T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA ANTALYA KENTİ İÇİN BİR YÖNTEM YAKLAŞIMI

Arzu Özlem ALPASLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

OCAK 2019

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA ANTALYA KENTİ İÇİN BİR YÖNTEM YAKLAŞIMI

Arzu Özlem ALPASLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

OCAK 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA ANTALYA KENTİ İÇİN BİR YÖNTEM YAKLAŞIMI

Arzu Özlem ALPASLAN

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2011.03.0121.003 nolu proje ile desteklenmiştir.

OCAK 2019

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA ANTALYA KENTİ İÇİN BİR YÖNTEM ARAŞTIRMASI

Arzu Özlem ALPASLAN

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 18./01/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME

Prof. Dr. Sibel MANSUROĞLU

Prof. Dr. Meryem ATİK

Prof. Dr. Oğuz YILMAZ

Dr. Öğr. Üy. Demet EROL

ÖZET

ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA

ANTALYA KENTİ İÇİN BİR YÖNTEM YAKLAŞIMI

Arzu Özlem ALPASLAN

Doktora Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME

Ocak 2019; 216 sayfa

İklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadele sürecinde kentsel ısı adası etkisinin azaltılması için kentlerde alınacak en önemli ve kalıcı önlemlerden birisi de enerji etkin planlama ve tasarım uygulamalarıdır. Enerji etkin planlama, bir mekanı tasarlarken o yörenin iklimsel ve topoğrafik özelliklerine duyarlı olmayı gerektirmektedir.

Bu çalışma, son yıllarda küresel ısınmanın bir sonucu olarak aşırı iklim olaylarının yaşandığı Antalya kentinin imar planı yapım ve tasarım süreçlerine destek olacak bir enerji etkin planlama yaklaşımı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada öncelikle kentsel ısı adası etkisi ve kentlerde ısı adasının oluşumuna etki eden arazi örtüsü/kullanımı değişimleri ve bitki örtüsü varlığı/değişimi incelenmiştir. Isı adası etki alanını tespit etmek için kentin iklim ve bölgesel mikro iklim özellikleri, uydu görüntüsü ile hesaplanan yüzey sıcaklıkları ve sabit istasyonlardan ölçülen iklimsel değerler aracılığı ile belirlenmiştir. Arazi kullanımı ve sıcaklık ilişkilerine göre kentsel, kırsal ve yarı kırsal alanlardan seçilen yerleşim adalarında imar planları, yapılaşma durumu, rüzgar yönü, bakı, güneşlenme saatleri, gökyüzü görüş faktörü, güneşlenme ve gölgelenme oranları, bitki örtüsü varlığı ve benzeri enerji etkin planlama ve tasarıma yön veren kentsel karakterler incelenmiştir. Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde yer alan ve kentsel iklim zonları olarak tanımlanan yerleşme adalarında bulundukları bölgenin iklim özelliklerine uygun enerji etkin planlama ve tasarım araçları önerilmiştir.

Antalya kentinde bir yıl boyunca yapılan iklimsel ölçümler ve Ağustos ayında yapılan yüzey sıcaklık analiz sonuçlarına göre, hem yüzey ısı adası hem de kentsel ısı adası etkisi, kırsal ve yarı kırsal alanlar da dahil olmak üzere, kentin tamamında görülmektedir. Bunun ana nedeninin kırsal ve yarı kırsal alanlarda arazi örtüsü değişimlerinin ve bitki örtüsü yoğunluğunun azalması olduğu; kıyı kesimlerde denizin, iç kesimlerde ise yeşil alanlar ve su yüzeylerinin etkisiyle ısı adası etkisinin 6 - 9 °C arasında hafiflediği; kent merkezi ve kırsal ve yarı kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkının 2,60 - 3,80 °C olduğu; kent merkezindeki yeşil alanlarda bitki örtüsü yoğunluğunun 0,4 - 0,6 arasında olduğu; 1987-2010 yılları arasında doğal alanlar ve tarım alanlarında % 24 azalma gerçekleştiği sonuçlarına varılmıştır.

Antalya kenti özelinde yapılan enerji etkin planlama kapsamındaki bu yöntem yaklaşımının diğer kentlere de uygulanabileceği düşünülmektedir. Bunun için kentlerin içinde bulundukları iklim sınıfına göre belirlenen genel enerji etkin planlama kriterlerinin o kentin ısı adası ve mikroklimasına yönelik araştırmalarla özelleştirilmesi ve yöreye ve amaca özgü özel kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya, enerji etkin planlama, kentsel ısı adası, küresel ısınma.

JÜRİ: Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME

Prof. Dr. Sibel MANSUROĞLU

Prof. Dr. Meryem ATİK

Prof. Dr. Oğuz YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Demet EROL

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ANTALYA CITY IN THE CONTEXT OF ENERGY EFFICIENT PLANNING

Arzu Özlem ALPASLAN

Ph.D. Thesis, Department of Landscape Architecture

Advisor: Prof. Dr. Veli ORTACESME

January 2019; 216 pages

One of the most important and lasting measures to be taken in cities for the reduction of urban heat island effect in the process of combating against climate change and global warming is energy efficient planning and design implementations. Energy efficient planning requires to be sensitive to the climatic and topographic features of the region when designing a space.

The present study aims to develop an energy efficient planning approach that will support the master planning and design processes of the city of Antalya, where extreme climate events are experienced as a result of global warming in recent years. Firstly, the effect of urban heat island as well as the changes in land cover / use and vegetation presence / change leading to heat island formation in cities was investigated. The climatic and regional microclimatic characteristics of the city were determined by means of the surface temperatures calculated by satellite imagery and the climatic values measured from fixed stations to determine the heat island domain. In urban, rural and semi-rural settlement blocks, which were selected according to land use and temperature relations, urban features directing the energy efficient planning and design such as zoning plans, construction situation, wind direction, aspects, sunshine hours, sky view factor, insolation and shading ratios, the presence of vegetation and so on were examined. Energy efficient planning and design tools have been suggested for the settlement blocks in Döşemealtı, Kepez and Muratpaşa districts, which are defined as separate urban climate zones.

According to the results of climatic measurements conducted in Antalya city for one year and surface temperature analysis conducted in August, both the surface heat island and the urban heat island effect are seen in the whole city, including rural and semi-rural areas. It was found that the main reason for this is the reduction of land cover changes and vegetation density in rural and semi-rural areas; that the heat island effect is alleviated between 6 and 9 ° C due to the impact of the sea on the coastal areas and the green areas and water surfaces in the inner parts; that the temperature difference between the city center and rural and semi-rural areas is 2.60 - 3.80 ° C; that the vegetation density in the green areas in the city center is between 0,4 - 0,6; and that there was a 24% reduction in natural areas and agricultural fields between 1987 and 2010.

It was concluded that this methodological approach within the scope of energy efficient planning for Antalya city can be applied to other cities. For this purpose, it is necessary to customize the general energy efficient planning criteria determined according to the climate class, in which the cities are located, with researches about the urban heat island and microclimate of the city in question and to determine the specific criteria for the region and the purpose of the study.

KEYWORDS: Antalya, energy efficient planning, urban heat island, global warming.

JÜRİ: Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME

Prof. Dr. Sibel MANSUROĞLU

Prof. Dr. Meryem ATİK

Prof. Dr. Oğuz YILMAZ

Assist.Prof.Dr. Demet EROL

ÖNSÖZ

Küresel ısınmaya dayalı iklim değişikliğinin hissedilir dereceye ulaştığı günümüzde uluslar arası anlaşmalar kapsamında ülkemize ve kentlerimize düşen görevler ve gezegendeki tüm canlıların yaşama hakkına, yerküreye, çevreye, doğaya ve tüm habitatlara saygılı olma duyarlılığı ile peyzaj mimarlığı ve şehir ve bölge planlama disiplinlerini sentezlemeye çalıştığım meslek alanım kapsamında üzerime düşen sorumluluk doğrultusunda seçmiş olduğum bu tez çalışmasının, Antalya kenti ve diğer kentlere; iklim değişikliği ile mücadele, iklim değişikliğine dayanıklılık, sürdürülebilirlik, kentsel dönüşüm, ekolojik planlama, enerji etkin peyzaj tasarımı, yenilenebilir enerji, döngüsel ekonomiler, eko-tek yerleşim modelleri gibi yeni çalışmalara ışık tutmasını dilerim.

Öncelikle bu zorlu ve uzun çalışma süresi boyunca sabrı ve değerli yönlendirmeleri için danışman hocam Prof. Dr. Veli Ortaçeşme'ye; fikir ve önerileri ile uzaktan bile bana destek olan Dr. Öğr.Üyesi Demet Erol'a; engin tecrübesi ile her zaman bana katkıda bulunan Prof. Dr. Sibel Mansuroğlu'na; Ankara'dan gelerek değerli tecrübelerini aktaran sayın Prof. Dr. Oğuz Yılmaz'a; gülümsemesi ve moral desteği ile her zaman yanımda olduğunu hissettiğim Prof. Dr. Meryem Atik'e;

Yapmış oldukları akademik çalışmalarla bana ışık tutan ve teknik yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Dr. Öğr.Üyesi Deniz Gerçek, Dr. Öğr.Üyesi Çağdaş Kuşçu Şimşek ve doktora öğrencisi Işın Onur'a;

Değerli istatistik katkıları ve değerli zamanını bana ayırdığı için Dr. Öğr.Üyesi Ekin Oktay'a; Mimari, tasarım ve gösterim konularında yardımlarını esirgemeyen mimar Erhan Keçebaşoğlu'na;

Büyükşehir Belediyesi çalışma arkadaşlarımdan uzun yılları alan tüm bu süreç boyunca her zaman ve her konuda bana destek olan Salih Sandal'a; Teknik destekleri için Süleyman Köken, Başak Güneş Tok, Başak Oktay ve Berrak Çiçekliyurt'a ve 10 yıl boyunca çeşitli aşamalarda anlayış gösteren daire başkanlarıma;

Bu yola birlikte başladığımız Dr. Ebru Manavoğlu ve Dr. Öğr.Üyesi Emrah Yıldırım'a;

Çalışmamın çeşitli aşamalarında bana anlayış ve sabır gösteren Hülya Ahıskal ve Mehmet Adman'a; son iki yıllık en yoğun çalışma sürecinde motivasyon ve lojistik desteği ile her zaman yanımda olan Utkucan Menekşe'ye;

Tabii ki bu uzun süreçte kendilerini ihmal etmeme anlayış göstererek her zaman bana destek olan sevgili aileme;

Teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT iii

ÖNSÖZ v

AKADEMİK BEYAN viii

SİMGELER VE KISALTMALAR ix

ŞEKİLLER DİZİNİ xii

ÇİZELGELER DİZİNİ xviii

1. GİRİŞ 1

2. KAYNAK TARAMASI 7

2.1. Kuramsal Bilgiler 7

2.1.1. Enerji etkin planlama ve iklim 7

2.1.2. Enerji etkin planlama ve iklimsel tasarım 7

2.1.3. Kent planlamada enerji etkinlik faktörleri 9

2.1.4. Sürdürülebilir planlama ve tasarım 33

2.1.5. İklim ve iklim değişikliği 34

2.1.6. Küresel ısınma ve kentleşme 42

2.1.7. Kentsel ısı adası 44

2.1.8. Kentsel ısı adasının ölçümünde uzaktan algılama 63

2.2. Kaynak Taraması 66

3. MATERYAL VE METOD 76

3.1. Materyal 76

3.2. Metod 83

3.2.1. Arazi örtüsü/arazi kullanımının belirlenmesi 86

3.2.2. Bitki örtüsü (NDVI) analizi 87

3.2.3. Yüzey sıcaklığı analizi (Termal analiz) 88

3.2.4. Yüzey ısı adası (YIA) ve yerel ıklim zonları (YİZ) 89

3.2.5. İklim istasyonları ve iklim analizi 90

3.2.6. Kentsel ısı adası (KIA) analizi 91

3.2.7. Kentsel iklim zonlarına göre yapılaşma analizi 91

3.2.8. Modelleme ve enerji etkin planlama ve tasarım önerileri 93

4. BULGULAR 94
4.1. Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimi 94
4.1.1. 1987 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 94
4.1.2. 2002 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 95
4.1.3. 2006 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 96
4.1.4. 2010 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 98
4.2. Bitki örtüsü (NDVI) analizleri 100
4.2.1. 1987 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 100
4.2.2. 2002 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 101
4.2.3. 2006 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 102
4.2.4. 2010 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 103
4.3.Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi-Yüzey Isı Adası (YIA) 104
4.4. Yerel İklim Zonlarının Belirlenmesi 106
4.4.1. Kümeleme analizi 110
4.4.2. Yüzey sıcaklık değerlerinin yüzey örtüsü katmanına göre analizi 114
4.5. İklimsel Ölçümler 115
4.5.1. Sabit istasyon ölçüm değerleri 117
4.5.2. İstasyonlar arasındaki ölçüm değerlerinin istatiksel analizi 120
4.5.3. Aylara göre istasyonlar arasındaki ölçüm değerleri 121
4.6. Kentsel Isı Adalarının Tespit Edilmesi 126
4.7. Kentsel İklim Zonlarının Belirlenmesi 130
4.7.1. Döşemealtı kentsel iklim zonu (Z1) 136
4.7.2. Kepez kentsel iklim zonu (Z2) 141
4.7.3. Muratpaşa kentsel iklim zonu (Z3) 148
4.7.4. Muratpaşa kentsel iklim zonu (Z4) 153
5. TARTIŞMA 162
6. SONUÇLAR 169
7. KAYNAKLAR 184
8. EKLER 193
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum "Enerji Etkin Planlama Kapsamında Antalya Kenti İçin Bir Yöntem Yaklaşımı" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

18/01/2019

Arzu Özlem ALPASLAN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m : metre

km :kilometre

s :saniye

ºC :santigrat derece

h : yükseklik

ha : hektar

w : genişlik

T :sıcaklık

ΔT :sıcaklık farkı

K :Kelvin

watt/m^2 : metre kareye düşen enerji

km/sa : saatte yaptığı kilometre, hız

º : derece (açı)

% :yüzde

< :küçük

> :büyük

B : yükseliş açısı

∑ : azimut açısı

γ : cephe-güneş azimut açısı

, : ondalık ayracı (sıcaklık)

. :ondalık ayracı (alan büyüklüğü)

Kısaltmalar

AB	:Avrupa Birliği
ABBMK	:Antalya Büyükşehir Belediyesi Meclis Kararı
ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
AKAKDO	:Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
AR5	: The Synthesis Report (SYR) of the IPCC Fifth Assessment Report
BAKA	:Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı
BLHI	:Boundary Layer Heat Island
BM	:Birleşmiş Milletler
CCP	:Cities for Climate Protection
CLHI	:Canopy Layer Heat Island
COP 3	:Conference of Parties III of Kyoto Protocol
CO_2	:Karbondioksit
EAK	:Engebelilik Alt Katmanı
ERTS	:Earth Resources Technology Sattelite
ETM+	:Enhanced Thematic Mapper Plus
GGF	:Gökyüzü Görüş Faktörü
GSK	:Gezegen Sınır Katmanı
İDÇS	:İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
İDDK	:İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu
INDC	:Intended Nationally Determined Contributions
IPCC	:Intergovernmental Panel on Climate Change
ISCCP	:International Satellite Cloud Climatology Project
KAKS	:Kat Alanı Katsayısı
KIA	:Kentsel Isı Adası
KİZ	:Kentsel İklim Zonları

KYK	:Kentsel Yüzey Tabakası
KYÖ	:Kentsel Yüzey Örtüsü
LST	:Land Surface Temperature
NASA	:National Aeronautics and Space Administration
NDVI	:Normalized Difference Vegetation Index
NDISI	:Normalized Difference Impervious Surface Index
OECD	:Organisation for Economic Cooperation and Development
pH	:Power of Hydrogen
SAD	:Sayısal Akış Dinamiği
SHI	:Surface Heat Island
SPSS	:Statistics Pack for Social Sciences
ŞIA	:Şehir Isı Adası
TAKS	:Taban Alanı Katsayısı
TOBB	:Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TM	:Thematic Mapper
TS	:Surface Temperature
TÜSİAD	:Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
UNEP	:United Nation Environment Program
UNFCCC	:United Nation Framework Convention on Climate Change
YIA	:Yüzey Isı Adası
YİZ	:Yerel İklim Zonları
WCRP	:World Climate Research Program
WMO	:World Meteorologic Organisation

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bir tepenin yamaçlarında mikroklima özellikleri.....10

Şekil 2.2. Güney ve kuzey yamaçlarda bina yerleşimi..... 10

Şekil 2.3.Türkiye'de 5 iklim tipine göre yerleşimlerin termal kuşak ile ilişkisi 15

Şekil 2.4. Bir tepe çevresindeki yamaçlarda iklimsel özelliklere göre farklı yerleşim alternatifleri..... 16

Şekil 2.5. Türkiye'de sınıflandırılmış 5 iklim tipine göre yerleşimlerin termal kuşak ile ilişkisi.....17

Şekil 2.6. Yatay ve dikey yüzey güneş açıları..... 18

Şekil 2.7. Sıcak-nemli iklim bölgesi peyzaj-bina formu ilişkisi 26

Şekil 2.8. Peyzaj elemanlarının hava hareketini yönlendirmede kullanılması..... 27

Şekil 2.9. Yerleşmelerde havalandırmanın sürekliliği 28

Şekil 2.10. Olgyay (1963)'a göre sıcak nemli iklim bölgesi yapıları için optimum yönlenme..... 30

Şekil 2.11. Sıcak nemli iklim bölgesi yapıları için optimum yönlenme-Antalya. 31

Şekil 2.12. Güneş ışımasına göre doğu batı ekseninde yönlenme..... 31

Şekil 2.13. Sıcak nemli iklim bölgesinde uygun biçim faktörü 32

Şekil 2.14. Biçim faktörüne bağlı olarak ısı kazanım miktarı..... 33

Şekil 2.15. ABD'nde 50 büyük kent için 1955-2005 yılları arasında kentsel ve kırsal sıcaklık değişimi 43

Şekil 2.16. Kentsel ısı adası etkisi..... 45

Şekil 2.17. Kentsel ısı adasına etki eden faktörler 47

Şekil 2.18. Orta ölçekte kentsel ısı adası oluşum süreci 52

Şekil 2.19. Mikro ölçekte kentsel ısı adası oluşum süreci..... 53

Şekil 2.20. Yerel iklim zonları 55

Şekil 2.21. Farklı kentsel form düzenlemelerinin yaklaşık iklimsel etki yeteneklerinin basitleştirilmiş sınıflandırması..... 57

Şekil 2.22. Kentsel kanyonun stereografiksel olarak iki boyutlu düzlem olarak yansıtılması 59

Şekil 2.23. Kanyon etkisinin oluşumunda etkili olan etmenler (w, w1, w2: yol ve kaldırım genişlikleri, h1, h2: bina yükseklikleri) 60

Şekil 2.24. Hong Kong Kowloon Yarımadası'nın hava sıcaklığı haritası 65

Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu 76

Şekil 3.2. 26/08/1987 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü 77

Şekil 3.3. 24/06/2002 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü 78

Şekil 3.4. 19/06/2006 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü 79

Şekil 3.5. 25/08/2010 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü 80

Şekil 3.6. 30/08/2012 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü 81

Şekil 3.7. Kablosuz hava istasyonu (iklim ölçüm cihazı), arayüz ve yazılımı 82

Şekil 3.8. Çalışma yöntemi akış şeması 84

Şekil 3.9. Erdas Imagine Spatial Model Builder ile yüzey sıcaklığı hesaplama modeli 88

Şekil 3.10. Gökyüzü görüş faktörü (GGF) ölçüm formülasyonu 93

Şekil 4.1. 1987 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 95

Şekil 4.2. 2002 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 96

Şekil 4.3. 2006 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 97

Şekil 4.4. 2010 yılı arazi örtüsü sınıflandırması 98

Şekil 4.5. Arazi örtüsü değişimi (1987-2002-2006-2010) 100

Şekil 4.6. 1987 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 101

Şekil 4.7. 2002 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 102

Şekil 4.8. 2006 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 103

Şekil 4.9. 2010 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi 104

Şekil 4.10. Antalya kent bütünü yüzey sıcaklıkları analizi (LST)-° C 105

Şekil 4.11. Su yüzeyleri ve yeşil alan varlığının sıcaklık yansıma değerlerine etkisi .. 106

Şekil 4.12. Seçilen 48 adet gözlem noktası ve konumları 107

Şekil 4.13. 48 gözlem noktasının kümeleme analizi ağaç diyagramı 111

Şekil 4.14. Araştırma alan sınırları içinde iklim istasyonları konumları 116

Şekil 4.15. Üç istasyonda ölçülen dış ortam sıcaklık (TempOut) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (ºC) 122

Şekil 4.16. Üç istasyonda ölçülen dış ortam yüksek sıcaklık (HiTemp) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (ºC)) 122

Şekil 4.17. Üç istasyonda ölçülen dış ortam düşük sıcaklık aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (ºC) 123

Şekil 4.18. Üç istasyonda ölçülen dış ortam nemi (OutHum) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (%) 124

Şekil 4.19. Üç istasyonda ölçülen rüzgâr hızı (WinSpeed) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (km/sa) 124

Şekil 4.20. Üç istasyonda ölçülen hissedilen sıcaklık indisi (HeatIndex) aylık ortalamalarının aylara göre dağılımı (ºC) 125

Şekil 4.21. Üç istasyonda ölçülen hissedilen rüzgâr serinliği (WindChill) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (ºC) 125

Şekil 4.22. Üç istasyonda ölçülen hissedilen güneş radyasyonu (SolarRad) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (watt/m^2) 126

Şekil 4.23. Ağustos ayı hava sıcaklık değerleri 127

Şekil 4.24. Ağustos ayı rüzgar hız değerleri 128

Şekil 4.25. (KİZ) araştırma zonlarının hava fotoğrafı üzerinde konumları 133

Şekil 4.26. (KİZ) 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı 134

Şekil 4.27. (KİZ) araştırma zonlarının 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı (07/10/2017 tarihli ABBMK) 135

Şekil 4.28. Döşemealtı KİZ (Z1) 1/1000 ölçekli uygulama imar planı 136

Şekil 4.29. Döşemealtı KİZ (Z1) orto foto üzerinden mevcut yapılaşma durumu 137

Şekil 4.30. Döşemealtı KİZ (Z1)Kat yükseklikleri ve yol genişlikleri 138

Şekil 4.31. Döşemealtı KİZ (Z1) doku ve yapı analizleri 138

Şekil 4.32. Döşemealtı KİZ (Z1) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 139

Şekil 4.33. Döşemealtı KİZ (Z1) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 140

Şekil 4.34. Döşemealtı KİZ (Z1) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen ışınım miktarı) analizi 140

Şekil 4.35. Döşemealtı KİZ (Z1) Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri 141

Şekil 4.36. Döşemealtı KİZ (Z1) Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri 141

Şekil 4.37. Kepez KİZ (Z2) mer'i Kepez-Santral mahalleleri 1/1000 ölçekli uygulama imar planı (19/02/2016 tarihli ABBMK) 142

Şekil 4.38. Kepez KİZ (Z2) ortofoto üzerinden mevcut yapılaşma durumu 143

Şekil 4.39. Kepez KİZ (Z2) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri 144

Şekil 4.40. Kepez KİZ (Z2) doku ve yapı analizleri 144

Şekil 4.41. Kepez KİZ (Z2) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 145

Şekil 4.42. Kepez KİZ (Z2) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 146

Şekil 4.43. Kepez KİZ (Z2) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen ışınım miktarı) analiz 146

Şekil 4.44. Kepez KİZ (Z2) Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri 147

Şekil 4.45. Kepez KİZ (Z2)Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri 147

Şekil 4.46. Muratpaşa KİZ (Z3) 1/1000 ölçekli uygulama imar planı ve yapılaşma durumu 148

Şekil 4.47. Muratpaşa KİZ (Z3) ortofoto üzerinden mevcut yapılaşma durumu 149

Şekil 4.48. Muratpaşa KİZ (Z3) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri 150

Şekil 4.49. Muratpaşa Sinan Mahallesi KİZ (Z3) doku ve yapı analizleri 150

Şekil 4.50. Muratpaşa KİZ (Z3) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 151

Şekil 4.51. Muratpaşa KİZ (Z3) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 152

Şekil 4.52. Muratpaşa KİZ (Z3) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen ışınım miktarı) analizi 152

Şekil 4.53. Muratpaşa KİZ (Z3) Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri 153

Şekil 4.54. Muratpaşa KİZ (Z3) Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri 153

Şekil 4.55. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) 1/1000 ölçekli uygulama imar planı ve yapılaşma durumu 154

Şekil 4.56. Muratpaşa KİZ (Z4) ortofoto üzerinden mevcut yapılaşma durumu 154

Şekil 4.57. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri 155

Şekil 4.58. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) doku ve yapı analizleri.....156

Şekil 4.59. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi 157

Şekil 4.60. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi..... 157

Şekil 4.61. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) Ağustos ayı, arka sıra güney cephenin güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen enerji miktarı) 158

Şekil 4.62. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) Ağustos ayı, ön sıra kuzey cephenin güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen enerji miktarı) 158

Şekil 4.63. Muratpaşa KİZ (Z4) Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri 159

Şekil 4.64. Muratpaşa KİZ (Z4) Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri 159

Şekil 6.1. Arazi kullanım/örtüsü ve yüzey sıcaklık haritaları 170

Şekil 6.2. Yüzey sıcaklıkları ve bitki örtüsü yoğunluk haritaları 171

Şekil 6.3. Antalya kenti Döşemealtı, Kepez, Muratpaşa iklim bölgeleri için enerji etkin planlama ve tasarım ilkeleri 173

Şekil 6.4. Bir yapının yaz ve kış gündönümlerindeki güneş kabuğu incelemesi 175

Şekil 6.5. Yüksek katlı yapılarda bina yönlenmesinin gölgesine etkisi 176

Şekil 6.6. Antalya kenti için aylık gölgelenme oranları……..177

Şekil 6.7. Bir yapının güney cephesine 22 Aralık'ta düşen güneşe göre cephedeki gölgelenme durumu 177

Şekil 6.8. Bir yapının güney cephesine 22 Haziran'da düşen güneşe göre cephedeki gölgelenme durumu 178

Şekil 6.9. Döşemealtı KİZ (Z1) öneri enerji etkin yapılaşma modeli 179

Şekil 6.10. Döşemealtı KİZ (Z1) öneri yapılaşma modeli batıdan görünüş..... 179

Şekil 6.11. Muratpaşa KİZ (Z3) öneri enerji etkin yapılaşma modeli..... 180

Şekil 6.12. Muratpaşa KİZ (Z3) öneri yapılaşma modeli ön görünüş (Güneyden bakış)..... 180

Şekil 6.13. Muratpaşa KİZ (Z3) gölge analizi..... 180

Şekil 6.14. Muratpaşa KİZ (Z3) güneşlenme analizi 181

Şekil 6.15. Muratpaşa KİZ (Z4) öneri enerji etkin yapılaşma modeli..... 181

Şekil 6.16. Muratpaşa KİZ (Z4) öneri yapılaşma modeli ön görünüş (Güneyden bakış)..... 182

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Türkiye iklim sınıfları 14

Çizelge 2.2. Kyoto Protokolü'nün Ek-A ve Ek-B Listeleri 37

Çizelge 2.3. Birincil enerji kaynaklı kişi başına düşen CO_2 miktarı (ton CO_2/kişi) 39

Çizelge 2.4. Çeşitli yüzeylerin yansıma değerleri. 61

Çizelge 3.1. Davis Vantage Pro 2 kablosuz hava istasyonu teknik özellikleri 83

Çizelge 3.2. CORINE I ve II düzeylere göre arazi/toprak örtüsü sınıfları 86

Çizelge 4.1. Antalya kent bütünü 1987 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları 94

Çizelge 4.2. Antalya kent bütünü 2002 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları..... .95

Çizelge 4.3. Antalya kent bütünü 2006 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları 97

Çizelge 4.4. Antalya kent bütünü 2010 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları 98

Çizelge 4.5. Arazi örtüsü değişimi (1987-2002-2006-2010) 99

Çizelge 4.6. Seçilen örnek noktaların Stewart ve Oke (2010)'ye göre sınıflandırılması 108

Çizelge 4.7. Seçilen 48 noktanın arazi kullanım durumuna göre yüzey sıcaklığı ve bitki örtüsü ile ilişkisi 109

Çizelge 4.8. Gruplar arası ortalama küme ilişkileri 112

Çizelge 4.9. Arazi kullanım sınıfına göre ortalama sıcaklıkların faktörlere göre değişimi One-wayAnova sonuçları 114

Çizelge 4.10. Arazi kullanım gruplarının faktörlere göre One-way Anova sonucu 114

Çizelge 4.11. Arazi örtüsü/kullanımı ve yüzey sıcaklığı ilişkisi ANOVA sonuçları ...115

Çizelge 4.12. Arazi örtüsü/kullanımı ve yüzey sıcaklığı ilişkisi 115

Çizelge 4.13. İklim ölçümleri yapılan istasyon kurulan bölgelerin özellikleri 117

Çizelge 4.14. Döşemealtı kablosuz hava istasyonundan alınan ortalama iklim değerleri 119

Çizelge 4.15. Kepez kablosuz hava istasyonundan alınan aylık ortalama iklim değerleri 119

Çizelge 4.16. Muratpaşa kablosuz hava istasyonundan alınan iklim değerleri.....120

Çizelge 4.17. ArcMap'te noktalara atanarak enterpole edilen istasyon ölçüm değerleri.....126

Çizelge 4.18. Seçilen 48 noktada arazi kullanım durumuna göre yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve bitki örtüsü ile ilişkisi.....129

Çizelge 4.19. 30 Ağustos 2012'de ölçülen saat başı Sıcaklık (TempOut) değerleri, kır-kent ilişkisi.....131

Çizelge 4.20. Kentsel iklim zonları.....160

Çizelge 4.21. Kentsel iklim zonlarının güneş/gölge analiz sonuçları.....161

Çizelge 6.1. Antalya için mevsim hesaplayıcı (Bahar ekinoksları, yaz ve kış gün dönümü saatleri.....176

1. GİRİŞ

İklim sistemi, atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buz, okyanuslar ve diğer su kütleleri ile canlıları kapsayan karmaşık ve etkileşimli bir sistemdir. Bu sistem, zaman içinde, kendi iç dinamiklerinin etkisi altında veya dış etmenlerdeki değişikliklere bağlı olarak yavaş yavaş değişim gösterir. Dış etmenler, volkanik patlamalar ve güneşle ilgili değişkenlikler gibi doğal olaylar ile atmosferin bileşimindeki insan kaynaklı değişiklikleri içerir.

İklim değişikliği, "nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda ve/veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler" biçiminde tanımlanmaktadır. Dünyamızın bugüne kadarki tarihi boyunca, iklim sisteminde, milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal etmenler ve süreçlerle birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemde de değişikliklere yol açmıştır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2015).

Küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma, fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, doğal alanlarla ormanların yok olması ve sanayi faaliyetleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışı ve iklimde oluşan değişiklikleri ifade etmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2015).

Küresel ısınma, ekolojik-biyotik süreçler ve insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan ve havaya karışan sera gazlarının (karbondioksit-CO_2, metan-CH_4, nitrozoksit-N_2O vb.) neden olduğu olağan dışı sıcaklık artışı olarak tanımlanabilir. Atmosferde belirli miktarda bulunan bu gazların bileşiminin bozulması, yeryüzünden gelen uzun dalgalı ışınların tutulmasına ve ortalama yüzey sıcaklıklarının aşırı derecede artması nedeniyle gerçekleşmektedir (Yapraklı ve Bayramoğlu 2017).

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Dördüncü Değerlendirme Raporu (2011)'de, Akdeniz Havzası'nda genel sıcaklık artışının 1 °C – 2 °C'ye ulaşacağı, kuraklığın geniş bölgelerde hissedileceği ve özellikle iç kesimlerde sıcak hava dalgalarının ve aşırı sıcak günlerin sayısının artacağı ifade edilmektedir. Türkiye'de ise yıllık ortalama sıcaklığın gelecek yıllarda 2,5 °C-4 °C artacağı, Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde 4 °C'yi, iç bölgelerinde ise bu artışın 5 °C'yi bulacağı tahmin edilmektedir. Gerek Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporu, gerekse yürütülen bir dizi ulusal ve uluslararası bilimsel model çalışmaları, Türkiye'nin yakın gelecekte daha sıcak, daha kurak ve yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağını ortaya koymuştur (Anonim 1).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce hazırlanmış olan Türkiye'nin 1971-2000 ve 2018 tarihli kuraklık haritalarına bakıldığında hava sıcaklıklarındaki artışların Türkiye'yi ciddi anlamda bir kuraklık tehlikesi ile karşı karşıya bıraktığı söylenebilir. Bu çerçevede Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri başta olmak üzere, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde kuraklık oranında belirgin bir artış görülmektedir. Bunun yanında yaz ve kış sıcaklık oranlarındaki değişimler açısından bir değerlendirme

yapıldığında, kış aylarında tahmin edilen sıcaklık artışının ülkenin doğu kesiminde daha yüksek olduğu gözlemlenebilir. Yaz mevsiminde bu görüntü tersine dönmekte ve özellikle Ege Bölgesi olmak üzere ülkenin batı kesimi 6 °C'ye kadar varan sıcaklık artışına maruz kalmakta iken ülkenin geneli için bölgelere göre ortalaması alınmış ortalama sıcaklık artışı yıllık 2-3 °C olarak tahmin edilmektedir (Anonim 2).

