bölge Müdürü Sayın Mehmet Elkatmış'a şükranlarımı sunuyorum.

Lisans eğitimimin en başından beri bilgi birikimlerini benimle paylaşan, birçok konuda bana yol gösteren lisans bitirme tezimin danışmanı İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Öztopal'a çok teşekkür ederim.

Bu çalışmaya fikirleri ile yol gösteren ve katkıda bulunan iş arkadaşım Sayın Yusuf Çalık'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bana her daim destek olan, akademik çalışmalarım konusunda teşvik eden sevgili aileme teşekkürü borç bilirim. Bu çalışmanın ilk aşamasından itibaren her türlü konuda destekçim olan sevgili eşim Uzm. Dr. Şule Bıçakçı Ay'a ayrıca minnettarım.

2020

Emre Can AY





*Sevgili Babaanneme ve Aileme...*



# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖN SÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. KENT ISI ADASI.....	5
2.1. Isı Adası.....	5
2.1.1. Isı Adalarının Genel Özellikleri .....	7
2.2. Sera Gazı .....	9
2.2.1. Sera Gazının Kentsel Isı Adası Etkisi .....	9
2.3. Kentsel Isı Adası.....	10
2.3.1. Kentsel Isı Adası Oluşum Nedenleri .....	14
2.3.1.1. Kentleşme ve Nüfus Yoğunluğu .....	14
2.3.1.2. Hava Kirliliği.....	15
2.3.1.3. Kentsel Yüzey Malzemeleri .....	15
2.3.1.4. Kentsel Alanlarda Azaltılmış Bitki Örtüsü .....	16
2.4. Kentsel Isı Adası Sınıflandırması .....	17
2.4.1. Kentsel Yüzey Isı Adası .....	17
2.4.2. Kentsel Atmosferik Isı Adası .....	18
2.5. Yapılaşma ve Kentsel Isı Adası.....	19
2.6. Kentsel Isı Adası Etkisini Azaltma ve Enerji Tasarrufu .....	21
2.7. Çalışma Alanı Özellikleri .....	23
2.8. Uydu Görüntüleri ile Geçmişten Günümüze Van Kenti .....	25
3. VERİ VE YÖNTEM.....	29
3.1. MGM İstasyon Verileri .....	29
3.2. Uydu Görüntüleri.....	34
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR .....	57
ÖZ GEÇMİŞ .....	59



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2. 1. Bir kente ait sıcaklık profili (Yüksel 2005 .....	5
Şekil 2. 2. Londra 2000 yılı yaz ayı için kentsel ısı adası yoğunluğundaki 24 saatlik değişim. (Livingstone 2006) .....	7
Şekil 2. 3. Dünyanın Ortalama Yüzey Sıcaklığının Son 20.000 Yıldaki Değişimi .....	10
Şekil 2. 4. Kent Isı Adası Oluşumu. ....	11
Şekil 2. 5. Şehir ve Kırsal Kesimde Öğleden Sonra Sıcaklıklarının Dağılımı. ....	13
Şekil 2. 6. Kentsel ısı adası oluşumu .....	21
Şekil 2. 7. Türkiye haritası üzerinde Van ilinin yeri .....	23
Şekil 2. 8. Van, Gevaş, Erciş ve Ahlat ilçelerinin harita üzerinde gösterimi .....	24
Şekil 2. 9. Van kenti 2002 Landsat5 uydusu, 30m çözünürlükte ki görüntü .....	25
Şekil 2. 10. Van kenti 2015 Rasat uydusu, 7.5m çözünürlükte ki görüntü .....	26
Şekil 2. 11. Van kenti 2018 Göktürk uydusu, 2.5m çözünürlükte ki görüntü .....	27
Şekil 2. 12. Van kentinin periyodik olarak şehirleşmesinin gösterimi .....	28
Şekil 3. 1. Gevaş ilçesi, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları .....	30
Şekil 3. 2. Ahlat ilçesi, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları .....	31
Şekil 3. 3. Erciş ilçesi, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları .....	32
Şekil 3. 4. Van kenti, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları .....	33
Şekil 3. 5. 2001 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	35
Şekil 3. 6. 2002 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	36
Şekil 3. 7. 2003 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	37
Şekil 3. 8. 2004 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	38
Şekil 3. 9. 2005 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	39
Şekil 3. 10. 2006 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	40
Şekil 3. 11. 2007 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	41
Şekil 3. 12. 2008 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	42
Şekil 3. 13. 2009 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	43
Şekil 3. 14. 2010 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	44
Şekil 3. 15. 2011 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	45
Şekil 3.16. 2012 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	46
Şekil 3.17. 2013 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	47
Şekil 3. 18. 2014 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	48

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 3. 19. 2015 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	49
Şekil 3. 20. 2016 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	50
Şekil 3. 21. 2017 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	51
Şekil 3. 22. 2018 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü .....	52
Şekil 3. 23. Van il merkezi yıllık ortalama yüzey sıcaklığı (MODIS-MOD11C3) .....	54



## 1. GİRİŞ

İnsanlar varoluşları boyunca zaman ve mekân algısıyla hareket etmektedir. Zaman konusu günümüze kadar çok değişikliğe uğramamış olsa da mekân algısı binlerce yıl boyunca sürekli olarak değişimlere uğramıştır. Tarım devrimi ile beraber avcı-toplayıcı insanların devri biterek Neolitik Çağ başlar ve bu sürecin başlaması ile beraber, avcı-toplayıcı yaşam stili yerini yerleşik yaşam stiline bırakır (Anonim, 2020a). Bu dönemin sonu insanoğlunun kent hayatlarının başlangıcıdır. Kentler; üzerlerinde yer aldıkları doğanın topoğrafyasını ve çevresel yapısını değiştirirler. O bölgeye yerleşen insanlar, yerleştikleri bölgeyi ve doğayı kendi arzuları ve konforları doğrultusunda değiştirerek tamamen farklı bir coğrafi yapı oluştururlar. Zaman içinde nüfusun artması ve sonucunda insan yapılarının çoğalması ile kentleşme; o bölge üzerinde etkisi olan diğer doğal parametreleri de etkilemeye başlar. Kentleşmenin etkisi ile bölge; güneşten aldığı radyasyonu daha fazla tutmakta ve bu da şehrin iklimini değiştirmektedir. Bunun sonucunda “kent ısı adası” dediğimiz kavram ortaya çıkar. Kent ısı adası etkisi; yerleşim yerlerinin çevrelerinde bulunan kırsal alanlara göre daha yüksek hava sıcaklığı değerlerine sahip olmasıdır. Oluşan bu ısı adaları, insan kaynaklı iklim değişiminin en önemli göstergelerinden birisidir. Kent ısı adasının şiddeti; yapısal yoğunluğa, yeşil alan dağılımına, şehir içinde bulunan yapıların malzemesine, antropojenik ısı üretimine ve kentin geometrik özelliklerine bağlı olarak değişimler göstermektedir (Canan, 2017). Kent yüzeylerinde kullanılan taş, asfalt, beton, cam gibi absorbe özelliği yüksek malzemeler ısıyı emerek depolarlar. İnsan yapıları inşa edildiği bölgelerde rüzgârları da engelleyerek, bir nevi şehrin havalandırma görevini yapan rüzgârların şiddetinde azaltmaya ve yönünde değişimlere sebep olur. Bu da kentin soğumasını engelleyerek oluşan ısı adasını destekler.

Kentleşme ve kent nüfusunun hızlı bir biçimde artması sonucunda bölge arazisinde çeşitli değişiklikler meydana gelmektedir. Kent içinde ve çevresinde yer alan doğal peyzajlar beton ve taş yüzeylerle yer değiştirmekte ve “kırsal saçak” olarak ifade edilebilecek doğal peyzaj unsurları kent merkezinden çok daha uzağa itilmektedir. Ayrıca gittikçe ulaşım, ticari ve endüstriyel servisleri büyümekte olan kentlere hizmet vermesi amacıyla geliştirilmektedir. Kentleşme ve endüstrileşme, atmosferin sınır tabakasında yer alan su ve ısı dengesini doğrudan etkilemekte, kent ikliminin kırsal

bölgelerdeki iklimden farklılaşmasına neden olmaktadır (Yüksel, 2005). WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) kent ikliminin tanımını “ısı kirliliği ve hava kirletici emisyonları bünyesinde barındıran, yapılaşmış alanlar ile bölge iklimi arasındaki etkileşimlerce değiştirilen yerel iklim” biçiminde yapmaktadır. Bir kentin iklimi, mekânsal uzantısı-büyüklüğü ortalama 250 kilometre olan yerel bir mezoklimadır (WHO, 2004).

“Kentsel ısı adası” olarak ifade edilen kavram ise yerel antropojenik iklim değişikliklerinin en iyi bilinen çeşitlerinden biridir. Kent içinde bulunan sıcaklığın eşzamanlı olarak çevresinde bulunan kırsal alandan daha yüksek seviyede olması olarak tanımlanabilir. Bu sıcaklık farkı ise genel olarak kentsel alanda yer alan arazi örtüsündeki değişiklikler nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Streutker, 2003). Kırsal ve kentsel alanlar arasında iklimsel açıdan ortaya çıkan bu farklılık ilk kez 1820 yılında “kentsel ısı adası” kavramı ile Luke Howard tarafından Londra kenti için kullanılmıştır. Bu kullanım sonrası söz konusu kavram literatüre dâhil edilmiş ve günümüze dek dünya genelindeki büyük kentlerde araştırılmıştır (Fan, 2004). Kentsel ısı adası, bir kentte gerçekleşen kentleşmenin en önemli ve belirgin iklimsel göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Kentsel ısı adaları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaları yöntemine ve kullanılan ölçeğe göre üç ana başlıkta değerlendirmek mümkün olmaktadır. İlk grupta yer alan çalışmalar üst ölçekli olup uydu görüntüleri ile yapılmaktadır. Bu kapsamda ele alınan çalışmalar bütün kent ve kentin yakın çevresini kapsayacak biçimde gerçekleştirilebilmektedir. İkinci grupta yer alan çalışmalar gözlem çalışmaları olarak ifade edilmekte ve kentler ile kırsal alanlardaki meteoroloji istasyonlarından alınan verilerin kıyaslanmasına, kurulan meteoroloji istasyonlarının ya da kent içinde gezen ölçüm cihazlarından alınan verilerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu kapsamda ele alınan çalışmalar; kurulan istasyon sayısı, ölçüm yapan sensörlerin sayısı dâhilinde kentin bir kısmı, tamamı ya da belli bir aksı kapsayacak biçimde yapılabilmektedir. Üçüncü grupta ele alınan çalışmalar ise sayısal modellemeler kullanılarak yapılan araştırmalardır. Bu gruptaki çalışmalarda daha çok alt ölçekte, yapı adası ya da konut ölçeğinde çalışılmaktadır. Kapsamı ve yöntemi açısından ele alındığında bu çalışmalar birinci ve ikinci gruba dâhildir.

Çalışma alanı olarak Van ili seçilmiştir. Bu çalışmada Van’da gerçekleşen kentleşme sürecinin ve açık yeşil alanların azaltılması ile yapılaşmış alanların artmasının, hava sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı parametrelerini nasıl etkilediği

incelenmiştir. Kentsel dönüşüm, arazi örtüsünün değişimi, arazi kullanımı ve kentsel ısı adası oluşumu arasında yer alan ilişki, bölgesel ölçekten yerel ölçeye doğru belirlenmeye çalışılmıştır. Yeşil alanlar, yapılaşmış alanlar ve meteorolojik parametreler (nem ve sıcaklık) arasında yer alan farklılıkların niceliksel bakımdan saptanması; daha yaşanabilir, daha sağlıklı ve sürdürülebilir kentlerin oluşturulabilmesi için yeşil alanların sahip olduğu önemin ortaya konması açısından son derece önemlidir.

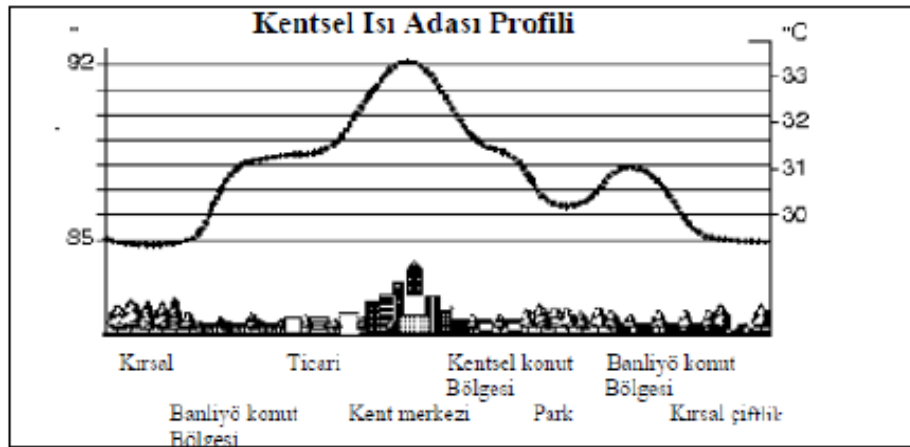




## 2. KENT ISI ADASI

### 2.1. Isı Adası

WMO (1983) kent iklimi tanımlamasını “ısı kirliliğine ve hava kirliliğine yol açan emisyonları içeren yapılaşmış alanlar ile bölge iklimi arasındaki etkileşimler sonucu değiştirilen yerel iklim” biçiminde tanımlamaktadır. WHO (2004) ölçütlerine göre bir kentteki iklimi tanımlayan mekânsal büyüklüğün uzantısı, ortalama 250 kilometre kadar yayılım göstermektedir. Yerel antropojenik iklim değişikliklerinin en iyi bilinen formları arasında yer alan “kentsel ısı adası” kavramı, kentin daha seyrek nüfuslu yakın çevresine kıyasla sıcaklığının daha fazla olmasıdır. Kentleşmenin en önemli iklimsel göstergesi, kentsel ısı adalarıdır (Yüksel 2005).



Şekil 2. 1. Bir kente ait sıcaklık profili (Yüksel 2005)

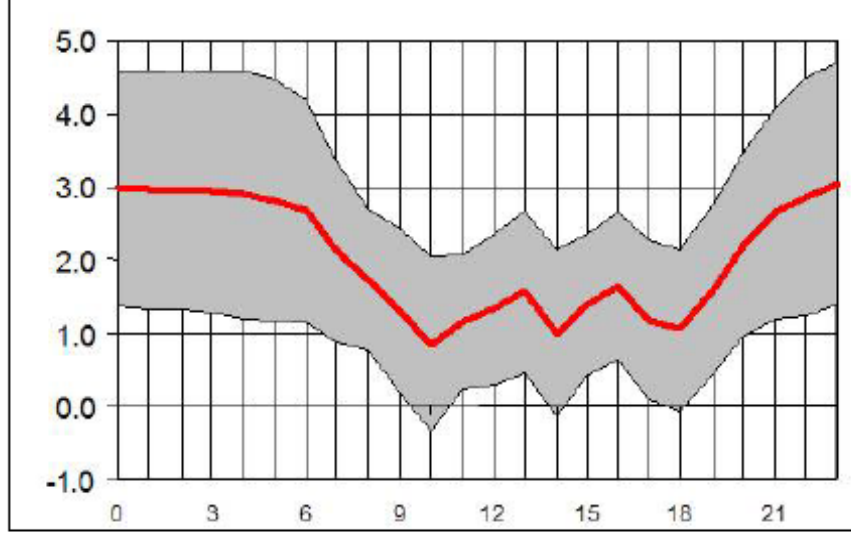
Kentin fiziki yapısından kaynaklı olarak ortaya çıkan albedo özellikleri, yapı malzemelerinin temel özellikleri, cadde genişliği ve bina yüksekliğine bağlı olan görüş açısı kısıtlılığı, antropojenik ısıtma, yüzey engebesindeki artış, hava kirliliğine yol açıcı etmenler, nemin azalması gibi faktörler kentlerde çevrelerine göre farklı iklim özellikleri gösteren bir “mikroklima” alanı oluşturmaktadır. Bu alanlar meteorolojik değişkenlere bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar, kentsel alanların atmosfer özellikleri çerçevesinde etraftan ayrılması ve bir tür ada özelliği göstermesi nedeniyle “Şehir İklim Adası (ŞİA)” olarak ifade edilebilir.

Şehir İklim Adası en iyi, günlük sıcaklık farkları ile ortaya çıkmaktadır. Kentler, kırsal alanlara göre yaklaşık 3-4° C daha sıcaktır. Ancak bu sıcaklık gün içinde ya da mevsimsel şartlara göre değişiklik göstermektedir. Şehirler ve kırsal alanlar arası sıcaklık, gün ortasında genel olarak dengededir. Öğleden sonra kentlerdeki ısı kırsal alanlara göre yükselmeye başlar. Güneşin batışıyla birlikte kırsal alanlarda kentlere kıyasla daha fazla soğuma gerçekleşir, dolayısıyla kentler kırsal alanlara göre daha sıcak bir durumda kalır. Kent ve kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkı artış gösterir ve saat 21.00 dolaylarında sıcaklık farklı en yüksek seviyeye ulaşır. Gece yarısından sonra hem kentler hem de kırsal alanlarda soğuma sürer. Güneşin doğmasından sonra hem kentler hem kırsal alanlar ısınmaya başlar fakat kırsal alanlar şehirlere kıyasla çok daha hızlı ısınır. Bu sebeple sabah saatlerinde kırsal alanlar kentlere göre az da olsa daha sıcak olabilmektedir (Yılmaz 2013).

*London's Urban Heat Island: A Summary for Decision Makers* (Livingstone, 2006) isimli çalışmada kentsel ısı adasının genel itibariyle sıcaklık parametresi ile karakterize edildiği ve kentsel alanların kırsal alanlara kıyasla özellikle gece saatlerinde daha sıcak olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 2.1'de gündüz saatlerinde solar radyasyon depolanması ve bu radyasyonun gece saatlerinde geri salınması nedeniyle ısı adası oluşumu meydana geldiği ifade edilmektedir.

Oke (1982) ve Yılmaz (2013) tarafından yapılan çalışmada, kent alanında ve kırsal alanda günlük ısınma oranları ve sıcaklık değişimi konuları çalışılmıştır. Bu çalışma Londra şehir merkezi için gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kentsel ısı adasının gücü, kentsel ısı adası yoğunluğu ile ölçülmüş olup bu yoğunluk verilen bir dönem için kentsel ve kırsal alanlar içindeki en yüksek sıcaklık farkıyla tanımlanmaktadır. Gece 11 ile sabaha karşı 3 saatleri arasında ısı adası yoğunluğu en yüksek seviyede gözlemlenmiştir (Şekil 2.2.). Şekil üzerinde yer alan kırmızı çizgi, saatlik olarak ısı adasının ortalama yoğunluğunu, gölgelendirilmiş olan alan ise gözlemlerin %68'lik bölümü için ısı adası yoğunluk aralığını göstermektedir. Bu durum aslında ısı adası olayının bir gece periyodu hadisesi olduğunun göstergesidir. Isı adası yoğunluğu günlük değişime ek olarak kış aylarına göre yaz aylarında çok daha yüksek seviyelerde gözlemlenmektedir. Bu durum, alınan ve yüzeylerce emilen enerji miktarları arasındaki farklılıklardan ileri gelmektedir. Çalışmada, Londra kenti için kış aylarının daha sıcak seyrettiği, bu durumun ilkbaharın daha erken gelmesi ve kar yağışının azalması ile de gözlemlenebileceği ifade edilmiştir. Isı adasının meydana gelmesini ve yoğunluğunu

etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. En önemli faktör kentin nüfus yoğunluğu ve bu yoğunluğa bağlı olarak artış gösteren yapılaşmadır. Bu yapılaşmada kullanılan malzemelerin enerjiyi absorbe etme yahut yansıtma gibi özellikleri de yoğunluk üzerinde etkilidir.



Şekil 2. 2. Londra 2000 yılı yaz ayı için kentsel ısı adası yoğunluğundaki 24 saatlik değişim (Livingstone, 2006).

Yoğunluk üzerinde değişikliklere yol açan diğer faktörler arasında rüzgâr hızında gerçekleşen değişimler, kirlilik, su yüzeyleri ve vejetasyon gibi parametreler de etkili olmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar büyük oranda birbiri ile uyumlu durumdadır. Isı adası şiddetini gösteren sonuçlar rakamsal bakımdan farklılıklar içerse de yönelim bakımından aynı çatı altında toplanabilir.

### 2.1.1. Isı Adalarının Genel Özellikleri

Demircioğlu (2003) tarafından yapılan çalışmada farklı alanlarda çalışmalar yürüten bilim adamlarının enerjinin tanımlamasını çeşitli yollar ile yaptıkları ifade edilmiştir. Enerji; bir işin yapılabilmesinde gerekli olan etken, gereksinim duyulan işleri yaptırmakta gerekli olan kaynaktır. Bir başka tanımlamaya göre enerji, iş yaptıran, ortamın kinetik enerjisini ve maddenin gücünü artıran güçtür; bir işin yapılabilmesinde herhangi bir aracın çalışması ya da hareket edebilmesi için gereksinim duyulan

kaynaktır. Aynı biçimde, iş yapabilme gücü ya da gücün anlatımı da enerjiyi ifade etmektedir. Özellikle sanayi sektöründe, üretim amacıyla insanların gereksinimlerini karşılamak için doğrudan ihtiyaç duyulan bir varlıktır. Enerji, bir işletmenin çalışmalarını sürdürebilmesi için harcanması gereken güç olarak da tanımlanmaktadır ancak enerji bulunması zor olan ve harcanması da bir o kadar kolay olan bir güçtür.