İklim değişikliği ile ilgili ilk tarihsel bulgular 300 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Atmosferdeki sera etkisi ve sera gazları, bilim dünyasında 17. yüzyıldan yıllardan itibaren araştırılmaya başlanmıştır. 1970 yılına kadar bu çalışmalar yalnızca bilim adamları tarafından yürütülürken, 1. Dünya İklim Konferansı ile küresel boyutta gündeme taşınmıştır. Kentleşmenin ve iklim değişikliğinin karşılıklı bir ilişki içinde olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Kahraman ve Şenol 2018).

1970'li yıllardan itibaren genel çevresel sorunların gözle görülür hale gelmesi, bilim ve teknolojideki gelişmeler ve çevre ekonomistlerinin konu ile ilgili çalışmaları sayesinde iklim değişikliği, ülkelerin temel gündem konularından biri haline gelmiştir. Çalışmalar kapsamında ön plana çıkan temel hedef, sera gazı salınım oranlarının küresel sıcaklık artışının 2 °C'de kalmasını sağlayacak şekilde sınırlandırılmasıdır. Çünkü 2 °C'lik artış su kaynaklarının tükenmesine; 5 °C'lik artış buzulların hızla erimesiyle su seviyesinde beş metrelik yükselmeye; 6 °C'lik artış ise iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden dolayı büyük insan göçlerinin olduğu bir dünya düzenine neden olacağı tespit edilmiştir (Yapraklı ve Bayramoğlu 2017).

1987 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu Brundtland Raporu'nda "sürdürülebilirlik" kavramından bahsedilmiştir. Bu kavram, dünyadaki çevresel sorunları ve kalkınmayı ele alarak bu sorunlarının çözümünde gelecek nesillerin istifade edeceği kaynaklara zarar vermeden "sürdürülebilir bir kalkınma" sürecinden söz etmektedir (Karakaya ve Sofuoğlu 2015). Rapora göre sürdürülebilirlik; ekonomik üretimi maksimize etmek için ekonomik, ekosferi korumak için ekolojik, ve yoksulluğu azaltmak için sosyal eşitlik koşulları olmak üzere üç konu başlığı olarak "çevre", "ekonomi", "eşitlik" kavramlarının bir bileşenidir. Sürdürülebilirlik ilkelerinden kentleşme sürecine kadar olan uygulamalar, "sürdürülebilir kentsel gelişme" kavramını ortaya çıkarmıştır (Kocabaş 2013).

Bu kavram, eko-kent, eko-kasaba, eko-mahalle-vb. her seviyede sürdürülebilir yerleşim vizyonu öneren eko-yerleşimler için türlü kurala uygun modelleri desteklemiştir. Eko-kent, ekoloji ve kent kavramlarının birleşmesinden oluşmuş, insan, doğa ve kent arasında ilişki kurmayı ve gelecek kuşaklara sağlıklı, temiz, sürdürülebilir yerleşmeler bırakmayı öngören bir kavramdır. Kentlerin iklime ve çevreye uyumlu hale getirilmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, fosil yakıt kullanımının azaltılması, katı atıkların geri dönüşümü ve atıklardan enerji üretimi, yenilenebilir enerji kullanımı gibi önlemleri öncelik almaktadır.

Kentler, dünya yüzeyinin % 2'sinden daha azını kapsadığı halde dünya enerjisinin % 78'ini tüketip tüm karbondioksitin % 60'ından fazlasını üreterek iklim değişikliğini hızlandırıcı bir etkide bulunurken; iklim değişikliğinin küresel boyutundan en fazla etkilenecek alanlardır.

İnsan kaynaklı sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağı olan fosil ve biyokütle yakıtların yakılması, çimento üretiminin karbondioksit; tarım ve katı atık düzenli depolama sahalarının metan gazı salması, gübre kullanımı ve naylon üretimi, diazot monoksit ve buzdolabı ile klimaların florine sera gazı salınımları ile birlikte arazi kullanımı değişiklikleri de iklim sistemini önemli ölçüde etkilemektedir. Tarım amaçlı kullanım için arazi açılması, koyu renkli yüzeyin miktarını artırmakta ve sonuç olarak gelen güneş ışınımı yansımaktan çok emilmektedir. Arazi açılması ayrıca, ormanların tahrip edilmesi nedeniyle, karbondioksiti tutan ve depolayan ağaç ve bitkilerin azalması anlamına gelmektedir. Kentleşme, kentsel ısı adalarının, yani kentlerde çevrelerine göre daha sıcak alanların oluşmasına yol açmaktadır.

2012 yılı okyanus ve karaların küresel ortalama sıcaklıkları 1961-1990 ortalaması olan 14,0 °C'nin 0,57 °C üzerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuçla 2012 yılı 1880'den beri gerçekleşen 10. sıcak yıl, karasal sıcaklıklar açısından ise 0,9 °C anomali ile 7. sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiştir. 2012 yılı dünyada La Nina'lı yıllar arasında ise en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiştir. Küresel ortalama sıcaklıklar 1970'ten bu yana 0,16°C/10 yıl olmak üzere artış trendi göstermiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü yıllık iklim değerlendirmesi raporlarına göre; Türkiye ortalama sıcaklıklarında 1994 yılından bu yana (1997 ve 2011 yılları hariç) pozitif sıcaklık anomalileri mevcuttur. En sıcak yıl ise 2,0 °C'lik anomali ile 2010 yılı olmuştur. 2012 yılı Türkiye ortalama sıcaklıkları 14,2 °C ile 1971-2000 ortalaması olan 13,2 °C'nin 1,0 °C üzerinde gerçekleşmiştir. 2013 yılı Türkiye ortalama sıcaklıkları 14,1 °C ile 1981–2010 ortalaması olan 13,5 °C'nin 0,6 °C üzerinde gerçekleşmiştir. 2014 yılı Türkiye ortalama sıcaklıkları 14,9 °C ile 1981-2010 ortalaması olan 13,5 °C'nin 1,4 °C üzerinde gerçekleşmiştir. 2015 yılında ise, bütün mevsimlerde ortalama sıcaklıklar normallerinin üzerinde; özellikle kış ve sonbahar mevsimleri sıcaklıkları 1981-2010 normallerinin yaklaşık 2 °C üzerinde gerçekleşmiştir. 2016 yılında bütün mevsimlerde ortalama sıcaklıklar normallerinin üzerinde; özellikle ilkbahar mevsimi sıcaklık farkı 1981-2010 normalinin 1,8 °C üzerinde gerçekleşmiştir. 2017 yılı Türkiye ortalama sıcaklığı ise 14,2 °C ile 1981–2010 ortalaması olan 13,5 °C'nin 0,7 °C üzerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuçla, 1961'den itibaren yapılan ölçümler dikkate alındığında 2017 yılı en sıcak dokuzuncu yıl olmuştur. Türkiye'nin 2018'deki yıllık ortalama sıcaklığı 15,4°C'dir. Bu değer, 1981-2010 normalinden (13,5 °C) 1,9°C daha yüksektir.

Türkiye'de en fazla aşırı iklim olaylarının yaşandığı yıl ise 2015 olarak kayıtlara geçmiştir. Türkiye'de aşırı iklim olaylarından hortum ve sel olaylarının % 47'si Akdeniz bölgesinde görülmekte ve 1998, 1999, 2012 ve 2019 yıllarında ölümle sonuçlanan hortum felaketi yaşanan kentler arasında Antalya kenti de yer almaktadır (Yavuz vd. 2015).

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO-1983) kent iklimini, "(ısı kirliliği ve hava kirletici emisyonları içeren) yapılaşmış alanlar ve bölge iklimi arasındaki etkileşimler tarafından değiştirilen yerel iklim" olarak tanımlamaktadır.

Küresel kapsamdaki iklim değişikliklerine ilave olarak, yoğun kentleşmenin bir sonucu olarak kentlerin mikroiklimsel yapısında da değişimler meydana gelmekte, kentlerde bölgesel ısınmalar oluşmaktadır. Kentler küresel ısınmanın temel etkenlerinden birini oluştururken, küresel ısınma yarattığı iklimsel değişikliklerde kentler üzerinde baskı oluşturmaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

Kentlerde yeşil alanların ve buharlaşma yüzeylerinin azalması; beton ve asfaltla kaplanmış yüzeylerin, yapısal alanların artması gibi nedenlerle meteorolojik parametreler değişerek yerel ve bölgesel ölçekte iklim değişimine neden olmakta; büyük kentler kendilerine özgü iklimleri olan mekânlar haline gelmektedirler. Kentsel alanlardaki bu iklimsel farklılaşma "kentsel ısı adası" olarak tanımlanmaktadır (Yüksel 2005). "Kentsel ısı adası" terimi kent ve çevresi arası yüzey ve hava sıcaklıklarındaki gerçek farkı tanımlamaktadır. Kentsel ısı adası, beton yüzeyler, bitki örtüsü ve yüzey nemi yetersizliği, hava kirliliği, binaların kanyon etkisi sonucu oluşmaktadır (Karaca vd. 1995; Yüksel 2005).

Kırsal kesimlerde, gelen güneş enerjisi bitki ve topraktaki suyun buharlaşmasında kullanılır. Diğer taraftan kentlerde bitki örtüsünün ve açık toprak arazinin az olması nedeniyle, gelen güneş radyasyonunun önemli bir kısmı kentteki yapılar ve asfalt yollar tarafından emilir. Bu nedenle kentlerde, sıcak bir günde buharlaşma yoluyla olan soğuma, kırsal kesimlere göre daha düşük oranda gerçekleşir. Ayrıca araçlardan, fabrikalardan ve ısıtma sistemlerinden kent atmosferine sürekli ısı enerjisi transfer edilir. Gece olduğunda kentteki yapılar ve asfalt yollar gün boyu emilen güneş enerjisini yavaş bir şekilde kızılötesi radyasyon olarak kent atmosferine gönderirler. Dolayısı ile kent atmosferinin sıcaklığı, çabuk soğuyan kırsal alanların sıcaklığına göre daha büyük bir değerde gerçekleşir (Koçak 2012).

Kentlerde, yeşil alanlar için ayrılan alan miktarı genellikle yetersizdir, betonlaşma her geçen gün artmaktadır. Motorlu taşıt egzozları, endüstriyel süreçler ve ısıtma gibi doğrudan ısı yayan insan etkinliklerinin yanı sıra, kent yüzeyini kaplayan, beton ve asfalt kaldırımlar ve yollar, beton, tuğla, briket vb. malzemelerden yapılan binalar, termal özellikleri nedeniyle gündüz önemli düzeyde güneş ışınını soğururlar. Gündüz aldıkları bu enerjiyi, gece boyunca uzun dalgalı termal ısınım olarak havaya salarlar. Bu termal ısınım, gece hava sıcaklığının artmasına neden olur. Kentsel gece ısınması, özellikle gece en düşük hava sıcaklıklarında belirgindir (Gülten 2007).

Antalya kenti, 2017 yılı itibarı ile Türkiye'nin 2.328.555 kişilik nüfusuyla İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa'dan sonra beşinci büyük, 20.909 km^2'lik yüzölçümü ile de altıncı büyük kentidir. Akdeniz kıyısında yer alan Antalya, Türkiye'nin hızla büyüyen ve en önemli turizm merkezlerinden biridir.

Antalya, Akdeniz ikliminin tipik olarak görüldüğü bir alandır. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İstasyonu verilerine göre (1970-2015) şehir ve çevresi en fazla yağışı kış aylarında almakta, yaz yağışlarının çok az olduğu bu alanda yıllık ortalama toplam yağış 1074 mm'nin üzerine çıkmaktadır. En soğuk ay olan ocak ayı sıcaklık ortalaması 10 °C'ye yaklaşan Antalya'da yaz aylarındaki sıcaklık ortalaması 25 °C'yi geçmekte, şehirde 6 ay yaz günü (Tmax>25 °C) yaşanmaktadır. Şehirde maksimum sıcaklıklar ise 45 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Mayıs-Eylül ayları arası 10 saati geçen güneşlenme süresi Aralık ve Ocak aylarında 5 saate kadar düşmektedir (Şensoy vd. 2016).

Antalya turizm, tarım, sanayi ve hizmet sektörlerindeki istihdam olanakları ile başta komşu iller olmak üzere ülkemizin her bölgesinden yoğun göç alan illerden biridir. 1970'li yıllarda başlayan turizm yatırımları ve tarım sektörüne bağlı olarak göçler hızla artmıştır. 1985'ten itibaren ilin nüfus artışında göçlerin önemli bir payı vardır. 1975'te 140.897 olan Antalya kent nüfusu 2000'de 700.027, 2007'de 775.157'ye yükselmiştir.

Yaşanan hızlı kentleşme ve göç olgusu ile özellikle 1985-1990 döneminde % 44.84 oranında kentsel nüfus artışı ile ülke ortalamalarının çok üzerinde nüfus almıştır. Yıllık ortalama nüfus artış hızı % 7.69 değeri ile ülke ortalamasının yaklaşık iki katı düzeyindedir (Tunçer ve Yalçıner Ercoşkun 2007).

Antalya kenti planlama tarihinde 1923-1950 döneminde tarımsal hinterlandın ticaret, hizmet ve yönetsel merkezine dönüştüğü dönem; 1950-1970 yılları arası yularıda bahsedilen göçle gelen nüfus artışı, kamu yatırımlarına dayalı sanayileşme ve değişimin başlangıcı dönemi; 1970-1985 yılları arası göç, nüfus artışı ve gecekondulaşma, kentin planlanmasına dönük yeni arayışların başladığı dönem; 1985-1994 dönemi ise tarım ve sanayiye dayalı gelişmeden, turizm gelişmesine dayalı ticaret ve kültür kenti fonksiyonlarına dönüş kentte, kültür, spor, ticaret ve hizmetlerde uzmanlaşmaya yönelişin başladığı dönemdir (Manavoğlu 2009).

Bu dönemlerden sonra ise kent makroformunu ve belediye sınırlarını yönlendiren 3 büyük dönem vardır. Bunlardan ilki Antalya kentinin giderek genişlemesi ve ulaştığı nüfus büyüklüğü sonucunda 1994 yılında Büyükşehir statüsünü almasıdır. Muratpaşa, Kepez ve Konyaaltı alt belediyeleri ana kent belediyesini oluşturmuştur. Bu dönemde yüzölçümü 2.600 hektardan 9.600 hektara genişlemiştir. Diğeri ise 2004 yılında 5216 sayılı büyükşehir Kanunu ile mücavirindeki bazı köylerin sınırlarına katılmasıyla yüzölçümünün 138.000 hektara çıkmasıdır. Son olarak ise 2014 yılında 6360 sayılı Bütünşehir Yasası'nın yürürlüğe girmesi ile tüm il sınırları Büyükşehir kapsamına alınarak yüzölçüm 2.081.500 hektara çıkarak yaklaşık 15 katına çıkmıştır. Nüfusu ise yaklaşık 19 katına çıkmıştır (Anonim 10)

Antalya kentinde, kentin büyümesine bağlı olarak; orman alanlarının turizm tesisleri ve Orman Kanunu'nun 2b maddesi vb. çeşitli kullanımlar amacıyla tahrip edilmesi, tarım alanlarının kentsel gelişme alanlarına dönüşmesi, kıyı kenti olması özelliklerinin mevcut planlara ve yapılaşma alanlarına yansımaması, parçacıl çıkan kanun ve yönetmeliklerle imar planlarında verilmiş olan yapılaşma haklarının artırılması yine planlama araç ve kamu erklerinin yetersiz olması ve etkin kullanılmaması nedeniyle çoğunlukla hisseli özel mülkiyet olan kentsel yeşil alanların gerçekleşememiş olması, kentsel açık ve yeşil alanların mevcut nüfus ve yapılaşmaya göre yetersizliği, yapı stoğunun enerji etkin olmaması, toplu taşım araçlarının etkin kullanılmaması ve araç sahipliliğinin Türkiye'de en hızlı arttığı kent haline gelmiş olması vb. nedenlerle kentsel ısı adası etkileri görülmeye başlamıştır.

Kentin iklimsel özellikleri sonucu kış ve bahar aylarında görülen aşırı yağışlar, yaz aylarında aşırı sıcaklık ve nem, kentte sürekli yaşayan insanların iklimsel konforu açısından yaşam kalitesini düşürmektedir. İklime ve kıyıya göre planlama yapılmamış olması nedeniyle mevcut yapısal koşulların ve bu koşulların getirdiği alan kullanımı/arazi örtüsü değişimleri sonucu kentsel ısı adası etkisi şeklinde kendini gösteren sıcaklık artışları, enerji tüketimini de artırmaktadır. Antalya kentinde yaz aylarında elektrik tüketimi bahar aylarına göre % 75 oranında artmaktadır. Ülkemizde yaygın enerji kaynakları olan fosil yakıt ve hidroelektrik/doğal gaz santralleri ile üretilen elektrik tüketiminin artması doğal kaynakların tahribine, karbon salınımının artması ise çevre/hava kirliliğinin artmasına ve ekolojik ayak izimizin büyümesine neden olmaktadır.

2013 yılında Antalya Büyükşehir Belediyesi ve Demir Enerji tarafından Merkez 5 ilçe kapsamında yürütülen BAKA destekli "Antalya Kenti Karbon Ayakizi Envanteri ve Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı"na göre Antalya ili toplam karbon ayakizi 2012 yılı için 8.966.179 ton CO_2e (CO_2 dengi diğer gazlar)'dir. Antalya'nın coğrafyası ve Türkiye'nin iktisadi dinamiklerinin de damgasını vurduğu enerji tüketim alışkanlıkları ve dokuları nedeniyle ısınma ihtiyacının büyük ölçüde klima kullanımı ve dolayısıyla elektrik tüketerek gerçekleştiği bilinmektedir. Diğer yandan, konut ve ticari yapılardaki elektrik tüketimlerinden kaynaklanan salımların yüksekliği, yapılara yönelik azaltım tekniklerinin uygulanması ile ciddi kazanımlar elde edilebileceğini göstermektedir. Bilindiği gibi enerji tüketimlerinin azaltılması ve salımların bu şekilde düşürülmesi açısından, yapılarda uygulanabilecek önlemler, ekonomik fizibilitesi en yüksek kategoride salım azaltım önlemleridir ve azaltım potansiyelleri de yüksektir (Anonim 2013b).

Yapılan iklim değişikliği senaryolarında yeryüzü sıcaklık değerlerinde gerçekleşecek 2 °C'lik bir artışın bile felaketlere yol açabileceği günümüzde kanıtlanmışken; uluslararası anlaşmalarla birçok ülke kendine düşen sorumluluğu yerine getirmede çeşitli uygulamalar yaparken; bu çalışmanın amacı; Türkiye'nin iklim değişikliği eylem planlarında kentlere düşen roller doğrultusunda, Antalya kentinin küresel ısınma ve iklim değişikliğine katkısı olup olmadığını kentsel ısı adası varlığı/yoğunluğu, etkileri, sebep ve sonuçları boyutunda araştırmak ve var ise etkilerini azaltmak için kent ve peyzaj planlama meslek disiplinleri kapsamında, Antalya kenti örneğinde diğer kentlerin de yararlanabileceği nitelikte bir yöntem yaklaşımıyla çözüm önerileri geliştirmektir.

Bu konudaki literatür incelendiğinde dünyada pek çok çalışma olduğu, ancak Türkiye'de yapılan araştırmaların ısı adası etkilerinin yoğun olarak görüldüğü büyük kentler üzerine yoğunlaştığı, ısı adası etkilerini ölçme, değerlendirme veya iklimsel kriterler ve enerji etkin planlama kriterlerine göre kentsel tasarıma yön veren çalışmalar olarak ayrı ayrı incelendiği; hem ısı adasını oluşturan tüm nedenlerin incelenerek ısı adası oluşumunu en çok etkileyen nedenleri gidermeye dönük önlem alma kapsamında yapılan bu çalışmanın bu konudaki bilgi birikimine katkıda bulunması hedeflenmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Kuramsal Bilgiler

2.1.1. Enerji etkin planlama ve iklim

Enerji, insanların yaşamlarını sağlıklı, güvenli ve rahat bir şekilde sürdürebilmeleri için gerekli temel ihtiyaçlardandır. Dünyadaki nüfus artışı ve ekonomik büyüme beraberinde enerji talebinde artışı getirmektedir. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdilerinden biri olan enerjinin, dünyanın ve insanlığın geleceğindeki belirleyici konumu, her geçen gün daha da artmaktadır.

Enerji ihtiyacının minimize edilmesi açısından en etkili araç, iklimsel koşullara uygun planlama ve tasarım yapmaktır. İklime dayalı enerji etkin tasarımın amacı; kullanıcı konforunun sağlanması ve enerji tüketimini azaltmak için negatif faktörlere karşı önlemler alıp pozitif faktörlerden mümkün olduğunca yararlanmaktır (Goulding vd. 1992; Koca 2006).

İklim şartlarına cevap veren tasarım ilkeleri, yaz ya da kış şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösteren doğal iklim elemanlarını kullanarak optimum şartların sağlanması, minimum enerji kullanımının çevreyle dost bir tasarım anlayışının benimsenmesi isteğinden yola çıkılarak belirlenmektedir. Bölgesel iklim veri ve ihtiyaçlarının dikkate alındığı yaklaşımlar, tüm mevsimlere uyacak tasarımların yapılmasını sağlayabilir (Koca 2006).

Sıcak iklimlerde temel ihtiyaç soğutma olacaktır. Yılın büyük bir bölümünde güneşten korunmak, yerel rüzgarları dikkate alarak hava akımlarından faydalanmak ve havalandırmayı sağlamak gerekecektir. Kurak iklimlerde; nemin olmaması nedeni ile gün içindeki sıcaklık farkının da fazla olması, tasarım açısından ısının gün içindeki değişiminin de dikkate alınması gerekliliğini ortaya koyar (Günel 2004; Koca 2006).

Ilıman iklimlerde, yılın yaklaşık yarısı soğutma yarısı da ısıtma ihtiyacını işaret eder. Karasal iklimlerde ısıtma ihtiyacı, denizsel iklimlerde ise soğutma ihtiyacı olacaktır. Havalandırma için yerel rüzgar analizleri yapılmalıdır. Soğuk iklimlerde, ısıtma ihtiyacı önem kazanmaktadır. İklim şartlarına cevap veren tasarım ilkeleri, yaz ya da kış şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösteren doğal iklim elemanlarını kullanarak optimum şartların sağlanması, minimum enerji kullanımının çevreyle dost bir tasarım anlayışının benimsenmesi isteğinden yola çıkılarak belirlenmektedir. Bölgesel iklim veri ve ihtiyaçlarının dikkate alındığı yaklaşımlar, tüm mevsimlere uyacak tasarımların yapılmasını sağlayabilir (Günel 2004; Koca 2006).

2.1.2. Enerji etkin planlama ve iklimsel tasarım

Enerji etkin tasarım, Lizon (1982)'ye göre, yapıyı iklimsel kuvvetlerden koruyan ve/veya mekanik sistemlerdeki gereksinimini azaltmak için iklimsel kuvvetleri kullanan tasarım olarak tanımlanmaktadır (Kadiroğlu 2011).

Kadiroğlu (2011)'na göre enerji etkin mimari kavramı, makro ve mikro iklimsel belirleyicilerle oluşturulan tasarımlarla, binanın enerji ihtiyacının minimumda tutulması ve klasik enerji kaynaklara ihtiyacın aza indirgenmesi şeklinde tanımlanmaktadır.

İnşaat sektörünün küreselleşmesiyle yöreye, kültüre, arazi şartlarına ve enerji ihtiyaçlarına göre tasarım parametrelerinin farklılaşması ortadan kalkmıştır. Bu yaklaşım, binalarla iklimsel ve coğrafi koşulların entegre olamamasına sebep olmuş, binaları enerji ihtiyacında en üst basamağa taşımıştır. Buna ek olarak kullanıcının iklimsel ve görsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açısından öneminin anlaşılması ile birlikte ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi gereksinimleri de artış göstermektedir.

Enerji talebinde görülen bu artışa karşın ısıtma ve soğutmada kullanılan enerji kaynakları (kömür, petrol gibi) azalmakta, dolayısıyla bu tür kaynakların maliyetleri artmaktadır. Isıtma ve soğutma süreci sonunda, dış ortama atılan kirleticiler, insan sağlığını bozan düzeye ulaşmaktadır. Hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleyeceği maliyet, elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin ulaştığı boyutlar, ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirilmesini zorunlu kılmaktadır (Berköz vd. 1995; Işın 2016).

Ülkemizde yeterli enerji üretiminin yapılamaması, artan enerji taleplerinin karşılanmasında zorluklara sebep olmaktadır. Dolayısıyla, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması yönünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmazdır (Işın 2016). Bu nedenle güneş ışınımı gibi ısısal ve ışıksal niteliği, hava sıcaklığı gibi ısıtıcı niteliği ve rüzgâr gibi serinletici niteliği olan iklimsel elemanların binalar aracılığı ile optimizasyonu gerekli olmaktadır. Dolayısıyla iklimsel elemanlar pasif ısıtma, soğutma ve doğal aydınlatma sistemlerini aktive eden kaynaklar olarak düşünülmelidir (Zeren 1987; Işın 2016).

Ülkemizde enerjinin büyük bir bölümü, konutlarda iklim elemanlarını kontrol altına alarak ısıl konfor koşullarının sağlanması için harcanmaktadır. Enerji harcamalarının yarattığı çevresel problemleri önlemek için günümüzde tasarımcıların en önemli görevlerinden birisi yenilenebilir enerji kaynakları aracılığı ile çevreye en az zarar verecek konut tasarımlarını gerçekleştirmek olmalıdır. Bina ve yerleşmelerde yöresel iklimsel koşulları dikkate alarak iklim elemanlarının etkilerinden optimum yararlanarak (iklimsel etkileri faydalı yönlerinin maksimize zararlı yönlerinin minimize edilmesi) tasarım parametereleri için uygun değerlerin belirlenmesi ve dolayısıyla bina ve yerleşmelerin tasarlanma süreci iklimsel tasarım olarak tanımlanabilmektedir. İklimsel tasarımın başlıca hedefi binalarda iklimsel konfor koşullarını minimum enerji ile sağlamak için; yer, bina aralıkları (bina yüksekliklerine bağlı olarak) yönlendiriliş durumu (veya yön), bina formu, bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, doğal vantilasyon düzeni gibi tasarım parametreleri için optimum değerlerin belirlenmesidir (Berköz vd. 1995; Türktaş 2014).

Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımını zorunlu kılan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

• İnşaat sektöründeki sağlıksız yapılaşma

• Etkileri her gün daha fazla hissedilen küresel ısınma ve çevre kirliliği

• Hızlı nüfus artışı ve buna bağlı artan kaynak talebi

• Binaların üretim ve kullanım sürecinde ihtiyaç duyduğu fosil yakıtların hızla tükenmesi

• Enerji piyasasındaki dışa bağımlılığın artması

• Sürdürülebilirlik bilincinin yetersizliği

Binaların enerji etkinliği, kullanıcının iklimsel ve görsel konforunun sağlandığı durumda ısıtma yükünün, soğutma yükünün, elektrik ve sıcak su ihtiyacının karşılanması için kullanılan enerjinin niceliği ile değerlendirilir. Bu çerçevede bina tasarımında çevresel verilerin dikkate alınmasıyla binanın enerji kullanımının azalacağı açıktır. Kullanıcı konforunun sağlanamadığı durumlarda enerji etkinliğinden söz etmek mümkün değildir. Kullanıcı sağlığı ön plana alındığında iklimsel konfor koşullarının ele alınması gerekmektedir (Işın 2016).

Kentsel alanların planlanmasında mevcut kentsel doku, yapı yükseklikleri ve konumları, rüzgâr hızı-yönünü ve hava sıcaklığını etkilemektedir. Bunların hava akımı üzerindeki olumsuz etkileriyle birlikte, kent merkezlerinde ısı salınımı yavaşlamakta, dolayısıyla kentin ısı dengesi değişmekte ve kent merkezlerinde sıcaklıklar artmaktadır.

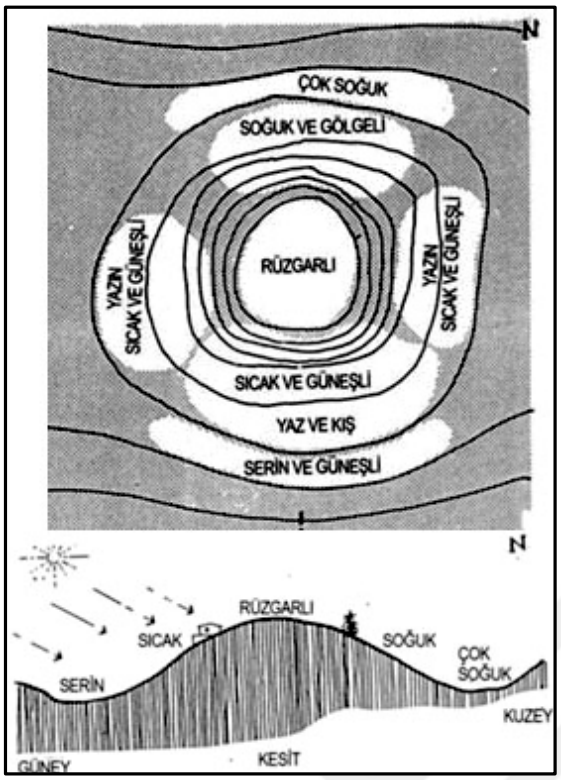
2.1.3. Kent planlamada enerji etkinlik faktörleri

2.1.3.1. Çevresel faktörler

Kentsel yapı ve özellikleri; (morfoloji, makroform, yeşil sistem, kentsel doku, bina kompozisyonları gibi faktörler) rüzgâr hızı-yönünü ve hava sıcaklığını etkilemektedir. Bunların hava akımı üzerindeki olumsuz etkileriyle birlikte, kent merkezlerinde ısı salınımı yavaşlamakta, dolayısıyla kentin ısı dengesi değişmekte ve kent merkezlerinde sıcaklılar artmaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

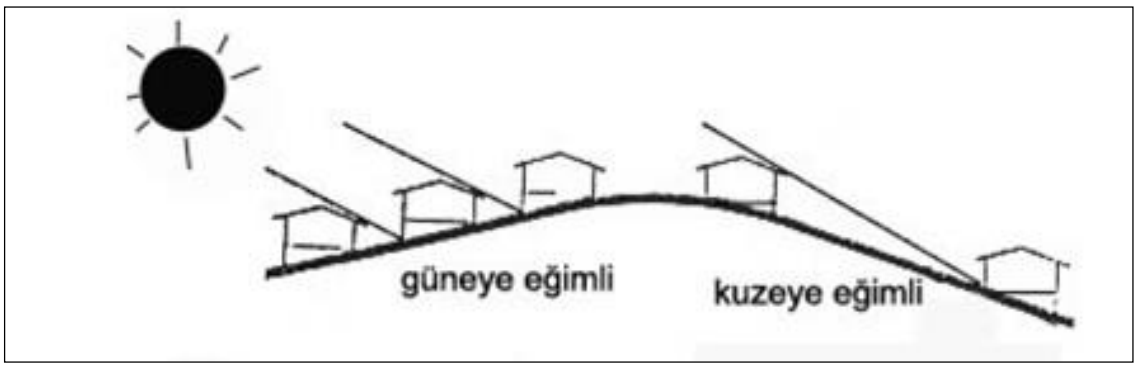
Topoğrafya

Yerleşim alanlarının tasarımında etkili en önemli faktörlerdendir. Binaların yerleşimi, yönlenişi ve formu, topoğrafik verilere göre kararlaştırılır. Arazinin eğimi ve eğimin yönü güneş ışınımı kazancı ve rüzgâr etkisinden ne düzeyde fayda sağlanacağını belirler (Şekil 2.1). Bunun yanında topoğrafya ile uyumlu tasarımlar; ulaşım sistemlerinin ve yapıların üretimi aşamasında hafriyat-dolgu çalışmalarını en aza indirerek enerji kullanımını azaltmaktadır.



Şekil 2.1. Bir tepenin yamaçlarında mikroklima özellikleri (Lechner 1991; Yurtsev 2015)

Binaların topoğrafya üzerindeki yerleşimi planlanırken arazinin bakı yönü dikkate alınmalıdır. Güneye bakan yamaçlarda güneşten daha fazla yararlanmak mümkün olmaktadır. Bu nedenle güneye bakan cephelerde sık yapılaşma güneş ışığından yararlanma oranını düşürmeyeceğinden mümkündür ancak kuzeye bakan yamaçlarda güneş daha az etkili olacağından yapılar bir diğer yapının maruz kalacağı güneş ışığını engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 2.2) (Yurtsev 2015).



Şekil 2.2. Güney ve kuzey yamaçlarda bina yerleşimi (Yurtsev 2015)

Yerleşilebilir arazi parçası eğimi açısı olarak 0° - 24° arası ele alınmaktadır. Eğim açısı 24°'yi geçtiği zaman bu eğimdeki arazi üzerinde yer alacak yapının inşa edilmesi güçleşmekte ve maliyeti artırmaktadır (Berköz vd. 1995; Işın 2016).

Yakın çevrede yapılaşma

Bir bölgede yeni yapılacak her bina bölgede mevcut diğer binaların enerji etkinliğine etki edeceği gibi, mevcut binalar da o yeni yapılacak binanın enerji kullanımı açısından önemlidir. Binalar birbirleri için engel teşkil ederek rüzgâr etkisini azaltabilir, birbirlerini gölgeleyerek güneş ışınımı kazancını düşürebilir, bir araya gelerek ısı adası etkisi yapabilir veya bu etkilerin hepsini aynı anda gerçekleştirebilirler. Enerji etkinliği için çevre binaların yeni yapılacak binalar üzerinde ne tür etkiler yaratacağı ve bu etkilere karşı uygulanacak stratejiler ön tasarım aşamasında kararlaştırılmalıdır (Işın 2016).

Mevcut yapılı çevre verileri değerlendirilirken ele alınması gereken ilkeler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Çevre yerleşimlerin dokusunun iklimsel karakter ile uyumluluğu değerlendirilmelidir.
- Çevre binaların yükseklikleri ve konumları yerleşme bölgesi üzerinde güneş ışınımı kazancına olan etkisi belirlenmelidir.
- Çevre yerleşim dokusunun yoğunluğu ve sert zemin kaplamalarının ısı adasına etkisi belirlenmelidir.
- Çevre binaların hâkim rüzgâr yönüne ve şiddetine etkisi belirlenmelidir.
- Çevre binaların yansıtıcı yüzeylerinin yerleşme bölgesinde yaratacağı optik ve ısıl problemler göz önünde bulundurulmalıdır (Işın 2016).

Yeşil alan varlığı

Yeşil alanlar, kentsel mekanlarda insan yaşamı ve gereksinimleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu alanlar, değişik kentsel kullanımlar arasında sirkülasyon ve fiziksel konfor sağlama, kente estetik değer kazandırma, rekreasyon fırsatları sunma, gürültü ve kirliliği azaltma gibi birçok fiziksel ve ekolojik işleve sahiptirler. Bu işlevleri tam olarak yerine getirebilmeleri için kent planlamada bir sistem dahilinde, belirli standartlara uygun ve yeterli büyüklükte planlanmalı ve kent dokusu içinde düzenli bir dağılıma sahip olmalıdırlar. Açık ve yeşil alanlar kentliye sağladıkları imkanların yanı sıra bir kentin şekillenmesinde de önemli rol oynamaktadırlar (Ortaçeşme vd. 2000).

Kent ve çevresindeki kırsal peyzaj ile ilişkiyi kuran açık ve yeşil alanların işlevi çok önemlidir. Kentlerde planlama çalışmalarının başarılı olabilmesi için önemli bir planlama aracı olan açık ve yeşil alanlar, kentsel mekan organizasyonunda doluluk ve boşluk dengesini sağlayan, kentin fiziksel yapısını ortaya koyan ve biçimlendiren temel alan kullanımlarından birisi olup, kent planlamasında ve tasarımında diğer alan kullanımlarını bütünleştiren bir denge unsurudur (Manavoğlu ve Ortaceşme 2015; Yücesu vd. 2017). Yeşil alanlar, genel olarak insanların rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılayan donatılardan oluşmakta, yerleşmelerin organik gelişmesinde, nüfus ve yapı yoğunluğunun korunmasında, arazi kullanım dengesinin sağlanmasında ve yerleşim alanlarında spekülatif gelişmelerin önlenmesinde görevler üstlenmektedir (Öztürk ve Özdemir 2013).

Yeşil alanlar ve bitki örtüsü, sıcaklıkları düşürücü etki oluşturmaktadır. Yeşil alanların azalması; özellikle, kent merkezlerinde bozulmuş olan bitki örtüsü dokusu, yeşil alanların tahribatı ve koyu renk yüzeylerin artışı ısı emilimini arttırarak, bu ısınmayı daha

da arttırıcı etki yaratmaktadır. Bina ve yüzeylerdeki ısı emilimi daha sonra çevreye yayılarak hissedilebilir bir sıcaklık artışına neden olmaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

Barış (2005) yeşil alanların kent iklimine etkilerini ölçmek amacıyla Ankara'da yaptığı araştırmada farklı tipteki açık ve yeşil alanların serinletme ve ortama nem sağlama etkilerini test etmiştir. Farklı nitelikte 3 yeşil alan seçilmiş (Altınpark, Kurtuluş Parkı ve A.Ü Ziraat Fakültesi Kampüsü) ve karşılaştırma yapmak amacıyla bu alanlar ile yakın çevrelerinde bulunan yerleşim alanlarında noktasal ölçümler yapılmıştır. Ölçümler günün değişik saatlerinde 10 gün süreyle tekrarlanmış, ölçüm yapılan her bir yeşil alan ile yakın çevresindeki yapısal alandaki değerler aynı saat içinde alınmıştır. Ölçümler biri yeşil alanların içerisinde ve diğeri hemen bitişiğinde yer alan yapısal alanda olacak biçimde belirlenen iki noktada yapılmıştır. Yapılan analizlerde ölçüm yapılan tüm yeşil alanların çevrelerinde yer alan yapıyla kaplı alanlara oranla daha serin oldukları, iki alan arasındaki sıcaklık farklılıklarının bazı günlerde 5,2 ^{o}C'ye kadar çıktığı görülmüştür. Nem değerleri bakımından ölçüm yapılan tüm yeşil alanların çevrelerindeki yapısal alanlara oranla daha yüksek ortalama nem değerlerine sahip oldukları saptanmıştır.

Alexandri (2002) kentsel alanlarda sıcaklığın düşürebilmesinin ölçütünü; bitkilendirmeye, var olan kentsel geometriye ve iklimsel şartlara bağlamıştır. Yapılan çalışmalar, bu parametrelerin 0,4°C'den 19,9 °C'ye kadar etkili olduğunu göstermektedir. Birçok çalışmada, kent ormanları, yeşil alanlar, yeşil çatı ve kaplamaların, uygun geometrili yapılaşmaların ısı adalarının azaltılmasında etken faktörler olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle kent ormanlarının olumlu iklimsel etkilerinin yanı sıra, kentsel iklim değişiminde kent içi ağaçların ve yeşil alanların etkileri de gözardı edilmemelidir. Yeşil alanlar ve ağaç topluluklarının alanı genişletildikçe etki derecesi de artmaktadır. Konforlu kent iklimi yaratma ve binanın mikro ölçekli hava sıcaklığını düşürmede bitkilendirmede oldukça önemli yer tutmaktadır. Farklı seviyelerde bitkilendirme ile hava sıcaklığı daha etkili bir biçimde düşürülebilmektedir. Kent parklarının yanı sıra bina yüzeylerinin yeşillendirilmesiyle, ısı adası etkisi kentin tümünde azaltılabilmektedir (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

Bitki örtüsü ile sarmalanmış binalarda güneş ışığından ısı kazanımı düştüğünden, binaların klima kullanımıyla mekanik soğutma ihtiyacı da düşmektedir. Akbari ve Rose (2008) yapmış oldukları iklim ve hava kalitesi çalışmasında, yapılaşmış kentsel alanlarda yeni dikilen ağaçların, soğumaya ve ozon hava kalitesinin iyileşmesine önemli etkide bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

Kuşçu Şimşek (2016) çalışmasında İstanbul'daki parkların mikro-iklimsel etkileri ve yüzey sıcaklıklarını incelemiştir. Parkların sınırlarından itibaren 50, 100 ve 150 metrelik tampon bölgeler oluşturarak parkların uydu görüntüsü işlenmesi aşamasında termal bant üzerinden elde edilen sıcaklık verileri, park alanlarının merkezleri ve tampon bölgeleri ilişkilendirilerek ortalama sıcaklıkları hesaplanmıştır. Çalışma soncunda park alanlarının yakın çevresiyle (50 m.) 4,40 ^{o}C kadar sıcaklık farkı yarattığı bulgusu elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre; kent içi park alanlarında, park merkezlerinin 50-100-150 metre çeperleriyle oluşturduğu sıcaklık farkları parkların sadece kendi alanına değil, çeperlerinin de mikroiklimine etki ettiğini göstermiştir.

Xiao vd. (2018) çalışmasında yeşil alanların hava sıcaklığını nasıl etkilediğini anlamak için Suzhou endüstriyel bölgesindeki 15 kentsel yeşil alanda gündüz yaz sıcaklıklarını incelemiştir. Çalışmada farklı tipteki yeşil alanların kentsel ısı adasını azaltma etkisi de araştırılmıştır. Yeşil alanların çevredeki alanlara etkileri bağlamında yeşil alanın büyüklüğü, ortalama gölge yoğunluğu, ortalama yaprak alanı indisi ve serinletmede etkili diğer faktörler, araştırılan diğer konulardır. Seçilen 15 alanın büyüklükleri 3 grupta sınıflandırılmıştır. Yeşil alanlar küçük (<4ha), orta (4-10 ha) ve büyük (> 10ha) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Bu üç grubun her birini temsil etmek üzere birer adet olmak üzere toplam 3 park seçilmiştir. Bu parklardaki sıcaklık ve nem ölçümü için mini sıcaklık ve nem veri kaydedicisi, rüzgar hızı ölçümü için anemometre kullanılmıştır. Hava sıcaklık ölçümleri 5 farklı noktada (seyrek ağaçlık, sık ağaçlık, çim alan, sert zemin ve su yakınında yeşil alan) yapılmıştır. Parkların içindeki noktalarının ortalama sıcaklık ve nem değerleri ile kontrol noktalarının değer ortalamaları karşılaştırılarak, parkların serinletme etkisi ortaya konulmuştur. Sonuçlar, her biryeşil alandaki ortalama sıcaklıkların stabil olduğunu göstermiştir. Sıcaklıklar 12:00-14:00 arasında en yüksek düzeye ulaşmış, 14:00'dan itibaren azalmaya başlamıştır. Alan içi ve dışı sıcaklıklar önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Yeşil alanların günün en sıcak saat dilimindeki serinletme etkisi 5,26 ^{o}C -7,32 ^{o}C arasında, günün tamamı dikkate alındığında ise 6,00 ^{o}C -7,78 ^{o}C arasında saptanmıştır. Yeşil alanların günün en sıcak saat dilimindeki nemlendirme etkisi % 20.63-25.06 arasında saptanmıştır. Sonuçlar, yaz aylarında, büyük yeşil alanların istikrarlı bir seritletme ve nemlendirme etkisine sahip olduğunu, küçük yeşil alanların ise daha az etkili olduğunu ortaya koymuştur. Her yeşil alanın serinletme etkisinin yeşil alan büyüklüğü, ortalama yaprak alanı indisi ve ortalama gölge yoğunluğu ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

2.1.3.2. İklimsel faktörler

İklim, belirli bir alanda uzun süre boyunca gözlemlenen sıcaklık, nem, hava basıncı, rüzgâr, yağış ve yağış şekli gibi meteorolojik olayların ortalamasına verilen addır. Hava durumundan farklı olarak iklim, bir yerin meteorolojik olaylarının uzun süreler içinde gözlemlenmesi sonucunda elde edilen verilerin ortalama değerleri olarak tanımlanabilmektedir. İklim ve peyzajın etkileşimi sonucunda mikroklimalar oluşmaktadır. Bir yerin iklimi o yerin yer şekillerine, denize uzaklığına, enlemine ve yağış durumuna bağlıdır (Yurtsev 2015).

Yerel bir ölçek içerisinde, genel iklim özelliklerinin değişimi genellikle mikroklima olarak adlandırılır (Hoeven 1982; Yurtsev 2015). Kentsel alandaki yapılar ile mikroklima arasında önemli bir ilişki vardır (Marsh 1991; Yurtsev 2015).

İklim, yapıların enerji performansı ve yapı çevresinin enerji kullanımı üzerinde çok önemli etkileri olan bir kriterdir. Özellikle binaların enerji harcama miktarını iklim koşulları doğrudan etkilemektedir. Hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, güneş radyasyonu, nem düzeyi, havanın açık veya kapalı olması gibi iklimsel faktörler tüketilen enerji miktarını doğrudan etkilemektedir (Yurtsev 2015).

Kentsel alanlar içerisinde bulunan yapıların dış cepheleri, iklimsel koşullardan etkilendiği için ısı analizlerinin yapılması gereklidir. Isı analizlerinin yapılabilmesi için bulunduğu bölgenin meteorolojik verilerinin bilinmesi önemlidir. Yapı ve dış ortam hava şartlarındaki karşılıklı etkileşim kapsamında, güneş ışınımı, hava sıcaklığı, dış hava nemi,

yağış rejimi, dış hava hareket hızı ve rüzgâr gibi mikroklima bileşenlerinin doğru ve detaylı bir şekilde saptanması, enerji etkinliği açısından önem taşımaktadır (Karaca 2008; Yurtsev 2015).

Enerji etkin konut alanı tasarımında iklimsel konfor şartlarının yerine getirilebilmesi için binaların termal kuşak ile olan ilişkisi önemli bir belirleyicidir. Termal kuşağın yeri iklim bölgelerine bağlı olarak belirlenir (Işın 2016).

Simond (1987)'a göre, genel olarak yeryüzündeki iklim bölgeleri, soğuk iklim bölgesi, sıcak iklim bölgesi, sıcak ve nemli iklim bölgesi, sıcak ve kurak iklim bölgesi olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır (Yurtsev 2015).

Başlıca iklim sınıflandırma yöntemleri; Köppen, Trewartha, Aydeniz, Erinç, Thornthwaite ve De Martonne'dir (Işın 2016). Bunlardan Trewatha, Aydeniz, Erinç, Thornthwaite, De Martone yöntemleri, Türkiye'de 1971-2000 yılları arasında verisi bulunan yaklaşık 120 meteoroloji istasyonuna uygulanmış ve çıkan sonuçlar haritalanarak her yöntem için ayrı ayrı Türkiye iklim sınıflandırmaları haritaları elde edilmiştir (Şensoy ve Ulupınar 2007; Işın 2016).

İklim tipinin belirlenmesinde yukarıda ismi geçen başlıca iklim sınıflandırma yöntemleri kullanılabileceği gibi mimarlık disiplini tarafından en çok tercih edilen L. Zeren tarafından yapılan iklim sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmada Türkiye'nin 5 ana iklimsel karakterden oluştuğu kabul edilmiştir. Bu iklim bölgeleri ve bölgelerle ilişkilendirilmiş şehirler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır (Çizelge 2.1) (Özdemir 2005; Işın 2016).

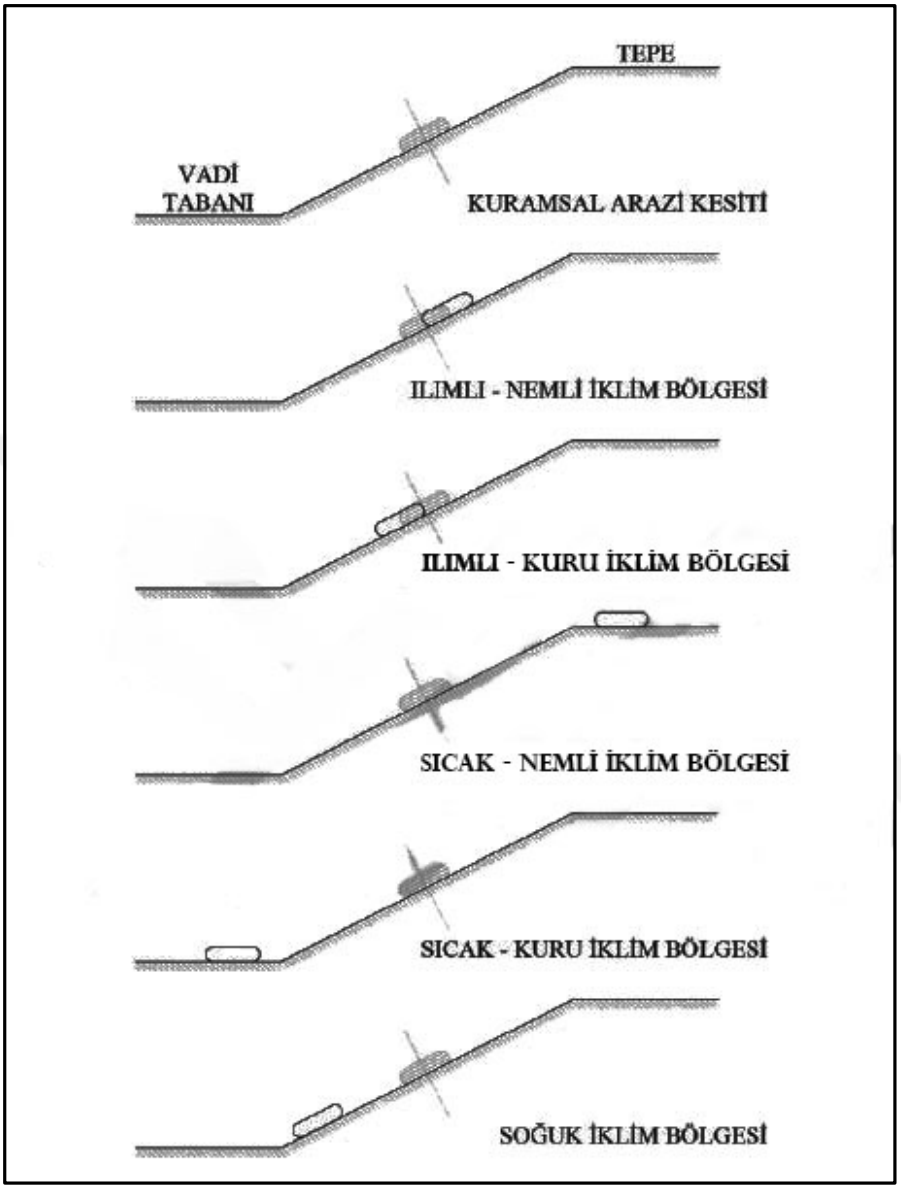
Çizelge 2.1. Türkiye iklim sınıfları

İklim bölgeleri	**Kapsadıkları iller**
Sıcak-nemli iklim bölgesi	Adana, Antalya, Aydın, Denizli, İçel, İskenderun, İzmir, Manisa, Muğla
Sıcak-kuru iklim bölgesi	Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş, Mardin, Şanlıurfa, Siirt
Ilımlı-kuru iklim bölgesi	Afyon, Ankara, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Uşak
Ilımlı-nemli iklim bölgesi	Amasya, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Giresun, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Zonguldak
Soğuk iklim bölgesi	Ağrı, Bingöl, Bitlis, Bolu, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kastamonu, Kars, Muş, Sivas, Tunceli, Van, Yozgat

Yerleşim alanları planlanırken yer seçimi yörenin iklimsel karakterine ve iklimsel insan ihtiyaçlarına bağlı olarak yapılmalıdır. İklimsel etkiler açısından her yamaç için yamacın en ılımlı olma niteliğine sahip parçası "termal kuşak" olarak tanımlanmaktadır. Termal kuşak herhangi bir yörede en düşük kot sayılabilecek vadi tabanı ile en yüksek kot sayılabilecek tepe arasında kalan kota sahip yamaçlar olarak ifade edilebilmektedir (Berköz vd. 1995; Işın 2016). Şekil 2.3'de Türkiye'nin 5 iklim tipine göre yerleşmelerin termal kuşak ile kurması gereken ilişki verilmektedir.

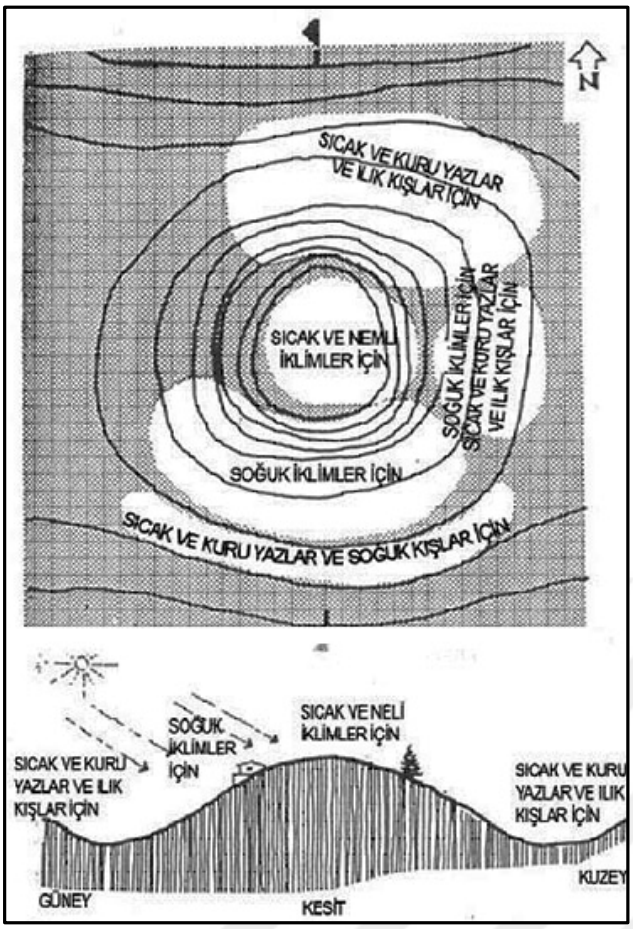
İklimsel olarak rüzgarlar soğutucu, güneş ışınları ise ısıtıcı etkiye sahiptir. Yapıların konumlandırıldığı yön, bu etkilerin yararlılığı açısından önem taşımaktadır.

Genel olarak kuzey yamaçlar çok soğuk, soğuk ve gölgeli iklimsel özelliklere sahipken, güneye bakan yamaçlar sıcak ve güneşli iklimsel özelliklere sahiptir (Lechner 1991; Yurtsev 2015).



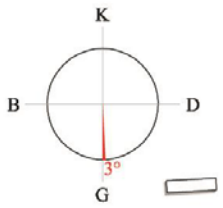
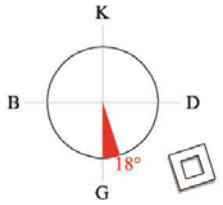
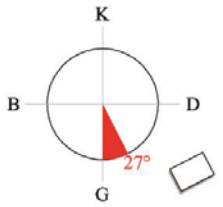
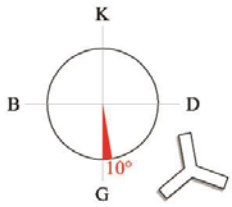
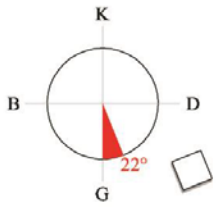
Şekil 2.3. Türkiye'de 5 iklim tipine göre yerleşimlerin termal kuşak ile ilişkisi

Kuvvetli rüzgar hareketlerine maruz kalan yamaçlar ya da tepeler, sıcak iklimlerin baskın olduğu arazilerde bina yerleşimi için uygun olmaktadır. Güneş ışınlarının uzun süreli etkin olduğu ve dik ulaştığı yamaçlar ise soğuk iklimin yaşandığı yerlerde binayerleşimi için uygun iklim koşullarını sağlamaktadır (Şekil 2.4) (Lechner 1991; Yurtsev 2015).



Şekil 2.4. Bir tepe çevresindeki yamaçlarda iklimsel özelliklere göre farklı yerleşim alternatifleri (Lechner 1991; Yurtsev 2015)

Yerleşme bölgesinin eğiminin yönüne bağlı olarak binaların gölge boyları ve günlük güneş ışınımı kazançları değişmektedir. Eğimli yerey parçalarının farklı yüzeylerinin farklı bakılara sahip olması durumu göz önüne alındığında; yerleşme dokusunu oluşturacak binaların konumlandırılmasında, güneş ışınımı kazancı açısından yerleşmeye uygun yönlerin belirlenmesi önemli bir parametredir. Türkiye'nin beş farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yön ve eğim analizi Şekil 2.5'de gösterilmiştir.

BİNA OPTİMUM YÖNLENDİRMELERİ	
Sıcak - Nemli İklim Bölgesi Geniş cephe, G → 3° D, rüzgara açık	
Sıcak - Kuru İklim Bölgesi Geniş cephe, G → 18° D, açıklıklar avlu yönünde	
Ilımlı - Kuru İklim Bölgesi Geniş cephe, G → 27° D, rüzgara geniş açıklık vermeyen	
Ilımlı - Nemli İklim Bölgesi Geniş cephe, G → 10° D, rüzgara geniş yüzey veren	
Soğuk İklim Bölgesi Geniş cephe, G → 22° D, rüzgara kapı	

Şekil 2.5. Türkiye'de sınıflandırılmış 5 iklim tipine göre yerleşimlerin termal kuşak ile ilişkisi (Berköz vd. 1995; Işın 2016).

Güneş ışınımı

Güneş ışınımı, kazancı ısıtma yüklerinin azaltılmasında ve pasif bina tasarımında önemli bir etkendir. Isıtma enerjisini sadece güneş ışınımı kazancından sağlayan pasif güneş evlerinin örneklerine dünyada rastlamak mümkündür. Güneş ışınımından sağlanan kazancın miktarı bina yüzeyine doğrudan ve dolaylı gelen toplam ışınımın şiddetine bağlıdır. Güneş ışınımı şiddeti ise güneş ışınının yüzey ile yaptığı açıya bağlıdır. Bu nedenle Kuzey yarımkürede yaz aylarında güneş ışınımı şiddeti yüksek iken ısıtmanın istendiği kış aylarında güneş ışınımı şiddeti düşüktür (Işın 2016).

Güneş ışınımından ısıtma enerjisi olarak faydalanmak istenilen bölgelerde güney yamaçlarına, güneş ışınımı kazancının az olması istenilen bölgelerde ise tepelere ve vadi tabanlarına yerleşmek gerekmektedir (Işın 2016).

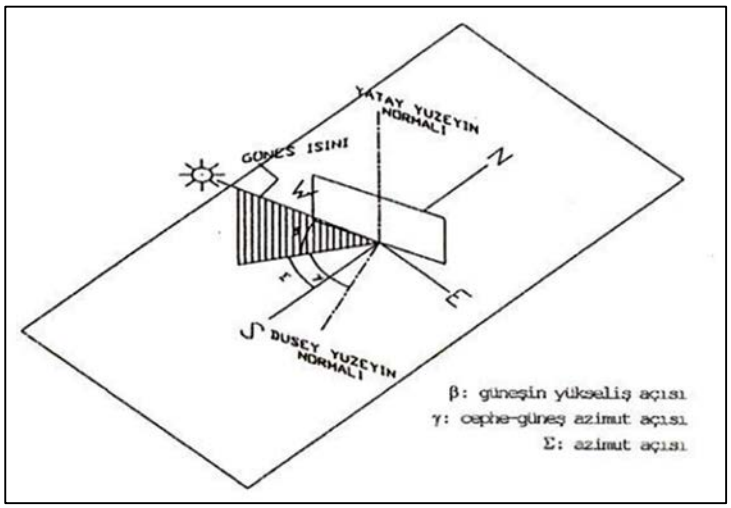
Yeryüzüne güneş enerjisi azalarak gelmektedir. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınımı şiddeti, atmosfer koşulları, bulunan yerin deniz seviyesinden yüksekliği, güneşin yükseliş açısı, güneşin azimut açısı gibi etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Güneş ışınımı, havanın toprağın ve çevredeki diğer cisimlerin ısınmalarına sebep olur.

Yeryüzüne düşen güneş ışınımı miktarı, atmosferin içerdiklerine, ışının izlediği yolun uzunluğuna bağlı olarak azalacaktır. Güneş ışınları atmosferi geçerken hava molekülleri, toz parçacıkları ve su damlacıkları tarafından saçılır ve bir kısmı da su buharı, ozon, karbondioksit ve diğer gazlar tarafından absorbe edilir. Özellikle bulutlar, ışınları saçar ve absorbe ederler. Işınların atmosferde izlediği yol ne kadar uzun olursa ve su buharı ve toz parçacıkları ne kadar çoksa, güneş ışınımı miktarı da o kadar az olur (Goulding vd. 1992; Koca 2006).

Yükseliş açısı (β): Güneş ışını ile güneş ışınının yatay düzlemi üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır (Şekil 2.6) (Koca 2006). Güneşin yükseliş açısı, yörenin enlemine ve zamana göre değişim gösterir. Cephe güneş azimut açısı ise enlem, cephelerin baktığı yönler ve zamana göre değişim gösterir.

Azimut açısı (∑): Güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümünün güneyden veya kuzeyden yaptığı sapma açısıdır ve yatay düzlemde ölçülmektedir (Şekil 2.6).

Cephe-güneş azimut açısı (γ): güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümü ile cephenin normalinin aynı düzlem üzerindeki izdüşümü (cephe düşey ise doğrudan doğruya normali) arasındaki açıdır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Yatay ve dikey yüzey güneş açıları

Dış hava sıcaklığı

Binaların ısıtma ve soğutma dönemlerin belirlenmesinde önemli faktörlerden birisi dış hava sıcaklığıdır. İç mekânda kullanıcı konforunu sağlayacak temiz hava dış

ortamdan sağlanmaktadır. İç mekâna temiz hava sağlanması sırasında, ısıtma döneminde dış hava sıcaklığının iç hava sıcaklığından düşük olması sebebiyle istenmeyen ısı kayıpları yaşanır. Kış aylarında ısı kayıpları sadece havadan taşınım yoluyla gerçekleşmez; aynı zamanda ısı enerjisi, sıcaklığın yüksek olduğu iç mekândan yapı kabuğu yoluyla sıcaklığın düşük olduğu dış mekâna geçmeye çalışır. Isıtma ve soğutma dönemlerinin referans günleri belirlenerek, bina kabuğu tasarımının bu veriler ışığında tasarlanması ile binanın enerji verimliliğini artırmak mümkündür (Işın 2016).

Yağış, rüzgar gibi hava olaylarını çoğu kez etkileyen sıcaklık, ısı enerjisinin çevreye yayılması ile ortaya çıkan kinetik enerjidir. Bu enerjinin yeryüzüne dağılışında etkili olan faktörler (Günel 2004; Koca 2006):

1. Güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açısı: Enlem, mevsim, günün saati ile bakı ve eğime bağlı olarak değişir.

2. Güneş ışınlarının atmosferde aldığı yol: Güneş ışınları geniş açı ile geldiğinde atmosferde aldığı yol kısalır, atmosfer tarafından tutulması azalır, böylece enerji artar.

3. Güneşlenme süresi: Yaz aylarında sıcaklık değerleri yüksektir.

4. Yükselti: Yükseldikçe sıcaklık her 100 m'de 0,5 ºC düşer.

5. Kara ve deniz dağılışı: denizler daha az ve geç ısınırlar.

6. Nemlilik: Nem, atmosferdeki su buharıdır ve bir yerin fazla ısınma ve soğumasını önleyerek günlük ve yıllık sıcaklık farkını azaltır.

7. Okyanus akıntıları: Sıcaklığın yeryüzündeki dağılışını etkiler.

8. Rüzgarlar: Ekvator yönünden gelen rüzgarlar sıcaklığı arttırırken, kutuplardan gelen rüzgarlar sıcaklığı düşürür.

9. Bitki örtüsü: Bitki örtüsü gür olan yerlerde sıcaklık farkı az olur.

Dış hava nemliliği

Havanın nemi, bir ekosistemin yağış miktarı ve su kaybı (buharlaşma) üzerinde etkilidir. Yağışlar ise su faktörü olarak bütün canlılar için son derece önemlidir. Tüm canlılar için gerekli olan suyun kaynağı olan yağışların miktarı, mevsimlere dağılışı, kar ve yağmur şeklinde oluşu bölgelere göre farklılık gösterir. Su miktarını, sıcaklık, hava hareketleri gibi diğer iklim elemanları ile toprak, bitki, rölyef özellikleri de önemli ölçüde etkiler (Işın 2016).

Nem oranının yüksek olduğu bölgelerde tepeler ve yamaçların üst bölgelerine konumlanarak rüzgârdan fayda sağlanabilirken, nem oranının düşük olduğu bölgelerde hava hareketlerinin etkisiz olduğu vadi tabanı ve vadi tabanına yakın yamacın alt bölümleri tercih edilmelidir (Işın 2016).