Tarih öncesi dönemlerde insanlar, doğal çevreden sağladıkları imkânlar dâhilinde yaşamlarını sürdürebilecekleri barınaklar inşa etmişler, çevre ve iklim koşullarını dikkate alarak belli bir yaşam tarzı oluşturmuşlardır. Söz konusu dönemlerde ortaya çıkan iklimsel değişiklikler ve çevresel sorunların volkanik aktiviteler, eriyen buzullar, güneş ısısındaki değişiklikler, kıta hareketleri gibi doğal nedenlere bağlı biçimde ortaya çıktığı tahmin edilmektedir.

19. yüzyılda ortaya çıkan çevre sorunlarının temelinde ise endüstri devrimi yer almaktadır. İkinci Dünya Savaşı'nı takip eden ekonomik kalkınma süreci sonucunda ise çevresel sorunlar yerel ölçekten küresel ölçeye taşınmıştır. Bu süreçle birlikte başlayan ve özellikle son yıllarda çeşitli doğal afetlerle kendini hissettiren küresel ısınma, enerji krizi, çevre kirliliği, biyoçeşitliliğin azalması gibi çevre sorunlarının gittikçe daha büyük boyutlara ulaşması ise “sürdürülebilirlik” kavramını doğurmuştur.

Yorgancıoğlu, sürdürülebilirlik kavramını “dünya üzerinde tükenir-tükenmez kaynakların doğru biçimde kullanımı, tüketimin yönlendirilmesi” biçiminde tanımlamıştır (Yorgancıoğlu, 2004). Hoşkara (2007) ise sürdürülebilirlik kavramını “20. yüzyılda küresel ülke ekonomilerinin, politikalarının, teknolojinin, enerji kaynaklarının, üretimin, planlamanın ve hatta mimarinin tasarımına damgasını vuran en önemli kavram” olarak ifade etmiştir. Bu çerçevede sürdürülebilir mimarlık ise “içinde bulunulan şartlarda ve varlığının bütün dönemlerinde gelecek kuşakları da dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik veren, çevreye duyarlı olan, malzeme, su, enerji ve bulunduğu alanı en iyi biçimde kullanan, bireyin ve toplumun sağlığını, konforunu koruma amacı taşıyan yapılar ortaya koyma çalışmalarının tamamı” şeklinde tanımlanmaktadır (Sev, 2009).

Sürdürülebilirlik kavramı, sosyal adalet, çevre korunumu, ekonomi gibi kavramlarla kurgulanmıştır. Bu çalışmanın temel çıkış noktası olan çevre korunumu çerçevesinde toprak, atmosfer, okyanus, denizler ve su gibi biyolojik çeşitlilik bileşenleri bulunmaktadır. Günümüzde, canlı yaşamını tehdit eden en önemli sorunlardan biri, iklim değişikliği sorunudur. Nitekim yerkürenin sıcaklığı son yüzyılda

0.60 artmış olup kutuplarda yer alan buzulların erimeye başlamasından dolayı deniz yüzeyi 0.1 - 0.2 metre yükselmiştir. Bu gelişmeler dikkate alındığında insan yaşamını beklemekte olan ciddi tehlikeler de açığa çıkmaktadır (Çabuk, 2011; Watkiss et al., 2005).

Sürdürülebilirliğin çevre korunumu bileşenleri arasında yer alan atmosfer, sera gazı emisyonları sebebiyle ozon tabakasının bozulmasına ve iklim değişikliklerine yol açmaktadır. Bu başlık altında, çevresel sorunlar arasında yer alan “sera gazı etkisi”, sera gazı sebebiyle ortaya çıkan “küresel ısınma” ve “kentsel ısı ada etkisi” üzerinde durulacaktır.

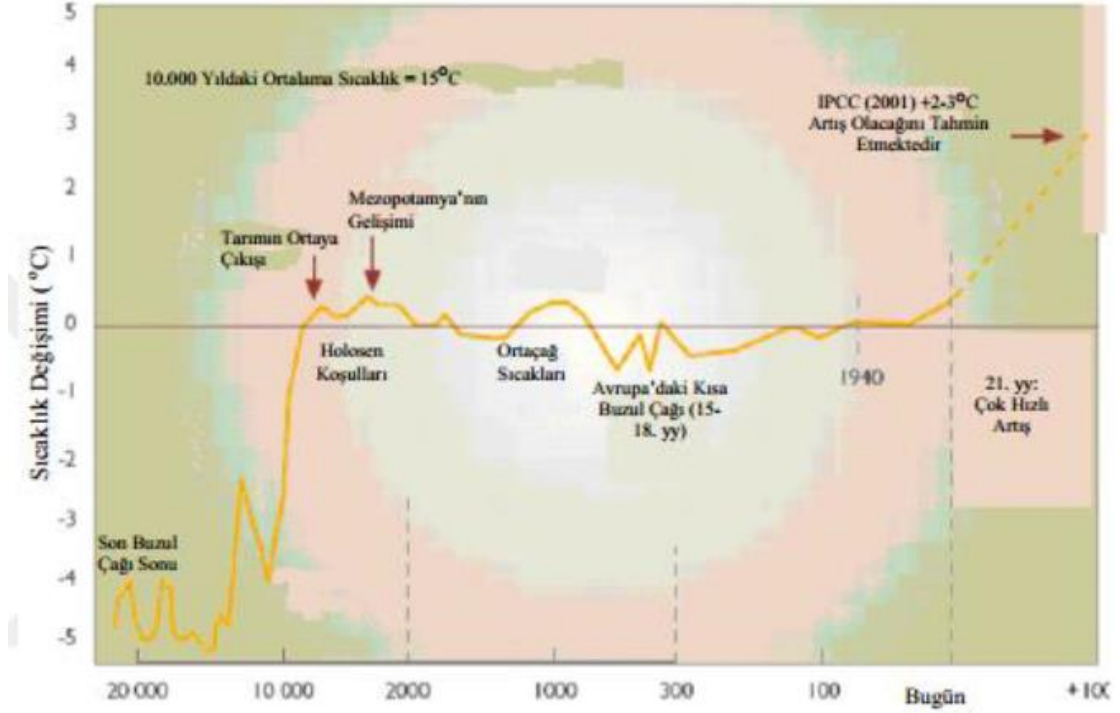
## **2.2. Sera Gazı**

Yerküreye ait sıcaklık dengesinin kurulmasında doğal sürecin bir parçası olan sera etkisinin meydana gelmesi, atmosferin kısa dalgalı güneş ışınlarını geçirme, uzun dalgalı yer ışımasını emme veya tutuma eğilimi ile doğrudan ilişkilidir.

Güneşten gelen dalgalı radyasyonun bir bölümü doğrudan atmosfer tarafından uzaya aktarılmakta olup bir bölümü yeryüzü tarafından emilmektedir. Yeryüzünün ısınmasıyla salınan uzun dalgalı radyasyonun önemli bir kısmı yeniden atmosfer tarafından emilmektedir. Atmosferde bulunan gazların kısa dalgalı güneş ışınlarına karşı çok geçirgen bir yapıya sahip olması, yeryüzünden giden uzun dalgalı radyasyona karşı biriken sera gazlarından dolayı daha az geçirgen olması sonucunda, yere yakın olan kısımlar beklenenden daha fazla ısınmakta ve bu durum “atmosferin sera etkisi” olarak tanımlanmaktadır (Öztürk, 2002).

### **2.2.1. Sera Gazının Kentsel Isı Adası Etkisi**

İnsanlara ait aktiviteler, sanayi alanında yaşanan gelişmeler, kentsel yapılaşmanın artışı enerjiye duyulan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Bu durum sonucunda doğal kaynakların kullanımında bir artış ortaya çıkmış ve petrol, kömür, fosil yakıtların kullanılması sonucunda sera gazı emisyonları meydana gelmiş, dolayısıyla yüzey ve hava sıcaklıklarında belirgin değişiklikler ortaya çıkmıştır.



Şekil 2. 3. Dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının son 20.000 yıldaki değişimi (Yüksel, 2005; WHO, 2003).

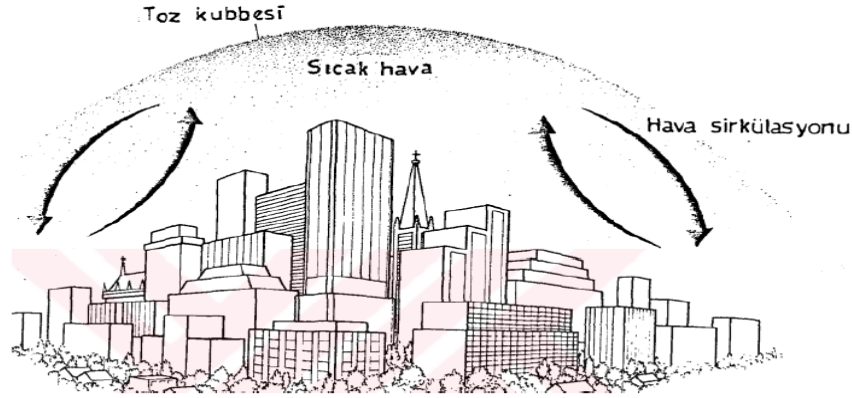
### 2.3. Kentsel Isı Adası

Öncelikli olarak birbiri ile sıklıkla karıştırılan ve bu çalışmada sıkça kullanılan ısı ve sıcaklık kavramlarının açıklanması yararlı olacaktır. Isı, cisimlerin moleküllerinin hareketleri ile ilgili olan bir iç enerjidir. Sıcaklık ise ısının dışarıya etkisinin göstergesidir. Dolayısıyla sıcaklık, yalnızca bir cismin ne derece sıcak- soğuk olduğu hakkında bilgi verir. Bir cismin ya da maddenin ne kadar iç enerjiye sahip olduğunu göstermez. Sıcaklıkları aynı olan bir semaver ile bir bardak suyun iç enerjileri (yani ısıları) aynı değildir.

Kentsel ısı adası ifadesinde yer alan ve açıklanması gerekli görülen bir başka kavram ise “ada”dır. Bu çerçevede “ada”, “imar adası” ve “kentsel ısı adası” ifadelerinin tanımlanması yerinde olacaktır. “Ada”, etrafı yollarla sınırlanmış ve çoğu parsellerle ayrılmış arsa ve bu tür arsaları kapsayan yapılar takımıdır (Hasol, 2012). “İmar adası” ise adanın, imar planında yer alan esaslar doğrultusunda oluşturulan biçimidir. “Kent adası” ise kentin kurulduğu, yeni bir çevreye veya yapıya sahip olan ve yerleşimlerden

önceki özelliklerinin neredeyse kaybetmiş olan alanlar olarak ifade edilmektedir (Akay, 1996).

Kentler, üzerinde yer aldıkları doğa parçasını her bakımdan değiştirmekte ve yeni çevresel koşulların oluşmasına neden olmaktadır. Bölgenin ekolojik yapısı, topografyası, atmosfer özellikleri de değişmekte ve ayrı bir ekolojiye, topografyaya, atmosfere sahip olmaktadır (Akay, 1996). Kentlerde yoğunlaşmış ısı kaynaklarının yer alması, kentsel yüzey malzemelerinin gündüz saatlerinde güneşten alınan ısıyı depolaması ve geceleri bırakması, kış ve yaz aylarında kullanılan iklimlendirme cihazları gibi faktörler sonucunda kent üzerinde toz kubbeleri oluşmaya başlamaktadır (Şekil 2.4.). Böylelikle kentler, insan faaliyetleri sonucunda yapay alanlar oluşturmakta ve doğal ortamlarından farklı bir atmosfer sıcaklığı meydana getirmektedir. Bu farklı özelliklerden bir tanesi de günümüzde en önemli konular arasında yer alan iklim değişiklikleri ile bölgesel sıcaklıkların oluşmasına yol açan kentsel ısı adasıdır.



Şekil 2. 4. Kent ısı adası oluşumu (Akay, 1996).

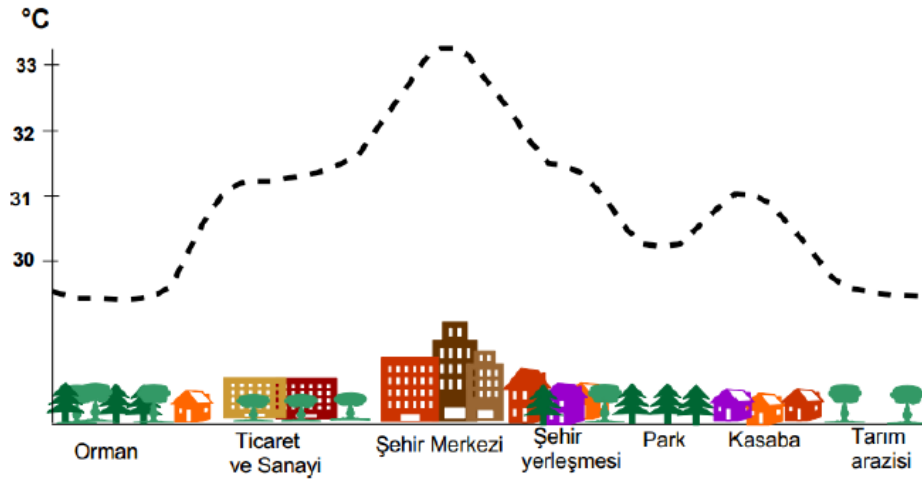
Kentsel alanlarda sıcaklığın artmasına neden olan faktörlerin başında, kent yüzeyini meydana getiren maddelere ait fiziksel özelliklerin doğal yüzeylerden farklı olması gelmektedir (Acar, 2005). Bu farklılıklar kentsel alanların yüksek katlı bina formları, engebe, sokak genişlikleri, kaldırım, asfalt genişliği gibi daha fazla yüzey malzemesine sahip olmasına karşılık, kırsal alanların doğal bir örtüye sahip olması biçiminde açıklanabilmektedir.

Kentsel alanlarda sıcaklığın artmasına neden olan önemli bir başka faktör de güneş enerjisidir. Güneş ışınları kentsel alanlar üzerinde, kırsal alanlardan çok daha

farklı bir etki göstermektedir. Yeryüzü, güneşten alınan enerjiyi geri vermekte ve atmosferin ısınmasında önemli bir role sahip olmaktadır. Fakat yeryüzü taş, toprak, su, bitki örtüsü gibi farklı malzemelerden oluşmaktadır ve bu farklı malzemeler aldıkları enerjiyi geri verme ya da soğutma noktasında birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Doğada bulunan her malzeme güneş ışınlarını farklı oranda yansıtılmaktadır.

Kentlerde bina cephelerinde kullanılan malzemeler, kaldırımlar ve asfalt yollar, çatı yüzeyleri gibi farklı malzemeler gün boyu güneş enerjisini absorbe eder ve gece saatlerinde yavaş yavaş atmosfere gönderirler. Dolayısıyla atmosferin sıcaklığı kırsal alanlarda daha hızlı azalırken, kentlerde daha yavaş gerçekleşir. Bu durum da belirgin sıcaklık değişimlerine yol açar. Kentsel alanda yer alan bir park ile yine kentsel alanda yer alan yüksek katlı binalar, kırsal alanla aynı iklimsel özelliklere sahip olsalar dahi birbirinden farklı sıcaklıklara sahiptir. Kentsel ve kırsal alanların iklimi karşılaştırıldığında, kentsel ortamlar kırsal ortamlara kıyasla yıllık ortalama sıcaklık bakımından 1°- 2°C daha sıcaktır. Bazı alanlarda bu sıcaklık farkı 6° ila 12°C'ye kadar çıkabilmektedir. Kentsel alanlarda aşırı ısınmaya bağlı oluşan termik hava sirkülasyonu gün içinde havadaki kirliliğin artması ile birlikte kent üzerinde bir sis örtüsü oluşmasına neden olmaktadır. Bu örtü, gece boyu kentin üzerine çökmekte ve orada kalmaktadır. Havanın yatay yönde hareket edememesi, yüksek oranda nem ve toz içermesi, kentsel havanın dayanılmaz derecede bunaltıcı olmasına yol açmaktadır (Yüksel, 2005).

Şekil 2.5.'te görüldüğü gibi tarım arazileri ve ormanların yer aldığı doğal alanlara oranla, kentleşme ve yüksek katlı binaların bulunduğu alan, sıcaklığın en yüksek olduğu alandır.



Şekil 2. 5. Şehir ve kırsal kesimde öğleden sonra sıcaklıklarının dağılımı. (Karakuyu, 2002).

Güneşten gelen radyasyon dünyanın atmosferine çarptığında, bu radyasyonun bir kısmı uzaya geri dönerken, geri kalan kısmı atmosfere girmektedir. Giren enerji (%100) olarak değerlendirilirse; %7'lik kısmı atmosfere dağılır, %24'lük kısmı bulutlardan uzaya yansıtılır, %4'lük kısmı ise yerden uzaya yansır. Bu bilgiler ışığında atmosfere giren enerjinin %35'i doğrudan uzaya yansıtılmaktadır. Yansıyan bu %35'lik bölüm "albedo" olarak isimlendirilmektedir (Yılmaz, 2013).

Güneş ışınlarından gelen enerjinin bir bölümünün atmosferde, bir bölümünün yeryüzünde tutulduğu görülmektedir. Bu tutulma ozon katında %3, atmosferde %13 ve bulutlarda %1.5 olup toplam enerji miktarı %17.5'tur. Gelen enerjinin %22.5'i ise yeryüzünde tutulur. Bulutları aşarak yere ulaşan enerji %14.5'tir. Atmosferde gerçekleşen tutulmadan geriye kalan enerji ise %10,5'tir. Bu durumda yeryüzüne gelen toplam enerji miktarı %47.5'tir. Şekil 2.5'de yer alan atmosferin enerji bilançosuna göre atmosferde ve yeryüzünde tutulan enerji birbirinden farklıdır. Gelen enerjinin büyük bir kısmı yeryüzünde tutulmaktadır.

Bu noktada, atmosfer ve yeryüzü arasındaki sınır tabakasında meydana gelen ısı transfer yöntemlerinden de bahsetmek gerekir. Gelen enerji dağılımının bir sonraki adımı ısı transferinin kondüksiyon yoluyla sağlanmasıdır. Kondüksiyonla ısınan yeryüzüne dokunan atmosferde ısınma gerçekleşir ve içerisinde dikey hava hareketi (konvansiyon) başlar. Böylece yerdeki enerji atmosfere aktarılır. Atmosferde

gerçekleşen yoğunlaşma doğrultusunda içlerinde sakladıkları gizli ısı da atmosfere enerji aktarımı sağlar. Geriye kalan enerji ise yeryüzünden uzun dalgalı radyasyon olarak salınır (Yılmaz, 2013).

Bu açıklamalar sonucunda aynı enerji bilançosuna sahip olan alanların aynı sıcaklık değerlerine sahip olması beklenmektedir ancak günümüzde durum böyle değildir. İklim, kentleşme, bitki örtüsü gibi mikro ölçekte gerçekleşen değişimlere neden olarak mezo ölçekte kentsel alanlarda kentsel ısı adası oluşumu meydana gelmiş ve hatta kıtasal boyutlara ulaşarak makro ölçekte de sıcaklık değişikliklerinin oluşmasına neden olmuştur.

### **2.3.1. Kentsel Isı Adası Oluşum Nedenleri**

Kentsel ısı adası oluşmasına yol açan temel faktörler arasında kentleşme, nüfus yoğunluğu, kent geometrisi, kentsel yüzey malzemeleri, kentte bitki örtüsünün azalması ve antropojenik ısı sayılabilir.

#### **2.3.1.1. Kentleşme ve Nüfus Yoğunluğu**

Kentsel alanlardaki yaşam şartları, çalışma koşulları, sanayi alanındaki gelişmeler, kentsel alanların kırsal alanlardan daha cazip bir konuma ulaşmasını sağlamış ve kentlere göçü cazip hale getirmiştir. Kentlerde yaşayan nüfusun gittikçe artması sonucunda bu nüfusunun gereksinimleri de artmakta, trafiğin, konutların yoğunluğu, sanayi ve benzeri alanlar gelişme göstermektedir (Yüksel, 2005). Nüfusun yoğun olduğu yerlerde özellikle rant ve rekabetin artmasıyla beraber arsa fiyatlarında da yükselme meydana gelmiştir. Arsa taban alanlarının fiyatlarının yüksek olması, yapıların düşeyde ilerlemesini teşvik etmiş ve yüksek katlı yapıların oluşmasına yol açmıştır. Yüksek katlı yapılar kentte gerçekleşen hava akımını engellemekte ve kentsel iklimin değişmesine, kentsel ısı adalarının oluşmasına neden olmuştur.

### 2.3.1.2. Hava Kirliliği

Hava kirliliği, kentsel ısı adalarının oluşmasında temel faktörlerden biridir. Sanayide fosil yakıtların kullanılmasının yanı sıra ısıtma ve serinleme gibi amaçlarla kullanılan iklimlendirme cihazları ve motorlu taşıt egzozlarının neden olduğu kirletici gazlar, hava kirliliğinin temel nedenleri arasında yer almaktadır. Kentsel alanlarda sanayi bölgelerinden çıkan gazlar (karbondioksit, kükürt dioksit, karbon monoksit, ozon, azot bileşikleri vs.) bir süre boyunca havada asılı kalarak kirlilik oluşmasına yol açmaktadır.