Dış hava neminin fazla olması, sıcaklığın hissedilen değerlerini olumsuz yönde etkiler. Dış hava neminin az olması ise kuruluk hissi yaratarak kullanıcıya konforsuzluk

yaratır. Bu nedenle nem, iç mekânda kullanıcıların iklimsel konfor durumunda olabilmesi için dikkate alınması gereken bir faktördür (Işın 2016).

Yeryüzündeki su birikintilerinin buharlaşması sonucunda atmosferde sürekli olarak su buharı bulunur. Havanın içindeki su buharı miktarını (havanın nemlilik durumu) etkileyen faktörler aşağıdaki gibidir (Goulding vd. 1992; Koca 2006):

1. Kuru ve yaş termometre sıcaklığı

2. Hava sıcaklığı ve bağıl nemlilik

3. Buhar basıncı

4. Çiğ noktası

Buhar basıncı gün içerisinde en sabit veridir. Bağıl nemlilik oldukça değişkendir, hava sıcaklığının en düşük olduğu şafak vaktinde en yüksek değere sahiptir. Hava sıcaklığı arttıkça bağıl nemlilik düşer. Bu durum, bağıl nemliliğin doymuş buhar basıncı ile ilgili olmasından kaynaklanır.

Doymuş buhar basıncı (saturated vapour pressure) sıcaklığın artışı ile artar. Yaz günlerinde bağıl nemlilikteki düşüş gün ortasında en fazla olma eğilimi gösterir ancak bu düşüş gerçekleşmez ve konforsuzluk hissi oluşturur. Nemin yüksek olduğu bölgelerde güneş ışınımının hareketi azalır. Bunun nedeni güneş ışınlarının su buharı ve bulutlar tarafından absorbe edilmesi ve saçılmasından kaynaklanır. Diğer yandan çok kuru havalar, sıcak günlere ve soğuk gecelere neden olur (Koca 2006).

Rüzgar

Atmosferdeki hava akımı ya da rüzgarlar karmaşık iklimsel faktörler tarafından meydana gelmiş basınç farklılıklarının bir sonucudur. Rüzgar mimarlar için önemli bir tasarım parametresidir. İklimsel konforu ve yağışları etkiler. Bina kabuğundan konveksiyonla meydana gelen ısı transferini düzenler ve bina içine hava sızıntılarına neden olur (Goulding vd. 1992; Koca 2006).

Rüzgârın binaların enerji kullanımı üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Doğru uygulamalarla beraber rüzgâr, doğal havalandırma yoluyla iç mekân sıcaklığının nem oranının azalmasını sağlayarak yaz aylarında iç mekânda kullanıcı konforunun sağlanmasına katkıda bulunur. Kış aylarında ise rüzgâr bina kabuğuna uyguladığı basınç ve emme kuvvetleri aracılığıyla ısı enerjisinin dış ortama iletim hızını artırır (Işın 2016).

Rüzgar, hızı, yönü ve esme sayısı özellikleriyle tanımlanmaktadır. Bu değerler, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün uzun yıllara dayanan bir zaman dilimi için yaptıkları ölçüm sonuçları derlenmesiyle her ayın karakteristik günü olan 21. günlerinde rüzgar hızı ve esme sayısı yönlere bağlı olarak hesaplanır ve sakin geçen saatlerinde belirtildiği rüzgar gülleri oluşturulur (Berköz vd. 1994; Koca 2006).

Binaların konumlandırılması ve yönlendirilmesi yapılırken hakim rüzgâr yönü ve şiddeti göz önünde bulundurulmalı, ısı kayıplarını azaltmak için kış rüzgârlarından

korunmak, ısı kazançlarını azaltmak için ise yaz rüzgârlarındanfayda sağlamak hedeflenmelidir (Işın 2016).

Tasarımcılar bu verileri hakim rüzgar yönünü ve potansiyel soğutma stratejisini belirlemede bir rehber olarak kullanırlar. Rüzgarlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

1. Sürekli rüzgarlar: Sürekli basınç kuşakları arasında yıl boyu esen rüzgarlardır.

2. Alizeler: Batı rüzgarları ve kutup rüzgarları bu gruptadır.

3. Mevsimlik rüzgarlar: Büyük kara parçaları ile okyanusların yıl içinde farklı ısınıp soğumalarına bağlı olarak, mevsimlere göre yön değiştiren "muson" rüzgarlarıdır.

4. Yerel rüzgarlar: Genel hava dolaşımına bağlı olarak veya yöresel basınç farkı nedeniyle oluşan rüzgarlardır.Meltemler, sıcak yerel rüzgarlar (föhn, sirokko, hamsin, samyeli vb.), soğuk yerel rüzgarlar (bora, mistral, krivetz vb.), tropik rüzgarlar (tayfun, hurricanes, tornado vb.).

Her iklimsel bölge için istenen ve istenmeyen rüzgarlar büyük oranda yerel şartlarla ilişkilidir. Sıcak iklimlerde meltemler genelde yılın her dönemi için yararlı olduğu halde, soğuk iklimlerde ise yılın birçok zamanı için rüzgar kaçınılması gereken bir iklim verisi olmuştur (Günel 2004; Koca 2006).

2.1.3.3. Yapısal faktörler

Yerleşmeye ve binaya ilişkin faktörler binaların enerji etkinliğinde asıl belirleyici olan etmenlerdir. Yerleşmelerin iklimle uyumlu tasarlanmasının binaların enerji etkinliğine yaptığı önemli katkıların yanında; iç mekânda kullanıcıların iklimsel konfor koşullarına ulaşması ve konfor koşullarının sağlanmasında enerji kullanımının büyük oranda azaltılması bina ölçeğinde alınan kararlar ile mümkün olmaktadır.

Bina konumu veya yeri

Yer, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Bu parametre, yerey parçasının baktığı yön, yerey parçasının eğimi, yerey parçasının konumu ve yerey parçasının örtüsü, gibi bir grup alt parametreler bütünüdür. Bu parametrelere ilişkin uygun değerler yörelerde geçerli olan iklimsel koşullar ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenirler ve yerleşmeler için en uygun olan bölgeleri tanımlarlar. Yerleşme bölgeleri için iklimsel etkilerin optimizasyonu hedefleyerek yapılan doğru bir yer seçimi; yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesi, kirletici niteliğe sahip yerleşme birimlerinin (endüstriyel) diğer fonksiyonlara sahip yerleşme birimlerine olan kirletici etkilerinin önlenmesi,maksimum bina yoğunluğu insan sağlığından ödün vermeksizin gerçekleştirerek arazinin rasyonel kullanımının sağlanması,bahçe-şehir anlayışı çerçevesinde sağlıklı ve konforlu açık mekanların (parklar, oturma-oyun terasları, spor alanları v.b) oluşturulmasını olanaklı kılar (Berköz vd. 1995; Türktaş 2014).

Yapıların en uygun şekilde konumlandırılması sonucunda güneş ışığından ısıtma, rüzgârdan soğutma etkisi sağlamak mümkün olabilmektedir. Doğal imkânları kullanarak

insanlar için en ideal klimatik koşullar sağlanabilmektedir ve bu sayede enerji ile ilgili giderler azaltılabilmektedir. Yapıların doğru konumlandırılması, her mevsim güneşten ideal oranda faydalanmayı amaçlamaktadır (Yurtsev 2015).

Yılmaz (2006)'a göre, yapının bulunduğu konum; güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanlarının özelliklerini ve buna bağlı olarak oluşan yapı içi mikroklima koşullarını belirlemektedir.

Bina yönlendirilişi

Bina yönü, güneş ışınımı ve rüzgar gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterirler. Güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi yöne (veya binaların yönlendiriliş durumuna) göre değişmektedir. Ayrıca binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğinliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla binalarda iklimsel konfor koşullarının sağlanmasında yönlendiriliş durumu önemli bir parametredir (Berköz vd. 1995; Türktaş 2014).

Binaların yönü, kazanacağı güneş ışınımı miktarı ve hakim rüzgârdan soğutma ve havalandırma olarak fayda sağlayabilme yeteneğini etkiler. Güney cephesi gün içerisinde en çok güneş ışınımına maruz kalan ve kazancın en kolay kontrol altına alınabileceği cephedir.

Kış aylarında en fazla, yaz aylarında ise en az güneş ışınımı hedeflendiği için binaların güney ve güneyli yönlere geniş cephe vermesi enerji etkinliği açısından doğru bir yaklaşımdır.

Bina formu

Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun formuna bağlı olarak, binanın toplam dış yüzey alan, farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri alanları ve cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar değişim gösterir. Bina formu, biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı), bina yüksekliği, çatı türü, çatı eğimi, cephe eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir (Berköz vd. 1995).

Ayrıca bina formunu belirleyen bina içi hacimlerin organizasyonu da iklimsel etkilerden optimum yarar sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Tüm bu değişkenler, yapının dış atmosferik ve iç mekan konfor koşullarının düzenlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Doğal ısıtma ve soğutma sağlanması, ısınmanın önlenmesi ve bina ısı kayıpları değişkenlerinin oranlarıyla farklılık göstermektedir (Türktaş 2014).

Binaların farklı iklim özelliklerine göre biçimlenmeleri, uygun iç ortam koşullarının oluşması ve enerji korunmasında etkili olmaktadır. Hacmine göre dış yüzey alanı küçük olan bina biçimleri ısı alışverişini azalttığı için ısıtma yükünü, parçalı avlulu bir biçimlenme ise, bol hava akımı sağlayarak soğutma yükünü azaltmaktadır.

Yapı elemanları da iklim özelliklerine göre biçimlendikleri zaman, iç mekânda uygun koşullar oluşmakta ve aynı zamanda yapının dış etkenlere karşı dayanıklılığı

artmaktadır (Tıkansak 2013; Işın 2016). Örneğin soğuk iklim bölgelerinin çatıların kar yükünü azaltacak biçimde yüksek eğimli tasarlanması doğru bir uygulama olmakta iken, sıcak/kuru iklim bölgelerinde teras çatı uygulaması iklimsel konfor açısından elverişli olmaktadır.

Bina kabuğu

Bina dış kabuğu iç mekân ile dış ortam arasındaki tüm ısı geçişi, nem geçişi ve hava geçişi faaliyetlerinin gerçekleştiği arakesittir. Tek bir kabuk tasarımı tüm iklim bölgelerinin ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır (Işın 2016).

Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, bina kabuğunun birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle, kazanılan ve yitirilen ısı miktarlarının belirleyicileridirler. İç çevre iklimsel durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla, bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklim durumunun gerekse yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicileridirler.

Ancak yöresel iklimsel koşulların şiddetine bağlı olarak pasif ısıtma ve iklimlendirme ile iç çevrede yılın yalnız belirli dönemlerinde iklimsel konfor durumu oluşturulabilir. Yılın diğer dönemlerinde ise, iç çevrede oluşan iklimsel durumun konfor durumundan farklılık göstermesi nedeniyle yapma ısıtma ve iklimlendirme gerekli olmaktadır.

Amaç minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimine dayalı konforlu bir iç çevre yaratma olduğundan, bina kabuğunun minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme takviyesine ihtiyaç duyulmasına olanak veren optimal pasif sistem öğesi olarak işlevini yerine getirmesi sağlanmalıdır. Pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevi açısından bina kabuğunun tanımı, kabuğun, güneş ışınıma ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ), yansıtıcılık (r) gibi optik ve toplam ısı geçirme katsayısı (k), saydamlık oranı (x) gibi ana termofiziksel özellikleri ile yapılmaktadır. Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri şöyle tanımlanabilir. Yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları, sırasıyla, bileşen tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınımı miktarlarının bileşen dış yüzeyine gelen güneş ışınımına oranlarıdır (Berköz vd. 1995; Türktaş 2014).

Bina kabuğunun opak ve saydam yapı elemanlarının, yapı malzemelerinin çeşitli özellikleri binaların enerji etkinliğinde rol oynamaktadır. Isıtma gereksinimi duyulan mevsimlerde, bina kabuğunun ısı kazancını, ışınım yoluyla artırmak ve ısı kaybını da yalıtım yoluyla azaltmak gereklidir. Bunu sağlamak için güney cephesinde direkt güneş ışınımı alan yüzeylerin saydamlık oranı artırılmalı ve bina opak yüzeylerinin ısı geçirme katsayısı azaltılmalıdır.

Günümüzde bina performans analizi konusunda özelleşmiş bilgisayar programları ısı geçirgenlik katsayısını kendi içinde hesaplayarak tasarımcıya bilgi sağlamaktadır. Kabuk tasarımı yapılırken ısı geçirgenlik katsayısının bilinmesi, bina kabuğunun enerji etkinliğine etkilerini görmek ve anlamak için faydalı olmaktadır (Işın 2016).

Bina aralıkları

Binalar, aralarındaki aralıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınımı ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler. Bu nedenle güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma veya kaçınma, binalar arasındaki açık mekanların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışınımı bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina) engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş alanda boyutsal değişimler olacaktır. Güneş ışınımının cepheleri en üst yeğinlikte etkilemesi istendiğinde bina aralıkları, komşu (veya çevre) binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır. Güneşin gün boyunca cephelere göre açısal konumu yönlere bağlı olarak değişim gösterdiğinden, uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişlerine göre değişim göstereceği açıktır. Binalar arasındaki uzaklıklar, binaların birbirlerinin güneş ışınımı kazançlarını ve yararlı rüzgar etkilerini engellemeyecek şekilde belirlenmelidir. Binalar birbirleri için güneş engelleri olduğu kadar rüzgar engeli olarak da işlev görürler. İstenen iç rüzgar hızının sağlanabilmesi açısından gerekli olan dış tasarım rüzgar hızı, bina aralıklarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bina aralıkları azaldıkça dış tasarım rüzgar hızı da azalmaktadır (Berköz vd. 1995; Türktaş 2014).

Binalar arasındaki boşluklar, imar yönetmeliklerinde belirlendiği minimum değerlerin dışında rüzgar ve güneşlenme etkilerini maksimize etmek için farklılaşmaktadır. Hakim rüzgâr doğrultusunda bina aralıkların azaltılması binalar üzerinde rüzgâr etkisini azaltmakta, hakim rüzgâr doğrultusuna dik yönde binalar aralıklarının azaltılması ise kanal etkisi yaratarak rüzgâr hızını artırmaktadır. Binaların hakim rüzgâr doğrultusunda şaşırtmalı konumlandırılması veya bu doğrultuya göre simetrik olacak biçimde açılı yönlendirilmesi binalar arası alanlarda rüzgâr dolaşımını olumlu etkilemektedir. Bir yerleşmedeki binaların tamamının hakim rüzgâr doğrultusu ile aynı açıya sahip biçimde yönlendirilmesi ise yerleşmenin iç kesimlerinde kalan binalar için hakim rüzgârın yönünü farklı kılmaktadır (Işın 2016).

Doğal vantilasyon düzeni

Doğal vantilasyon, kullanılmış havanın, taze hava veya dış hava ile yer değiştirmesi olayıdır. Hacimlerde oluşan doğal vantilasyon koşulları, doğal vantilasyon sisteminin özellikleri ve dış iklimsel koşullarla bağıntılıdır. Hava akımları, atmosferik basınç farklılıkları nedeniyle meydana gelmektedir. Atmosferik basınç farklarına, yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır. Hava akımlarının yönünü basınç bölgelerinin yeri, hızını da basınç farkı miktarları belirlemektedir. Düşey hava akımlarına cereyan, yatay hava akımlarına da rüzgar adı verilmektedir (Berköz vd. 1995).

Vantilasyon düzeni bileşenleri;

1. Vantilasyon giriş ve çıkış açıklıklarının birbirlerine göre konumları,

2. Vantilasyon giriş ve çıkış açıklıklarının alanları,

3. Rüzgarın hakimiyetine bağlı olarak üzerinde yer alacakları cephenin yönü ele alınabilir.

Birim zamanda hacme giren hava miktarı çoğaldıkça, hacmin hava değişimi sayısı ve dolayısıyla iç hava hızı artmaktadır. Dış havanın hacim içi havasıyla karışım oranı büyümekte ve iç hava sıcaklığı ve nemi dış hava koşullarına yakın değerlere ulaşmaktadır. Hacimlerde iç hava sıcaklığı, nem ve yüzey sıcaklıkları gibi iklimsel konfor elemanlarının ulaştığı değerlere bağlı olarak iklimsek konfor durumunun sağlanabilmesi açısından hava hareketine ihtiyaç duyulması, sözü edilen hacimlerde hava hareketinin yaratılmasını dolayısıyla doğal vantilasyonu gerekli kılmaktadır (Berköz vd. 1995; Türktaş 2014).

Güneş kontrolü

Güneş kontrolünde amaç ısıtmanın istendiği dönemde güneşin ısısal etkilerinden en üst düzeyde yararlanma, ısıtmanın istenmediği dönemde de en üst düzeyde korunmaktır. Bu hedef doğrultusunda ısıtmanın istendiği dönemde ışınımları bina kabuğundan içeriye almak, istenmediği dönemde de güneş ışınımını bina kabuğuna gelmeden kesmek için ek sistemler önerilmesi gerekli olmaktadır. Bu sistemler, bina yüzeyine uygulanan güneş kontrol araçları olmaktadır. Ayrıca binalar içinde yer aldığı yerleşme dokusunun yoğunluğuna bağlı olarak komşu binalar tarafından gölgelenebilecektir. Tasarım aşamasında bu durumun analizi yapılmalı ve enerji denetiminde hesaba katılmalıdır (Türktaş 2014).

Sıcak nemli iklim bölgesinde iklimsel tasarım parametreleri

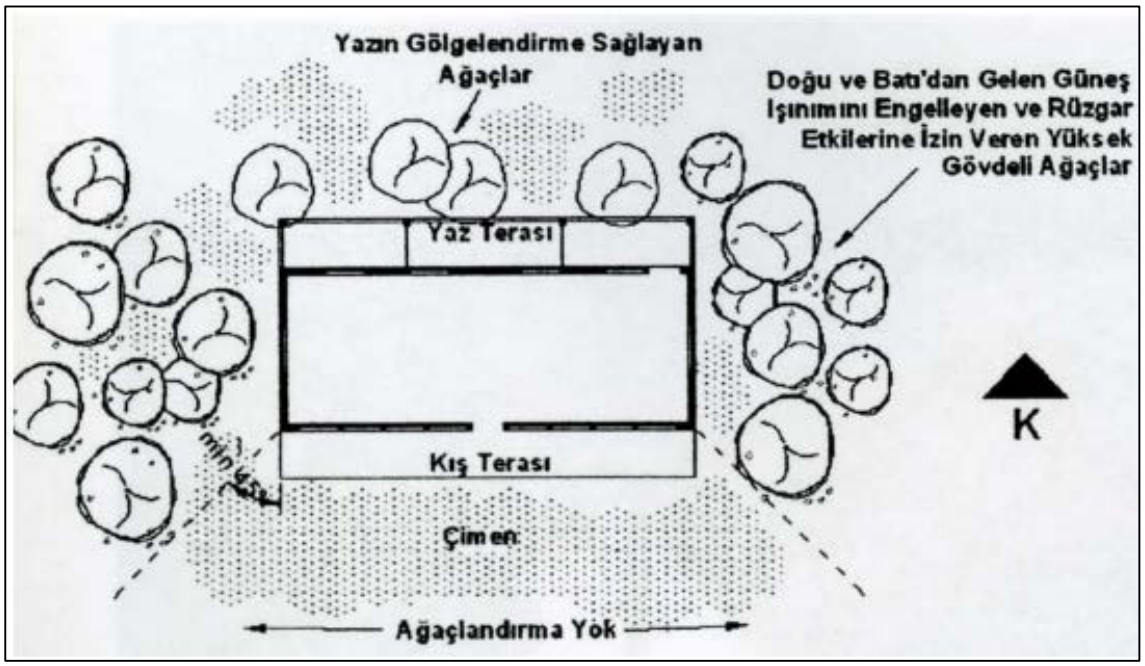
Sıcak nemli iklim bölgelerinde ısıtmanın istenmediği dönemde günlük sıcaklık rahatsız edecek kadar fazladır ve havadaki nem yağış ve güneş ışınım miktarını etkilemektedir. Örnek olarak bir sıcak nemli iklim türü olan Akdeniz iklim bölgesinde bağıl nemliliğin yüksek olduğu yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Yüksek nem oranı hissedilen sıcaklığı arttırmaktadır. Bölgede yaz ayları uzun sürdüğünden ve bağıl nem faktöründen dolayı enerji etkin tasarım yapılırken yaz koşulları dikkate alınmalıdır. Güneş ışınımını fazla alan ve gece gündüz sıcaklık farkı çok az olan bölgenin, en önemli özelliği bol yağış almasıdır. Rüzgar ve gölgeli alan ihtiyacı tasarım için en önemli etkendir. Sıcak nemli iklim, Anadolu'da tüm güney kıyılarında ve kıyı Ege bölgesinde görülür.

Bölgenin geleneksel mimarisinin tasarım ilkeleri genel olarak aşağıdaki gibidir (Yılmaz 2006; Türktaş 2014);

- Bölge sıcak olduğundan dolayı ısı tutuculuğu az olan, rüzgar geçişine izin veren hafif konstrüksiyonlar tercih edilir.
- Binaların konumlandırılışı, hakim rüzgara karşı yerleştirilmiş dar uzun binalar şeklindedir.
- Cephelerde çapraz havalandırma sağlayacak şekilde karşılıklı yerleştirilen geniş pencere boşlukları yeralmaktadır.
- Bina kolonlar üzerinde yükseltilerek ya da zemin katta büyük açıklıklar oluşturularak, rüzgarın bina altından geçerek soğutma yapmasına imkan sağlanır.
- Çatılar nem kontrolünü sağlayacak şekilde havalandırılabilen 'nefes alan' çatı olarak eğimli, uzun saçaklı ve hafif konstrüksiyona sahiptir.

- Şehir yerleşimi dar sokaklardan oluşur ve rüzgar alacak şekilde konumlandırılmıştır.
- Tepe pencereleri kullanılarak havalandırma sağlanır.
- Avlulu plan tipinde kurgulanan binalarda yapı malzemesi olarak genellikle bölgede çok bulunan ahşap ve taş kullanılmaktadır.
- Yerleşim ölçeğinde evler konumlandırılırken, aralarında açıklık bırakılmış ve topografyaya uyumlu olacak şekildedir.

Şekil 2.7'de sıcak-nemli iklim bölgesinde tercih edilen peyzajla bina formunun ilişkisi gösterilmektedir (Yılmaz 2006; Türktaş 2014).

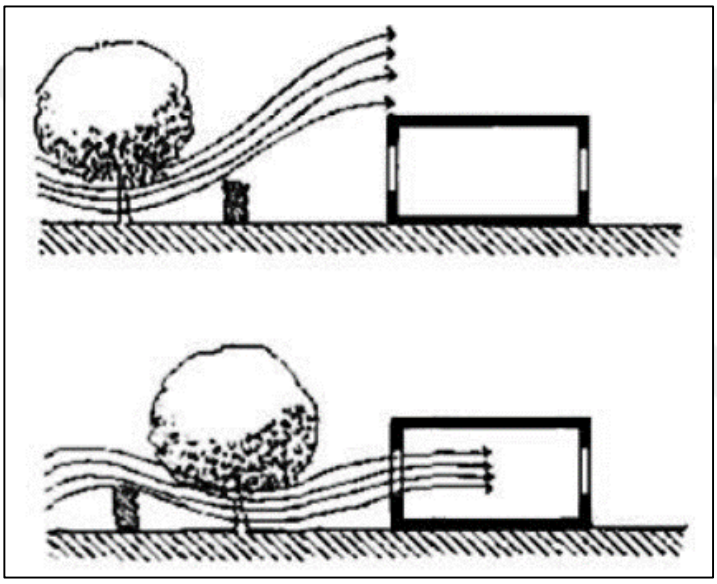


Şekil 2.7. Sıcak-nemli iklim bölgesi peyzaj-bina formu ilişkisi

Yer seçimi

Sıcak nemli iklim bölgelerinde yüksek nem oranının olumsuz etkilerini azaltmak için rüzgardan maksimum yararlanmak istenir. Bu nedenle bu bölgeler için en uygun yerler topoğrafyanın yükseltileri ve tepe noktalardır. Rüzgardan faydalanma için ideal bölgeler rüzgar alan eğimli arazilerin doruk kısmına yakın yerler veya düzenli rüzgarın olduğu sahile yakın yerlerdir Yer seçiminde güneş kontrolünü teşvik edip, hakim rüzgar için bir engel teşkil etmeyen bitkilerin olduğu bölgeler yerleşme için uygun bölgelerdir. Bitki örtüsü, yönlenmenin hakim rüzgar doğrultusunda olmadığı durumlarda rüzgarı yapıya yönlendirecektir. Yüksek yapılı çalılıklar veya bitkisel çitler ağaçların yapraklı kısmıyla toprak arasında kalan boşluğu kapadıkları için buradaki hava hareketine engel olarak olumsuz durum ortaya çıkarırlar. Bu bölgelerde yüksek nem oranı konforsuzluğa neden olduğu için sürekli sulanmaya ihtiyacı olan bitkilerin bina civarında yer alması, sulama sırasında buharlaşma yoluyla nem oranını artıracağından konforsuz bir etki oluşturacaktır.

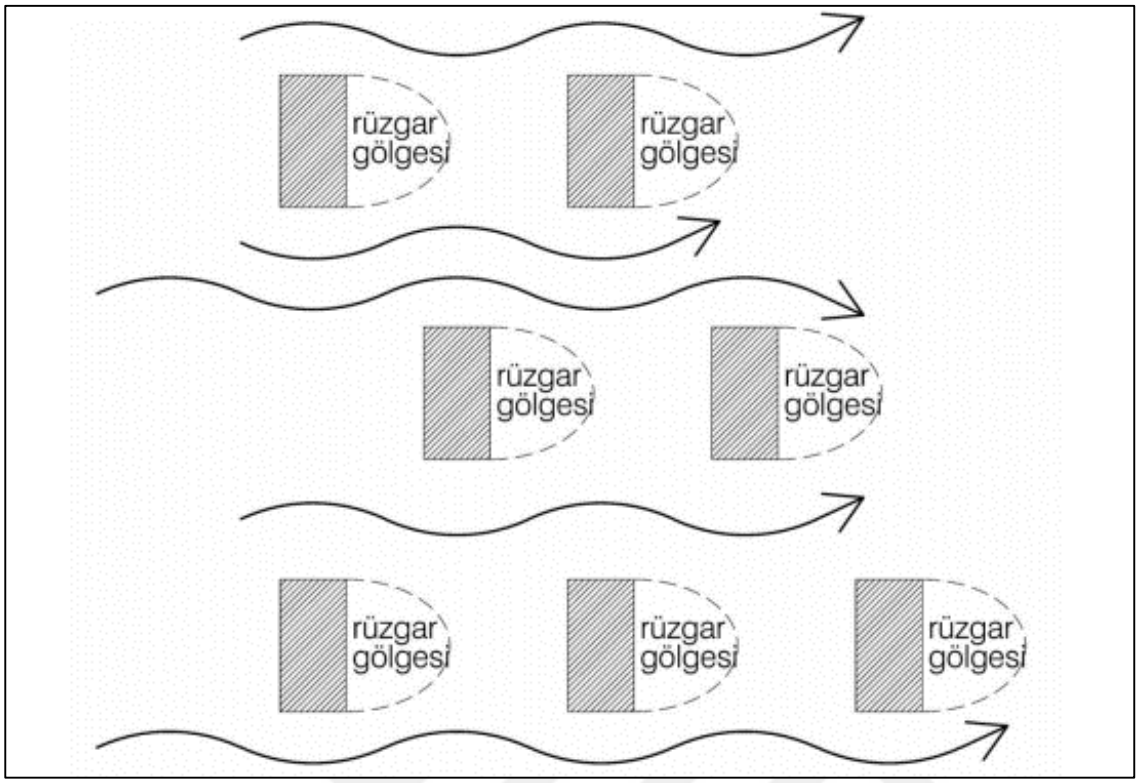
Yağış oranlarının yüksek olmasından dolayı sıcak nemli iklim bölgelerinde bitkiler sulama ve bakıma çok fazla ihtiyaç olmadan yetişirler. Dolayısıyla maliyet sıcak kuru iklim bölgelerine göre çok daha azdır. Uzun gövde ve geniş alanı kaplayan dal ve yapraklara sahip ağaçlar binaya ve eğer mümkünse çatıya sağladıkları gölgeden dolayı en uygun bitkilerdir. Eğer yoğun bir şekilde rüzgarın geldiği doğrultuda dikilirse rüzgarı engelleyecektir. Bu nedenle bu tür ağaçlarla uygulanacak en iyi strateji; bu ağaçları rüzgarı engellemeyecek ve en iyi şekilde gölgelemenin sağlandığı noktalara yerleştirmektir (Şekil 2.8). Pencere üstlerinde sarmaşık kaplanmış saçaklar rüzgarı kesmeyip iyi gölgeleme sağlarlar. Eğer ağaçlar ve sarmaşıklar yapraklarını döken cinsten olursa kışın gün ışığı ve güneşten kazanımla iç mekana ısı sağlar. Unutulmaması gereken bir diğer nokta az büyüyen ağaçlar ve çok uzayan ağaçlardan pencere önlerinde ve rüzgarın geliş doğrultusunda kaçınmak gerekir. Bu tür bitkiler rüzgar hızını keserek havalandırma potansiyelini azaltır (Yılmaz 2006; Türktaş 2014).



Şekil 2.8. Peyzaj elemanlarının hava hareketini yönlendirmede kullanılması

Bina aralıkları

İklim bölgelerinde bina aralıkları (yerleşim dokusu) bölgesel mikroklimatik etki yapmaya yarar. Bu sayede doğal şartlardan kaynaklanan konforsuzluklar azaltılabilir. Sıcak Nemli iklim bölgesinde yerleşim aralanıp yayılarak hakim rüzgardan en fazla faydalanma amaçlanır (Şekil 2.9). Yerleşimde yapılar araziye saçılır ve hakim rüzgar yönü engellenmeden bitkilendirme ile gölgeleme sağlanır (Türktaş 2014).



Şekil 2.9. Yerleşmelerde havalandırmanın sürekliliği

Bu bölgelerde enerji etkin yerleşme tasarımı yapılırken değerlendirilmesi öngörülen kriterler aşağıda belirtilmiştir; Uygulama yapılacak olan yöre iklimsel açıdan değerlendirilerek, güneş ışınımından ve rüzgardan optimum düzeyde yararlanmak amaçlanmalıdır. Genelde sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgar faktörü güneş ışınımından daha etkili olmaktadır. Bu bölgelerde rüzgardan en üst düzeyde yararlanmak gerekmektedir. Yer seçiminde rüzgara ilişkin en önemli özellik rüzgarın karakteridir. Hakim rüzgar yönü yer seçimine ilişkin kararlarda dikkate alınmalıdır.

Rüzgarın yanı sıra güneş ışınımı etkisi de dikkatle analiz edilmelidir. Yöre için farklı yönlendiriliş durumlarına sahip ve farklı eğimlerdeki yüzeylerin birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kazanılan günlük ortalama güneş ışınımı değerleri hesaplanarak güneş ışınımı açısından uygun bölgeler seçilmelidir. Sıcak nemli iklim bölgelerinde makro ve mikro düzeydeki yerleşme tasarımında konforu sağlayacak ve insanların yaşam kalitesini artıracak düzenlemelerin enerji tüketimini en aza indirerek, pasif güneş sistemlerinin ve yerel kaynakların kullanımıyla gerçekleştirilmelidir.

Sıcak nemli iklim bölgesi yerleşimleri genelde aşağıda ifade edilen ortak özelliklere sahiptir:

1. Hava akımlarından yararlanmak için yapılar ve yerleşmeler genelde dağınıktır. Bu tarz yerleşmelerde birim alandaki yapı yoğunluğu az olduğundan arazinin etkin kullanımı sağlanamamış olur. Dağınık bir yerleşime sahip olan yerleşmelerde altyapı maliyetleri daha fazla olacaktır.

2. Sosyal alanlara ulaşım mesafelere çok uzak tutulmamalı ve yürüyüş alanları gölgelenmelidir. Eğitim, yönetim, sağlık, alışveriş gibi servisler, insanların bu noktalara ulaşım mesafelerini kısaltmak için yerleşmenin yer alacağı bölge merkezindedir.

3. Hakim rüzgar yönüne dik çizgisel bir düzende gelişen yerleşimler hava akımlarının engellenmeden devamı açısından uygundur ve bu yüzden sıcak nemli bölgeler için ideal çözümdür.

4. Sıralı düzen yapıların bulunduğu yerleşim durumlarında yapılar derecelendirilerek bir yapının diğerinin rüzgar gölgesinde kalması önlenmelidir.

5. Yerleşim dokusu geniş ve yayılmış dolaşım ağına izin vermelidir.

Sıcak nemli iklim bölgesindeki yerleşmelerde açık alan tasarımı, kentsel servisler ve konut alanlarının tasarımı kadar önemli olan bir diğer ayrıntıdır. Bu bölgelerde açık alan düzenlemelerini etkileyen iklimsel kriterler;

1. Rüzgarın engellenmesini özellikle pencere önlerinde en aza indirmek.

2. Bina etrafında kamusal alanları kullanan yayalar için gölgeli mekanlar oluşturmak.

3. Açık sosyal alanları, yürüyüş akslarını ve dış mekanları saçaklarla yağmur ve güneşten korumak.

4. Sel baskınlarının etkilerinien aza indirecek önlemler almak

5. Açık ve gölgelenmeyen alanlarda sert zemin yüzeyler fazla ısınarak üzerlerinden geçen hava akımlarının da ısınmasını sağlarlar böylelikle ısınan rüzgarların rahatlatıcı etkisi azaltırlar.

6. Dolaşım aksları hava akımının etkinliği için olabildiğince düz, devamlı ve uzun olmalıdır.

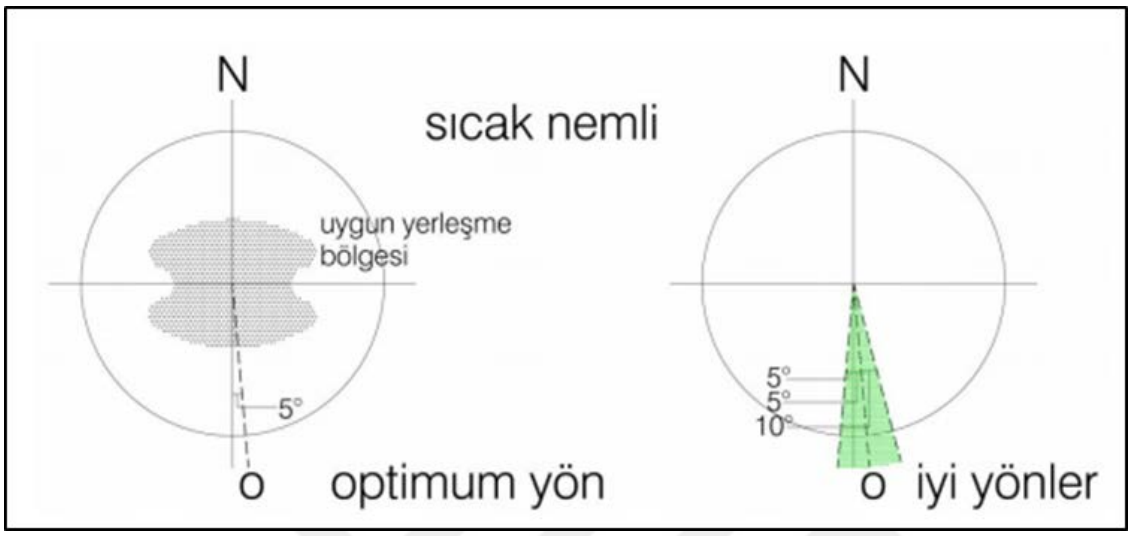
7. Yeterli miktarda peyzaj elemanı uygun şekilde konumlandırıldıklarında rahatlatıcı mikroklima oluştururlar. Gölgeleme yaparak dolaşım yüzeylerinin aşırı ısınmasını engeller.

Sıcak nemli iklim bölgelerinde tasarımın dayandırıldığı dış koşullara bağlı olarak bina aralıkları değerlendirilmelidir. Bu bölgelerde en önemli tasarım kriteri nem faktörünün olumsuz etkilerini en aza indirecek doğal vantilasyon koşullarının sağlanmasıdır. Tasarlanacak yerleşmelerde bina aralıkları, hakim rüzgar etkisinin en az engelle yerleşmeye ve bina içine alınmasını sağlamalıdır (Türktaş 2014).

Bina yönlendiriliş durumu

Bu bölgede tasarlanacak bir yapı için mimar öncelikle bu analizler sonucunda güneş yada rüzgar etkisine göre yönlenme kararlarını vererek ısıtma ve soğutma ekonomisi açısından gerekli optimizasyona gitmelidir. Bu bölgelerde tasarlanacak bir yapı için yönlendiriliş durumu güneş ışınımları açısından değerlendirildiğinde; farklı iki

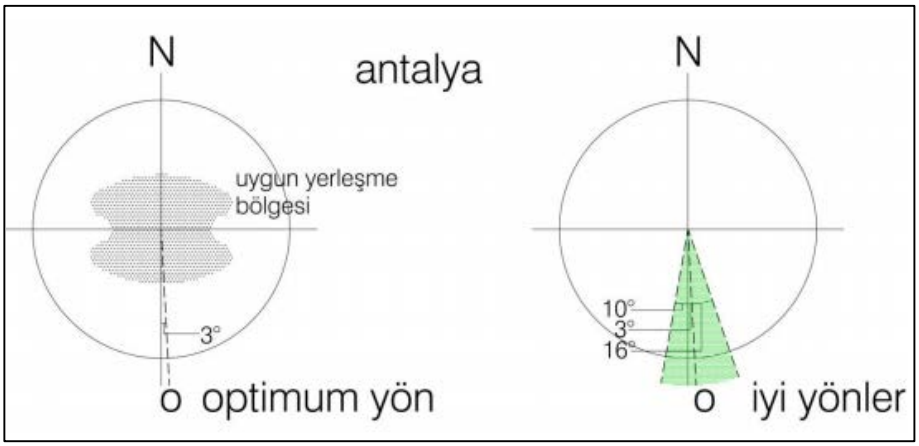
sıcak nemli iklim bölgesi yerleşmelerinde yapılan araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, birbirine çok yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Olgyay (1963)'ın çalışmasına göre bu bölgelerde güneyden 5º doğuya doğru olan yönler optimum, güneyden batıya 5º, doğuya 15º olan yönler ise iyi yönler olarak nitelendirilmektedir (Şekil 2.10) (Türktaş 2014).



Şekil 2.10. Olgyay (1963)'a göre sıcak nemli iklim bölgesi yapıları için optimum yönlenme.

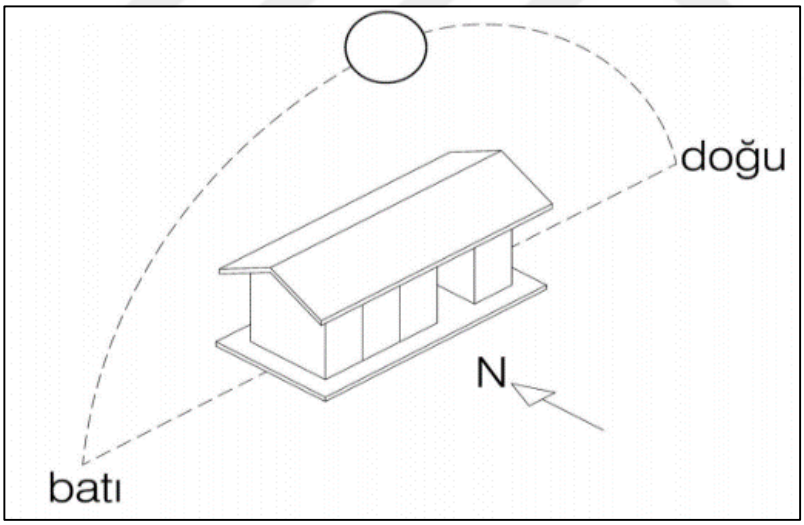
Zeren (1987)'in Türkiyenin beş iklim bölgesi için yaptığı çalışma, bu konuda Türkiye'de yapılan çalışmaların ilklerindendir. Bu çalışmaya göre sıcak nemli iklim bölgesinin plot şehri olan Antalya için saptanan optimum yön güneyden doğuya 3º ve iyi yönler ise güneyden batıya 10º, güneyden doğuya ise 19º'dir (Şekil 2.11). Yönlendiriliş durumuna ilişkin kararların verilmesinde etkili olan diğer faktörde rüzgardır. Sıcak nemli iklim bölgelerinde genelde rüzgar faktörünün etkisi yönlenme kararlarında güneş ışınımına göre daha çok daha fazla önemlidir. Yapı uzun cephelerinin hakim rüzgar yönünde yerleştirilmesiyle, rüzgardan yararlanılarak pasif soğutma teknikleri ile nemden kaynaklanan konforsuzluk hissinin azaltılması amaçlanır. Sıcak nemli iklim bölgelerinde doğal havalandırmanın önemi dikkate alındığında en büyük kaygı oturma ve yatma alanlarının tasarım aşamasında konumlarını belirlemek için yapının hakim rüzgara yönlenmesidir.

Doğal havalandırma için yapının yönlendirilmesi düşünüldüğünde yapının rüzgara dik olarak yönlendirilmesini ima etmez. Rüzgarın yapı yüzeyine 30º-120º ve özellikle 45º-105º açı ile geldiği durumlarda eğer açıklıklar rüzgar üstü (windward) ve rüzgar altı (leeward) seviyelerinde ayarlanmış ise etkin karşılıklı havalandırma yapı içine sağlanmış olur.



Şekil 2.11. Sıcak nemli iklim bölgesi yapıları için optimum yönlenme-Antalya

Yüksek binalarla alçak binaların rüzgara yönelme gereksinimlerinde farklılık vardır. Alçak kütleli binaların yüzeyleri az olduğu için ışımadan çok etkilenmezler bu yüzden rüzgara yönlenme iyi olabilir ama yüksek kütleli yapılarda ışımaya maruz kalan yüzey fazla olduğu için rüzgara yönlenme yerine ışımadan korunma faktörü ağır basar. Güneş ışıması güney cepheye dik açılarla geldiği için güney ve kuzey cepheler basit saçaklarla kolaylıkla gölgelenebilir, güneş ışınlarının yatay geldiği doğu ve batı cephesinde güneş kontrolü daha zordur ve farklı güneş koruma elemanları gerektirir. Bu nedenle en uygun yönlenme doğu batı aksında uzanan kütledir.



Şekil 2.12. Güneş ışımasına göre doğu batı ekseninde yönlenme

Bina formu ve hacim organizasyonu

Sıcak nemli iklim bölgesi geleneksel yerleşimlerinde de form üzerinde iklim kriterinin etkisi görülmektedir. Yapı formu uzayıp yayılma eğilimi göstermektedir, Hacme göre yüzey alanı fazla tutulmaya çalışılır böylece ısı değişimi kolay olabilmektedir. Bu bölgelerde yazın güneş ışınımlarının olumsuz etkilerini azaltmak ve yağmurdan korunmak için tasarlanmış geniş saçaklar, iki katlı yapılardaki cumbalar ve günümüz çok katlı yapılarındaki balkonlar kullanıcısına konforlu mekanlar sunmaktadır.

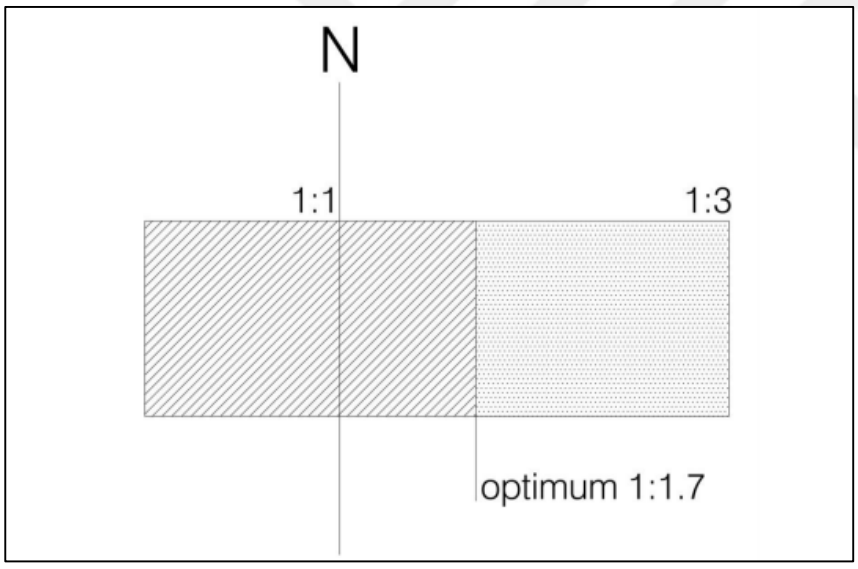
İç mimari ise, hava hareketini mümkün olduğunca az engellemek için açık planlıdır. Mekanlar arasındaki ayırım, mobilyalar, seviye farklılıkları gibi sembolik engellerle sağlanmıştır. Açık planlama vantilasyon açısından pozitif etkilere sahip olmakla birlikte mahremiyeti sağlamak açısından problem teşkil etmektedir. Görsel mahremiyetin gerektiği yerlerde duvar ve kapının üstünde, göz seviyesinden yukarda kontrollü olarak açılıp kapanabilen açıklıklar tasarlamak uygundur.

Bazı sıcak nemli iklim bölgelerinde sık sık meydana gelen sel baskınları, diğer faktörlerle birlikte form üzerinde etkili olmuştur. Binaların ayaklar üzerinde inşa edilmesinde bu problemin de etkisi vardır. Binayı ayaklar üzerinde kaldırmanın sel baskınlarına karşı alınmış önlemlerden biri olmakla beraber, binanın havalandırma potansiyelini de arttırır. Sıcak nemli iklim bölgeleri için ideal olarak değerlendirilebilecek yapı formu;

1. Uzun cephesi hakim rüzgara yönlenmiş,

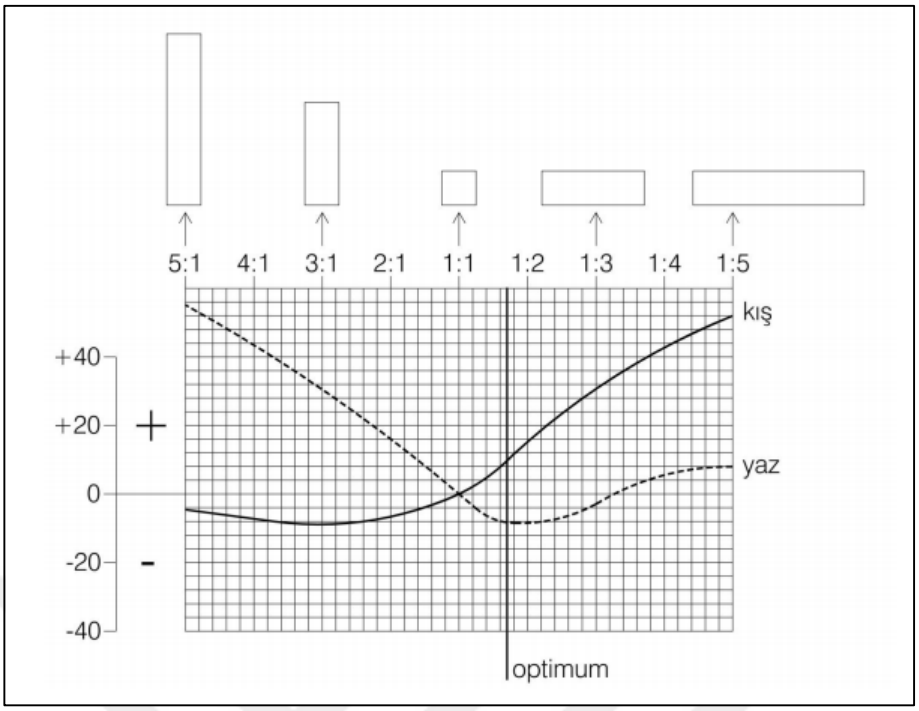
2. Odaların tek sıra olarak dizildiği,

3. Karşılıklı duvarlarında hakim rüzgar doğrultusunda açıklıkların yer aldığıplan tipine sahip formdur.



Şekil 2.13. Sıcak nemli iklim bölgesinde uygun biçim faktörü

Zeren (1987)'in Türkiye'nin beş iklim bölgesi için yaptığı çalışmalarda sıcak nemli iklim bölgesinin örnek şehri olan Antalya için optimum oran 1:1.92, esneklik oranı ise 1:2.4 olarak saptanmış biçim parametreleridir (Şekil 2.13, Şekil 2.14). Söz konusu araştırmada dikkate alınan binanın tüm yüzeyleri tuğla duvar ve pencere oranı % 25.5, çatısı da düz çatı varsayılmıştır. Dış sıcaklık olarak sol-air sıcaklık alınmış, yaz ve kış için karakteristik günler 21 Temmuz ve 21 Ocak olarak alınmıştır.



Şekil 2.14. Biçim faktörüne bağlı olarak ısı kazanım miktarı.

2.1.4. Sürdürülebilir planlama ve tasarım

20. yüzyılın en önemli kavramlarından biri olan sürdürülebilirlik ilk olarak Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nca Bruntland raporunda kalkınma ile bütünleştirilerek "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerinin karşılanma yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmış, en yalın ifadeyle; çevre, kalkınma ve ekonomi üçgenindeki ilişkilerin belirleyicisi olmuştur (Işın 2016).

Sürdürülebilirlik kavramı doğal kaynaklardan gelecek nesillerin faydalanmasını engellemeyecek şekilde dikkatli ve önemle kullanımı kapsamaktadır. Bu bilinçle belirlenen kentsel ve yapısal tasarım kriterleri, inşaat malzemeleri ve yapım teknikleri, sürdürülebilir tasarımın temelini oluşturmaktadır (Asiltürk 2006; Kadiroğlu 2011).

Sürdürülebilir mimari, önceki mimari yaklaşımları da kapsayan bir üst başlık olup, küresel çevre sorunları ve gelişme problemlerine çözüm olarak desteklenen, bütüncül, stratejik ve planlı bir yapılaşma şeklidir. Böylece morfolojik özellikleriyle olduğu kadar, yörenin toplumsal, kültürel ve ekonomik altyapısına bulunduğu katkıyla da çevreye duyarlı sayılan bir mimari pratik öngörülmektedir (Yurtsev 2015). Sürdürülebilir binaların tasarım ilkeleri kapsamında ekonomik, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik tanımlanabilmektedir (Kohler 1999; Yurtsev 2015).

20. yüzyıl, tanınmış mimar Le Corbusier'in "bina, içinde yaşanan makinedir" tanımına uygun, teknoloji ve mühendislik çözümlerinin hakim olduğu bir yüzyıl olarak geçmiştir. Mimarlık tarihinde bu yüzyılın, makinelerin ve makineleri taklit eden binaların tarihi olarak geçmesi söz konusu olabilir. Bunun nedeni, sanayi devrimi sonrasında makinelerin, adeta, insanoğlunun doğaya hâkimiyetinin sembolü haline gelmiş olmasıdır. Böylece binalar da, tıpkı örnek aldıkları makineler gibi montaj hattına dayalı üretimin

tipik özellikleriyle bezenmişlerdir. Kültür ve iklime sırtlarını dönerek her gün biraz daha birbirlerine benzer hale gelen yapılar, içinde bulundukları özgün koşullarla şekillenmedikleri gibi, hepsi aynı düzeyde yapay konfor sistemlerine bağımlı olmuşlardır. Onlar da tıpkı makineler gibi, yeryüzünde yaşamın "sürdürülebilir" liğini tehdit edecek düzeyde enerji ve kaynak tüketip çevreyi kirletmektedirler (Yurtsev 2015).

Kaynakların korunması; azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşüm, yaşam döngüsü; yapının var olma sürecini ve çevreye olan etkilerinin analizi, insancıl tasarım ilkesi ise; insanlar ve doğal çevre arasındaki ilişkileri sorgulayan stratejileri kapsamaktadır (Kadiroğlu 2011).

2.1.5. İklim ve iklim değişikliği

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumu olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle hava olaylarının, atmosferik süreçlerin ve iklim elemanlarının değişkenlikleri, uç oluşumları ve ortalama değerleri gibi uzun süreli istatistiklerle karakterize edilen sentezidir. İklim değişimi ise, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve önemli etkileri bulunan uzun süreli ve yavaş gelişen değişikliklerdir (Türkeş ve Kılıç 2004).

İklim değişikliği (küresel ısınma), sera gazı emisyonlarındaki artışlara bağlı olarak küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında artışları ifade etmektedir. Küresel ısınmanın en önemli sebebi atmosferde sera etkisi yapan Karbondioksit (CO_2), Metan (CH_4), Nitrozoksit (NO_2) gibi sera gazı emisyonlarındaki hızlı artıştır (Anonim 2012).

1850'li yıllarda başlayan sanayileşme ile birlikte özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormanların tahribi ve çarpık sanayileşme gibi insan faaliyetleri neticesinde, sera gazları atmosferde birikerek atmosferin kimyasal özelliklerini etkilemekte; uzun vadede ise sera etkisi yüzünden küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olmaktadır (Anonim 2012).

İklim değişikliği atmosfere salınan sera gazlarının doğal seviyelerinden daha yüksek seviyelerde olmasından kaynaklanmaktadır. Sera etkisine sahip bu gazlar, atmosferin dünya yüzeyine yakın kısımlarında ortalama dünya sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Özellikle endüstri devrimi sonrası fosil yakıtların yoğun olarak kullanılması sonucunda dünya atmosferi insan faaliyetleri nedeniyle zarar görmüştür.

Atmosferdeki karbondioksit ve diğer sera gazı birikimlerinde sanayi devriminden sonra başlayan hızlı büyüme eğilimine paralel olarak küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında belirgin bir artış eğilimi gözlenmektedir. Küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında geçen yüzyılda yaklaşık 0.4-0.8 ºC'lik bir artış yaşanmasına karşın özellikle 1980'lerde çok ciddi bir ısınma eğilimi ortaya çıkarak sıcaklık rekorları kırılmıştır (Kovancılar 2001).

Sera gazları; güneşten gelen ışın enerjisinin katı yeryüzüne çarptıktan sonra atmosferin üst katmanlarına kadar yükselmesini engelleyen yeryüzüne yakın atmosfer tabakalarının ve katı yeryüzünün soğumasını önleyen gazlardır. Sera etkisi, dünyanın sıcaklığının 33 ºC daha fazla olmasına yol açan doğal bir olaydır. Sera etkisi nedeniyle

dünyanın sıcaklığı -20 ^{o}C değil ortalama 13^{o}C'dir. Karbondioksit, metan, diazotmonoksit, halojenli bileşikleri içeren hidrofloro karbonlar, petroflorokarbonlar ve sülfürhegzaflorid gibi kimyasal gazlar sera etkisine yol açan gazlardır. Başka bir ifadeyle sera etkisi ya da diğer adıyla küresel ısınma, insan etkinlikleri sonucu oluşan sera gazlarının atmosferin iç yüzeyini bir tabaka halinde kaplayıp güneşten gelen ışınların geri yansımasını önleyerek yeryüzündeki sıcaklığın artması şeklinde ifade edilebilir (Uğurlu ve Örçen 2007; Demireli ve Hepkorucu 2010).

Sera etkisi normal şartlar altında dünyada yaşam olması için gereken sıcaklığı sağlar.Su buharı, karbondioksit ve metan gazı dünyanın üzerinde doğal bir örtü oluşturmaktadır. Ancak günümüzdeki tehlike, karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarındaki artışın bu doğal sera etkisini şiddetlenmesinde yatmaktadır. Binlerce yıldır dünyamızdaki karbon kaynakları kararlı kalırken, şimdi modern insanoğlu aktiviteleri, fosil yakıtların kullanımı, ormanların yok oluşu, aşırı tarım yapılması, atmosfere büyük miktarlarda karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınmasına sebep olmaktadır (Anonim 3).

İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi

Küresel ısınmanın muhtemel sonuçlarının giderek çevre alanındaki en temel sorunu oluşturmaya başlaması karşısında, 3-14 Haziran 1992 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Dünya Zirvesi), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi-United Nations Framework Convention on Climate Change (BMİDÇS) imzaya açılmıştır. Sözleşmenin amacı; atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmak, böyle bir düzeye, ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına, gıda üretiminin zarar görmeyeceği ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devamına izin verecek bir zaman içerisinde ulaşmaktır. Sözleşmenin temel ilkeleri;

- İklim sisteminin eşitlik temelinde, ortak fakat farklı sorumluluk ilkesine uygun olarak korunması,
- İklim değişikliğinden etkilenecek olan gelişme yolundaki ülkelerin ihtiyaç ve özel şartlarının dikkate alınması,
- İklim değişikliğinin etkilerine karşı önlem alınması ve alınacak önlemlerin etkin maliyetli ve küresel yarar sağlayacak şekilde olması,
- Sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi ve belirlenecek politika ve önlemlerin ulusal kalkınma programlarına dâhil edilmesi,
- Tarafların işbirliği yapmalarıdır.

1992 Rio Konferansı'nda; insanoğlunun karşı karşıya olduğu çevresel sorunların (iklim değişikliği, ozon tabakasının incelmesi, hava, su ve deniz kirliliği) ancak tüm ülkelerin katılımı ve uygulayacağı ortak eylem planları ile çözüme ulaşacağı üzerinde durulmuştur (Karakaya ve Sofuoğlu 2015).

Kyoto protokolü

Japonya'nın Kyoto kentinde 11 Aralık 1997 yılında yapılan 3. Taraflar Konferansında (COP 3), dünya çapında sera gazlarının azaltılması için bağlayıcı hedefler

içeren "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne İlişkin Kyoto Protokolü" imzalanmıştır. Bu protokolde, Ek-I'de yer alan taraflar 2008-2012 yıllarını kapsayan taahhüt döneminde Ek-A'da sıralanan insan faaliyetlerinin neden olduğu CO_2 eşdeğeri sera gazlarının salımları toplamını, 1990 yılı seviyelerinin en az % 5 aşağısına indirmek için Ek-B'de kayıtlı sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ve azaltım taahhütlerine uygun olarak ve hesaplanarak tayin edilmiş olan miktarları aşmamasını sağlayacakları ve bu tarafların, 2005 yılına kadar bu protokoldeki taahhütlerini gerçekleştirme konusunda kanıtlanabilir bir ilerleme kaydetmiş olacakları belirtilmektedir (Çizelge 2.2) (Anonim 2006).

Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girebilmesi için, 1990 yılı toplam CO_2 salımlarının en az % 55'ine karşılık gelen Ek-I'deki tarafların protokolü onaylaması gerektiğinden, son olarak 18 Kasım 2004 tarihinde Rusya Federasyonu'nun da onaylamasıyla Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005 tarihinde fiilen yürürlüğe girmiştir. Türkiye'nin de onayladığı Protokole 168 ülke ve AB taraftır (Anonim 2006).

1997 yılında 3. Taraflar Konferansı'nda şekillenen ve ancak 2005 yılında yürürlüğe girebilen Kyoto Protokolü'nde EK-13 listesinde yer alan ülkelerin 2008-2012 döneminde sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerinin yaklaşık % 5.3 altına çekmeleri kararı alınmıştır. Ancak 2012 sonrasındaki sürdürülebilir bir gelecek için öngörülen maksimum 2 °C'lik yerküre ısısı, anlaşmaya gelişmekte olan ülkelerin de dahil edilmesi zorunluluğunu doğurmuştur (Karakaya ve Sofuoğlu 2015).

Çizelge 2.2. Kyoto Protokolü'nün Ek-A ve Ek-B Listeleri (Anonim 2006)

Ek-A İnsan faaliyetlerinin neden olduğu CO_2 eşdeğeri sera gazları	Ek-B Taraf listesi	Ek-B Sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ve azaltım taahhütleri
Sera Gazları	Avustralya	108
Karbondioksit (CO_2)	Avusturya	92
Metan(CH_4)	Belçika	92
Nitröz Oksit(N_2O)	Bulgaristan*	92
Hidrofluorokarbonlar (HFCs)	Kanada	94
Perfluorokarbonlar (PFCs)	Hırvatistan*	95
Kükürt heksaflorür (SF_6)	Çekya	92
Sektörler/Kaynak Kategorileri	Danimarka	92
Enerji	Estonya*	92
Yakıt Yanması	Avrupa Birliği	92
Enerji endüstrileri	Finlandiya	92
İmalat endüstrileri ve inşaat	Fransa	92
Ulaştırma	Almanya	92
Diğer sektörler	Yunanistan	92
Yakıtlardan kaynaklanan kaçak salım	Macaristan*	94
Katı yakıtlar	İzlanda	110
Petrol ve doğal gaz	İrlanda	92
Endüstriyel işlemler	İtalya	92
Mineral ürünler	Japonya	94
Kimyasal ürünler	Letonya*	92
Metal üretimi	Lihtenştayn	92
Diğer üretim	Litvanya*	92
Halokarbonlar ve kükürt heksaflorürlerin	Lüksemburg	92
üretimi	Monako	92
Çözücü ve diğer ürün kullanımı	Hollanda	92
Tarım	Yeni Zelanda	100
Bağırsak fermentasyonu	Norveç	101
Çiftlik gübresi yönetimi	Polonya*	94
Çeltik yetiştiriciliği	Portekiz	92
Tarımsal topraklar	Romanya*	92
Öngörülmüş çayırların yakılması	Rusya Federasyonu	100
Tarımsal kalıntıların tarlada yakılması	Slovakya*	92
Diğerleri	Slovenya*	92
Atık	İspanya	92
Arazide katı atık bertarafı	İsveç	92
Atık su işlemesi	İsviçre	92
Atık yakma	Ukrayna*	100
Diğer	Büyük Britanya Birleşik Krallığı ve Kuzey İrlanda	92
	Amerika Birleşik Devletleri	93

*Piyasa ekonomisine geçiş sürecinde olan ülkeler.

2.1.5.1. Kopenhag taraflar konferansı

IPCC 4. Raporuna göre, 2 °C seviyesi sınırı altında kalmak için gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyelerinin % 25 ila % 40 altına indirmeleri ve gelişmekte olan ülkelerin ise "Mevcut Durumun Devamı" seviyelerinin % 15-30 altına indirmeleri gerektiğini belirtmiştir (IPCC 2007). Bu nedenle özellikle gelişmekte olan ülkeler ekonomilerine getireceği finansal yük sebebiyle anlaşmaya yanaşmamışlar ve 2009 yılında iklim değişikliği sorununun çözümünde olumlu sonuçlar doğuracağı beklenen Kopenhag'taki Taraflar Konferansı başarısız olmuştur. Bu tarihten günümüze kadar geçen müzakerelerde genel, kapsayıcı ve çözüm odaklı bir sonucun alınamaması hem iklim değişikliği sorunu bağlamında hem de sürdürülebilir kalkınma bağlamında gelecek nesiller için tehlike çanlarının çalması anlamına gelmektedir (Karakaya ve Sofuoğlu 2015).

2.1.5.2. Paris anlaşması

Sera gazı emisyonlarının azaltımı iklim değişikliği müzakerelerinin nihai hedefini oluşturmaktadır. Ancak hangi ülkelerin emisyon azaltacağı, hangi miktarda emisyon azaltacakları, gerekli finansal kaynakların kim tarafından hangi fonlara aktarılacağı müzakerelerin ana tartışma konusu olmuştur. Bu tartışmalar neticesinde iklim değişikliği müzakerelerinde genel, kapsayıcı ve bağlayıcılığı olan bir anlaşma imzalanamamıştır. Bununla beraber müzakereleri çıkmaza sokan bir diğer konu ise toplam emisyonlar içerisinde fazla paya sahip olmayan ülkelerin sorumluluk almaya yanaşmamasıdır.

Küresel Karbon Projesine (2014) göre müzakerelerle ilişkili olarak yapılan çalışmalarda 2013'de kişi başına en yüksek CO_2 emisyonuna neden olan ülke % 18 ile Suudi Arabistan iken ABD'nin % 16.4 ile ikinci sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca Çin % 7.2 oran ile AB'nin kişi başına % 6.8 olan CO_2 emisyon miktarını geçmiştir. Bunlara ek olarak 2012 yılına göre CO_2 emisyonlarındaki büyüme artış oranı Hindistan'da % 5.1, Çin'de % 4.2 ve Suudi Arabistan'da % 3 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca AB ülkelerinin CO^2 emisyonları bir önceki yıla göre % 1.8 azalırken Rusya'nın % 0.6 ve Japonya'nın % 0.4 oranında azalmıştır.

2011 yılında 17. Taraflar Konferansı'nda oluşturulan "Durban Platformu" ile 2020 yılı sonrası için "tüm tarafların" katkılarını sunacağı küresel bir anlaşmanın 2015 yılında yapılacak Paris İklim Zirvesi'nde nihayetlendirilmesi kararı alınmıştı. Küresel anlaşmada taraf olması gereken en büyük iki kirletici Çin ve ABD 2014 yılında yapıcı bir tutum çizip ortak hareket etmesi Paris Anlaşması'nın gerçekleşmesinde önemli etken olmuştur. Bunun ötesinde Paris İklim Zirvesi öncesi Türkiye'nin de dahil olduğu toplam küresel emisyonların % 96 kadarına neden olan 187 ülke azaltım konusunda Ulusal Katkı Beyanlarını sunmuşlardır. Toplumsal baskı ve taleplerin azami safhada olduğu bir ortamda başlayan Paris İklim Zirvesi, tarihinde ilk defa bir küresel anlaşma olan "Paris Anlaşması" ile sonuçlanmıştır.