### 2.3.1.3. Kentsel Yüzey Malzemeleri

Kentlerde gerçekleşen büyüme, arazi kullanımında ortaya çıkan değişiklikler, yeşil alanlarda azalma, yoğun ve yüksek katlı binalar, trafik yoğunluğundaki artış, sokakların darlığı, beton ve asfalt kullanımı, sanayileşme ve bunun sonucunda ortaya çıkan fabrikalar, kent yüzeyini kaplayan kentsel çevre albedoları (güneş yansıtıcılar), küresel ölçekte iklimsel değişikliklere yol açmaktadır. Kentsel alanlarda toprakların azalması ile gün boyunca gelen güneş ışınlarının kentteki yollar ve yapılar tarafından absorbe edilmesi, gece sıcaklıklarının yükselmesine neden olmaktadır. Parlak, cilalı ve açık renkli yüzeylere sahip olan cisimler, ışınları fazlasıyla yansıttıkları için çok fazla ısınmamaktadır. Koyu renk, pürüzlü ve mat yüzeylere sahip cisimler ise ışınları yansıtılmakta ve emmektedir, bu nedenle çok fazla ısınmaktadır (Yüksel, 2005).

Bina cephelerinde kullanılan çeşitli malzemeler, asfalt yollar, bina çatılarının yüzeyleri, kaldırımlar, yollar farklı ısınma ve soğuma özellikleri göstermekte olup Şekil 2.7.'de farklı kentsel yüzey malzemelerinin albedo değerlerine yer verilmektedir. Kentlerde farklı alanlarda kullanılan yüzey malzemeleri ve yüzeylerin sahip olduğu renk tonları kentlerde farklı sıcaklık adaları oluşmasına yol açabilmektedir.

Kent geometrisi, yüksek yapılar ile sokak derinliklerini kapsayan, araştırmacılar tarafından genel olarak "kanyon etkisi" olarak adlandırılan durumdur (EPA, 2009). Kentlerde yapılaşma gerçekleşmeden önce tek bir yüzeye sahip olan alanlar söz konusudur. Yapılaşmanın gerçekleşmesiyle birlikte birden fazla yüzey alanı ortaya çıkmakta ve bu da güneş ışınlarının yansıma açılarını etkilemektedir. Bu nedenle binaların boyutları, aralarındaki mesafe ve yükseklikleri önemli bir etken haline

gelmektedir. Bina formları, geometrik açıdan uygun yapılaşmalar, sokak genişlikleri ve sokak - rüzgâr yönü ilişkisi kent geometrisinin temel belirleyicileridir ve kent geometrisi kentteki mevcut hava sıcaklığını etkilemektedir (Yılmaz, 2013).

Kent geometrisindeki sokak derinlikleri ve yönleri gibi etkenler, yerel ve hâkim olan rüzgârları içine almayacak biçimde olması, sokaklarda bina cephelerinin sokak derinliği nedeniyle güneşten gelen ısıyı gökyüzüne yeniden yansıtamamaları, dış mekân yüzeylerinde kullanılan yüzey malzemelerinin güneşten gelen ısıyı depolayıcı niteliklere sahip olması ve ortamsal sıcaklığın düşmesi durumunda ısının yayılması gibi faktörler kentsel ısı adalarının oluşmasında temel role sahiptir (Çelik, 2011).

Sokak derinliği oranı, sokağın her iki tarafında yer alan binaların ortalama yüksekliğinin (Y) sokağın ortalama genişliğine (G) oranıdır (Y/G). Bu oranın artması halinde derinlik de artmıştır. Derin sokaklarda ise yan yüzeyler/cepheler oran bakımından birbirine yakın konumda bulduklarında, güneş ışınlarının tekrar gökyüzüne gönderilmesi mümkün olmamakta, en kesit boyunca bütün yüzeyler ısıtmaya yol açmaktadır. Sokak derinliği oranının düşük olması halinde ve kentte yansıtıcılığı artırılmış yüzey kaplama malzemeleri kullanılması, ağaçlandırma yapılması gibi etmenler sonucunda ise en kesit boyunca ısı depolaması en aza indirilebilmektedir. İç mekânlar daha az miktarda ısınırken dış mekânlar çok daha konforlu bir hal alabilmektedir. Bitkiler, güneş ışınlarını hem kullanmakta hem de yaymaktadır; araçlar ve bina cepheleri üzerine gölge sağlamaktadır (Çelik, 2012; Santamouris, 2011).

#### **2.3.1.4. Kentsel Alanlarda Azaltılmış Bitki Örtüsü**

Kentsel alanların geliştirilmesinde arazi kullanımında yapılan değişiklikler sonucunda bitki örtüsünün azalması söz konusu olabilmektedir. Azalan bitki örtüsü sonucunda ise toprak erozyonu, sıcaklık artışı, havada kirlilik, kentte toz ve gürültü seviyesi artışı meydana gelmektedir.

Kentte yeşil alan miktarının fazla olması, kentte sıcaklığın düşürülmesinde etkilidir. Ağaçlar, kent atmosferi içinde bulunan  $\text{NO}^2$ ,  $\text{SO}^2$ ,  $\text{CO}^2$ ,  $\text{O}^3$  ve partikül maddeleri tutmakta, hava kalitesinin artmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Yeşil ve bitkisel alanların kentteki gürültü miktarını azaltması, sera etkisini azaltması, hava kirliliğinin önüne geçmesi, oksijen üretimi sağlaması; kentleşmenin olumlu yönde bir

gelişme göstermesini ve daha yaşanabilir, sürdürülebilir kentsel alanların oluşturulmasını sağlamaktadır.

## **2.4. Kentsel Isı Adası Sınıflandırması**

Kentsel ısı adaları, atmosfer arası katmanları ve farklı atmosfer yüzeyleri için farklı özellikler göstermektedir. Ve birbirinden farklı oluşum mekanizmalarına sahiptir (Bayraktar ve Gerçek, 2014). Bu sebeple kenti etki altına alan ısı adası, kentsel yüzey ısı adası ve kentsel atmosferik ısı adası olarak iki tip olarak incelenmektedir.

### **2.4.1. Kentsel Yüzey Isı Adası**

Kentsel yüzey ısı adaları, kentte oluşan yüzey sıcaklıklarıyla ilgilidir. Kentsel yüzey malzemeleri ve bu malzemelerin renkleri ısınma - soğumada doğrudan etkili olan etmenlerdir. Kullanılan yüzey malzemelerinin rengi, güneşten gelen ışınların yansıtılması ve emilmesinde belirleyici özelliklere sahip olabilmektedir. Bu çalışma çerçevesinde ısı adalarından “kentsel yüzey ısı adası” incelenecek ve ele alınacaktır.

Koyu renge sahip nesnelere, gelen ışınları absorbe etme eğiliminde olup bu bakımdan bu nesnelere yüksek ısınma kapasitesine sahiptir. Açık renkte olan, cilalı ve parlak nesnelere ise koyu renkli nesnelere aksine güneşten gelen ışınları yansıtma eğilimine sahiptir ve bu nedenle çok fazla ısınmazlar (Yılmaz, 2013).

Kent alanlarında bina yüzeyleri miktarının oldukça fazla olması, kaldırımlar, asfalt yollar ve kent yüzey malzemeleri bakımından kırsal alanlara göre daha farklı bir sıcaklık değeri söz konusudur. Güneşli ve sıcak bir yaz gününde çatılar, kaldırımlar gibi kentsel yüzeyler 27° ila 50° C olabilirken, kırsal alanlar daha nemli ve gölgeli yüzeylere sahip olması sebebiyle genel itibariyle çok daha serin olmaktadır (EPA, 2009). Cisimlerin sahip oldukları özgül ısı değeri de sıcaklık dağılışı üzerinde etkili olmaktadır. Özgül ısı yani ısınma ısı bir maddenin sahip olduğu birim kütlenin, sıcaklığın birim değerini artırmak için gereken ısı enerjisi miktarıdır. Birim zamanda ve birim hacimde bulunan, özgül ısıları farklı olan cisimlere aynı enerji verildiğinde; özgül ısı daha düşük olan cisim daha fazla ısınmaktadır. Aynı şekilde, ısı kaybetme döneminde de

özgül ısısı daha düşük olan cisimler daha çok ısı kaybetmekte ve daha hızlı soğumaktadır. Bu özellik doğrultusunda yeryüzünde yan yana bulunan farklı yüzeylerin, farklı ısı değerine ve sıcaklık şartlarına sahip olması mümkün olabilmektedir (Yılmaz, 2013).

Kırsal alanlarda taş ve toprak yüzeylerin bulunması ve bu yüzeylerin özgül ısısının düşük olması nedeniyle ısınma ve soğuma eylemleri hızlı gerçekleşmektedir. Kentlerde ise tuğla, asfalt, beton türü malzemelerin özgül ısısı daha yüksek olup bu alanlarda sıcaklık artışı ve azalışı yavaştır. Bu bakımdan kentsel yüzeylerde kullanılan malzemeler ile arazi kullanımında gerçekleşen değişiklikler sonucunda kırsal alanlardan farklı olan yüzey sıcaklıkları meydana gelmektedir.

Kentsel yüzeylerde kullanılan malzemelerin sıcaklığı etkilemesinin nedeni, bu malzemelerde termal yayılım ve termal iletkenlik özelliklerinin bulunmasıdır. Termal iletkenlik, maddenin kondüksiyon aracılığıyla enerji transfer edebilme kapasitesini ifade etmektedir. Termal yayılımsa maddenin kendi içindeki enerji dolaşım kapasitesi olarak ifade edilmektedir. Bu iki özellik, özgül ısının türevleridir ve özgül ısı ile bu özellikler birleştiğinde maddeye enerjinin hapsedilmesi ya da enerjinin transfer edilmesi özelliği ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 2013).

Uydudan ve havadan elde edilen görüntülerle yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi yapılabilmektedir. Bu yüzey sıcaklıkları belirlenmesi esnasında farklı bilgisayar programları veya simülasyonlar ile uygu görüntüleri - havadan elde edilen veriler kullanılmakta, gerçek üç boyutlu, iki boyutlu ya da tek boyutlu sıcaklık veri dağılımları elde edilebilmektedir (Yüksel, 2005).

#### **2.4.2. Kentsel Atmosferik Isı Adası**

Kentsel alanlarda yeşil alanların azalması ve yoğun yapılaşma sonucunda ortaya çıkan değişiklik ve iklim farklılaşmalarında, kentin tamamında ya da bir bölümündeki hava sıcaklıklarının belirlenmesi ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalar bu grupta yer alır (Yüksel, 2005). Kentsel atmosferik ısı adası iki ana başlıkta incelenebilir: Kentsel örgü tabakası ve kentsel sınır tabakası ısı adası.

Kentsel örtü tabakası, bireylerin yaşamakta olduğu hava tabakasında yer alan ve binaların çatılarıyla yer yüzeyi, binalar arasında kalan bölgeyi içermektedir (EPA,

2009). Kentsel sınır tabakası ısı ise kentsel örtü tabakasının üstünde yer almaktadır (Yüksel, 2005).

Atmosferik sıcaklıklar ile yüzey sıcaklıklarının arazi kullanım alanlarına ve gece - gündüz olaylarına göre değiştiği görülmektedir. Gece saatlerinde yüzey sıcaklığı, atmosferik sıcaklık ile hava sıcaklıkları arasında bir ilişki söz konusu iken gündüz saatlerinde azalmakta ve bazı bölgelerde tersine dönmektedir. Bu durum sonucunda kırsal ve kentsel alanlar arasında sıcaklığın farklı seviyelerde olması nedeniyle kentsel ısı adası etkisi açığa çıkmaktadır.

## 2.5. Yapılaşma ve Kentsel Isı Adası

Kentlerde gerçekleşen büyüme ve gelişme sonucunda, arazi kullanımı ile ilgili değişiklikler ve doğal arazi örtüsünde azalma meydana gelmiştir. Tarım alanları ya da sulak alanlar, orman türünde bir yüzey örtüsüne sahip olan bölgeler, yapılaşma sonucunda bu doğal alanların azalmasına yol açarak yeni kentsel yüzeyler oluşturmaya başlamıştır.

Kırsal alanlarda enerji geri yansımada herhangi bir engele takılmazken, kentsel alanlarda yüksek katlı yapılar, sokak genişlikleri vb. kent geometrisini etkileyen faktörler nedeniyle kentte hapsolmakta ve geri yayılımda gecikmeler oluşmaktadır. Bu durum sonucunda kentsel alanlarda iklim değişiklikleri ortaya çıkmakta ve kentsel alanlarla kırsal alanlar arasında önemli ölçüde sıcaklık değişimleri meydana gelmektedir.

Kent geometrisi, bina cephelerinde kullanılan malzemeler, sokak genişlikleri, kaldırımlar, antropojenik ısı kaynakları, aynı bölgede bulunan kent parkları ve yapılaşmanın yoğun şekilde seyrettiği alanlarla kıyaslandığında farklı sıcaklık değerlerine sahip olması, kentlerde gerçekleşen yoğun yapılaşmadan kaynaklanmaktadır.

Kentsel ısı adası oluşturan etkenler (kentleşme, nüfus yoğunluğu, antropojenik ısı, kentsel yüzey malzemeleri, hava kirliliği, kent geometrisi, azalan bitki örtüsü) daha önceki başlıklarda açıklanmıştır. Bu durumda "Söz konusu olumsuz etkilerin azaltılması için ne yapılmalıdır?" sorusu gündeme gelmektedir.

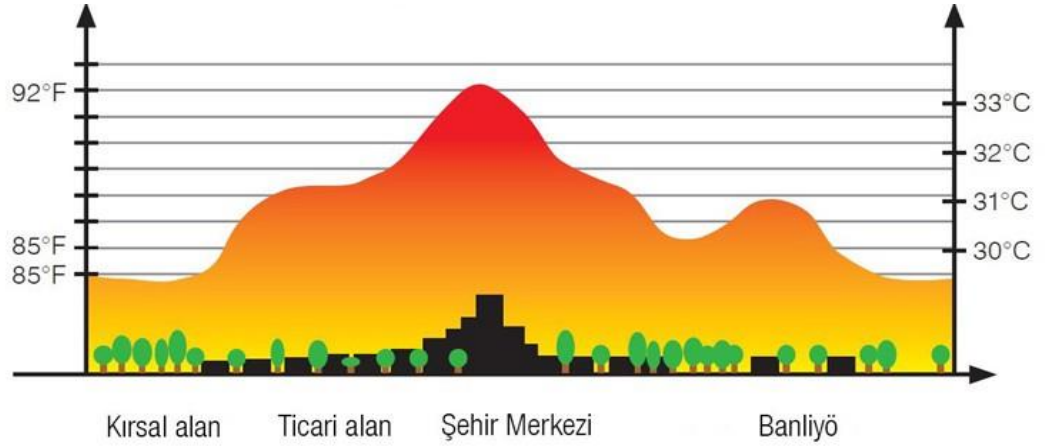
Günümüzde, kentsel alanlarda meydana gelen gelişmeler ile yapı alanlarının gittikçe arttığı görülmektedir. Bu durumda mevcut yapılara müdahale edilmesi çözüm

alternatifi oluşturmak bağlamında asfalt yol, çatı, kaldırım yüzeyleri gibi kentsel ısı adası etkisini en aza indirecek çalışmalar yapılması büyük önem taşımaktadır. Kentsel yüzeylerde güneş ışınlarına en fazla maruz kalan bölgeler çatılardır. Bu nedenle de kentsel ısı adası oluşumunda da önemli bir role sahiptir. Kentlerde yer alan mevcut yapıların çatı yüzeylerine müdahale edilmesi hem çevreci hem de pratik bir uygulamadır. Çatı yüzeylerinin çatı bahçeleri, yeşil çatılar veya güneş ışınlarını yansıtıcı özelliğe sahip olan serin malzemelerle kaplanması ile serin çatılar elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

Bitki örtüsüne sahip olan yeşil çatıların ya da güneş ışınlarını büyük oranda yansıtan serin malzemeler kullanılan çatılar kullanılması durumunda, çatı yüzeylerinin korunması ile bölgesel sıcaklık oluşumu en aza indirilebilir.

Asfalt yollar ve kaldırımlar; kentlerin büyümesi, gelişmesi ile birlikte gittikçe artmaktadır. Asfalt yollar eskidikçe albedo değeri de artmaktadır. Beton yollar eskidikçe albedo değeri azalmaktadır. Bunun nedeni, asfaltın bitüm nedeniyle koyu renkli olması ve betonun asfalta göre daha açık bir renge sahip olmasıdır.

Albedo değerinin yükselmesi ışığın çok daha fazla yansıtılabilmesi anlamına gelmektedir. Düşük albedo değeri, ışığın daha az yansıtılması, ısının daha fazla tutulması demektir. Şekil 2.6'da ifade edildiği gibi şehir merkezlerindeki asfalt yollar ısıyı daha fazla tutarak kentsel ısı adası sıcaklığının artmasına neden olmaktadır (Anonim, 2020b).



Şekil 2. 6. Kentsel ısı adası oluşumu (Anonim, 2020b).

Kent ısı adası oluşumu ile birlikte şehirlerin sahip oldukları iklim ortalamaları sapma eğilimine girer. En temelde kent ısı adası; o şehrin sahip olduğu sıcaklık ortalamalarını yükseltir. Sıcaklık değerlerinin yükselmesi ile birlikte, sıcaklık ile ilişkili olan tüm meteorolojik parametreler de zaman içinde değişime uğrar. Yıllık yağış rejimleri, karlı gün sayıları gibi parametrelerin değişimi ile birlikte bölgenin su bütçesi dahil, ekolojik ve biyolojik birçok değişim gözlemlenebilir. Zaman ile bu değişiklikler, o bölgenin yaşanıla birliğinin dahi sorgulanmasına sebep olacak olaylara (kıtık, kuraklık) sebebiyet verebilir. İşte bu tür sebeplerden ötürü kent ısı adası kavramı günümüzde incelenip araştırılması gereken bir konu haline gelmiştir.

## 2.6. Kentsel Isı Adası Etkisini Azaltma ve Enerji Tasarrufu

Tuğla, beton, cam ve geçirimi olmayan geniş alanlar ile döşenmiş yollar, kentsel alanlarda ısınmaya doğrudan katkıda bulunmakta ve kentsel alanların kırsal alanlardan daha sıcak olmasına neden olur. Bu durum “kentsel ısı adası etkisi” olarak tanımlanır. Isı adası etkisi oluşmasında en önemli neden, kentsel gelişim dolayısıyla nüfus yoğunluğunun giderek artması ve dolayısıyla bitki örtüsü ve suyun büyük oranda azalmasıdır. Örneğin, bitki örtüsüne sahip olan bir alanın arazisi, bir bina inşa etmek için asfalt ve betonla kaplanmakta, böylece gündüz saatlerinde muhafaza edilen, emilen ısı gece saatlerinde açığa çıkmaktadır. Aynı şekilde gündüz saatlerinde klima, araç egzozu, fabrika gibi araç veya yerlerden çıkan ısının eklenmesi, bu ısının absorbe

edilmesi için yeterli bitki örtüsü bulunmaması, kentsel sıcaklık seviyesindeki artışın bir başka nedenidir. Isı adaları, yaz aylarında en üst seviyeye ulaşan enerji talebini, hava kirliliğini, klima giderlerini, sera gazı emisyonlarını, ısıya bağlı hastalık ve ölüm oranlarını, su kalitesini artırmakta toplumsal yapıda yer alan bireyleri etkileyebilmektedir (Sheweka, et. al 2012).

Bu sorun için muhtemel çözüm, bitkilerin buharlaşma ısısı yoluyla atmosferde bulunan sıcaklığı düşürmesidir (Sheweka, et. al 2012). Yeşil cepheler, tıpkı kentsel yüzeylere uygulanan herhangi bir kaplama malzemesinde olduğu gibi güneşi kısmen gölgelemekte ve ısıl dirençte iyileşme elde edilmesini sağlamaktadır. Bu tür uygulamalar, güneş radyasyonunu emmekte yaprak buhar soğurumunu (yaprakların yakaladığı yağmur sularının buharlaşması ve bitkinin kökleri ile aldığı suyun terlemesi) ve soğutma etkisini yaratarak kendi mikro iklimini meydana getirmektedir (Çerçi, 2018).

Yüksek miktarlarda güneş ışınları ve buhar soğurumu yoluyla ısı artışının engellenmesini sağlayan latent ısıya (algılanmayan, yoğunlaşmış ısı) dönüştürebilmektedir. Ayrıca tamamen yeşilliklerle kaplanmış bir cephe, yeşillik türüne ve miktarına bağlı olarak alınan güneş ışınlarını %40 ila %80 oranında absorbe edebilmekte veya yansıtılabilmektedir. Kentsel alanlarda cephe malzemeleri üzerinde yükselen sıcak hava, yukarıdan gelen temiz hava ile yer değiştirmekte ve ısı adası etkisinin azalmasını sağlamaktadır. Bu nedenle cephe yüzeylerinde yer alan sıcaklık, çevre alanlardan daha düşük seviyede olma eğilimindedir.

Kısacası, bitki örtüsü bir bariyer gibi radyasyonun içeri değil dışarı aktarımının engellenmesini sağlayan potansiyel bir yalıtım aracına dönüşür. Yaz aylarında sıcak iklimlerde bina yüzeyinde son derece önemli ve gerekli görülen soğutmanın sağlanması, binada iç mekân konforu ve iklimi üzerinde de doğrudan etkiye sahip olabilmektedir. Dolayısıyla yeşil cephelerin ısıyı daha az hapsedmesi ve yansıtması, aynı zamanda buharlaşmaya da yol açması, kentsel iklimin daha soğuk olmasına yardımcı olmakta ve kentsel ısı adası etkisinin de azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

## 2.7. Çalışma Alanı Özellikleri

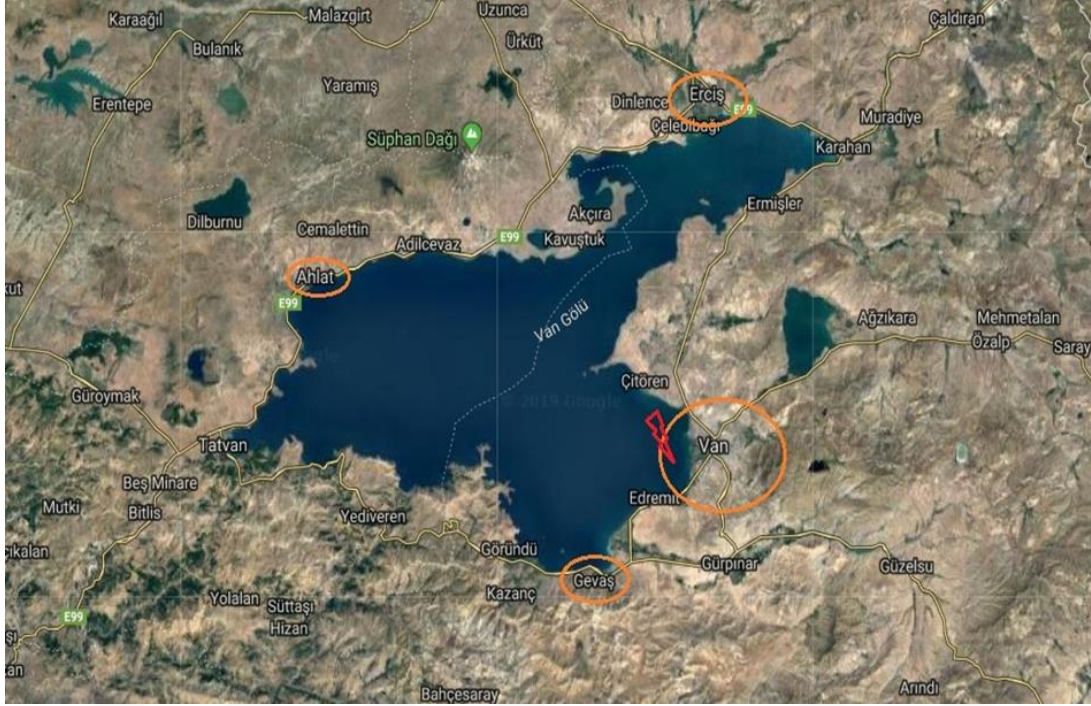
Bu çalışmada Van kent merkezinde kent ısı adası oluşumu uydu görüntüleri ve meteorolojik ölçümler vasıtasıyla incelenecektir. Bu oluşumu saptayabilmek için ise; kent merkezi dışında şehirleşmenin yoğun yaşanmadığı veyahut tamamen taşrada kalan 3 deney noktası belirlenmiştir. Bu deney noktalarını seçerken Van kent merkezine yakın olması ve benzer iklim olaylarının görülmesi deney noktalarının güvenilirliği açısından önem arz etmektedir. Çalışma alanı olarak Van merkez meteoroloji istasyonunu kullanırken, deney noktaları olarak; Erciş, Gevaş ve Ahlat ilçeleri belirlenmiştir. MODIS uydusundan elde edeceğimiz yüzey sıcaklık verileri ve istasyon verileri ile birlikte, kent ısı adası oluşumu alansal olarak incelenecektir.

Van, Doğu Anadolu Bölgesinde Yukarı Murat-Van Bölümünde yer almaktadır. Son nüfus sayımına göre nüfusu; 1 milyon 123 bin 784'dür. Türkiye'nin 6. büyük ilidir. Van, Doğu Anadolu Bölgesinin volkanik dağlarla kaplı çukur kesiminde bulunan Van Gölü'nün doğu kıyısına 5 km uzaklıkta çok az meyilli bir arazi üzerine kurulmuştur. Rakımı yaklaşık 1725 m'dir. Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü yüksek dağların ortasında bir çöküntü durumundadır. Çevredeki yüksek dağlar Van ilinin sınırını oluşturur (Anonim, 2020c).



Şekil 2. 7. Türkiye haritası üzerinde Van ilinin yeri. (Anonim, 2020d).

Van ve çevresinde karasal iklim hüküm sürmektedir. Kıyısına kurulduğu Van Gölü sayesinde çevre illere göre daha ılık kışlar görülür. Bu iklim çerçevesinde, Van ve çevresine bozkır bitki örtüsü hâkimdir. Deney noktaları olarak seçtiğimiz diğer 3 ilçe de Van Gölü kıyısında yer almakta, benzer iklim ve coğrafi özellikler göstermektedir.

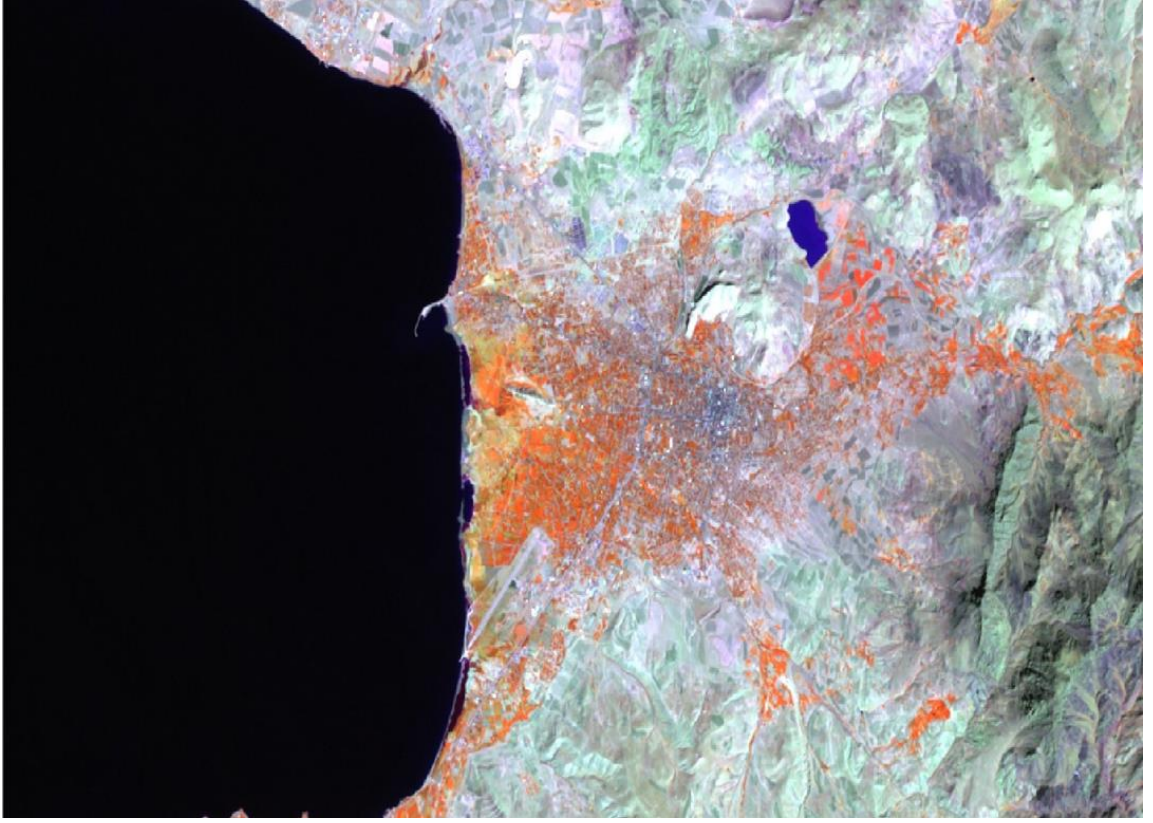


Şekil 2. 8. Van, Gevaş, Erciş ve Ahlat ilçelerinin harita üzerinde gösterimi (Anonim, 2020d).

Demografik açıdan çok kozmopolit olan Van şehrine; 1990 yılından itibaren yoğun bir göç yaşanmıştır. Bu süreçten günümüze, şehrin nüfusunda %38'lik bir artış meydana gelmiştir. (Yüceşahin ve Özgür, 2008) O dönem yaşanan terör olayları ve Kuzey Irak'taki savaş bu göçün yoğunluğu ve hızını arttırmıştır. Ayrıca 2011 yılında bölgede yaşanan deprem sonrası, yoğun ve hızlı bir kentsel dönüşüm süreci başlamış, bu durum kentin peyzajında gözle görülür değişimlere neden olmuştur. Deney noktaları olarak seçtiğimiz diğer 3 ilçe, iklimsel ve coğrafi açıdan Van ile benzer özellikler göstermektedir. Fakat kentleşme konusuna gelince aynı şeyleri söylemek mümkün değildir.

## 2.8. Uydu Görüntüleri ile Geçmişten Günümüze Van Kenti

Köyden kente göçün tüm ülke çerçevesinde arttığı ülkemizde, Doğu Anadolu Bölgesindeki en önemli adreslerden birisi de Van kenti olmuştur. Van kentinde 1990'lı yıllarda genellikle müstakil evlerin yoğunlukta olduğu bir kent yapısı göze çarpmaktadır. Müstakil evler çoğunlukla 2-3 katlı binalardan oluşmakta ve tüm aile bireylerinin birlikte yaşayıp, sosyal hayatlarını birlikte sürdürebildikleri bir adet bahçeden oluşmaktaydı. Fakat nüfus artışı ve yoğun göçten dolayı, bu yapılar yerlerini yüksek katlı binalara bırakmıştır ve bu bahçeli evlerin sonunu getirmiştir. Bu yüksek binalar kent ısı adası oluşumundaki en önemli nedenlerden birisidir.



Şekil 2. 9. Van kenti 2002 Landsat5 uydusu, 30 m çözünürlükteki görüntü.

Şekil 2.9 'da Van kenti 2002 Landsat 5 uydusu görülmektedir. Uydu görüntüsü 30m mekânsal çözünürlüktedir. Görüntüye göre şehirleşme, Van Gölü ve Erek Dağı arasındaki bölgede yoğunlaşmıştır.



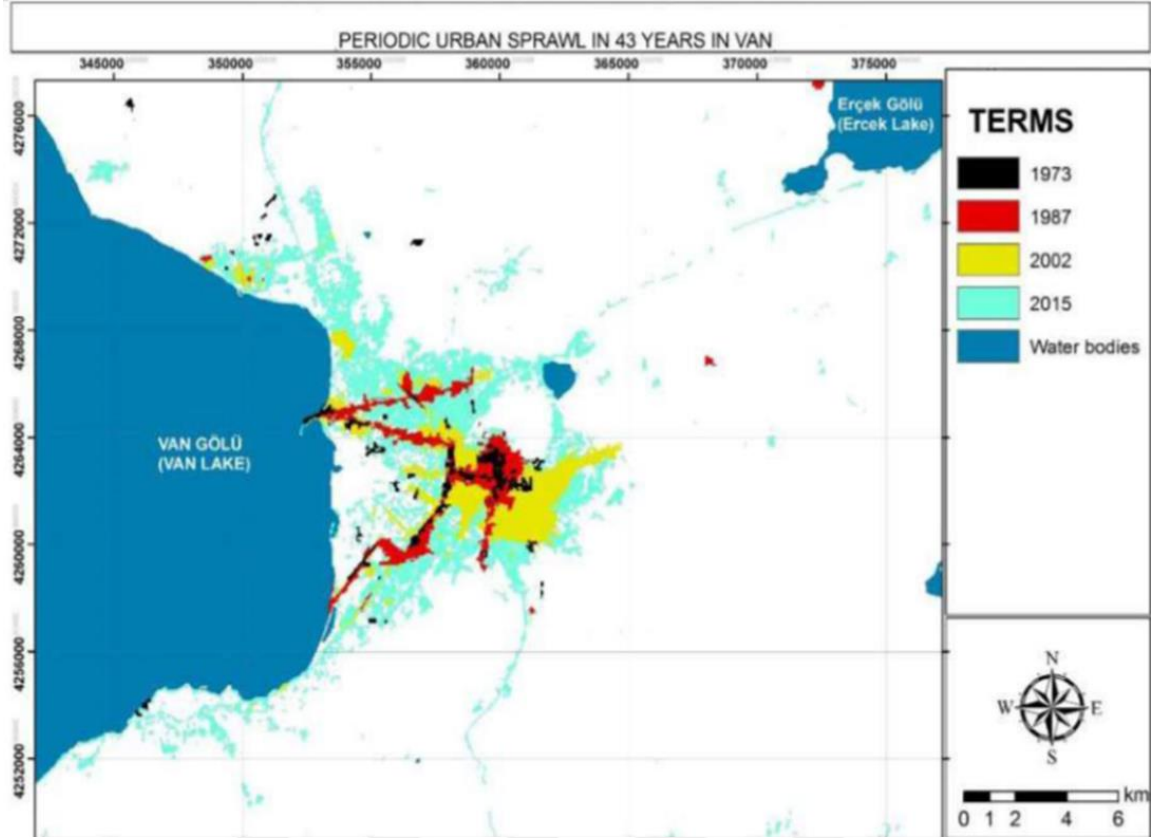
Şekil 2. 10. Van kenti 2015 Rasat uydusu, 7.5 m çözünürlükteki görüntü.

Şekil 2.10'da ise Van kenti 2015 Rasat uydusu görüntüsü görülmektedir. Uydu çözünürlüğü 7.5 m'dir. Şekil 2.9'a göre daha yüksek çözünürlükte olması sebebiyle şehirleşme daha ayrıntılı bir şekilde görülebilmektedir. Bu görüntüye göre Van Gölü ve Ereğ Dağı arasında sıkışan şehir, kuzey-güney düzleminde gelişmiştir. Kuzeyde Yüzüncü Yıl Üniversitesi, güneyde deprem sonrası yoğun bir betonlaşmaya uğrayan Edremit ilçesi kentteki yoğun şehirleşmenin sınırlarını oluşturmaktadır.



Şekil 2. 11. Van kenti 2018 Göktürk uydusu, 2.5 m çözünürlükteki görüntü.

Şekil 2.11’de görülen uydu görüntüsü Göktürk uydusundan alınmıştır. Görüntü 2018 yılına ait olup, 2.5 m çözünürlüktedir. Normal şartlarda Şekil 2.10.’dan daha yüksek çözünürlüğe sahip olan bu görüntü; kentleşmenin yayılımı ile birlikte daha geniş bir görüntü ihtiyacı dolayısıyla, daha geniş bir açıdan şehri görmektedir. Kent merkezi ve yakın çevresinde kentleşmenin kuzey-güney doğrultusunda ilerlediği Şekil 2.11’de görülmektedir.



Şekil 2. 12. Van kentinin periyodik olarak şehirleşmesinin gösterimi (Işık ve diğerleri, 2018).

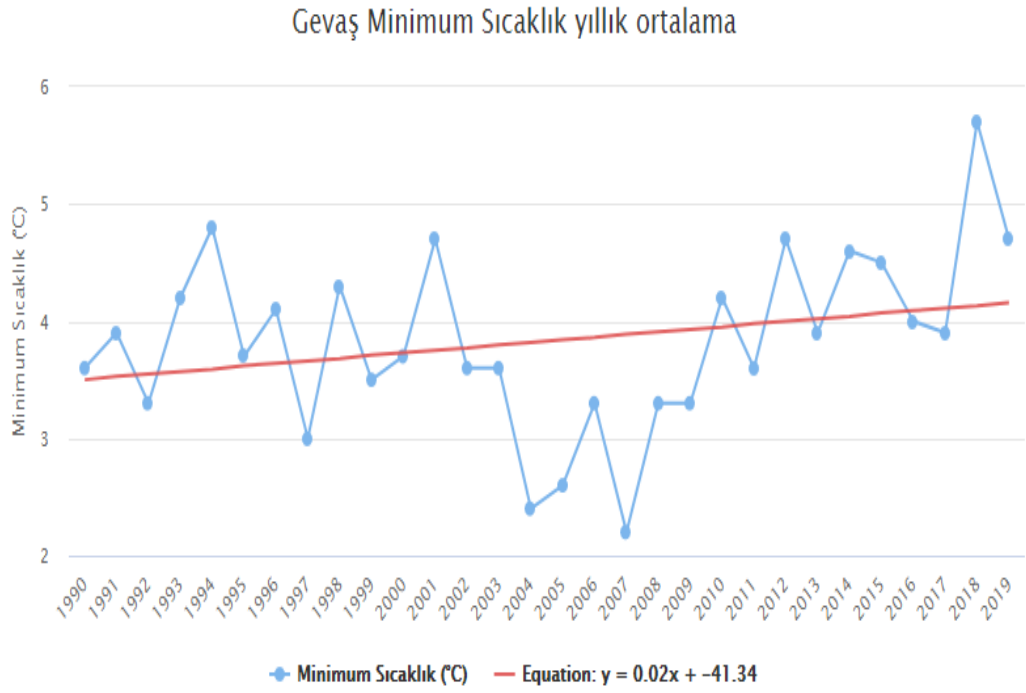
Şekil 2.12’de 43 yıllık süreçte Van kentinin nasıl bir şehirleşme izlediği görülmektedir (Işık ve diğerleri, 2018). Siyah renkli bölgelerin Van Gölü’ne paralel olan kısımları, günümüzde İpekyolu Caddesi diye anılan; geçmişi milattan önceki yıllara dayanan ve başlangıcı Çin’e uzanan İpek Yolu’dur. Şehir merkezi ilk başlarda bu bölgelere kurulmuş, sosyo-ekonomik gelişmeler ve nüfus artışı ile birlikte İpek Yolu boyunca büyümüştür. Kırmızı renkli kesim 1973-1987 yılları arasında şehrin yayılımını göstermektedir. Resimden de görüldüğü gibi bu yıllar arasında da şehir aynı düzlemde gelişimini sürdürmüştür. 1987-2002 yıllarına gelindiğinde, şehir merkezi dairesel olarak büyümeye başlamış, üniversitenin de 1982 yılında kurulması ile şehir gözle görülür şekilde büyümüştür. Sarı renkli kısımlar bu büyümeyi harita üzerinde göstermektedir. İlerleyen dönemde şehir, Ereğ Dağı ve Van Gölü arasında sıkışmış ve tekrar kuzey-güney düzleminde gelişmeye başlamıştır. Günümüzde halen şehir merkezi kuzey-güney yönünde gelişimini sürdürmektedir.

### **3. VERİ VE YÖNTEM**

Yapılan bu çalışmada; 1990-2019 tarihleri arasında MGM istasyonlarında ölçülmüş aylık ortalama sıcaklık ve 2001-2018 arası ölçülen MODIS-MOD11C3 (aylık arazi yüzeyi sıcaklığı) verileri incelenmiştir. Uydu görüntüleri; NASA'ya ait internet sitesinden indirilmiştir. Aylık ortalama yüzey sıcaklığı olarak indirilen veriler, işlenerek yıllık ortalama yüzey sıcaklığı verisi elde edilmiş ve bu şekilde çalışmada kullanılmıştır. Bunun yanında çalışmada kullanılan istasyon verilerinin lineer regresyon denklemleri elde edilerek trend analizleri yapılmıştır. Lineer regresyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi görmemizi ve bu değişkenler arasında bir denklem oluşturmamızı sağlar. Bu oluşturulan denklem ile değişkenler arasındaki ilişkiyi sayısal olarak da ifade etmemizi sağlar. Bu çalışma da yapılan regresyon analizi değişkenler arasındaki trendi incelemek için yapılmıştır.