12 Aralık 2015'de 195 ülke tarafından kabul edilen Paris Anlaşması içeriğine bakıldığında her yönüyle tarihi bir anlaşma niteliğindedir ve yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte ekonomileri, toplumları ve çevreyi temelden değiştirecek niteliktedir.

2.1.5.3. Türkiye'nin durumu

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) ve Kyoto Protokolü ile sera gazı emisyonlarının azaltılması konusunda yükümlülükler getirilmekte, buna karşın ülkemizin emisyonlarında 1990 yılına göre artış görülmekte ve yapılan arz-talep projeksiyonlarında da artışın devam edeceği görülmektedir (Kadıoğlu ve Dokumacı 2009).

Kyoto Protokolü sürecinde kişi başına düşen CO_2 emisyonu açısından 1990, 2000 ve 2002 yıllları itibari ile Ek-1 ülkeleri içerisinde en düşük değere sahip ülke Türkiye'dir (Çizelge 2.3). Türkiye, o dönem OECD üyesi olması sebebiyle başlangıçta sözleşmenin Ek-I ve Ek-II listesinde gelişmiş ülkeler arasında değerlendirilmiştir. Ancak gelişmiş ülkeler ile karşılaştırma yapıldığında, Türkiye'nin enerji üretimi ve tüketimi bakımından diğer OECD ülkelerinin gerisinde olduğu görülmektedir. Ayrıca sosyo-ekonomik kalkınma düzeyi diğer Ek-II ülkelerinden daha düşüktür. Bu nedenle sözleşmeden doğan yükümlülükleri yerine getirirken bu hususların da göz önünde bulundurulması gerekçesi ile Türkiye, sözleşmede ifade edilen "ortak, fakat farklı sorumluluk" yaklaşımına dayanarak, kendisine daha uygun bir konumun sağlanması yününde çaba sarfetmiştir (Kadıoğlu ve Dokumacı 2009).

Çizelge 2.3. Birincil enerji kaynaklı kişi başına düşen CO_2 miktarı (ton CO_2/kişi)

Yıllar	Türkiye (OECD)	Kore (OECD)	Portekiz (OECD)	EK-I Ort.	Ek-II Ort.	OECD Ort.	PEGÜ Ort.	Dünya Ort.
1990	2.29	5.28	4.00	11.54	12.21	10.57	11.48	3.95
2000	3.02	9.10	5.83	11.12	12.86	11.04	8.14	3.88
2002	2.77	9.48	6.07	11.09	12.80	10.96	8.19	3.89

Kaynak: Uluslararası Çevre Ajansı (UÇA) 2004.

Fas Marakeş'te 2001 yılında gerçekleştirilen 7.Taraflar Konferansı'nda alınan karar ile Türkiye, Sözleşmenin Ek-II listesinden çıkarılmış ve taraflar Türkiye'nin Ek-I listesinde yer alan diğer taraflardan farklı bir konumda bulunmasını sağlayacak özgün koşullarını dikkate almaya davet edilmiştir. Gelinen bu durumdan sonra Türkiye BM İDÇS kapsamında ve sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda bir yandan kalkınma hedeflerini gerçekleştirirken, diğer yandan iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak yürütülen küresel ortak eylemde yerini almak için 24 Mayıs 2004 tarihi itibariyle 189. taraf olarak sözleşmeye katılmıştır. Bu katılım, çevre yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının diğer sektörel kalkınma uygulamalarına entegrasyonunu güçlendirecek, ayrıca, ülkemizin hem küresel çevrenin korunması alanındaki uluslararası çabalara hem de Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde yürütülmekte olan çalışmalara katkı sağlayacaktır (Kadıoğlu ve Dokumacı 2009).

Türkiye'nin sadece OECD üyesi olması nedeniyle geçmiş dönemdeki EK-I üyesi ülke olması iklim değişikliğine uyum ve mücadele noktasında sürece geç dahil olmasına neden olmuştur. Bu durum, Türkiye'de politika yapıcılar, iş dünyası ve toplum için sürekli bir sorun oluşturmuştur. Türkiye'nin düşük karbonlu ekonomiye geçişini geciktiren bu

haksız konumlandırma ülke için bir maliyet ve bazı fırsatlardan yararlanamamaya neden olmaktadır (Karakaya 2016).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2017 yılında yayınlanan haber bülteninde 1990-2015 yılları arası sera gazı emisyon envanteri sonuçlarına göre, 2015 yılında toplam seragazı emisyonu CO_2 eşdeğeri olarak 475.1 milyon ton (Mt) olarak hesaplandığı duyurulmuştur. 2015 yılı emisyonlarında CO_2 eşdeğeri olarak en büyük payı % 71.6 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla % 12.8 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, % 12.1 ile tarımsal faaliyetler ve % 3.5 ile atık takip etmiştir. CO_2 eşdeğeri olarak 2015 yılı toplam seragazı emisyonu 1990 yılına göre % 122 artış gösterdi. 1990 yılında kişi başı CO_2 eşdeğer emisyonu 3.88 ton/kişi olarak hesaplanırken, bu değer 2015 yılında 6.07 ton/kişi olarak hesaplandığı bildirilmiştir.

Paris Anlaşması sonrası Türkiye'de başta ilgili bakanlıklar olmak üzere kamu kuruluşları, iş dünyası, akademi ve ilgili sivil toplum kuruluşlarına büyük sorumluluklar düşmektedir. Çünkü, bu anlaşma ülkemizde de önemli sonuçlar doğuracaktır ve Türkiye'nin bu yeni dönüşüme hazırlıklı olması gerekmektedir. Çünkü enerji sektörü başta olmak üzere, ulaştırma, kentleşme, sanayi gibi tüm sektörleri ilgilendiren böyle bir anlaşma bir çok fırsatlar sunarken dönüşümü sağlamayan kuruluşlara ciddi külfetler de getirecektir (Karakaya 2016).

Sözleşmeye taraf olma sürecinde, iklim değişikliğinin zararlı etkilerinin önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması, yapılacak çalışmaların daha verimli olabilmesi, kamu ve özel sektör kurum ve kuruluşları arasında koordinasyon ve görev dağılımının sağlanması ve bu konuda ülkemizin şartları da dikkate alınarak uygun iç ve dış politikaların belirlenmesi amacıyla 2001/2 sayılı Genelge ile oluşturulmuş ve 2004/13 sayılı Genelge ve 2010/18 sayılı Genelge ile yeniden düzenlenmiş olan İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDDK), 2012/2 sayılı Genelge ile Çevre ve Şehircilik Bakanı'nın başkanlığında ilgili bakanlık ve müsteşarlıklar ile Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) Başkanı ile Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) Genel Sekreterinin katılımıyla yeniden yapılandırılmıştır. İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu'na (İDKK) bağlı olarak 11 teknik çalışma grubu oluşturulmuştur (Anonim 2013a).

Teknik çalışma grupları;

- İklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)
- Sera Gazları Emisyon Envanteri (Türkiye İstatistik Kurumu)
- Sanayi, Konut, Atık Yönetimi ve Hizmet Sektörlerinde Sera Gazı Azaltımı (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)
- Enerji Sektöründe Sera Gazı Emisyonu Azaltımı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)
- Ulaştırma Sektöründe Sera Gazı Emisyonu Azaltımı (Ulaştırmave Altyapı Bakanlığı)
- Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Tarım ve Orman Bakanlığı)

- Politika ve Strateji Geliştirme (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)
- Eğitim ve Kamuoyunu Bilinçlendirme (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)
- İklim Değişikliğine Uyum (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü)
- Finansman ve Teknoloji Transferi (Kalkınma Bakanlığı)
- Karbon Piyasaları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)

Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık durum raporu ve stratejileri

Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) kavramı, arazi kullanımı ve arazi kullanımında zaman içerisinde insan müdahalesiyle yapılan değişikliklerin, sera gazı salımları ve azaltımları üzerindeki etkisiyle ilgili bir kavramdır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan ve sera gazları envanter hesaplarında taraf ülkeler tarafından takip edilmesi tavsiye edilen AKAKDO kılavuzunda karasal ekosistemler orman, tarım, çayır ve mera, sulak, iskan ve diğer alanlar olmak üzere 6 grup altında arazi kullanım sınıfları olarak belirlenmiştir (Bayçelebi 2011).

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin son raporunda Akdeniz iklim kuşağında bulunan ülkelerin iklim değişikliğinden en fazla etkileneceği belirtilmektedir. Ülkemiz orman varlığının yaklaşık olarak % 60'ına karşılık gelen 12 milyon hektarı yangına hassas orman Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Sıcak ve kurak devrenin uzunluğundaki ve şiddetindeki artışa bağlı olarak, orman yangınlarının sıklığı, etki alanı ve süresi artabileceği öngörüsünden hareketle Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde bulunan ve orman yangınlarına birinci derecede duyarlı olan yaklaşık 12 milyon hektar orman alanında orman yangınları ile mücadele daha da önem kazanacaktır. Bu bölgelerde ağırlıklı olarak iğne yapraklı kızılçam ormanlarının bulunması; rüzgâr ve diğer faktörlerin etkisiyle yangınların daha geniş alanlara kısa sürede yayılmasına neden olabilecektir (Bayçelebi 2011).

Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi'ne göre; İklim değişikliğine bağlı olarak arazi kullanım ve ormancılık konularında uzun vadede uygulanacak stratejiler aşağıdaki gibidir (Anonim 2010a):

- Ülkemizdeki tüm arazi kullanımı sınıflarına ait merkezi bir coğrafi bilgi sistemi kurulması ve arazi sınıfları arasındaki değişimlerin hesaplanması için mesçere haritaları ile uydu verilerine dayalı bir izleme modeli geliştirilmesi,
- Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirlik çerçevesinde yönetilmesi açısından büyük önem arz eden orman alanları ve ormancılık faaliyetleri üst havza yönetimi ilkeleri doğrultusunda planlanması ve uygulanması,
- Yerleşmelerde iklim değişikliğine yönelik uyum/azaltım stratejilerinin geliştirilmesi, planlama ve yapılaşmaya ilişkin usul ve esasların belirlenmesi,
- Kentsel ısı adalarının oluşumunun engellenmesi için kentsel arazinin etkin kullanım stratejilerinin belirlenmesi,
- Bütünleşik kıyı alanlarında iklim değişikliğine uyum sağlanmasına yönelik usul ve esasların belirlenmesi,

- Kentsel alanlarda açık ve yeşil alan sistemlerinin artırılması teşviki ve kent ormancılığının geliştirilmesi, kırsal ve doğal alanlar üzerindeki kentleşme baskısının azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması.

Sanayi, konut, atık yönetimi ve hizmet sektörlerinde sera gazı azaltım stratejileri

Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın sorumluluğunda bulunan sanayi, konut, atık yönetimi ve hizmet sektörlerinde sera gazı azaltım stratejileri kapsamında, orta vadede sanayide enerji yönetim sistemleri, sera gazı envanter raporlama sistemleri ve karşılaştırma gibi herhangi bir sermaye yatırımı ya da işletme maliyeti gerektirmeksizin sera gazı emisyonlarının takibine imkan sağlayan yönetim araçlarının uygulanmasını teşvik edici gönüllü anlaşmalar, "İklim Öncüleri Programı" gibi teşvik mekanizmaları geliştirilmesi planlanmaktadır. Kısa ve orta vadede planlanan diğer faaliyetler arasında sanayide kullanılan kaynakların temiz üretime yönelik kaynaklar ile ikame edilmesi ve alternatif malzemelerin kullanılması; sanayide AR-GE faaliyetleri ve teknoloji transferine önem verilmesi ve sanayicinin bu yönde teşvik edilmesi yer almaktadır.

Uzun vadede ise, temiz üretim teknolojilerinin, iklim dostu ve yenilikçi teknolojilerin tercih edilmesini sağlamak üzere özendirici mekanizmaların devreye sokulması; denetim ve yaptırım mekanizmalarının etkin bir şekilde uygulanması; 2020 yılına kadar sanayi sektöründe enerji verimliliği uygulamaları ile belirlenmiş olan tasarruf potansiyelininmaksimize edilmesi stratejileri benimsenmiştir.

Atık yönetimi konusunda ise, uzun vadede kaynağında azaltma, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve kazanımı sıralaması daha etkin uygulanması; düzenli depolama tesislerine giden organik madde miktarının azaltılması, biyobozunur atıkların enerji veya kompost üretimine yönlendirilmesi,depolama tesislerinden kaynaklanan gazların toplanıp doğrudan veya işlenerek enerji üretiminde kullanılması, eğer kullanılamıyorsa yakılarak bertaraf edilmesi stratejileri izlenecektir.

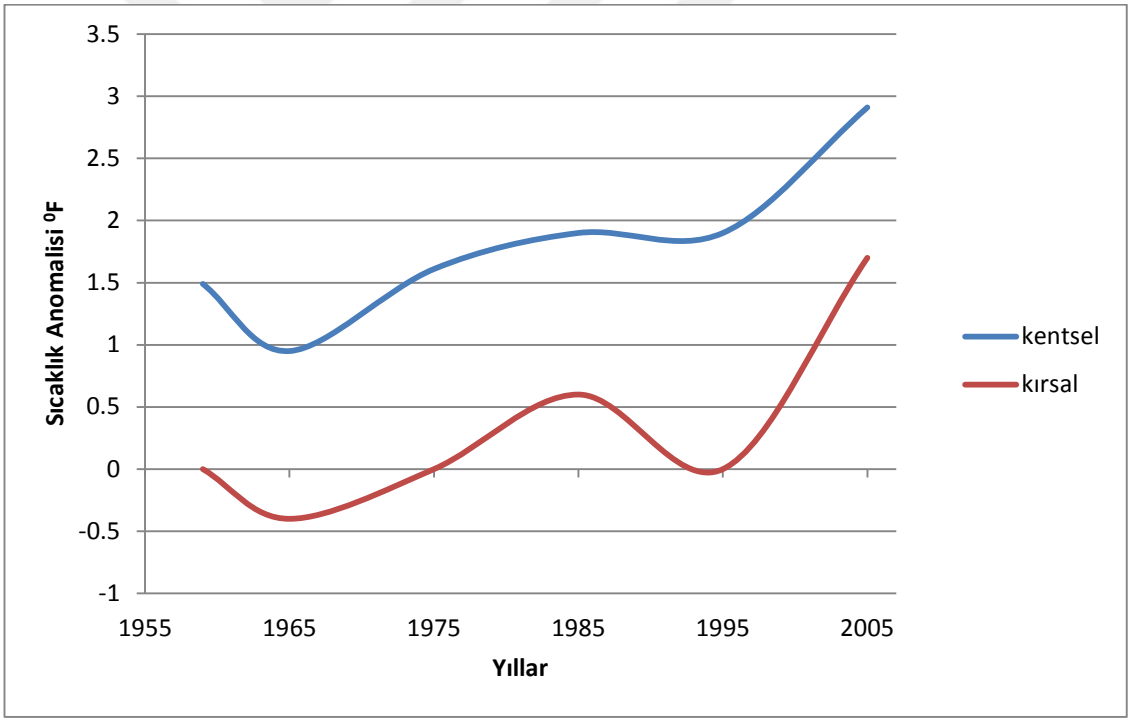
2.1.6. Küresel ısınma ve kentleşme

Küresel iklim modelleri ve ölçümlere göre yeryüzünün ortalama sıcaklığının atmosfer bileşimindeki değişimler ile artmaya başladığı gözlenmektedir (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012). Fosil yakıtların kullanımında ve orman alanlarının tahribinde yaşanan artış ile birlikte atmosferdeki CO_2 yoğunluğunun, son 150 yıl içerisinde % 25 arttığı belirtilirken, 20. yüzyılın başlarında 290 ppm olan CO_2 konsantrasyonunun 21. yüzyılın sonunda 500 ppm'e çıkacağı tahmin edilmektedir. CO_2 yeryüzünde yayınlanan kızılötesi ısı enerjisinin bir kısmını absorbe ettiğinden, CO_2 konsantrasyonundaki artış, dünya ölçeğinde ortalama yüzey sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Son 1400 yılın en sıcak yılları olarak kabul edilen 1990, 1995 ve 1997'de gerçekleşen sıcaklık rekorları kısa sayılabilecek bir süre içinde ard arda kırılmıştır. IPCC üçüncü değerlendirme raporuna göre de, 1990-2100 döneminde küresel ortalama yüzey sıcaklığı 1.4 ºC ile 5.8 ºC arasında yükselecektir (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012; Koçak 2012).

Kent iklimindeki bozulmanın yarı bilimsel gözlem ile farkına varılması 18. yy'ın ortalarına kadar uzanmaktadır. 19 yy. ortasında termometre, barometre ve rüzgâr ölçer gibi meteorolojik araçlarının yaygınlaşması, bilimsel araştırmaları da beraberinde

getirmiştir. Luke Howard 1833 yılında kentsel iklim değişikliğinde kabul gören ilk bilimsel çalışmayı yapmıştır. Luke Howard, Londra kent hava durumu kayıtları ile o zamanki kırsal istasyonlarla Kraliyet Botanik Bahçelerini karşılaştırarak kent istasyonunun daha sıcak olduğunu bulmuştur. Kendi kırsal çevrelerinden farklı olan kent sıcaklıkları günümüzde "kentsel ısı adası" olarak adlandırılmaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

Stone ve arkadaşlarına (2012) göre 20. yüzyılın ortalarından beri Amerika Birleşik Devletleri, gezegenin tamamının ısındığından iki kat daha fazla ısınmaktadır. Bu ülkede merkezi yönetim ve birçok yerel yönetim sera gazı etkisini azaltıcı önlemler almaktadır. ABD'de en çok nüfuslu kentlerde enerji eylem planları uygulanmakta ve bu planların iklim değişikliğini yavaşlatmadaki etkinliği ölçülmeye çalışılmaktadır. Ayrıca en fazla nüfuslu 50 yerleşimin iklim eylem planları, bu planlarda yer alan çeşitli emisyon kontrol ve ısı yönetim stratejileri gözden geçirilmiştir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, yerel ve merkezi ölçekte uygulanan eylem planlarının iklim değişikliği hızı karşısında insan yaşamını ve refahını korumaya yeterli gelmediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca yerel ve merkezi yönetimlerin sera gazı emisyon kontrolüne ek olarak, iklim eylem planlarını sıcaklık yönetim stratejilerini içerecek şekilde genişletmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır (Şekil 2.15) (Stone vd. 2012).



Şekil 2.15. ABD'nde 50 büyük kent için 1955-2005 yılları arasında kentsel ve kırsal sıcaklık değişimi

Şekil 2.15'de tüm ölçüm sürecinin (1955-2005) ortalamasına bakıldığında; kentsel alanlarda ölçülen sıcaklık artış oranı, kırsal alanlardaki sıcaklık artış oranından belirgin bir şekilde yüksektir. Eğilimler, kentlerde iklim değişikliği durumunda arazi kullanımının önemini birkaç anlamda kanıtlamaktadır. Bunlardan birincisi; kırsaldaki sıcaklık, 50 yıllık süreçte her on yılda ortalama 0.8 °C (1.4 °F=0.8 °C) artış göstermektedir. Eğer kırsal alandaki iklim istasyonlarının kentsel etkilerden etkilenmediğini varsayarsak,

gözlemlenen ısınma eğiliminin büyük bölümünün küresel sera gazı etkisinden kaynaklandığı söylenebilir (Stone vd. 2012). İkincisi, herhangi bir zamanda kent içindeki bir iklim istasyonu en yakındaki bir kırsal istasyondan daha sıcaktır. Bu bulgu kentsel ısı adası etkisinin küresel sera gazı etkisi ile birlikte ısınma eğilimlerini artırdığını göstermektedir.

Kentlerdeki ısınmada küresel ve yerel etkenlerin sonuçlarını vermenin bir diğer nedeni kentsel ve kırsal eğilim çizgileri arasındaki farkı ölçmektir. "0" çizgisi ve kırsal eğilim çizgisi arasındaki fark, kırsal ve yakınındaki kentsel alanlarındaki sıcaklık ve sera gazlarının yükselen konsantrasyonunu göstermektedir. Kırsal ve kentsel eğilim çizgileri arasındaki fark da doğrudan kentsel sıcaklıklardaki kentsel ısı adası etkisini göstermektedir. En önemlisi; 50 yıllık zaman diliminde kentsel ve kırsal eğilimlerdeki ortalama farkın kırsal anomali miktarının kendisinden daha büyük olması ("0" anomali çizgisi ile kırsal eğilim çizgisi arasındaki fark), arazi kullanımının kentlerin ısınmasında emisyon odaklı etkilerden daha fazla etkili olduğunu göstermektedir (Stone vd. 2012).

Yapılan çalışmalara göre kentsel ısı adalarının yoğunluğu her kentte büyümemektedir. 50 kentin 14'ünde ısı adası yoğunluğu sabit kalmış veya 50 yıllık dönemde hafifçe azalmış; bu durum veri setindeki ortalama oranın düşmesine neden olmuştur. Bu durum çeşitli şekillerde açıklanmaktadır. Önemli değişkenlerden bir tanesi söz konusu kentlerin yakınındaki arazi örtüsünün değişimidir. Stone vd. (2012)'nin çalışmasındaki 50 kentte hangi kırsal alanın kentsel kullanıma dönüştüğünü bulmak için 1992-2006 yılları arasındaki arazi örtüsü değişimi analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, kırsaldan kentsele doğru büyüyen ısı adalarındaki arazi örtüsü değişim hızının; büyümeyen ısı adalarındaki değişim hızından iki kat daha fazla olduğunu göstermiştir. 1992-2006 yılları arasında ısı adalarıyla büyüyen kentsel alan, metropoliten alan sınırı içindeki kentsel alanın yaklaşık % 20.3'ü kadardır. Metropol alan içindeki kentsel alan hariç diğer alanların da yaklaşık % 8.6'sı kadar büyümüştür. Isı adası büyümesinin hızlı arazi örtüsü değişimine uğrayan kentlerde daha büyük olması beklenmektedir.

2.1.7. Kentsel ısı adası

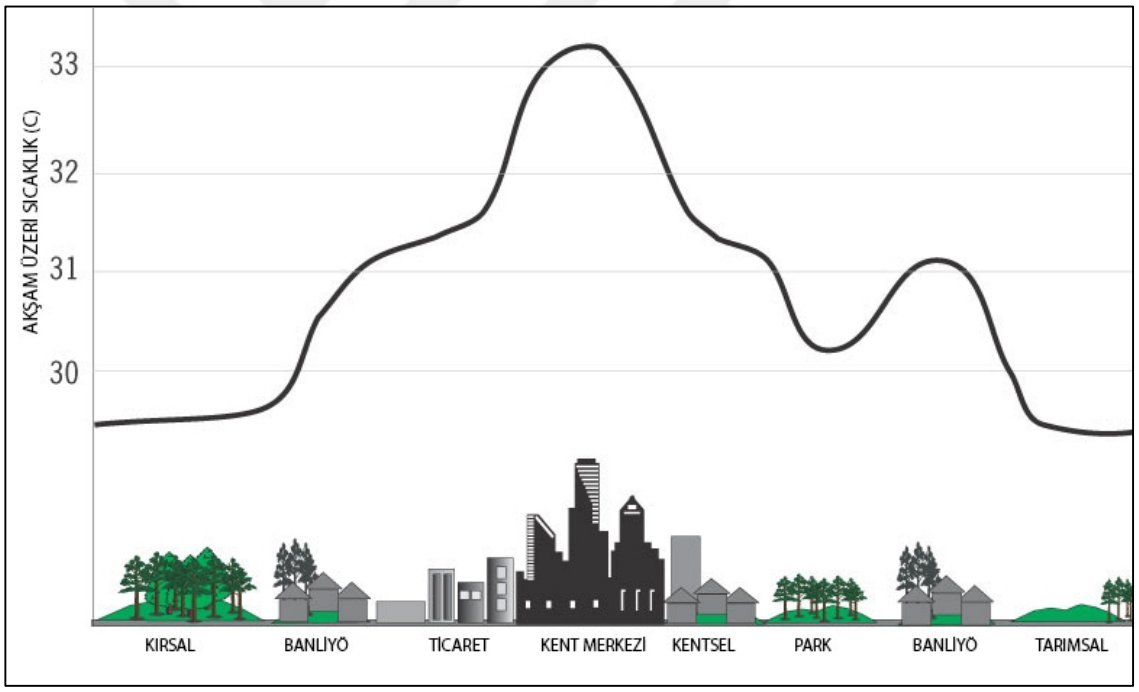
Kentsel ve kırsal alan arasındaki iklimsel açıdan bu farklılık "kentsel ısı adası" olarak ilk kez 1820'de Londra kenti için Luke Howard tarafından tanımlanarak literatüre girmiştir (Yüksel ve Yılmaz 2008).

Parham ve Haghighat (2010)'a göre dünya çapında kentleşme, İkinci Dünya Savaşı'ndan beri hızla artmakta ve dünya nüfusunun % 50'si (3.4 milyar) kentlerde yaşamaktadır. 2030 yılında bu oranın % 60'lara (5 milyar) çıkacağı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak Parham ve Haghighat (2010), nüfusu 1 milyonun üzerindeki kentlerin 2005 ve 2015 yılları arasında 100 civarında artış göstereceği tahmininde bulunmuştur. Bu tahmin 2015 yılı itibarı ile fazlasıyla gerçekleşmiş ve 2005 yılında dünyada nüfusu 1 milyonun üzerindeki kent sayısı 336 iken 2015 yılında 500'e çıkmıştır.

Kentleşmedeki bu plansız ve fazla büyüme, tüm dünyada istenilmeyen yan etkilere neden olmuştur. Kentleşme sonucu ortaya çıkan Kentsel Isı Adası (KIA), ilk kez 1818'de Howard tarafından belgelenmiştir. Kentsel Isı Adası (KIA), yaz aylarında enerji talebini yükselterek, dış hava kalitesini düşürmektedir. Enerji artışının sonucu olarak çok fazla iklimlendirme elemanı kullanımı, güç kesintilerine neden olmaktadır. Yaz aylarında

yüksek sıcaklık kaynaklı çok sayıda ölüm gerçekleşmektedir. Sıcaklık ve elektrik tüketiminin ötesinde kentsel ısı adaları, kentlerin üzerindeki havayı kirletmektedir. Daha da ötesi, yerel rüzgarın dokusunu değiştirmek, bulut ve sis oluşturmak, nemi artırmak, yağış oranını değiştirmek sureti ile yerel iklimi etkilemektedir. Yapay kentsel dokunun kısa dalga ve uzun dalga radyasyon emilimi, terleme, antropojenik sıcaklık salınımı ve etkin rüzgarın engellenmesi anlamındaki davranışı, belirgin olarak doğal davranışından farklıdır (Parham ve Haghighat 2010).

Kentleşme, çevreyi temelde kirlilik üretmek, atmosfer ve toprak yüzeyindeki fiziksel ve kimyasal bileşenlerin oranını değiştirmek suretiyle negatif olarak etkilemektedir. Tüm bu etkilerin kümülatif etkisi, herhangi bir insan yapısı alanda sıcaklık yükselmesi; bir nevi çevresindeki daha serin olan doğal alanların ortasında daha sıcak bir ada gibi kendini gösteren kentsel ısı adası etkisidir (Şekil 2.16). Isı adaları yüzeyinin çok fazla ısı üretmesi nedeniyle en fazla kentlerde olmak üzere herhangi bir kentsel veya kırsal alanda ve herhangi bir ölçekte oluşabilir. Bununla beraber, kentsel ısı adalarının negatif etkisi sadece kentlerde yaşayan insanlarca değil; kentlerden uzak ekosistemlerde yaşayan insanlar tarafından da hissedilmektedir. Aslında kentsel ısı adaları, sera etkisine olan katkısı nedeniyle iklim değişikliği, yani küresel ısınma ile dolaylı olarak ilişkilidir (Anonim 5).



Şekil 2.16. Kentsel ısı adası etkisi (Anonim 5)

Kentsel ısı adası kavramı yerel antropojenik iklim değişikliğinin en iyi bilinen formlarından biridir ve kısaca kent içindeki sıcaklığın eşzamanda, çevresindeki kırsal alandan daha yüksek olması olarak tanımlanabilir. Bu sıcaklık farkının nedeni ise genelde kentsel alandaki arazi örtüsündeki değişikliklerdir. Kentsel ısı adası kentleşmenin en belirgin iklimsel göstergesidir (Yüksel 2005).

Göksu (1993)'ya göre kentlerde insan eliyle yaratılan yapay ortam, kent üzerinde farklı bir atmosfer oluşturmaktadır. Kentlerde yaz ve kış aylarında daha sıcak bir mikro iklim oluşur. Gece ve gündüz radyasyon dengesinde meydana gelen farklılıklar, yoğunlaşmış ısı üreten aktivitelerin yer alması, binaların, yolların gündüz saatlerinde ısı depolayıp geceleri bırakması, kış aylarında bina ısıtılması gibi etkilerle kent üzerinde merkezde yoğun, kenarlarda daha az yoğun bir ısı kubbesi oluşmaktadır. Bu kubbenin ve ısı adasının etkisi; kentin büyüklüğü ve yoğunluğuna, kent içinde kullanılan enerji tipi ve miktarlarına, topoğrafik ve iklimsel özelliklere, kent atmosferinde bulunan gaz bileşimine bağlı olarak farklılık gösterir. Kent ısısı en yüksek değere gökyüzünün açık olduğu gece saatlerinde ulaşır. Oluşan ısı adasının yüksekliği ise kent ortalama yüksekliğinin üç katıdır (Göksu 1993; Yüksel 2005).

Isı adaları, genellikle kentsel-kırsal saçak noktalarda ve kentsel alanın en yoğun yapılaşmış "tepe" noktasında uçurum oluşturur. Yaklaşık 1.000.000 nüfuslu büyük bir kentin yıllık ortalama sıcaklığı, o kentin gelişiminden önceki haline göre 1 veya 2 °C daha sıcaktır ve bu münferit durumlara göre açık bir gecede 12 °C'ye kadar çıkabilir. Sıcaklık dikey olarak kentsel ısı çatısı ve rüzgârlı koşullarda bir ısı bulutu oluşturacak şekilde yükselir (Voogt 2000).

Marsh (1991) kentsel mekanlardaki mikro klima alanlarından bahsederken "kentsel peyzaj, kırsal peyzajdakinden çok farklı form, malzeme ve etkinliğe sahip kompleks bir çevreye dönüşmektedir" demektedir. Bu alanlarda enerji akışı da doğal olarak çok farklıdır. Sıcaklıkların mekânsal deseni genellikle kent merkezinde daha yoğundur ve bu alanda bir "ısı adası" üretilmektedir (Yüksel 2005).

Oke (1982)'ye göre ısı adası, basitçe bir kent veya ilçenin sıcaklık karakteristiğidir. İklimsel değişiklikler ve kentsel gelişmeler sonucunda yüzey ve atmosferik özelliklerde meydana gelen insan kaynaklı değişikliklerden oluşur ve bu olay "ada" tanımlaması ile nitelendirilir. Çünkü yüzeye yakın hava sıcaklığının izoterm yapısı daha soğuk olan kıyıları çevreleyen denizin içindeki adaların konturları ile benzerlik gösterir. İzoterm; kentsel alanlarda görülen yüzeyin görece olarak daha sıcak bir alanını tanımlayan kapalı eş sıcaklık çizgisidir. Fizyografik farklılık, eş sıcaklık çizgi paterni ile bir adanın topoğrafik haritadaki eşyükselti çizgileri arasındaki benzerlikten türemektedir. Isı adası bu yüzden kırsal ve kentsel bölgeler arasındaki sıcaklık farklarının temeli olarak tanımlanır (Yüksel 2005).

Isı adalarının genel özellikleri

Oke (1982) tarafından tanımlanan kentsel ısı adalarına ilişkin genel özellikler yapılan birçok araştırma ile doğrulanmıştır. Bu özellikler şunlardır:

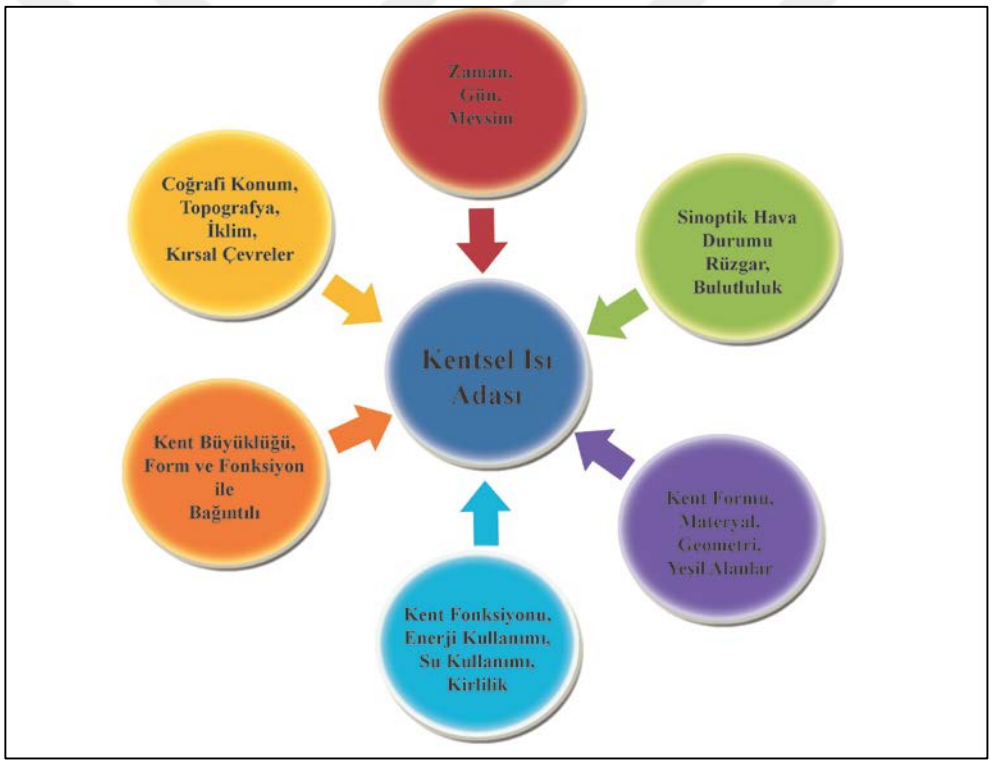
- Kentsel ısı adası yoğunluğu artan rüzgâr hızıyla azalır,
- Kentsel ısı adası yoğunluğu bulutluluğun artması ile azalır,
- Kentsel ısı adası yoğunluğu antisiklonik koşullarda en fazladır,
- Kentsel ısı adası yoğunluğu yazın ya da yılın sıcak yarısında daha fazladır,
- Kentsel ısı adası yoğunluğu kentin büyüklüğü ve/veya popülasyonunun artmasıyla büyüme eğilimindedir,
- Kentsel ısı adası yoğunluğu gece en fazladır,

- Kentsel ısı adası etkisi gündüz yok olabilir ve kent, çevresindeki kırsal alanlara oranla daha serin olabilir,
- Kentsel ısı adası etkisi ısıtma ve soğutma için yapılan harcamaları arttırır.

Coğrafi konum (iklim, topoğrafya, kırsal çevre), zaman (gün, mevsim), rüzgâr, bulut gibi kentsel ısı adalarını sınırlayan sinoptik hava durumu (*), aynı zamanda azaltma önlemleri de olabilen kent formu (materyal, geometri, yeşil alan varlığı) ve kent fonksiyonu (enerji kullanımı, su kullanımı, kirlilik), kent büyüklüğü, (form ve fonksiyona bağlı) kentsel ısı adasını etkileyen faktörlerdir (Şekil 2.17) (Voogt 2000).

Kentleşmiş alanlar, fiziksel olarak yükselen sıcaklıkla iklimi değiştirmektedir. Kenti etkileyen 3 tip ısı adasından söz edilmektedir (Voogt ve Oke 2003; Kuşçu 2010).

- Kent çevresi ısı adaları (Boundary Layer Heat Island-BLHI)
- Yüzey örtüsü ısı adaları (Canopy Layer Heat Island-CLHI)
- Yüzey ısı adaları (Surface Heat Island-SHI)



Şekil 2.17. Kentsel ısı adasına etki eden faktörler (Voogt 2000)[1]

[1] Sinoptik hava durumu: Sinoptik gözlem, bütün dünyada aynı anda 6 saat arayla günde 4 kez yapılan gözlemdir. Bu işlem, meteorolojik olarak hava durumunu tespit etmek amacı ile yapılır. Her istasyon Greenwich Gözlem Evi'nin (İngiltere – Başlangıç meridyeni) saat ayarına göre 00:00, 06:00, 12:00, 18:00 GMT olacak şekilde ayarlanır. Türkiye'de ise GMT+2'ye göre 02:00, 08:00, 14:00, 20:00'de bu gözlemler yapılmaktadır. Bu gözlemler balonlar havaya uçurularak yapılır ve bunlara aerolojik gözlemler de denir (http://www.bilgiustam.com/sinoptik-gozlem-nedir/).

Isı adaları çeşitleri, konumsal ve zamansal özelliklerine bağlı olarak, farklı işlemlerle tespit edilmektedirler. Yüzey örtüsü ve kent çevresi ısı adalarının tespiti termometre ile yapılırken, yüzey ısı adaları için uzaktan algılama yöntemi kullanılmaktadır. Hava durumu, coğrafi konum, zaman, dönem, kent formu ve kent fonksiyonları ayırıcı özellikler yaratmaktadır (Voogt 2004; Kuşçu 2010).

Kentsel ısı adası etkisini azaltmanın en etkili yolu, kentsel alanlarda albedo etkili materyalleri, bitki varlığını, ağaçları ve gölleri arttırmak, bina topluluklarının içinden yayılan ısıyı azaltmak ve yapı adalarını ve binaları tasarlamaktır. Bu stratejiler bir kentin enerji tüketiminde doğrudan veya dolaylı olarak etkilidir (Akbari vd. 2001; Parham ve Haghighat 2010).

Yüzeylerin sıcaklığı, her yüzeyin;

- güneşe, gökyüzüne ve rüzgâra olan açıklığı ve yönüyle ilişkili enerji dengesi,
- güneş ve kızıl ötesi ışınları yansıtmak, kızıl ötesi ışını göndermek için ışınım yeteneği,
- buharlaşma yapmak için yüzey nemlendirme uyumluluğu,
- ısıyı iletme ve yayma yeteneği, pürüzlülüközelliklerine bağlıdır.

Kentsel ısı adası etkisi azaltma yöntemlerinin temelini aşağıdaki maddeler oluşturur:

- gölge ve sığınma yerleri oluşturmak (ağaçlar, güneşlik, tente, dar mekanlar)
- radyasyonun yüksek seviyede yansıtılması ve yayılmasını sağlayan yüzeyler oluşturmak (açık renk yüzeyler, yüzey film kaplamaları vb.)
- yüzeylerde nem oluşturmak (su yüzeyleri, bitkilendirme, geçirgen yüzey kaplamaları vb.)
- ısı depolamak (kalın duvarlar, çatı izolasyonu, vb.)

2.1.7.1. Kentsel ısı adası çalışma teknikleri

Farklı ölçekler olgusu

Kentsel ısı adası oluşumu, insan metabolizmasındaki etkileşimler gibi mikro ölçekli süreçler ve atmosferik güçler gibi mezo ölçekteki etkileşimleri kapsayan çeşitli olguların sonuçlarıdır. Bu nedenle tüm bu durumların aynı anda entegre edilebilmesi için farklı çözümler gerekmektedir. Ancak bir kentin kapsamlı veri tabanını oluşturmadaki zorluklar ve her ölçeğe ilişkin olguları tanımlamadaki mevcut teorilerin yetersizliği nedeni ile bu çok da uygun bir yaklaşım değildir. Bu kısıtlar nedeniyle, mevcut yaklaşımların gelişiminde bir takım sadeleştirici varsayımlar yapılmıştır. Kentsel ısı adası sonuçlarındaki farklılıkların temel nedeni budur (Parham ve Haghighat 2010).

Yukarıda bahsedilen bu çelişkiyi azaltmak için, en başta çalışma ölçeğine göre kurulacak denklemdeki önemli terimleri vurgulamak önemlidir. Örneğin orta ölçek çalışmalarda yüzey örtüsü (kanopi, ısı kubbesi) ölçek problemlerinde ihmal edilebilir olsa bile atmosferik reaksiyonlar önemlidir. Diğer yandan insan vücudundan çıkan

antropojenik sıcaklık çıkışı, orta ölçek çalışmalarda önemsiz olsa da bina ölçeğinde önemli bir parametredir (Parham ve Haghighat 2010).

Gözlemsel yaklaşımlar

Son yıllarda kentsel ısı adası çalışmalarında kullanılan coğrafi kapsama dayalı bir çok genel gözlem yapılmıştır. Arnfield (2003)'e kentsel ısı adası yoğunluğu; artan rüzgar hızı ile azalmakta, bulut yoğunluğu arttığında azalmakta, yaz mevsiminde veya yılın sıcak yarısında daha şiddetli olmaktadır. Kentin büyümesi ve nüfus artışıyla artma eğilimindedir ve geceleri en büyüktür (Parham ve Haghighat 2010).

Buna rağmen yukarıdaki çıkarımlar başka çalışmalarla tezat oluşturmuştur. Örneğin, Kanada Saskaton'da güneşli günler için maksimum kentsel ısı adası (KIA) yoğunluğu açık ve sakin hava koşulları altında olmuştur (Parham ve Haghighat 2010). Ayrıca, İzlanda Reykavik'de negatif KIA yoğunluğu (kırsal alanın kentsel alandan daha sıcak olması) gözlemlenmiştir (Steinecke 1999; Parham ve Haghighat 2010).

Yerinde ölçüm yaklaşımı

Yerinde ölçüm yaklaşımında, kentsel alanın yakın yüzey sıcaklığı genellikle kırsal alanla karşılaştırılır. Bu kentsel-kırsal karşılaştırma, birkaç tane sabit veya mobil istasyona veya istasyon gruplarından alınan verilerin istatistiksel analizine dayandırılarak yapılmaktadır (Arnfield 2003; Parham ve Haghighat 2010). Yerinde ölçüm, ilk kez 1818'de Howardin tarafından Londra kenti için KIA çalışmaları yapmada kullanılmıştır. O zamandan beri farklı şehirlerde birçok izleme araştırmaları yapılmıştır (Kolokotroni 2006; Parham ve Haghighat 2010). Sonuçlar genellikle kentin içindeki ısı adası yoğunluğunu ve mekânsal dağılımını bulmak için kullanılmıştır. İstasyon sayısı, iklimin etkisi ve karşılaştırma yöntemi Arnfield (2003) tarafından özetlenmiştir (Parham ve Haghighat 2010). Santamouris (2007) özellikle Avrupa kentleri için gözlemsel çalışmalar yürütmüştür. Ölçüm araçlarının avantajları ile, hava hızı, türbülans dalgalanmaları, kirlilik yoğunlaşması gibi ölçümler de bu parametreler ve KIA yoğunluğu arasındaki ilişkileri bulmak için yapılabilinmektedir (Parham ve Haghighat 2010).

Bağımsız bir yaklaşım olan yerinde ölçüm yaklaşımı, bazı sınırlamalar barındırmaktadır. Ölçüm cihazlarının kent çevresinde kurulumu ve geliştirilmesi, genellikle pahalı ve zaman alıcı bir görevdir. Genellikle sınırlı istasyon ağları veya mobil istasyonlar kullanılır ve sadece sınırlı sayıda parametre aynı anda ölçülebilir. Bu kentin içindeki niteliklerin tüm üç boyutlu mekânsal dağılımının gösterilmesinin imkânsız olduğunu göstermektedir.

Bunun yerine ulaşılamaz nokta değerlerinin tahmini için çoğunlukla tahminde bulunulur. Ayrıcaöngörülemeyen hataların etkilerini filtrelemek içinölçümleri uzun süreli peryotlara yaymak gereklidir. Sonuç olarak data analizi, bu yaklaşımın en zayıf noktasıdır. Yeterli sayıda data toplansa bile, ölçümler ve KIA karakteristikleri arasındaki basit ilişkiyle KIA oluşumunu etkileyebilen parametrelerin çokluğu nedeniyle tutarlı genellemeler yapılamaz (Parham ve Haghighat 2010).

Termal uzaktan algılama

Sensor teknolojisinin ilerleyişiyle, KIA'nın termal uzaktan gözlenmesi; uydu, radar ve uçan araç platformlarının kullanımı ile mümkün olmuştur. Sonuç yüzey sıcaklığı, yüzeyden gelen değişken transfere ek olarak yüzey nemi, yüzey salınımı, yüzey albedo, yüzeydeki ışıma girdisi ve yakın yüzey atmosferinin etkileri ve yüzey radyoaktif ve termodinamik özelliklerin etkilerini içerir (Becker ve Li 1995). KIA yoğunluk dağılımını değerlendirmek amaçlı termal uzaktan algılama uygulamaları Voogt ve Oke (2003) tarafından çalışılmıştır.

Uzaktan algılama yaklaşımının çok pahalı olduğu ve kent yüzeyinden düzenli görüntü elde etmenin de mümkün olmadığı belirtilmelidir. Bu kısmen kullanılan cihazların yeteneklerine ve kısmen de atmosferik etkileşimlere bağlıdır. Örneğin dünya etrafında dönen uydular, belirli bir bölgede kısıtlı bir zamanda görüntü alır ve uydu görüntüleri bir yerin KIA'nı yakalarken her zaman bulutlu bir gökyüzü olasılığı vardır (Parham ve Haghighat 2010).

Bu yaklaşımda temel kaygı, yine de yüzey sıcaklığının sadece uzak sensorlerden alınan termal yansımanın mekânsal dokusuyla ilişkili sensorlerle ölçülmesidir (Voogt ve Oke 2003; Parham ve Haghighat 2010).Yine de yüzey KIA, türbülans ve hız aktivitelerinin ortam hava sıcaklığında etkili olduğu durumlarda atmosferik KIA'ndan farklıdır. Bu, gözlenen yüzey sıcaklığının sokak kanyonları içindeki ortam hava sıcaklığından belirgin bir şekilde farklı olduğu anlamına gelmektedir (Parham ve Haghighat 2010).

Bu bağlamda ölçülen veriyi tamamen kullanabilmek için önce yüzeyden aktüel atmosferik KIA'nı algılayıcı-görünüm modelleri geliştirerek tahmin etmek gerekir. Çeşitli algılayıcı-görünüm modelleri uygulanmış olsa da kent yüzey örtüsüyle uydu arasındaki uzun mesafe ve kozmik gürültülerin algılayıcı performanslarını etkilemesi nedeniyle tahmin edilen ve aktüel ortam sıcaklıkları arasında bir fark bulunabilmektedir (Haffner ve Kidder 1999; Parham ve Haghighat 2010).

Bu yaklaşımdaki bir başka kısıtlama ise, kent yüzey örtüsü belirgin bir parçasının kentsel yüzeyin üç boyutlu yapısı nedeniyle görüntülenememesidir. Bu, çalışma alanının dikey yüzeylerinin görüntülenemediği anlamına gelmektedir. Böylece KIA dağılımı bir kez daha algılayıcı-görünüm modelleriyle elde edilen kuşgözü bakış açısından gözlenmiş termal datadan çıkarılacaktır. Uydu sensörlerindeki spektral ve mekânsal iyileştirmeler, kensel yüzeylerde daha yüksek çözünürlükte daha fazla bilginin daha ucuza mal edilmesi beklentisini doğurmaktadır. Yerinde ölçüm yaklaşımıyla benzer olarak, termal uzaktan algılama da diğer KIA modelleri için sınır koşulları sağlamak için de kullanılabilmektedir (Kato ve Yamaguchi 2005; Goldreich 2006; Parham ve Haghighat 2010).

Küçük ölçekli modelleme

Bu yaklaşımda kentsel alanın yerine genellikle gerçek olay ve küçük ölçek model arasındaki benzerlik teorisine uyarak prototipi geçer. Prototipler, açık alanlar veya rüzgârtünelleri kullanarak test edilirler. Bu çalışma zordur ve bazen dış mekânprototipiyle gerçek olay arasındaki benzerliği sağlamak uygulanabilir değildir. Küçük ölçek

modelleme daha çok KIA çalışmalarında sınama, kalibre etme ve matematiksel modelleri iyileştirmek için kullanılır (Parham ve Haghighat 2010).

Simülasyon yaklaşımı

Gözlemsel yaklaşımların yanında, KIA'nı da içerek kentsel iklim problemlerini çözmek için matematiksel modeller de geliştirilmektedir. KIA'nın karmaşıklığına göre genellikle temel sadeleştirmeler gerekir. Son yıllarda bilgisayar teknolojisinin oldukça gelişmesi, araştırmacılara daha büyük ölçekli problemler için de çözüm imkânısağlamaktadır. Bu modeller arasında enerji dengesi ve sayısal akış dinamiği en tatmin edici ve güvenilir olanlarıdır.

Enerji denge modeli (sadeleştirilmiş model)

Bir yapı kanyonu için enerji denge bütçesi ilk olarak Oke (1988) tarafından önerilmiştir. Oke (1988) tarafından önerilen yöntem, kontrol hacmi için enerji koruma kanunu kullanır ve türbülans dalgalanmaları, hız alanı ısı akışı gibi atmosferik olayları dikkate alır. Kentsel yüzey örtüsü (KYÖ) enerji denge denklemi ile yan yanaiki bina içeren kontrol hacmi için hesaplanır. Model, kentsel yüzey örtüsü içindeki ortam havasını ve yüzeylerdeki enerji alış verişini dikkate alır. Kentsel yüzey örtüsü modeli, ortam sıcaklığını, bina, sokak ve cadde yüzeylerinin sıcaklığını tahmin eder.

Bir kentteki kentsel dokunun ve binaların üç boyutlu yüzey geometrisi verisi sağlamak çok zaman alan ve kapsamlı bir iştir. Bu nedenle, kentin yerini genellikle birbirinin benzeri binaların homojen sütunları alır (Bonacquisti vd. 2006). Binaların geometrisi ve karmaşıklığı, zemin, çatı ve duvarlardaki sınırlı gridlerle tahmin edilir. Bu durumda göründüğü üzere, özellikle yaya seviyesinde sıcaklık konforu çalışılmak istenildiğinde enerji koruma tekniğinin mekânsal çözünürlüğü yetersiz kalmaktadır.

Sayısal akış dinamiği (SAD)

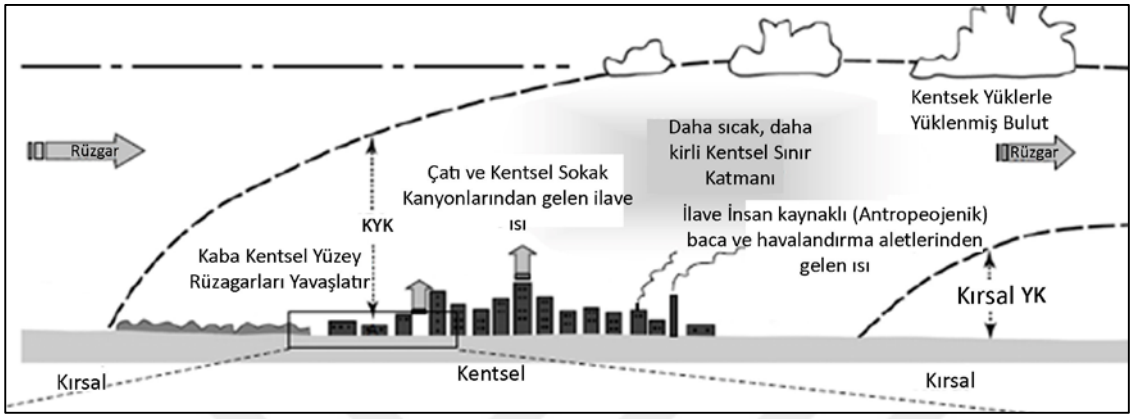
Hız ve sıcaklık alanlarının ayrı olduğu durumlarda enerji denge modelinin tersine SAD aynı anda kentsel alanlardaki kütlenin korunumu, potansiyel sıcaklık, momentum ve türlerin (su buharı ve kimyasal reaksiyon) yönetimsel akış denklemini çözer. Sonuç olarak, kentsel yüzey örtüsü modeline göre KIA dağılımında daha doğru bilgi elde edilmesine neden olur. Bir kenti simüle etmek için sayısal problem, gerekli noktalardaki kontrol hacimlerinin sayısına bağlıdır. Diğer yandan teorik problemler, kentin içinde gerçekleşen olgunun benzersiz geçici ve mekânsal çözünürlüğü ile ilişkilidir. Örneğin atmosferik ve yüzeysel ölçekte türbülans aynı zaman ve uzunluk ölçeğinde modellenemez. Bu nedenle SAD simülasyonları, KIA literatüründe orta ölçek (meso scale) ve mikro ölçek (micro scale) olarak ikiye ayrılarak incelenir (Oke 1987; Parham ve Haghighat 2010).

a) Orta ölçek modeli

Orta ölçek modeller sinoptik ölçekten küçük, mikro ölçekten büyük sistemlerdir. Bu modellerin yatay çözünürlüğü birden birkaç yüz kilometreye kadar uzanır. Bu modeller ayrıca, dikeyde 200 m ila 2 km arasındaki gezegen sınır katmanı (GSK)

derinliğini de kapsar. Bu tabaka dünya yüzeyi ve jeostrofik rüzgâr arasında yer alır (Şekil 2.18).

Orta ölçek modellerde GSK altındaki atmosferik katman ve yüzey tabakası işlemleri gibi büyük ölçek etkileşimler çözülebilir (Oke 1987; Parham ve Haghighat 2010).

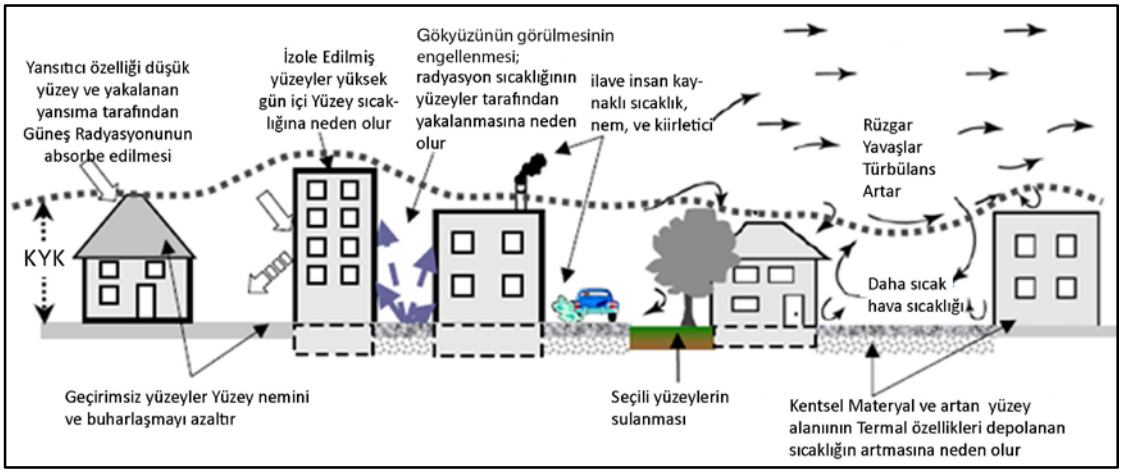


Şekil 2.18. Orta ölçekte kentsel ısı adası oluşum süreci

b) Mikro ölçek modeli

Her yüzey ve nesne üzerinde ve yakın çevresinde kendi mikroklimasına sahiptir. Yüzey ve hava sıcaklıkları kısa mesafede milimetrede bile bir kaç derece fark edebilir ve bir hava akımı küçük objelerle bile büyük oranda engellenip yönünü değiştirebilir. Kentsel mikroklimaların tipik ölçekleri, tekil binalar, ağaçlar, yollar, sokaklar, açık alanlar, bahçeler vb. alanların boyutlarına bağlıdır. Tipik ölçek, 1 metreden küçükten birkaç yüz metreye kadar olan alanı kapsar (Oke 2006).

Orta ölçek modelinin tersine, mikro ölçek SAD, yüzey tabakasının içindeki koruma denklemini çözer. Yani, aktüel geometri ve mikro ölçek modeldeki yüzey tabakası etkileşim detaylarıyla simüle edilmiş yataydaki mekânsal nicelikler, orta ölçekli modelde kütlesel değer olarak varsayılır. Ancak mikro ölçek modellemeyi kentin tamamı için uygulamak, yüksek sayısal maliyet nedeniyle uygun değildir. Böylece simülasyonlar bir kaç yüz metrede yer alan bazı bina bloklarını kapsayan küçük bir çalışma alanı ile sınırlıdır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Mikro ölçekte kentsel ısı adası oluşum süreci

Ancak mikro ölçek modeldeki GST işlemi orta ölçek modeldeki gibi kapsamlı değildir. Bu mikro ölçek modelin çoğunlukla atmosferik dikey karışımlar veya Coriolis Etkisi gibi atmosferik etkileşimleri içermediğini gösterir (Oke 1987,2006; Parham ve Haghighat 2010).

Ağaçların ve göllerin etkisi

Ağaçlar yapraklarından nefes alarak güneş radyasyonunu gölgeleyerek ve rüzgârı keserek çevrede enerji dengesini sağlar. Bu, ağaçların kentsel çalışma literatüründe ağaçların etkisinin de binalar kadar önemli olduğunu gösterir. Ayrıca gölge etkisi, çoğunlukla radyasyon modelinde temsil edilir.

Ağaçlar gibi su yüzeyleri de bina yüzeylerinin kontrol hacimlerinin enerji bütçelerini değiştirir. Katı maddelerle karşılaştırıldığında bu maddeler farklı fiziksel ve termal özellik gösterirler. Böylelikle ısıyı içerde depolayabilir veya gizli ısı akışını kent yüzeyi üzerinden serbest bırakırlar (Masson 2000; Kusaka vd. 2001). Sonuç olarak mikro ölçekte kentsel ısı adası ölçümü için;

- Kentsel iklim zonu,
- Baskın kentsel arazi kullanımı,
- Topoğrafya,
- Engebelilik sınıfı,
- Bitki örtüsü/yapılaşmış alan/su yüzeyi/açık alan bulunma oranı (%),
- Ağaç ve bina yükseklikleri,
- Sulama durumu,
- Tipik bina materyali,
- Isıtma/soğutma,
- Düzensiz ısı kaynakları,
- Trafik yoğunluğu,
- Sensor yükseklikleri,
- Yüzey örtüsü,
- Yüzey altı toprak materyali,

- Bina tipleri ve materyalleri,
- Çatı tipleri,
- Kentsel iklim zonu,
- Engebelilik sınıf değişimleri, dikkate alınmaktadır.

Dikey ölçekler

Kentsel alanların, kırsal ve havalimanı yerleşkelerine göre iklimleri arasındaki en önemli fark, dikey hız değişimleridir. Isı ve nem dümdüz ve düze yakın bir topoğrafyada değil, Şekil 2.18'de olduğu gibi kentsel yüzey tabakası (KYK) denilen belirgin bir kalınlığı bulunan dikey katmanda oluşur. KYK'ın yüksekliği yaklaşık olarak, temel engebelilik elemanları olan binalar ve ağaçların ortalama yüksekliğine denktir.

Tekil yüzeylerin ve engellerin mikroklimatik etkileri kaynağından uzakta kısa mesafede kalıcıdır ancak rüzgâr çalkantıları etkisiyle karışır ve etkisizleşir. Etkinin yok olmasından önceki mesafe, etkinin büyüklüğüne, rüzgâr hızına ve kararlılığına (kararlı, yansız, kararsız) bağlıdır. Bu karışma dikeyde ve yatayda gerçekleşmektedir. Belirtildiği gibi, yatay etkiler birkaç yüz metreye kadar görülebilir. Dikeyde, tekil özelliklerin etkileri, zemin seviyesinden karışma hareketinin tamamlandığı karışma yüksekliğine kadar uzanan engebelilik alt katmanında (EAK) ayırdedilebilir (Oke 2006).

Kaynak alanlar (ayak izi)

Bir yüzeyin üzerinde kurulan algılayıcı sadece çevresinin bir parçasını görür. Buna algılayıcı aygıtın, kurulum yüksekliğine ve yüzey özelliklerinin algılayıcıya geçtiği süreçteki karakteristiğine bağlı olan "kaynak alan"ı denir. Sürüklenen radyasyon sinyalleri için (kısa ve uzun dalga radyasyon ve kızıl ötesi termometre ile görülen yüzey sıcaklığı) aygıtın görüş alanı ve aşağıdaki yüzeyin geometrisi görünür. Analog algılayıcılarla termometre, higrometre, gaz analizörü, anomemetre, türbülant taşıyıcı aracılığı ile yüzeyden algılayıcıya taşınan sıcaklık, nem, atmosferik gazlar, rüzgâr hızı ve yönü gibi özellikleri görür.

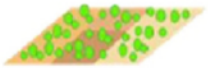
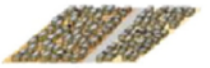
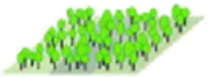
Ölçüm yaklaşımları

Hedef, algılayıcı kurulan kentsel bölgenin yüzeye yakın yerel ölçek iklimini izlemek ise; iki yaklaşım vardır. Birincisi kentsel yüzey katmanı içinde kalan bölgeyi, ortalama ve tipik kentsel özelliklerle çevrilmiş bir yerden seçmek ve algılayıcıları ve yükseklikleri kentsel olmayan bölgelerdekine benzer bir yüksekliğe kurmak. Engellerin arasındaki akımla başlatılan karışımın yerel ölçekte ortalama bir KYK oluşturmada özellikleri birleştirmesi için yeterlidir. İkincisi algılayıcıları EAK'ının üstünde yüksek bir kuleye kurarak ve KYK'nın altına doğru genişletilmiş karıştırılmış değerlere ulaşılabilir.

2.1.7.2. Yerel iklim zonları

Yerel iklim zonları (YİZ), 100 m.-10.000 m. yüksekliklerin yatay ölçekteki benzer yüzey-hava sıcaklığı dağılım bölgeleri olarak tanımlanır (Stewart ve Oke 2010). Her YİZ, sakin ve açık gökyüzü altında tekil yüzey-sıcaklık iklimini oluşturan geometri ve arazi örtüsü karakteristiğini göstermektedir.

Zonlar, vejetatif dağılım, bina/ağaç yüksekliği ve boşluk oranı, toprak nemi ve antropojenik ısı akımı gibi perde-yükseklik sıcaklığını doğrudan etkileyen yüzey özellikleriyle farklılaşmaktadır. Bu farklılıklar sonucunda, kentsel-kırsal devamlılığı kapsamında 16 iklim zonu ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.20) (Stewart ve Oke 2010).

	Yoğun doku, çok yüksek kat		Endüstriyel doku, enerji yoğun
	Yoğun doku, orta yüksek kat		Çok seyrek doku
	Yoğun doku, az kat		Hafif bitki örtüsü
	Seyrek doku, yüksek kat		Çıplak yüzey, kum/toprak
	Seyrek doku, orta yüksek		Çıplak yüzey, kayalık/beton/taşlık
	Seyrek doku, az katlı		Makilik/fundalık
	Yaygın doku, az katlı		Seyrek ağaçlık
	Hafif doku, az katlı		Yoğun ağaçlık

Şekil 2.20. Yerel iklim zonları (Stewart ve Oke 2010)

2.1.7.3. Kentsel iklim zonları

Kentlerin büyüklüğü kent ölçeğinin, kent peyzajını oluşturan morfometrik boyutlarıyla değerlendirilmesiyle tespit edilebilir. Atmosfere etki eden kentsel alan özelliklerinden en önemli temel özellikler; kentsel yapı (yapı yükseklikleri ve yapılar arası boşlukların mesafesi, cadde-sokak genişlikleri ve boşlukları), kentsel örtü (yapılaşma, döşeme, bitkilendirilme, çıplak yüzey, su yüzeyleri), kentsel doku (inşaat ve doğal malzemeler), kentsel metabolizmadır (sıcaklık, su, insan aktivitelerine bağlı kirlilik). Kentsel iklim istasyonlarının yerleştirildiği alanların karakterizasyonları bu tanımlayıcılara bağlı olduğundan, bu verileri potansiyel yer seçiminde ve iklim zonlarının belirlenmesinde kullanmak gerekmektedir.

Bu dört temel kentsel özellik, kentsel sınıfları ayrıştırmaya yarayan özelliklerin gruplanmasını sağlamaktadır. Örneğin, kent merkezlerinin çoğu, yüzeyin çoğunluğunun binalarla ve taş, beton veya asfalt gibi dayanıklı döşeme malzemelerle kaplı olduğu yoğun bir şekilde yerleştirilmiş yüksek katlı yapılardan ve kalorifer, klima, baca ve büyük

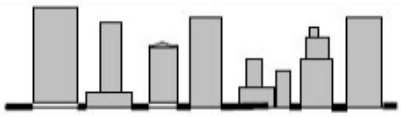
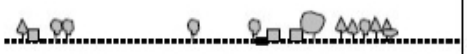
araçlardan sıcaklığın yayıldığı ortamlardan oluşmaktadır. Bu görüntünün diğer tarafında ise; göreceli olarak daha hafif malzeme ile yapılmış, yeteri derecede bahçe ve bitki örtüsü miktarına sahip, düşük sıcaklık salınımı ve yüksek sulama girdisi bulunan 1-2 katlı binalardan oluşan düşük yoğunluklu yerleşim alanları bulunmaktadır.