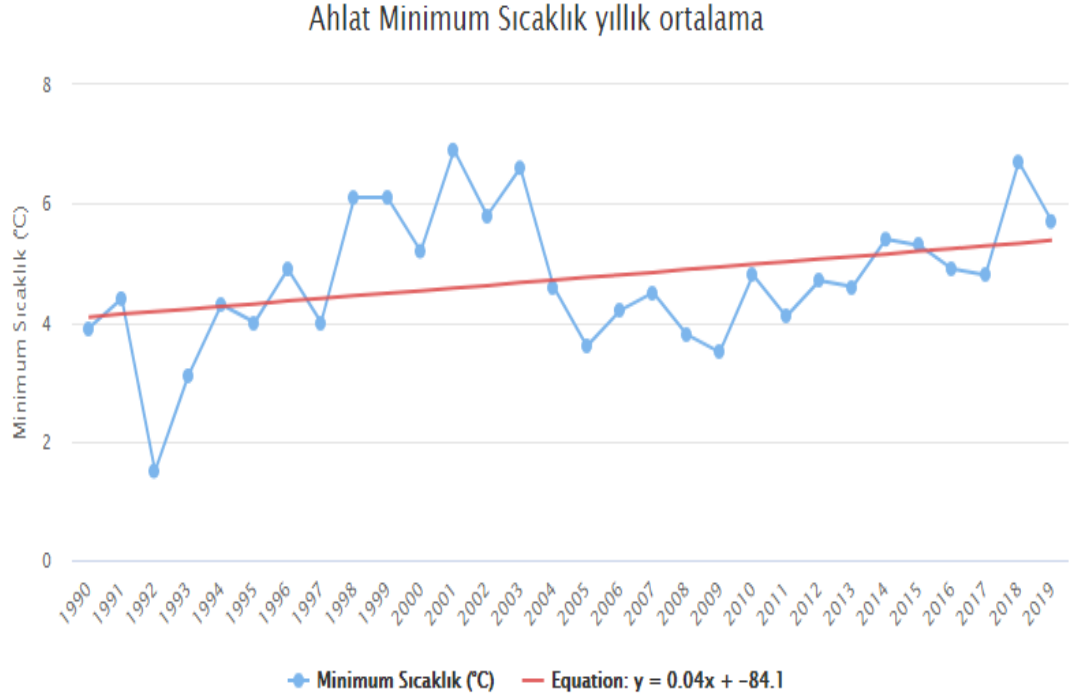
#### **3.1. MGM İstasyon Verileri**

Kent ısı adası etkisini en çok gece saatlerinde gösterir. Kentteki yapılar ve asfalt yollar tarafından gün boyu emilen ışığa daha sonra ısıya dönüşerek tekrar ortama salınır ve kentteki hava sıcaklığını artırır. Gece olduğunda kentteki yapılar ve asfalt yollar gün boyu absorbe ettikleri güneş enerjisini yavaş bir şekilde atmosfere gönderirler (Tozam, ve Karaca, 2018). Bu nedenden dolayı kent ısı adası oluşumunun teşhisinde minimum sıcaklıklar önem arz etmektedir.



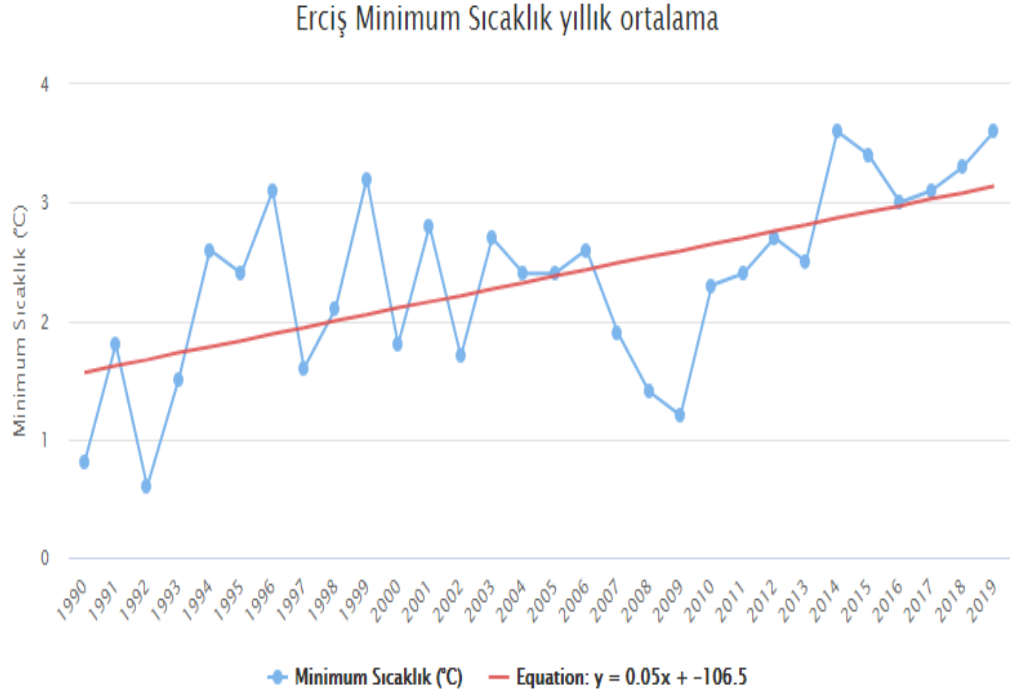
Şekil 3. 1. Gevaş ilçesi, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları.

Gevaş ilçesi, konumu itibari ile Van il merkezine çok yakın olup, Van Gölü'nün kuzey kısmında yer almaktadır. Ayrıca şehirleşme açısından; incelediğimiz diğer yerlere göre en az gelişmiş ilçedir. Gevaş ilçe meteoroloji istasyonundan alınan verilerden görüleceği üzere, Gevaş için herhangi bir şekilde kent ısı adasından bahsedebilmek çok mümkün değildir. Minimum sıcaklık ortalamalarının trend eğrisinde kayda değer bir değişiklik görülmemektedir.



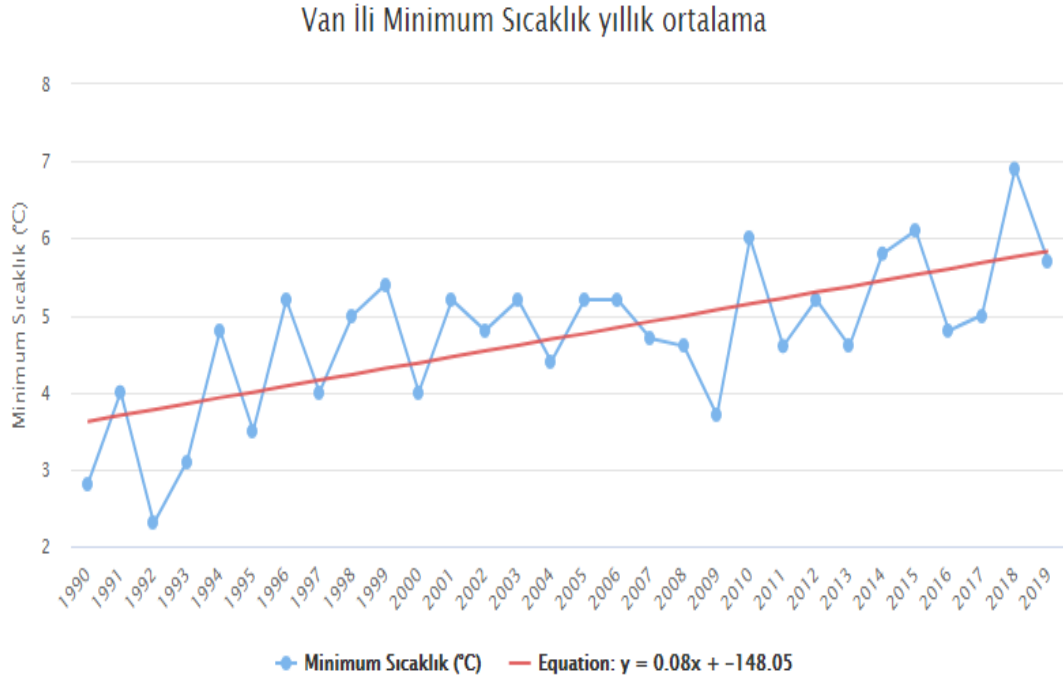
Şekil 3. 2. Ahlat ilçesi, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları.

Ahlat ilçesi, Van gölünün batı kısmında yer almaktadır. Şehirleşme açısından Erciş ve Van'a göre zayıf kalmıştır. İlçe merkezi; Süphan Dağı'nın yanı başına kurulmuş olup, yapılar dağ eteğinden başlayıp göl kıyısına kadar inmektedir. Bu nedenle incelediğimiz diğer yerleşim yerlerine kıyasla, göl ile en çok etkileşim halinde olan yerleşimdir. Ahlat istasyonu verilerine göre 30 yıllık süreçte; minimum sıcaklıklar ortalamaları günümüze kadar, yaklaşık 1°C artmıştır. İncelediğimiz bu eğriye göre Ahlat için, kent ısı adasından söz edebilmek mümkün değildir.



Şekil 3. 3. Erciş ilçesi, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları.

Erciş; Van Gölü'nün en kuzeyinde yer almaktadır. Büyüklük açısından bölgenin ve incelediğiniz ilçelerin arasında en büyük ikinci yerleşim yeridir. 2011 yılında meydana gelen depremlerden etkilenmiş ve Van il merkezinin yaşadığı kentsel dönüşümlere benzer kentsel dönüşümler görülmüştür. Dolayısıyla şehrin geometrisinde değişimler meydana gelmiştir. Erciş ilçe meteoroloji istasyonu verilerine göre 30 yıllık süreçte; minimum sıcaklıklar ortalamaları günümüze kadar, yaklaşık  $1,5^{\circ}\text{C}$  artmıştır. İncelediğimiz bu eğriye göre Erciş için kent ısı adasından bahsedebilmek mümkündür. Fakat henüz Van il merkezine göre, görece zayıf bir etki söz konusudur. Bunun en temel nedeni, yerleşimin geniş bir alana dağılmasıdır.



Şekil 3. 4. Van kenti, yıllara göre minimum sıcaklık ortalamaları.

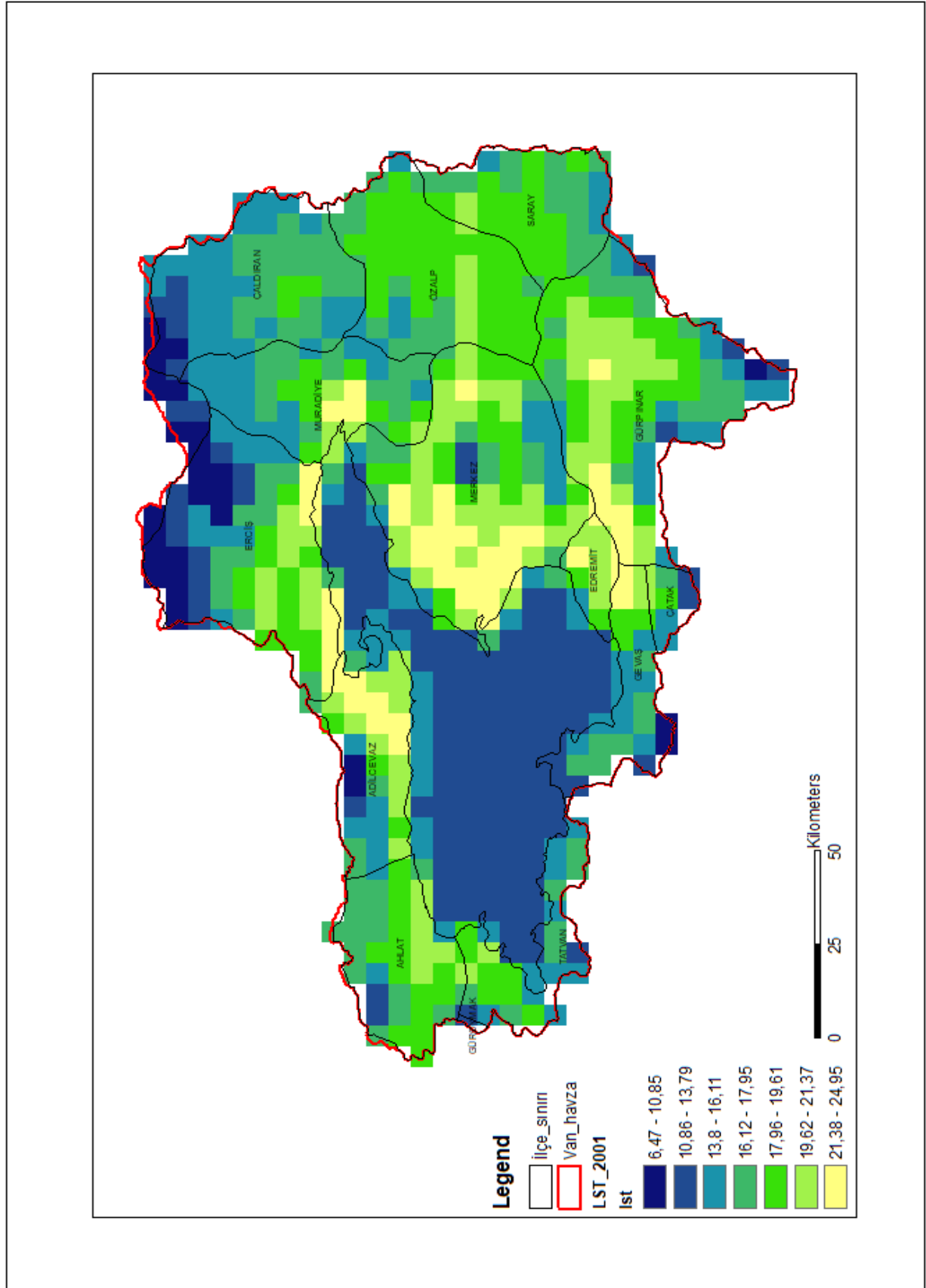
Van şehir merkezi, Van gölünün doğusunda yer almaktadır. Kıyı şeridinin; özellikle kuzey kesimlerindeki bataklık oluşumlardan dolayı yerleşim Erek Dağı'nın eteklerine doğru çıkmıştır. Van kenti istasyonu verilerine göre 30 yıllık süreçte; minimum sıcaklık ortalamaları yaklaşık 2,5°C artmıştır. Bu değer gösteriyor ki Van minimum sıcaklık ortalamaları; önceden incelediğimiz deney noktalarının yaklaşık 2 katı kadar artmıştır. Ayrıca bu incelediğimiz istasyon verilerinin alındığı istasyon bölgesinin, görece şehir merkezinin dışında kalması, incelediğimiz husus açısından da önem arz etmektedir. Yani bir başka deyişle; şehir merkezine oranla bu istasyondaki trend eğrisi daha yumuşak bir geçiş göstermektedir. Eğer şehir merkezinin ortasında bir istasyonumuz olsaydı, muhtemelen çok daha sert bir yükseliş eğrisini görmemiz mümkün olabilirdi.

Aynı bölgede bulunup, benzer coğrafi ve fiziki şartlarda bulunan bu 4 yerleşim yerinden Van kentinin minimum sıcaklık ortalamasının bu denli farklı artış göstermesi; Van kenti için, kentsel ısı adası etkisinin söz konusu olabileceğini göstermektedir. Daha ayrıntılı analiz yapabilmek için, uzaktan algılama yöntemleri ile bölgenin yüzey sıcaklık ortalamalarını incelenmiştir

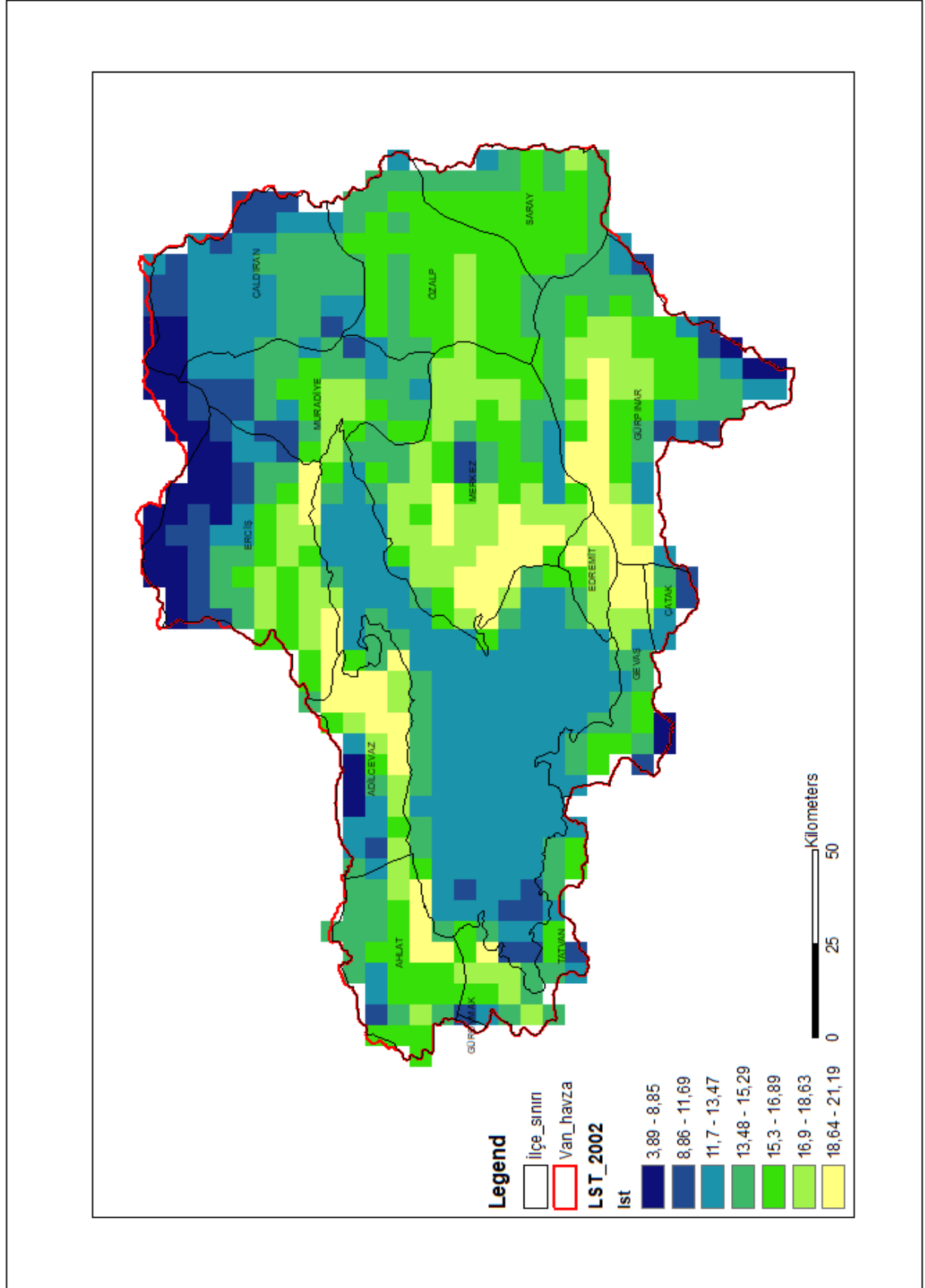
### 3.2. Uydu Görüntüleri

Bu çalışmada; 2001-2018 arası ölçülen MODIS-MOD11C3 arazi yüzeyi sıcaklığı verileri incelenmiştir. Veriler aylık ortalama olarak indirilmiş, ardından bir yıla ait 12 görüntü toplanarak 12'ye bölünmüştür, böylece yıllık ortalama arazi yüzey sıcaklığı her bir yıl için hesaplanmıştır. Haritalar oluşturulurken ArcMap 10.2 yazılımı kullanılmıştır. Orijinal değerler 0.02 ile çarpılmış sonra çıkan değer 273.15'den çıkarılarak değerler santigrat dereceye çevrilmiştir. 18 yıl (2001-2018) için oluşturulmuş arazi yüzey sıcaklıkları haritaları Şekil 3.5. - 3.32.'de verilmiştir.

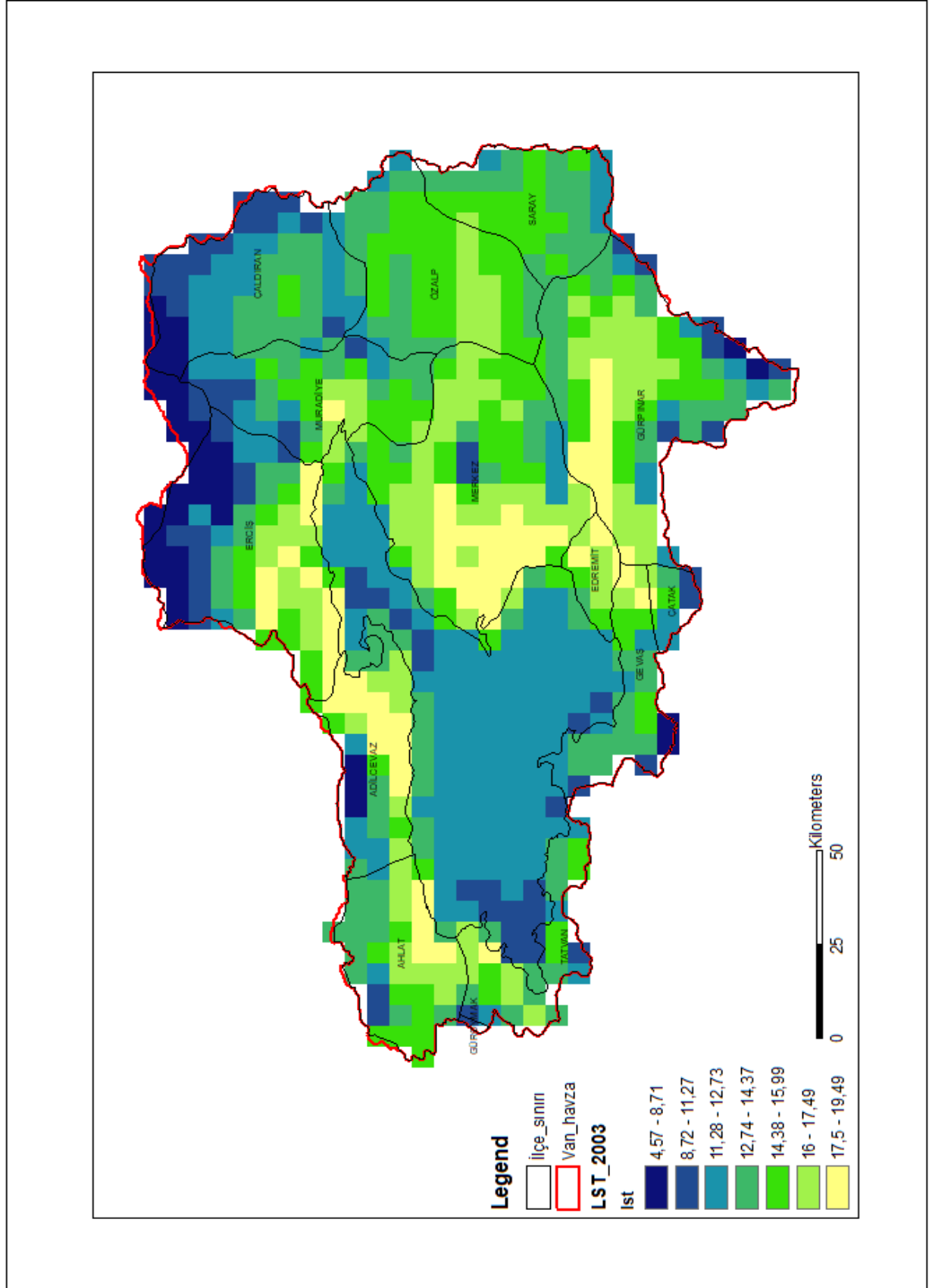




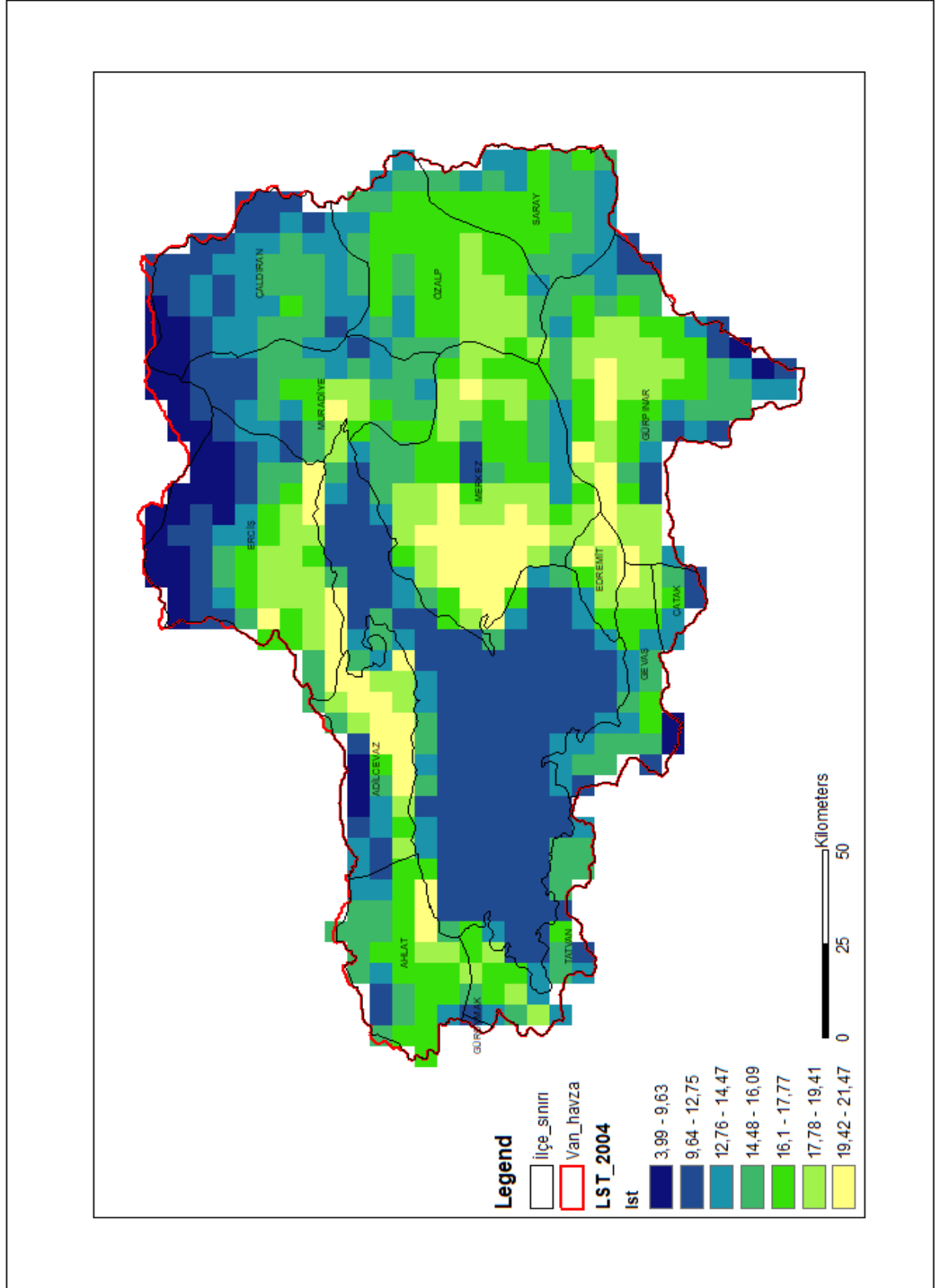
Şekil 3. 5. 2001 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



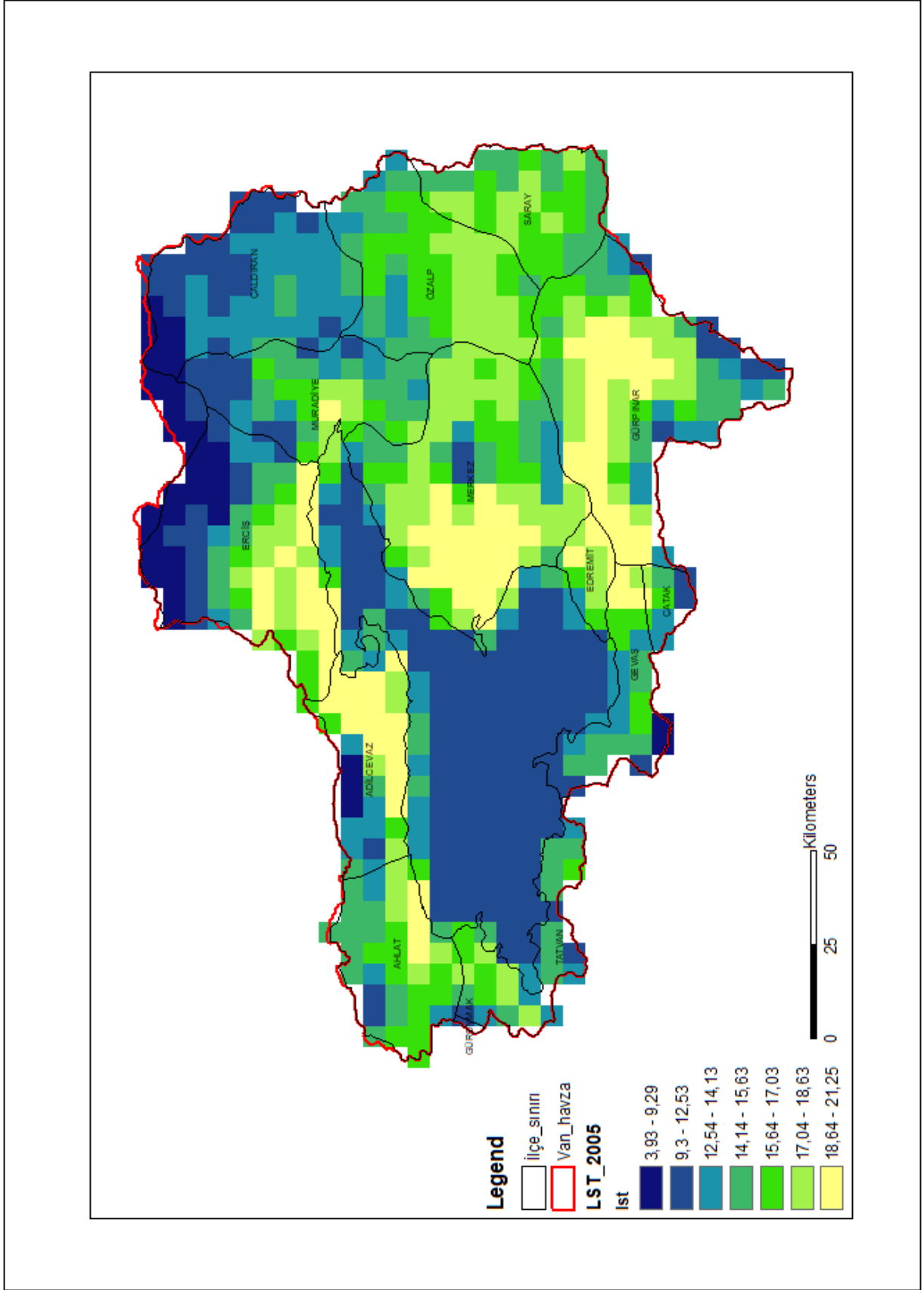
Şekil 3. 6. 2002 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



Şekil 3. 7. 2003 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.

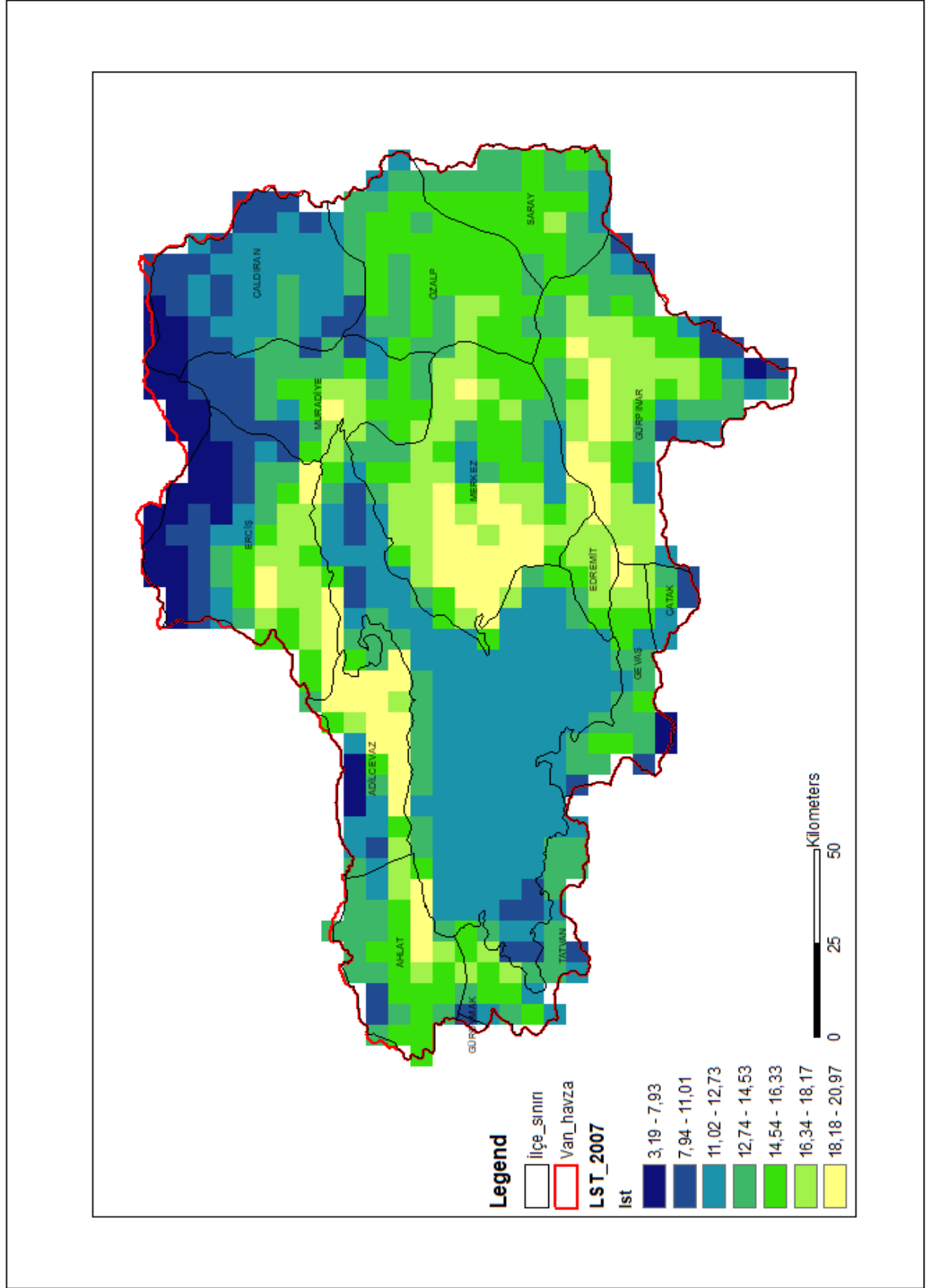


Şekil 3. 8. 2004 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.

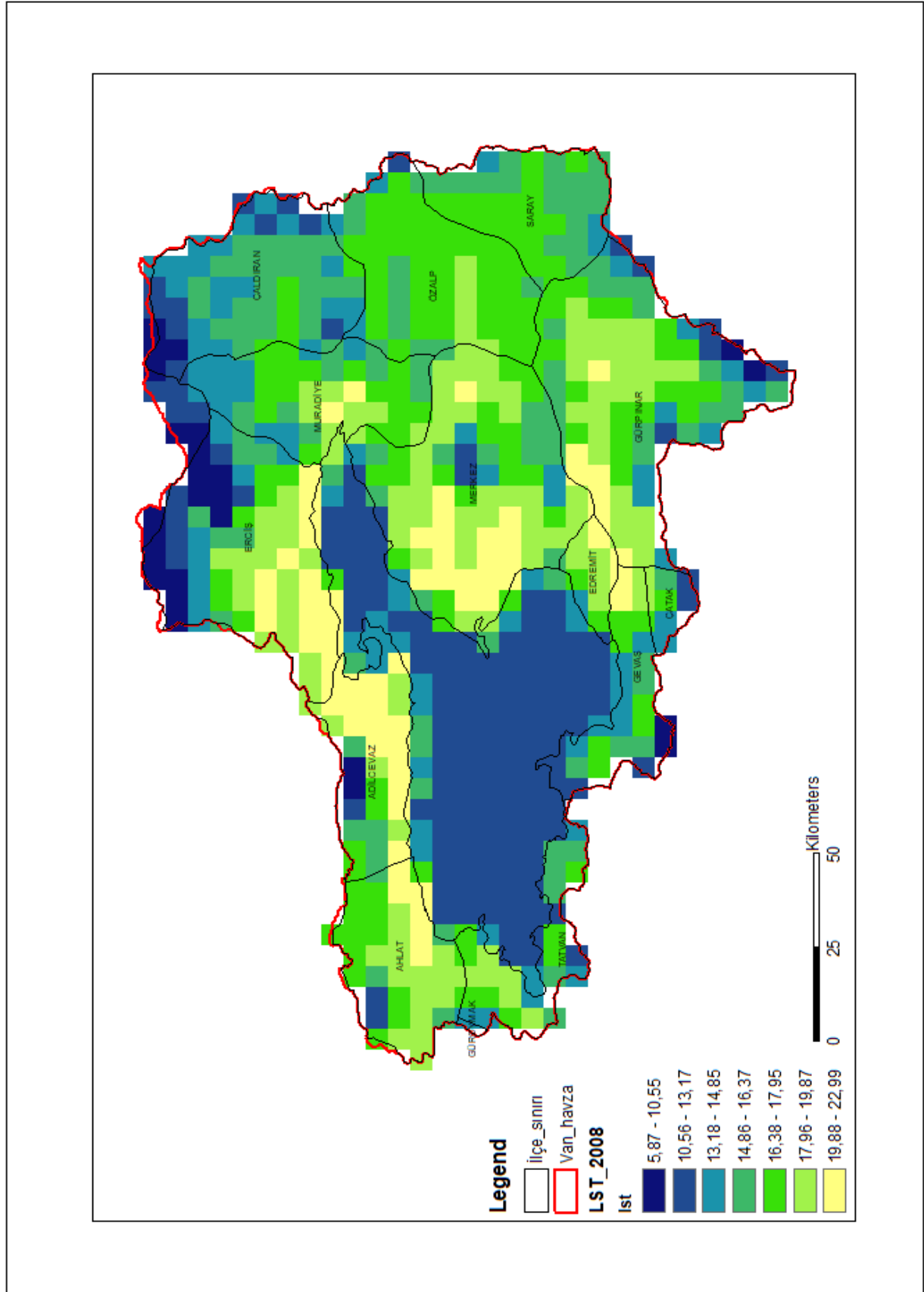


Şekil 3. 9. 2005 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



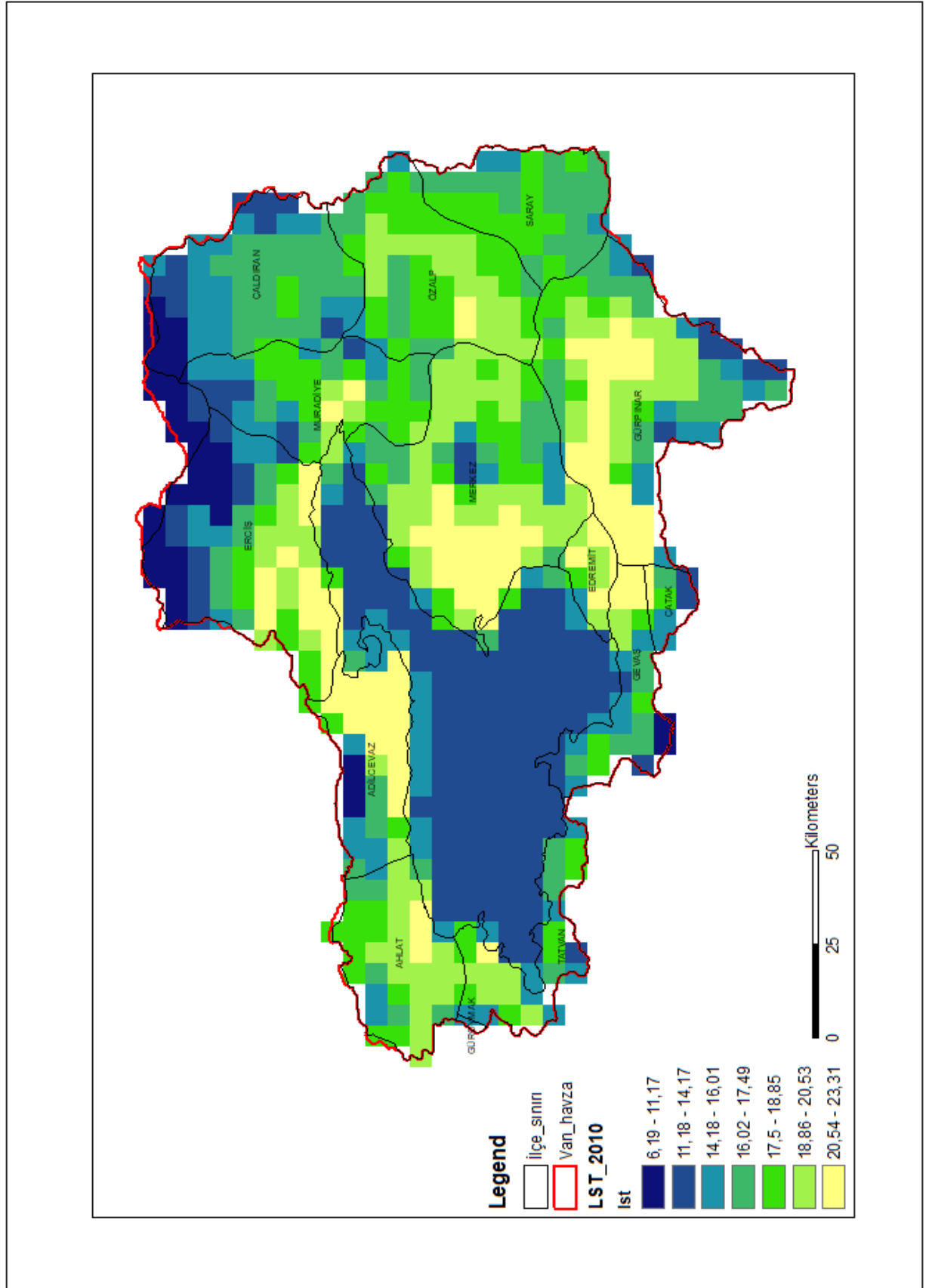


Şekil 3. 11. 2007 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.

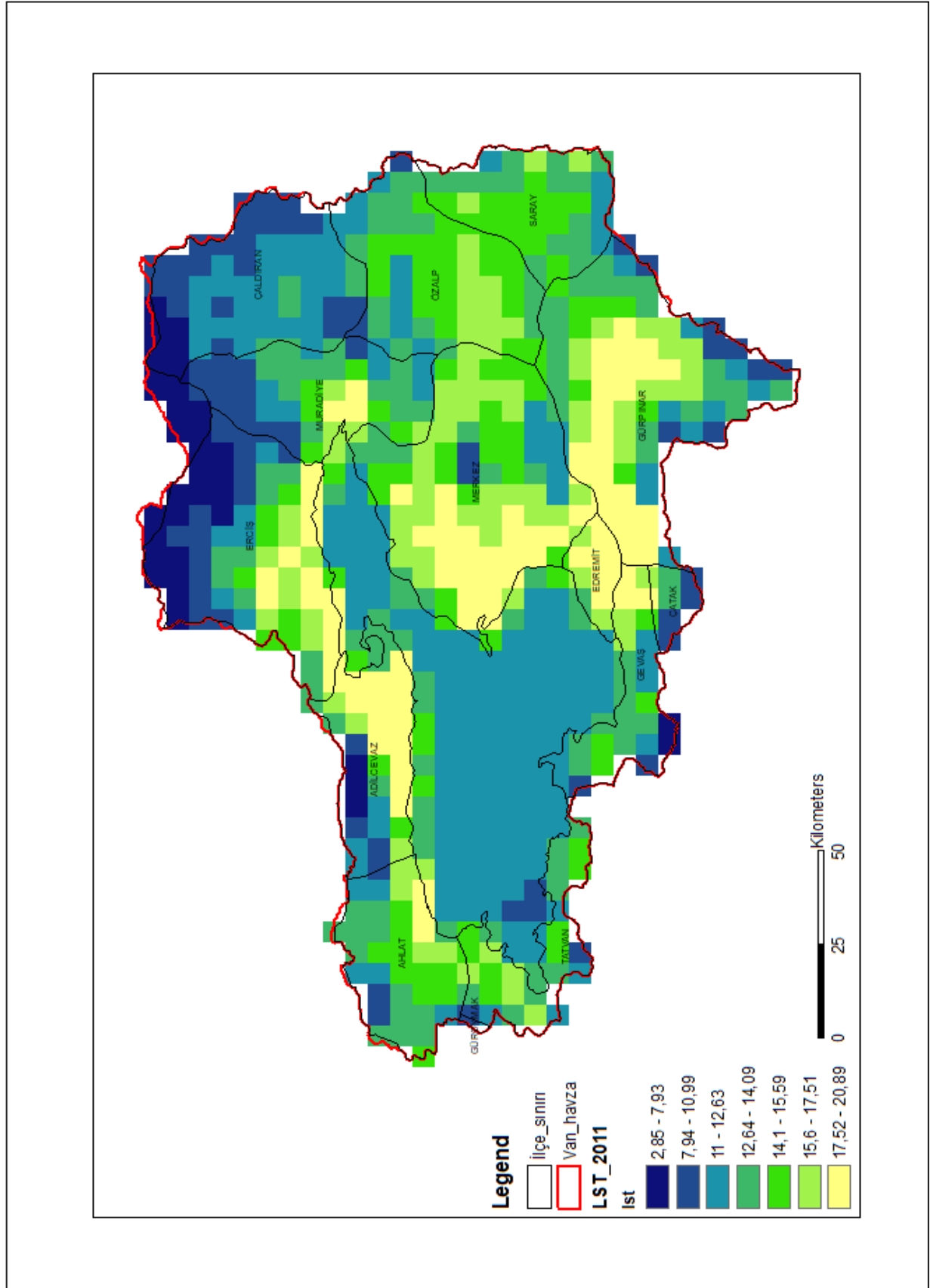


Şekil 3. 12. 2008 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.

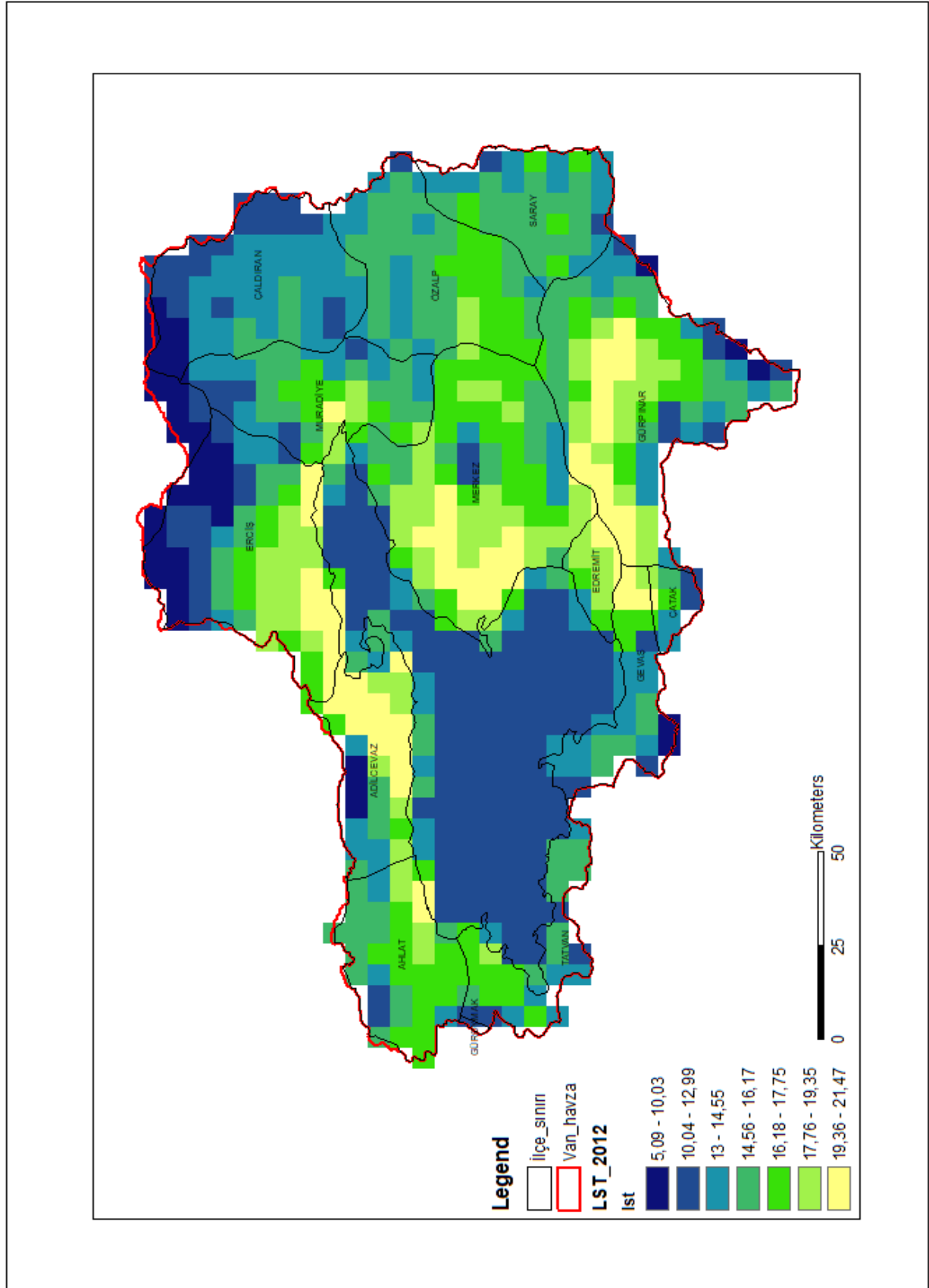




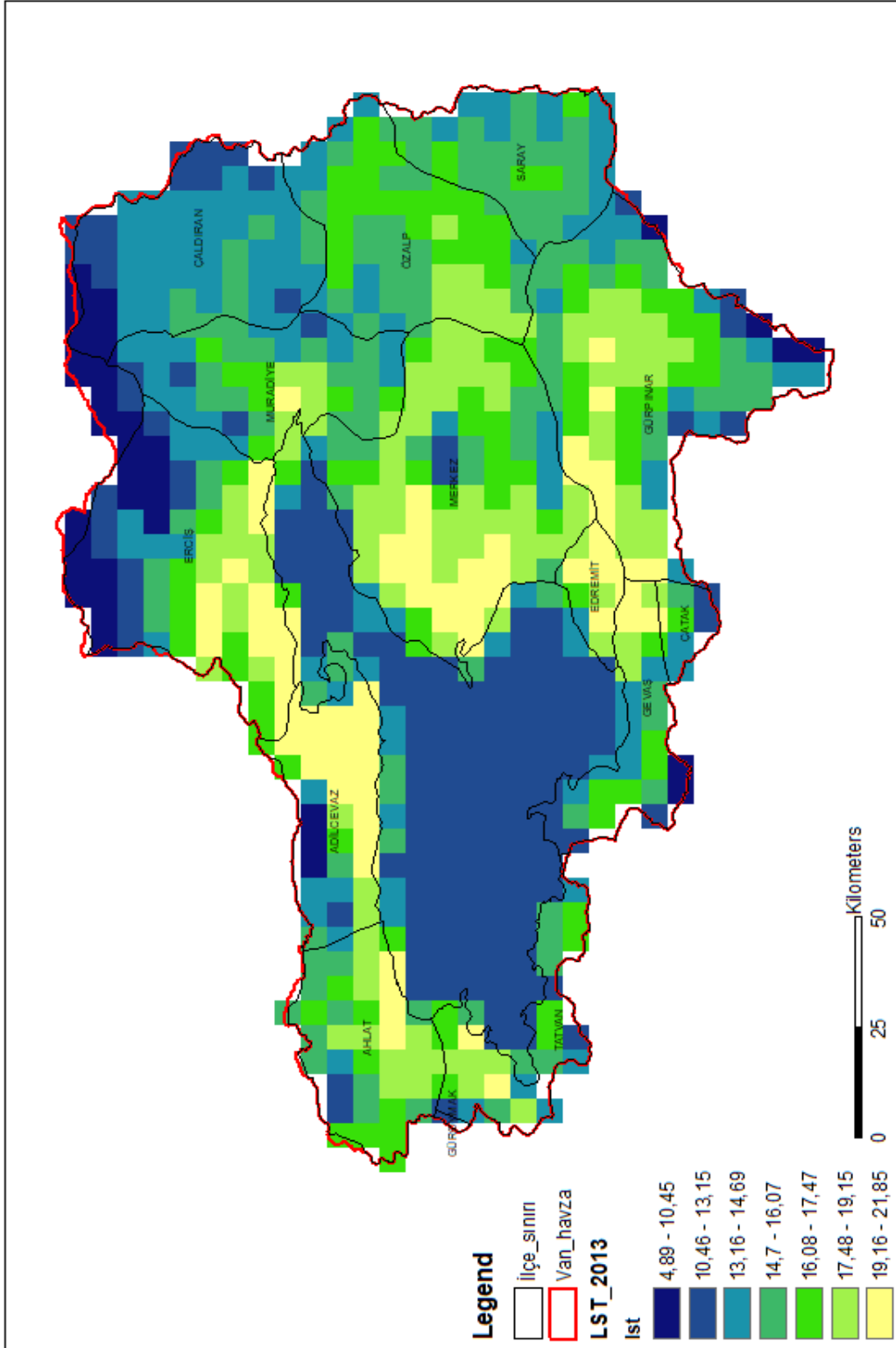
Şekil 3. 14. 2010 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



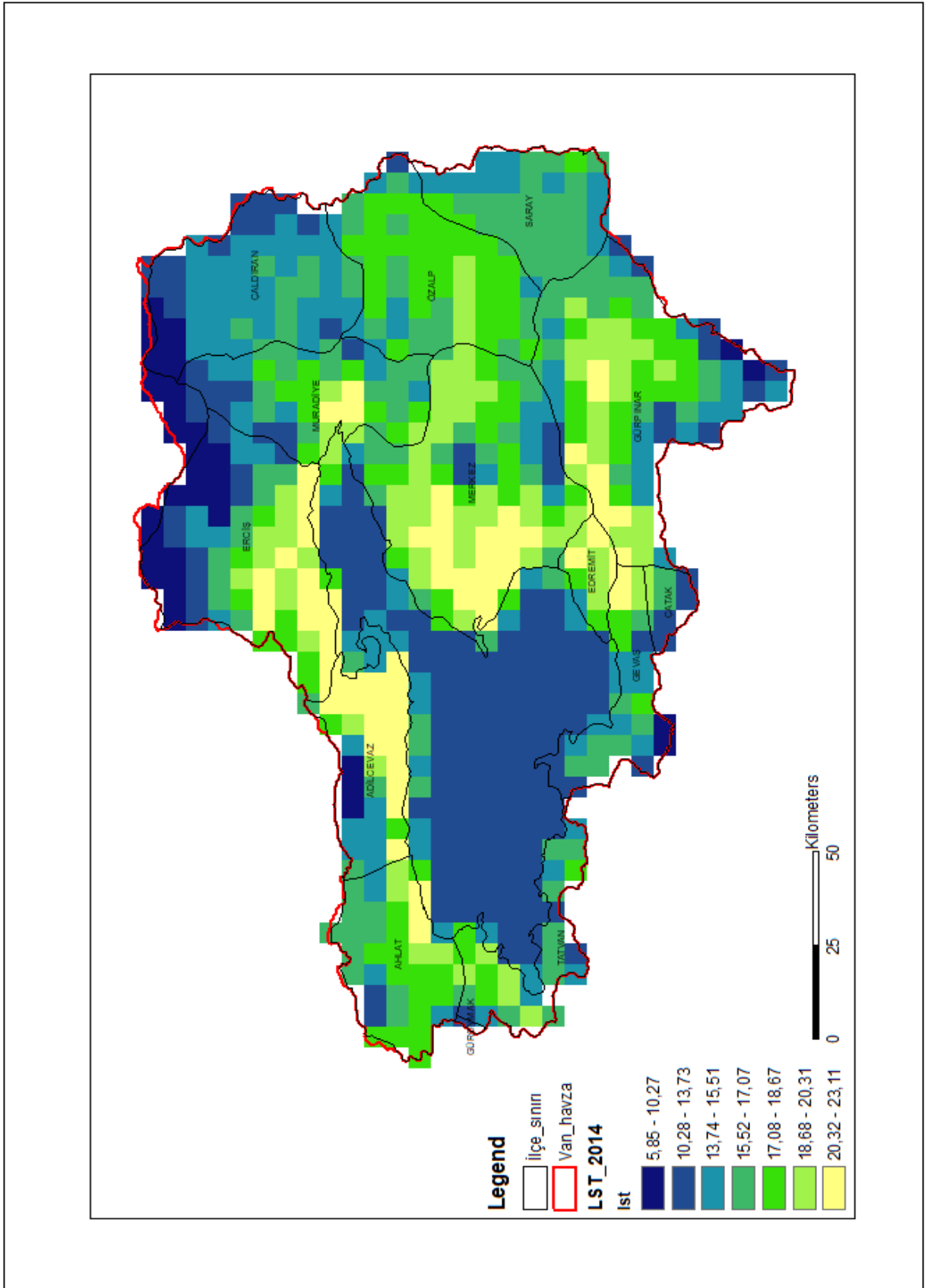
Şekil 3. 15. 2011 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



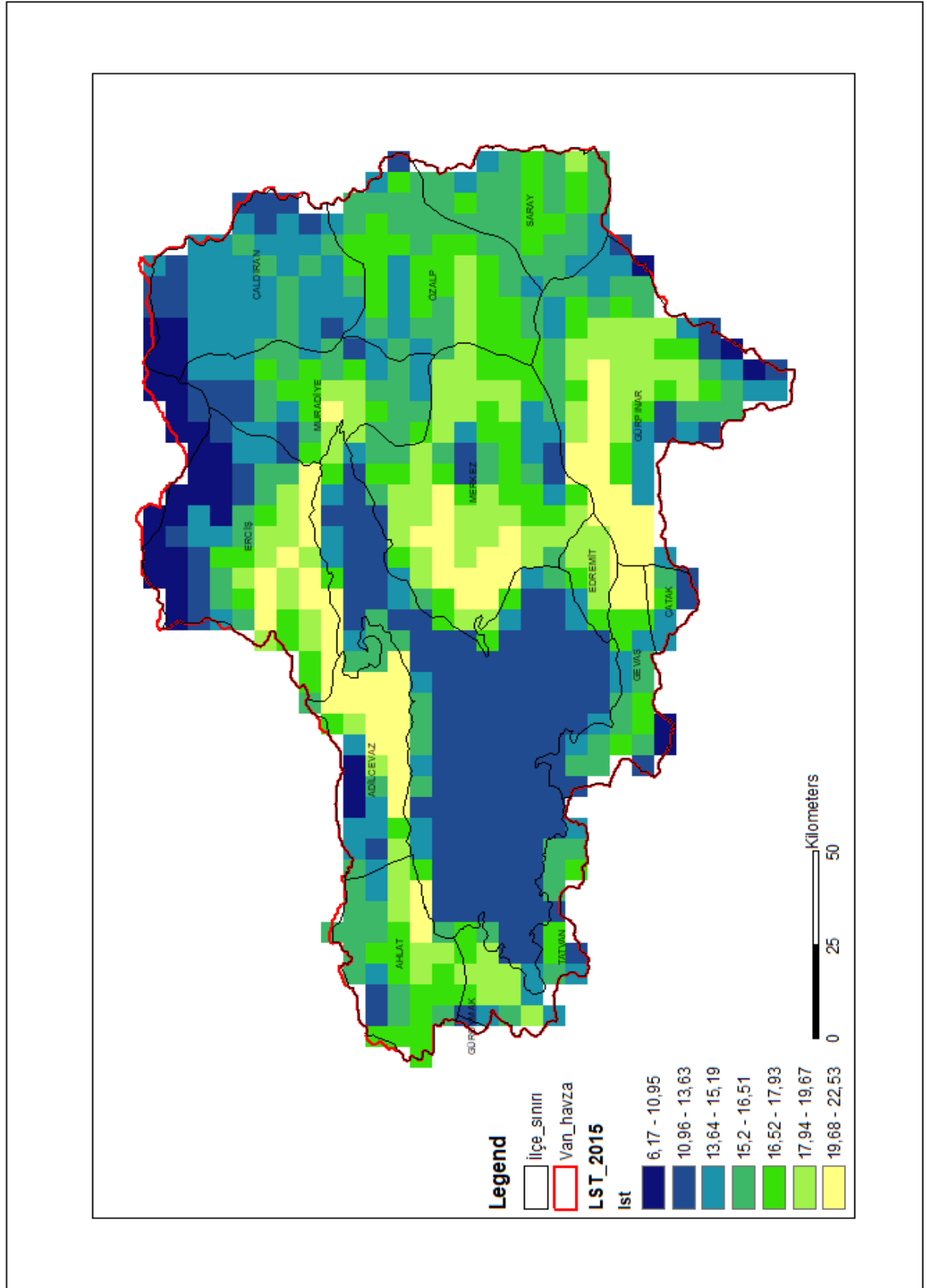
Şekil 3.16. 2012 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



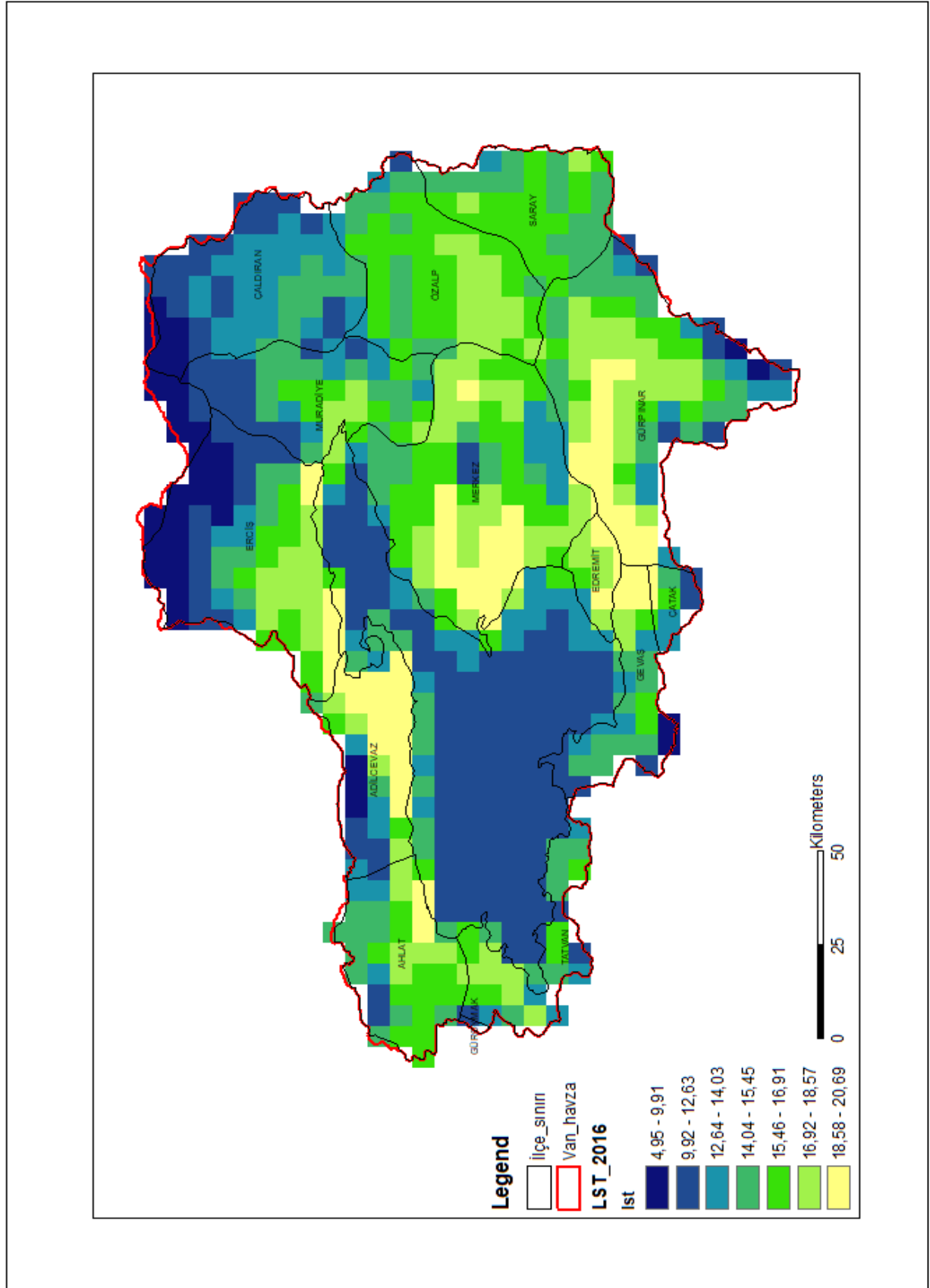
Şekil 3.17. 2013 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



Şekil 3. 18. 2014 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.

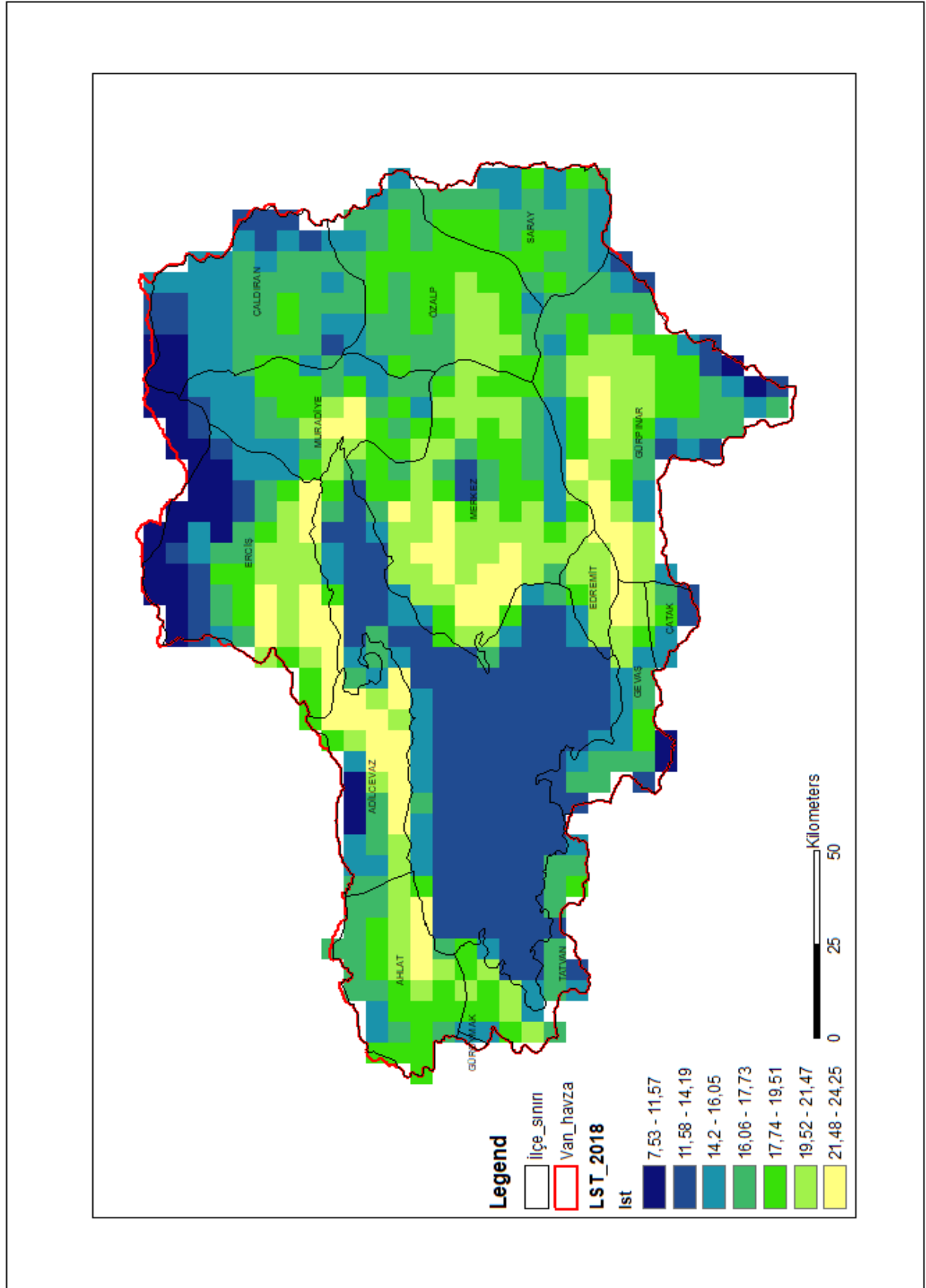


Şekil 3. 19. 2015 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.



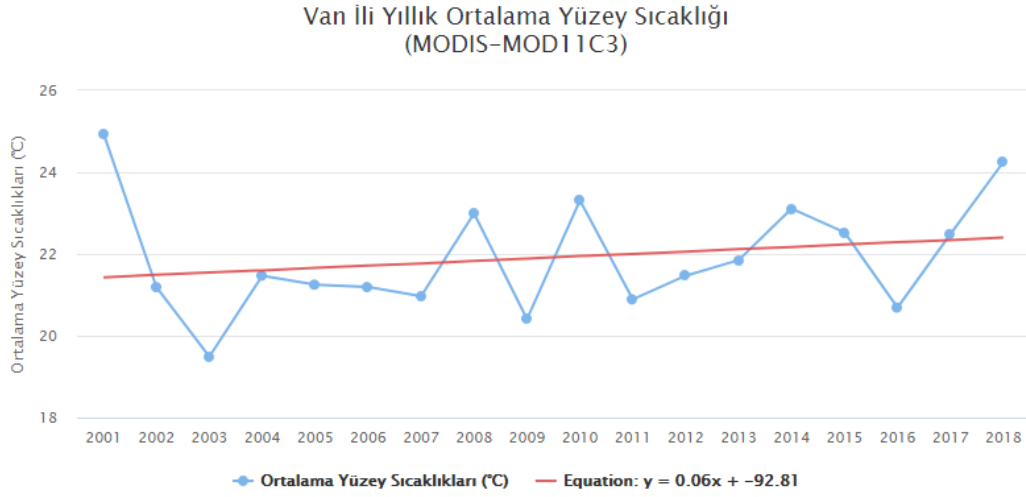
Şekil 3. 20. 2016 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.





Şekil 3. 22. 2018 yılı yıllık ortalama yüzey sıcaklığı görüntüsü.

İncelediğimiz; 2001-2018 arası ölçülen MODIS-MOD11C3 arazi yüzeyi sıcaklığı verileri, şehir merkezlerinin diğer alanlara oranla ne kadar sıcak olduğunu gözler önüne sermesi açısından önemlidir. Çözünürlüğün yeterince yüksek olmaması inceleme açısından sıkıntılar yaratsada genel anlamda konunun etraflica incelenmesine katkı sunmaktadır. Bölge coğrafyasının yapısından ötürü, engebeli arazinin yoğunluğu çözünürlüğünde düşük olması ile birlikte ölçümlerde az da olsa alansal sapmalara sebep olabilmektedir. Dikkat edilmesi gereken şey renk skalasından ziyade, o renkleri temsil eden sıcaklık değerleridir. Koyu mavi alanlar, düşük sıcaklıklara tekabül edip genellikle bölgeyi çevreleyen yüksek rakımlı dağ alanlarını göstermektedir. Sarı renkli alanlar ise çevresine göre daha yüksek sıcakları göstermekte olup çoğunlukla şehir merkezlerinin olduğu alanları temsil etmektedir. Van il merkezi açısından düşünürsek; Van Gölü kıyısı ve Ereğ Dağı arasında kalan şehir merkezinin maksimum sıcaklıklara tekabül eden sarı renk ile gösterildiğini görebiliriz. Resimlerin sol alt köşesinde bulunan renk gösterge çizelgelerinin tekabül ettiği sıcaklık değerlerini dikkate alırsak; şehirleşme arttıkça açık yeşil renk tonlarının temsil ettiği aralıktaki sıcaklık değerleri git gide artmaktadır. Açık yeşil renk tonları genellikle şehirleşmenin sınırlarını göstermesi açısından bizim için önemlidir. Zaman zaman yaşanan dalgalanmalar dışında incelemiş olduğumuz şehir merkezine tekabül eden bölgelerin ve çeperlerinin sıcaklıkları, genellikle yükselme eğiliminde olmuştur. Şehir merkezlerinin Van gölü kıyısında olması ile birlikte göl etkisi kent ısı adasını da olumlu yönde etkilemekte, kent ısı adası etkisini azaltmaktadır. Uydu görüntülerinden de anlaşılacağı üzere ortalama olarak şehir merkezlerinden daha soğuk olan göl yüzeyi, şehirlerin aşırı ısınmasını engellemektedir.



Şekil 3. 23. Van il merkezi yıllık ortalama yüzey sıcaklığı (MODIS-MOD11C3).

Bu grafikte Van il merkezinin yıllık ortalama yüzey sıcaklığı trend analizi görülmektedir. Bu veriler 2001-2018 yılları arası ölçülen MODIS-MOD11C3 arazi yüzeyi sıcaklığı verilerinden alınmıştır. Daha önce incelediğimiz istasyon verileri ile benzer bir trend göze çarpmaktadır.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hızlı kentleşmenin kentsel ısı adası üzerinde önemli etkileri vardır. Yerleşim alanlarının dağılımı ve yoğunluğu, trafik akışı, ticaret ve sanayi bölgelerinin yoğunluğu, yeşil alan miktarı kentte ısı adası oluşumunu tetikleyen faktörlerdir. Konutların ve kamu tesislerinin yerleşimi, kentsel açık yeşil alanların dağılımı ve miktarı arazi yüzey sıcaklıkları ile yüksel korelasyon göstermektedir (Li et al., 2011). Kentte sert zeminlerin artması ve yeşil alan miktarının azalması ile arazi yüzey sıcaklıkları artmaktadır. Bitki örtüsü kentsel ısı adasını oluşumunu azaltırken, geçirimsiz sert yüzey alanı arttırmaktadır (Li et al., 2011). İstanbul için yapılan bir çalışmada, ormanla kaplanan alanlar ve civarında hava sıcaklığında 1°C'ye kadar soğuma olabileceğini görülmektedir (Ünal, 2020).

Kentsel yeşil alanların, kentsel ısı adalarını hafifletmede etkili olduğu birçok çalışmada ifade edilmiştir. Kentsel yeşil alanın büyüklüğü soğutma etkisini etkileyen önemli bir faktördür (Chang et al., 2007; Lee et al., 2009; Li et al., 2011).

Bu çalışmanın sonucunda; Doğu Anadolu Bölgesi'nin en hızlı şehirleşen ve en çok göç alan şehirlerinden biri olan Van'da şehirleşmenin sıcaklık parametresine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada görüldüğü üzere genellikle kentsel alanlar ve çevresi, kırsal çevreye göre, yüksek sıcaklık değerlerine sahiptir. Elde edilen uydu görüntülerinden de anlaşılacağı üzere; Van kent merkezinde incelenen 18 yılda gözle görülür derecede sıcaklıklarda artış olmuştur. İncelenen diğer ilçe merkezlerinde de sıcaklık artışı görünse de Van kent merkezindeki artış diğerlerinden belirgin miktarda daha fazladır. Bu sıcaklık farkı kentsel ısı adası sonucu meydana gelmektedir. Van'ın kentsel dokusu incelendiğinde; deprem ve terör olayları öncesinde şehir yeşil alan açısından daha zengindi. Fakat düzensiz göç ve denetimsizlik yüzünden plansız bir kentleşme meydana geldi.

Öneriler;

- Sürdürülebilir peyzaj uygulamaları ile yerleşim yerlerinde açık yeşil alanlar çoğaltılmalı, sert zeminler mümkün olduğunca azaltılmalıdır.
- Dikey yapılaşma yerine yatay yapılaşma yaygınlaştırılmalıdır.
- Planlı yapılaşma ile hava koridorlarının önü açılmalı ve rüzgârların şehrin içlerine daha rahat girmesi sağlanmalıdır.

- Toplu taşıma yaygınlaştırılmalıdır.
- Şehir yüzeylerinde mat ve koyu renkli malzemeler yerine açık renkli ve yansıtıcı yüzeye sahip malzemeler kullanılmalıdır.
- Isı adasının yoğunlaştığı bölgelerde yeşil çatı ve dikey bahçe sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Asfalt ve yol kenarları ağaçlandırılarak, ısı adasına olan etkileri azaltılmalıdır.
- Sanayi tesisleri şehir içinde yapılaşmamalıdır.
- Kent merkezlerindeki yoğunluğun mümkün olduğunca çevreye yayılarak azaltılması sağlanmalıdır.

Hızla büyüyen bir şehir olan Van'da kentsel ısı adasının kontrol altına alınabilmesi için, şehrin iklim haritası oluşturularak meteorolojik parametrelerin trendleri düzenli olarak incelenmeli ve şehrin yapılaşması bu incelemelere göre düzenlenmelidir. Çevreci peyzaj tasarımı yaklaşımı ile kent ısı adası etkisini düşürmek mümkündür. Binaların dış yüzeylerinde sarılıcı ve tırmanıcı bitki örtüsü kullanmak, yeşil çatı uygulamaları, yeşil alanların miktarını arttırmak, kavşak, yol kenarı ve refüjlerde uygun bitkilendirmeler, yapılarda gelen güneş enerjisini daha fazla yansıtacak yüzey malzemeleri kullanılması ve asfaltların açık renge boyanması, kent hava koridorlarının açılması kent ısı adasını azaltmaya yönelik uygulamalardır.

Van kent merkezi özelinde yapılan incelemeler sonucunda, alınabilecek belli başlı önlemler belirtmekte mümkündür. Yeni yapılaşmaların yoğun olduğu 2 Nisan Caddesinde ki binalarda yeşil çatı sistemleri yaygınlaştırılmalı. Şehir merkezinde ki su yüzeyleri arttırılmalı. Şehir merkezinde ki en aktif iki cadde olan; Kazım Karabekir ve 2 Nisan Caddelerinin orta refüj ve kaldırım kesimlerinde ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmaları yapılmalı. Yoğun yapılaşmanın gözlemlendiği Cumhuriyet Caddesinde yeni yapılara izin verilmemeli, onun yerine ağaç ve park alanları yapılmalı. Şehir merkezinde bulunan otopark alanları ağaçlandırılmalı.

## KAYNAKLAR

- Acar, D., 2005. *Bursa’da Şehirleşmenin Yağış ve Sıcaklık Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi. SBE.
- Akay, A., 1996. *Kentsel Mekanlarda Oluşan Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Sürdürülebilir Peyzajın Öneminin Ankara Kenti Örneğinde Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi. FBE.
- Anonim, 2020a. Yerleşik Hayata Geçişin Başlangıcı ve Tarım Devrimi: <https://medyaveiletisim.kulup.tau.edu.tr/yerlesik-hayata-gecis-tarim-devrimi/>. Erişim tarihi: 21.03.2020
- Anonim, 2020b. Beton ve Çimento. AlbedoEtkisi: Beton ve Asfalt <https://www.betonvecimento.com/beton-2/albedo>. Erişim tarihi: 21.04.2020
- Anonim, 2020c. Van İl Kültür Turizm Müdürlüğü: <https://van.ktb.gov.tr/>. Erişim tarihi: 30.10.2019
- Anonim, 2020d. Google Maps: <https://www.google.com/maps>. Erişim tarihi: 30.10.2019
- Bayraktar, T., N., ve Gerçek, D. 2014. Kentsel ısı adası etkisinin uzaktan algılama ile tespiti ve değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği. *5. Uzaktan Algılama Sempozyumu*. İstanbul.
- Canan, F., 2017. Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği, Konya. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **32** (3): 69-80.
- Chang, C.-R., Li, M.-H., Chang, S.-D., 2007. A preliminary study on the local coolisland intensity of Taipei city parks. *Landscape and Urban Planning*, **80** (4), 386-395.
- Çabuk, S.,Ö. 2011. *Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği*. (doktora tezi.) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelik A.,Ç., 2012. Kentsel ısınmaya çözüm olarak ‘serin çatılar’ ve ‘serin malzemeler.’ *Ege Mimarlık Dergisi*. Ocak, İzmir.
- Çerçi, S., 2018 Bitkilendirilmiş cephelerin çevresel ve ekolojik etkileri. *9. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*. İstanbul
- Demircioğlu, C. 2003. *Türkiye İçin Sürdürülebilir Enerji Çevre Politikaları*. (yüksek lisans tezi.) Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- EPA. 2009. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. Cool Roofs.
- Fan, H. 2004. *Urbanization of Mesoscale Models*. (doktora tezi.) Tulane University Department of Mechanical Engineering, N.O., U.S.A.
- Hasol, D., 2012. *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. Yem Yayinevi, İstanbul.
- Hoşkara, E., 2007. *Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım İçin Stratejik Yönetim Modeli*. (Yüksek Lisan Tezi.) İTÜ.FBE.
- Işık B., Yücel Caymaz G. F., Özdamar E. G., 2018. *Cultural Landscape of Van*. İstanbul Aydın University Publications.
- Karakuyu, M., 2020. Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, **6**: 97-108.
- Lee, S.-H., Lee, K.-S., Jin, W.-C., Song, H.-K. (2009). Effect of an urban park on air temperature differences in a central business district area. *Landscape and Ecological Engineering*, **5** (2): 183-191.
- Levermore, G, Parkinson, J, Leeb, K., Laycock, P., Lindley, S., 2018. The increasing trend of the urban heat island intensity. *Urban Climate* **24**, 360-368.

- Li, J, Song, C, Cao, L., Zhu, F., Meng, X., Wu, J., 2011. Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sensing of Environment* **115** :3249-3263.
- Livingstone, K. 2006. London's Urban Heat Island: A Summary for Decision Makers. *Greater London Authority*, **4** (2):12 London.
- Oke, T.R. 1982. The Energetic Basis of the Urban Heat Island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **108** (455):5-10.
- Öztürk, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. **22.1** :47-65.
- Santamouris M. et al., 1999. "Thermal and Air Flow Characteristics in a Deep Pedestrian Canyon under Hot Weather Conditions", *Atmospheric Environment*, **33**: 4503 - 4521.
- Sev, A., 2009. *Sürdürülebilir Mimarlık*. Yem Yayınevi, İstanbul
- Sheweka, S. M., Mohamed, N. M., 2012. Green Façade as Passive Approach Towards Climate Change Cairo, Egypt. *Energy Procedia* **18**: 507-520.
- Streutker, D.R. 2003. *A Study of the Urban Heat Island of Houston-Texas*. (doktora tezi.) Rice University Department of Physics and Astronomy, Houston, Texas, U.S.A.
- Tozam, İ., Karaca, Ü. B., 2018. Kentsel ısı adası etkisi ve serin çatılar. **9. Ulusal Çatı ve Cephe Konferansı**. İstanbul.
- Watkiss, P., Downing, T., Handley, C., Butterfiel, R., 2005. *The Impacts and Costs of Climate Change*. European Commission DG Environment, Brussels.
- World Health Organization (WHO) 2004. "*Urban Bioclimatology*", *Heat-Waves: Risks and Responses, Health and Global Environmental Change Series*, No. 2, WHO Regional Office for Europe, Denmark.
- Yılmaz, E. 2013. *Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu*. (doktora tezi.) A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.
- Yorgancıoğlu, P., 2004. *Sürdürülebilir Yapım Kavramının Uygulamaya Aktarılmasındaki Araç, Yöntem ve Yaklaşımlara İlişkin Bir Değerlendirme*. (yüksek lisans tezi.) İTÜ. FBE.
- Yüceşahin M., Özgür M., 2008. Türkiye Kentlerinin Kentleşme Düzeylerinin Demografik, Ekonomik ve Sosyal Değişkenlerle Belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 126-132
- Yüksel, Ü. 2005. *Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma*. (doktora tezi.) A.Ü. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Ünal, Y., 2020. Şehirlerde iklim değişimi etkilerinin ve beklentilerinin değerlendirilmesi İstanbul örneği. *İklim Değişikliği ve Su Yönetimi Sempozyumu*, 8-9 Ocak 2020, İstanbul.

## ÖZ GEÇMİŞ

1989 yılında Mersin/Anamur'da doğdu. İlk-orta ve lise öğretimini Anamur'da tamamladı. 2008 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. Bölümden 2014 yılında mezun oldu. 2015 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğünde Mühendis pozisyonunda işe başladı. 2017 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı.





T.C  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 17/09/2020

Tez Başlığı / Konusu:

Kent Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Van Kenti Örneği

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 60 sayfalık kısmına ilişkin, 17/09/2020 tarihinde tez danışmanım tarafından alınan Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8 (yüzde sekiz)'dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

17.09.2020

Adı Soyadı: Emre Can AY

Öğrenci No: 17910001107

Anabilim Dalı: Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Programı: Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Statüsü: Y. Lisans  Doktora

**DANIŞMAN ONAYI**  
UYGUNDUR

Dr. Öğr. Üyesi Pınar BOSTAN

**ENSTİTÜ ONAYI**  
UYGUNDUR