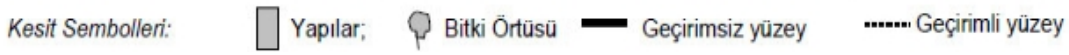
İklimsel amaçlı kentsel sınıflandırmaya ilişkin evrensel olarak kabul edilmiş bir şema yoktur. Yapılaşmış bileşenlere dair iyi bir yaklaşım "Kentsel Arazi Zonu" tiplerini geliştirmiş olan Ellefsen (1990, 1991)'ın yaklaşımıdır. Başlangıçta binaların yapılaşma nizamlarını üç tipe (bitişik, ayrık fakat birbirine yakın, ayrık fakat birbirinden uzak) ayrıştırmıştır. Bunlar daha sonra fonksiyon, kentteki konumu, bina yüksekliği, malzemesi ve bina yaşına göre 17 alt türe ayrılmıştır. Bu şemanın uygulanması için sadece hava fotoğrafı yeterli olmaktadır.

Ellefsen'ın şeması kentsel yapıyı pürüzlülük, hava akımı, radyasyon erişimi, perdeleme açılarından tanımlamak için kullanılabilir. Ayrıca dolaylı olarak kentsel örtü, doku ve metabolizma bilgisini de vermektedir çünkü sınıflar; örtü tipi, malzeme ve insan aktivite derecesini de içermektedir. Ellefsen'ın şeması yapısal unsurların ender olduğu, bitki örtüsü ve doğal arazi örtüsünün hâkim olduğu bölgelerde (kentsel orman, makilik-fundalık, çalılık vs.) çıplak alanlar (toprak veya kayalık), su (göl, sulak alanlar, akarsular) daha az kullanışlıdır. Daha sade bir şema olan Kentsel İklim Zonları (KİZ), Şekil 2.21.'de verilmiştir. Bu şema Ellefsen zonlarındaki grupları birleştirir ve buna akım, gölgeleme ve ısı adası ile ilişkili yapının ölçüsünü ve yüzey geçirgenliği ile ilişkili olan yapılaşmış yüzey örtüsü miktarını (%) ekler (Oke 2006).

KİZ'nun önemi, sadece kentsel bölgeyi tanımlamadaki yaklaşımı değil, yerel iklim oluşturacak şekilde birbirinin benzeri yerleşimleri bölgelere sınıflandırmadaki ve farklı kentsel iklim zonlarına potansiyel geçişleri tanımlamadaki yeteneğidir. Kentsel istasyon kurarken, mekânsal homojenlik kriterini sağlamak için bunun gibi bir sınıflandırma yapmak gereklidir. Bundan sonraki aşamada, kentsel alanın morfometrisi, detaylı haritalar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, imar planları ya da en azından görsel bir arazi kullanım çalışması kullanılarak değerlendirilir. Yerleşimin fiziksel formunu değil de fonksiyonunu gösteren arazi kullanım haritaları yararlı olabilir. Kentsel tanımlama, KİZ'nun belirlendiği alanların haritası oluşturularak sonuçlanmalıdır (Oke 2006).

Şekil 2.21'de kullanılan kentsel iklim zonları gösterilmiştir. Kategoriler, bazı antik kentlerin gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerdeki plansız yerleşimlerin özel kentsel karakteristiklerine uyarlanmalıdır.

Kentsel İklim Zonu, KİZ[1]	Kesit/Görünüş	Pürüzlülük Sınıfı[2]	Eğim Oranı[3]	% Yapı (Geçirimsiz)[4]
1.Yoğun gelişim: bitişik nizam ya da yakın dizilimli çok katlı yapılar		8	> 2	> 90
2.Yoğun gelişim:yüksek yoğunluklu 2-5 katlı bitişik nizam ya da birbirine çok yakın yapılmış tuğla taş yapılar. Örneğin eski kent merkezleri		7	1.0 – 2.5	> 85
3. Yüksek oranda gelişimin olduğu orta yoğunluklu kentsel alan sıra sıra veya bitişik nizam ancak seyrek yerleşimli küçük yapılar,apartmanlar		7	0.5 – 1.5	70 - 85
4. Yüksek oranda gelişimin olduğu orta veya daha düşük yoğunluklu kentsel alan geniş ancak kısa yapıların bulunduğu, sert zemin otoparklı alanlar.		5	0.05 – 0.2	70 - 95
5. Orta gelişim az yoğun kentsel saçak yerleşim 1 veya 2 katlı evler, kentsel saçak, banliyo konutları		6	0.2 – 0.6, En fazl >1 Ağaçlarla	35 - 65
6. Geniş yapıların açık peyzaj alanların içinde olduğu karma kullanım alanı, enstitüler, hastaneler, üniversiteler		5	0.1 – 0.5, Ağaçlara bağlı olarak	< 40
7. Yarı kırsal gelişim doğal veya tarımsal alanlar içinde kümelenmiş evler, örn. çiftlikler		4	> 0.05, Ağaçlara bağlı olarak	< 10



Şekil 2.21. Farklı kentsel form düzenlemelerinin yaklaşık iklimsel etki yeteneklerinin basitleştirilmiş sınıflandırması (Oke 2006'dan uyarlanmıştır).[2]

2.1.7.4. İklim istasyonu yer seçimi

İstasyon yer seçimlerinde öncelikle istasyonun kurulum amacını net bir şekilde ortaya koymak gerekmektedir. Kentsel alan içinde eğer bir tane istasyon bulunması

[2]Auer (1978) ve Ellefson (1990/91)'nin şemalarının eğimlerini içeren basitleştirilmiş sınıflar, buna ek olarak rüzgar, ısı ve nem kontrolü ile ilgili fiziksel ölçüler.

Davenport'un sınıflamasına göre etkin yükseklik pürüzlülükleri (Davenport vd. 2000).

Eğim oranı = z_H/W bu formülde ortalama ana pürüzlülük bileşenleri (yapılar, ağaçlar) ortalama yerleşim alanına bölünür. Kent merkezinde caddede oluşan kanyonun uzunluğunun genişliğine bölümüyle bulunur. Bu ölçü akış rejim tipleriyle ilişkili (Oke 1987) ve ısı kontrolleri (Gölge ve uzun dalga perdelemesi (Oke 1981) olarak bilinir. Uzun ağaçlar bu değeri anlamlı şekilde yükseltmektedir.

Yapısal öğelerle kaplı zemin yüzeyinin ortalaması (yapılar, yollar, kaldırımlar ve diğer geçirimsiz alanlar), geri kalan alan ise daha önce bulunan zemin dokusudur (yeşil alanlar, su ve diğer doğal yüzeyler). Geçirimsizlik toprağın nemlilik durumunu etkiler ve bundan dolayı buharlaşmanın ve nemliliğin soğutucu etki potansiyeli kullanılamaz.

gerekmekte ise, amacın kenti mi, kenti temsil eden bir bölgeyi mi izlemek veya bir bölgenin karakteristiğini mi tespit etmek (iklimsel problemleri olduğu tahmin edilen veya gelecekte planlanması beklenen) olduğuna karar verilmelidir. Şekil 2.21.'de yer alan kentsel iklim zonlarında ilk etapta maksimum etki bulma olasılığı en yüksek olan alanlar ilişkilendirilmiştir. Benzer olarak istasyonun tipik olma uygunluğu, Şekil 2.21.'deki fikirler kullanılarak değerlendirildiğinde ve daha detaylı araştırma için benzer kentsel gelişim gösteren daha geniş alanlar seçerek değerlendirilebilmektedir (Oke 2006).

2.1.7.5. Gökyüzü görüş faktörü (GGF) analizi

Kentsel ısı adası etkisi, özellikle binaların termal performansı üzerinde etkilidir. Bir yüzey ne kadar az gökyüzünü görüyorsa, o yüzeyin kendini soğutma yeteneği de o derece yavaştır (Souza vd. 2003; Gülten 2007). Bu alanda "gökyüzü görüş faktörü" (GGF) parametresi, kentsel kanyonlarda oluşan kentsel ısı adası etkisinin ölçülmesinde kullanılabilen bir parametredir. Kentsel ısı adasının oluşmasının en önemli nedenlerinden biri, kentsel kanyonun gökyüzü görüş faktör değerinin küçük olmasıdır.

Bu şekilde gündüz kanyon içine alınan güneş enerjisi, geri yansıtılamadan, kanyon içinde yer alan engeller tarafından absorbe edilmekte ve kanyon içindeki ısı miktarını arttırmaktadır. Bu nedenle kanyon içindeki termal konforun sağlanıp sağlanmadığı bu parametre ile ters orantılı olarak bağlantılıdır. Gökyüzü görüş faktörü ayrıca, kentsel doku içinde yapısal yoğunluk bakımından farklı noktalar için kıyaslama yapmamıza olanak sağlayan bir parametredir.

Kentsel alanlarda yapılan planlamalar sonucunda, açık alanların kullanımı, bu alanların etrafındaki yapıların oluşturduğu gölgelenmelere bağlı olarak değişebilir (Mertens 1999). Yani sokak içerisinde, herhangi bir noktanın aldığı güneş enerjisi miktarı veya kentsel yerleşim içinde yer alan bir binaya gelen güneş ışınımı miktarı, yerleşim geometrisine bağlı olarak değişebilir. Kentsel yerleşim alanında seçilen herhangi bir noktanın, yerleşim geometrisine bağlı olarak ne kadar güneş ışınımı etkisinde kaldığı, "Gökyüzü Görüş Faktörü" (GGF) olarak isimlendirilen bir parametre ile belirlenebilir.

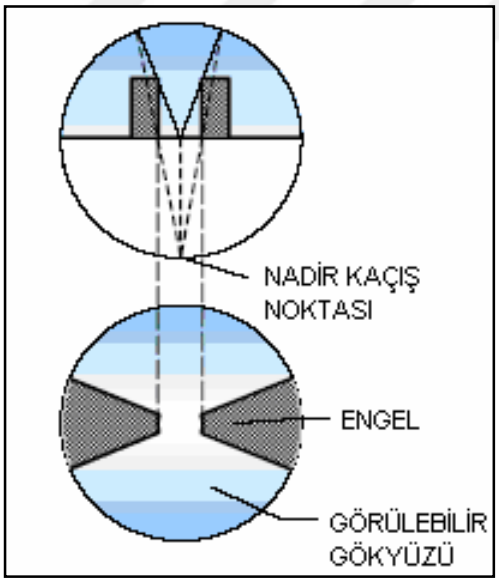
Gökyüzü görüş faktörü (GGF), yeryüzündeki bir noktanın gökyüzünü görüş açısının tahminini verir. Aynı zamanda düzlemsel bir yüzeyin aldığı toplam ışınım miktarı ile bütün çevreden alınan ışınım miktarı arasındaki orandır. GGF, bir anlamda yerleşim alanındaki görülebilir gökyüzü miktarının, boyutlandırma yapmadan parametreleştirilmesidir (Souza vd. 2003).

Kentsel ısı adası etkisi, özellikle binaların termal performansı üzerinde etkilidir. Bir yüzey ne Kadar az gökyüzünü görüyorsa, o yüzeyin kendini soğutma yeteneği de o derece yavaştır. Bu alanda GGF parametresi, kentsel kanyonlarda oluşan kentsel ısı adası etkisinin ölçülmesinde kullanılabilen bir parametredir. Kentsel ısı adasının oluşmasının en önemli nedenlerinden biri, kentsel kanyonun GGF değerinin küçük olmasıdır (Gülten 2007). Bu şekilde gündüz kanyon içine alınan güneş enerjisi, geri yansıtılamadan, kanyon içinde yer alan engeller tarafından absorbe edilmekte ve kanyon içindeki ısı miktarını arttırmaktadır. Bu nedenle kanyon içindeki termal konforun sağlanıp sağlanmadığı bu parametre ile ters orantılı olarak bağlantılıdır. GGF ayrıca, kentsel doku içinde yapısal yoğunluk bakımından farklı noktalar için kıyaslama yapmamıza olanak sağlayan bir parametredir (Gülten 2007).

Bu parametre günümüzde çoğunlukla, kentsel alanların iklimsel yapısı üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır. GGF konusu, kentsel yerleşim içinde, bir düzlemde yer alan gözlemci ile gökyüzü için engel oluşturan kentsel elemanlar (Şekil 2.22) arasındaki açının tanımlanması üzerinde yoğunlaşır (Souza vd. 2003).

Kentsel ısı adalarının yoğunluğu gökyüzü görüşü ile ilişkilidir (Murpy vd. 2010). Gökyüzü görüşü, binalarla ve geceleri oluşan termal radyasyonla sınırlandırıldığında, türbülans değişimi azalır ve termal radyasyon dikey bina yüzeylerinden yayılır.

Gökyüzü görüşünü analiz için dijital kamera ve balıkgözü objektifle fotoğraf çekimi yapılması ve bu fotoğraflardan bir yazılımla gökyüzü görüş faktör oranının hesaplanması gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan yazılımlardan biri Rayman yazılımıdır. Rayman 1.2 yazılımı aslında, termal ışınımı ve bulutların ve katı engellerin kısa dalga termal ışınım üzerindeki etkisini saptar. İnsanlar için enerji dengesi planı oluştururken gerekli olan "Ortalama Işıma Sıcaklığı" değerini de hesaplayabilir. Bu değer ayrıca, kentsel bioklimatik değerlerin belirlenmesinde "Tahmini Ortalama Değer", "Fiziksel Eşit Sıcaklık", ve "Standart Etkili Sıcaklık" gibi bazı termal indislerin belirlenmesinde de kullanılır. Program bu indislerin hesaplanmasında hava sıcaklığı, nem ve rüzgâr hızı değerlerini kullanır (Matzarakis vd. 2007; Gülten 2007). Rayman 1.2 yazılımı ile GGF hesaplanırken veri olarak balıkgözü objektif kullanılarak çekilmiş ve (*.bmp) formatında kaydedilmiş bir fotoğrafın kullanılması gerekmektedir. Bu yöntemle, kent dokusunda güneş ışınımından yararlanmak için cadde-bina ilişkisinin araştırılabilir, bir başka deyişle kent dokusu içinde yapıların güneş enerjisinden pasif olarak ne derece yararlanabildikleri ortaya konulabilir.



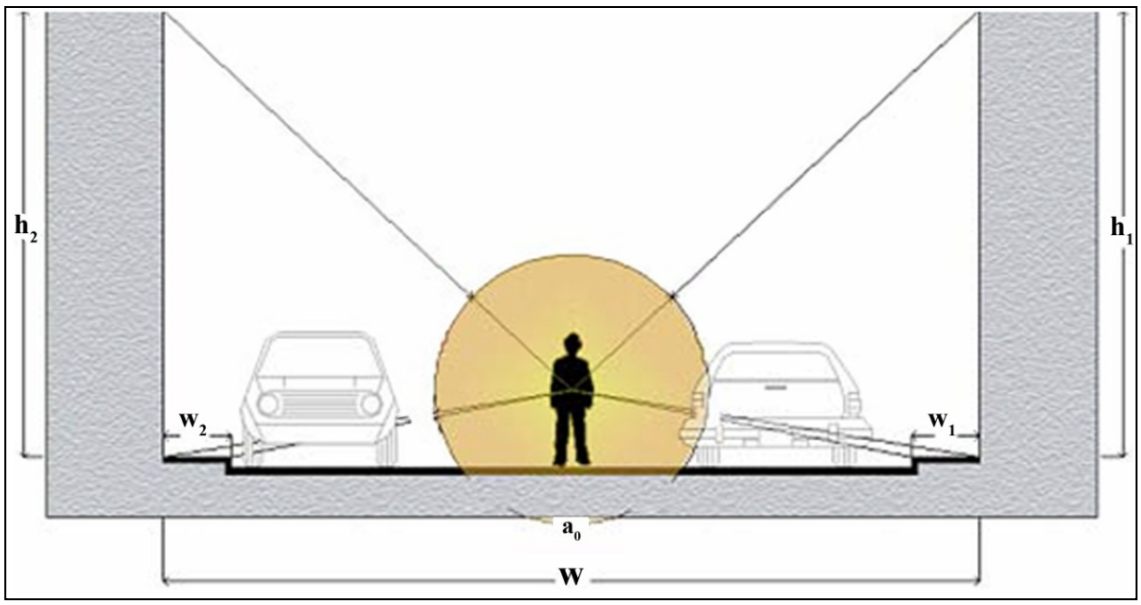
Şekil 2.22. Kentsel kanyonun stereografiksel olarak iki boyutlu düzlem olarak yansıtılması

2.1.7.6. Kentsel kanyon etkisi

Özellikle kent merkezleri, caddelerin iki tarafındaki yüksek katlı yapılaşmadan ötürü kanyona benzer bir yapı göstermektedir ve bu alanlarda kısa dalga boylu ışınımlar

kırsal alanlara oranla daha etkili olmaktadır. Kentsel alanlardaki kanyon topoğrafyası güneş ışınlarını emen yüzeylerde artışa neden olmakta; güneş ışınımını daha fazla yansıtmakta, sonuçta oluşan kısa dalga boylu ışınım daha kolay emilmektedir. Bu alanların geometrisi güneş ışınlarının dik geldiği dönemlerde (gün batımı ve gün doğumu gibi) güneş ışınlarının daha fazla emilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle kanyon etkisi kentsel alanlardaki yüzey malzemelerinden bağımsız olarak tüm kentsel alanın yansıtma oranını (albedosunu) azaltmaktadır (Yüksel 2005).

Kanyon etkisinin oluşumunda, cadde ve kaldırımların genişliği, caddelerin kenarlarındaki binaların yüksekliği, binaların, kaldırımların ve yolun kaplama malzemesi, bu alanlarda yol ağaçlarının olup olmadığı önemli rol oynamaktadır (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Kanyon etkisinin oluşumunda etkili olan etmenler (w, w1, w2: yol ve kaldırım genişlikleri, h1, h2: bina yükseklikleri)

2.1.7.7. Antropojenik ısı oluşumu

Kentsel alanlar, artan nüfus yoğunluğundan ötürü daha fazla antropojenik ısı üretirler. Antropojenik ısı üreten kaynaklar; otomobiller, klimalar, yapıların kaybettiği ısı ve inşaat donatılarıdır.

Kentsel alanlarda sıcaklığın artması klima kullanımını, buna bağlı olarak da enerji kullanımını arttırmaktadır. ABD'deki nüfusu 100.000'in üzerinde olan kentlerde, sıcaklıktaki her 1 ^{o}F'lık (0,556 ^{o}C) yükselişin, kullanımın en yoğun olduğu saatte enerji tüketimini % 1.5-2 oranında artırdığı tespit edilmiştir (Gray ve Finster 1999).

2.1.7.8. Albedo

Albedo, bir yüzeyden yansıyan güneş ışınımının, gelen ışınıma oranıdır. Bir diğer ifadeyle gelen güneş ışınlarının doğal bir yüzeyden yansıtılan/yansıyan yüzdesi veya yeryüzünün güneş ışınlarını yansıtma yüzdesidir.

Albedo, yüzeyden yansıyan güneş ışınımının bir parçasıdır. Bu terim, kaynağını beyaz anlamına gelen Latince "*Albus*"dan alır. İdeal bir beyaz gövde % 100 albedoya sahipken, ideal bir siyah gövde % 0 albedoya sahiptir. Görsel olarak bir objenin yüzey albedosunu, ton veya renginden tahmin edebiliriz. Kar gibi açık tonlu yüzeyler yüksek albedoya sahiptir. Düşük albedolar, gözümüze karanlık renkli görünen yüzeylerle bağlantılıdır. Bazı karanlık renkli yüzeyler, siyah ana yollar, iğne yapraklı orman ve siyah toprağı içerir. Çizelge 2.4 suyun yansıtma oranının (albedosunun), güneşin açısı ile değiştiğini göstermektedir. Güneş açısı yüksek iken, su üzerine düşen güneşin % 95' ini soğurur. Düşük güneş açılarında, su yüzeyi daha yansıtıcı hale gelir (Anonim 2010 (b)).

Çizelge 2.4. Çeşitli yüzeylerin yansıma değerleri

Yüzey	Detaylar	Albedo
Toprak	Koyu renk ve ıslak	0.05
	Açık renk ve kuru	0.40
Kum		0.15-0.45
Çim	Uzun-Kısa	0.16-0.26
Tarımsal Ürün		0.18-0.25
Tundra		0.18-0.25
Orman	Yaprak döken	0.15-0.20
	İğne yapraklı	0.05-0.15
Su	En küçük kırılma açısı	0.03-0.10
	En büyük kırılma açısı	0.10-1.00
Kar	Eski-yeni	0.40-0.95
Buz	Deniz	0.30-0.45
	Buzul	0.20-0.40
Bulut	Kalın	0.60-0.90
	İnce	0.30-0.50

Arazi kullanımının değişiminden kaynaklanan fiziksel süreçler; *albedoyu*, yüzey pürüzlülüğünü, topoğrafyayı ve su buharı ile sera gazlarının atmosfer ve yer yüzeyi arasındaki döngüsünü değiştirerek iklimi etkilemektedir. Kentleşme de bir tür arazi kullanımı değişimidir. Son yıllarda kentleşmenin atmosferik parametreler üzerindeki etkileri dünyanın pek çok kentinde özellikle büyük kentlerde araştırma konusu olmuştur. Bilindiği üzere kentler, bitki örtüsünün yok edildiği, geçirimsiz yüzeylerin ve yapısal alanların yoğun olduğu, doğal drenaj ve su akışının değiştirildiği; su, enerji, bitki örtüsü, topoğrafya ve malzemelerde çok büyük dönüşümlerin yaşandığı mekânlardır. Bu dönüşümler sonucunda kentteki süreçler arasında karmaşık değişimler yaşanmakta ve kent iklimi etrafındaki kırsal alanlara oranla bölgesel ve yerel ölçekte farklılıklar göstermektedir (Yüksel 2005).

Tek bir noktada yapılan sıcaklık ölçümlerinde, yerden 2 metre yükseklikte yapılan ölçümler ile yüzeye daha yakın noktalarda yapılan ölçümler karşılaştırıldığında, yere yakın yapılan ölçümlerde albedonun, toprağın nemi ya da toprağın termal özellikleri gibi yer yüzeyindeki malzemelerin termal özelliklerinden etkilendiği ve bu nedenle elde edilen değerlerde sapmalar olduğu görülmüştür (Yüksel 2005).

Yüzey yansıması, uyduların ve uzaktan algılama teknolojisinin kullanımı ile tespit edilebilmektedir. Uluslararası Uydu Bulut İklim Projesi (ISCCP), Dünya İklim Araştırma Merkezi (WCRP)'nin bir parçası olarak kurulmuş olup, 1983 yılından beri yüzey ve atmosferik yansıma verilerini toplamaktadır. Dünyanın albedosunu ölçmede kullanılan

geleneksel bir yöntem ise, ayın kül grisi ışığının (dünyanın karanlık hemisferinden yansıyan) gözlenmesidir (Anonim 2010 (b)).

2.1.7.9. Yüzey sıcaklığı

Yüzeylerin sıcaklığı aşağıdaki özelliklere bağlıdır:

- Yüzey özelliklerine göre değişen enerji dengesi
- Güneş, gökyüzü ve rüzgâra yönelim ve bu etkilere açıklığı
- Güneş ve kızılötesi yansıma için ışınım özelliği
- Buharlaşma için yüzey nem uygunluğu
- Isıyı iletme ve dağıtma yeteneği
- Pürüzlülük

Temel yüzey sıcaklığını azaltma yöntemleri:

- Gölge ve barınaklar (ağaçlar, güneşlik, dar alanlar)
- Yüksek radyasyon yansıması veya yayınımı (İnce yüzeyler, yüzey filmleri)
- Yüzey nemi (su, bitki örtüsü, geçirgen yüzeyler)
- İyi veya zayıf ısı depolama (kalın duvarlar, çatı yalıtımı)

2.1.7.10. İklimsel konfor

İklimsel konfor, belirli bir eylem gerçekleştirmekte olan insanın, bedensel ve zihinsel performansını en az enerji sarf ederek istenen düzeyde gerçekleştirilmesi olarak özetlenebilir. İnsan sağlığı ve konforunda sürekliliğin sağlanması için iklimsel konfor şartlarının bina içerisinde gerçekleştirilmesi zorunludur. Bina içinde konfor şartlarının gerçekleştiği durumlarda, insanın ruhsal, fiziksel ve sosyal performansı maksimum düzeye erişir.

- İç hava sıcaklığı
- Bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı
- Nem ve hava hareketi gibi iç iklimsel bileşenler, insanların aktivite düzeyi, giysilerin ısı yalıtım direnci ve kişinin duruş şekli gibi kişisel faktörlere bağlı olarak iklimsel konfor üzerinde etkili olurlar.

Dolayısıyla iklimsel konfor şartları;

- Bina içinde iklimsel konfor standartlarının saptanmasına,
- İklimsel açıdan konforlu olması ve enerji tüketiminde minimizasyon sağlaması istenen binalar ve yerleşim birimleri için önerilebilecek tasarım kriterlerine,
- Binaların ve yerleşme birimlerinin iklimsel konfor ve enerji tüketimi açılarından değerlendirilmesinde kullanılabilecek kriterlerin belirlenmesine temel teşkil ederler.

Özellikle günümüz şartlarından dolayı enerji korunumlu yapı tasarım sürecinin başlangıç aşamasını oluştururlar (Aksoy 2002).

Hava sıcaklığı, oransal nem, rüzgâr hızı ve güneş radyasyonu gibi dış mekân termal çevre faktörleri, termal algı, tercih ve memnuniyet gibi termal konfor değerlerini etkiler. Sıcaklık bölgeleriyle ilişkili çalışmalar, birçok insanın kentsel dış mekânları hem kış hem de yaz aylarında termal endeksin yüksek olduğu zamanlarda ziyaret ettiğini göstermektedir. Buna rağmen sıcak ve nemli iklim bölgelerinde yapılan çalışmalar, termal endeksin yüksek olduğu saatlerde çok az insanların meydanları ziyaret ettiğini göstermektedir. Termal durumun termal konfor aralığına yakın olduğu zamanlarda daha çok sayıda insan meydanları ziyaret etmektedir. Böylece dış mekân termal çevreler, termal konfor, açık alan kullanımı değerlerini etkilemektedir; etkinin derecesi farklı iklim bölgelerindeki insanların farklı termal talepleri ile çeşitlenmektedir. Dış mekân termal çevre, antropojenik sıcaklık, zemin yüzey kaplaması, bitkilerin yaptığı buharlaşma ve terleme, insan yapımı objelerle ağaçların gölge altında kalması gibi yapısal çevrenin getirdiği olgulardan etkilenir (Lin vd. 2010).

2.1.8. Kentsel ısı adasının ölçümünde uzaktan algılama

Uzaktan algılama, yeryüzünden belirli uzaklıkta, atmosfer ya da uzaya yerleştirilen platformlara monte edilmiş ölçüm aletleriyle yeryüzünün doğal ve yapay objeleri konusunda bilgi alma ve değerlendirme tekniğidir (Sesören 1999). Örüklü (1988)'e göre uzaktan algılama, elektromanyetik tayfın (spektrumun) mor ötesi ışınlarla mikro dalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak tanımlanır. En genel tanımıyla uzaktan algılama bir cisme dokunmadan o cisim konusunda karar verme ve bilgi edinebilme bilimidir (Ayday 2004).

Uzaktan algılama askeri bilgi alma çalışmalarından geliştirilmiş bir yöntemdir. Uzaktan algılama ile uçaklardan veya uzay araçlarından elde edilen görüntüler pek çok ülke için önemli ve güvenilir veri kaynaklarıdır.

Uzaktan algılama çalışmaları için gerekli veriler, elektromanyetik alanlar ve kuvvet alanları içerisinde oluşan spektral (ışık dağılımına ait), spatial (mekânsal) ve temporal (zamana bağlı, geçici) farklılıkların ölçülmesi şeklinde toplanır. Bu ölçümler o alan içerisinde çalışan algılayıcı sistemler tarafından yapılır (Sesören 1999).

Evrende tüm maddeler mutlak sıfır denilen -273.15 ^{o}C'nin üzerinde enerji yayarlar. Hangi dalga boyunda ne kadar enerji yaydıkları, kütlenin ve sıcaklığın karışık bir işlevidir. Bu ilişki, Stefan-Boltzman Kanunu ve Wien'in Yer değişim Kanunu ile açıklanmıştır. Elektromanyetik spektrumun yaklaşık 3.5μm dalga boyundan ötesinde yeryüzünden oluşan enerji, doğal maddelerin enerji yaymalarının yanı sıra, güneşin yeryüzünü ısıtmasından ve insan etkinliklerinden oluşur. Bu enerjinin büyük bir kısmı farklı dalga boylarında atmosferdeki gazlar tarafından soğrulur ve yalnızca bir bölümü atmosferden geçer. İşte enerjinin atmosferi geçtiği yerler elektromanyetik spektrumun 3.5-5 μm ile 8-16μm dalga boyları arasında bulunan iki temel atmosferik penceredir (Sesören 1999).

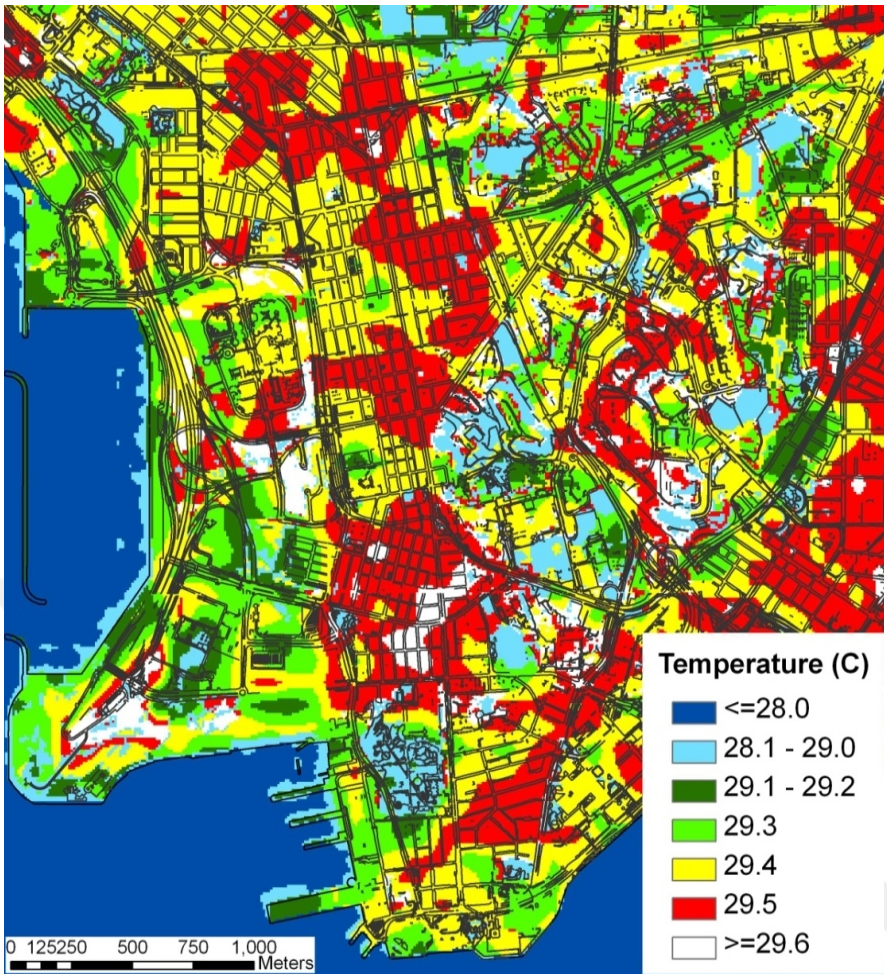
Termal görüntülerde bu dalga boyları arasında yer yüzeyindeki objelerden yayılan enerji, uydulardaki termal tarayıcı aletler tarafından algılanır ve siyah beyaz bir görüntü oluşur. Bu görüntüler diğer bantlarda olduğu gibi cisimlerin şeklini göstermez; görüntü üzerindeki renkler cisimlerin sıcaklığını verir.

Sıcak olan cisimler açık renk, soğuk olan cisimler ise koyu renkte görülür. Sıcaklığın derecesine göre koyu ve açık renkler arasında bir sıralama görülebilir. Çok nemli ya da sulak yerler, sık dokulu ibreli ağaç grupları, çevrelerine göre daha soğuk olmalarından ötürü termal görüntüler üzerinde siyah renklerde belirirler.

Mekânsal olarak oluşumunu tamamlamış veya zamana dayalı değişen kentsel alan örtüsü, Yüzey Sıcaklığı (Ts) ölçebilen termal dalga boyu uydu algılayıcıları ile tespit edilebilir. Böylece sabit istasyon ve araçlardan farklı olarak kentsel bölgenin tamamına ait güncel maksimum ve minimum sıcaklık bilgisi sağlanabilir ve kent içindeki ısıl alanlar gözlemlenebilir. Ancak, bazı uydu görüntülerin düşük çözünürlüklü olması nedeni ile, uydu görüntü verisi ile kentsel ısı adasını tespit etme çalışmaları, kent plancıları tarafından tercih edilmemektedir. Uydu görüntüsü ile bir kentin kentsel ısı adası oluşumunun neden yayıldığı ölçülememekle birlikte, tipik ve genel olarak oluşan ısı adası durumu tespit edilebilir (Nichol ve Hang To 2011).

Kentsel ısı adası, güneşin batışından birkaç saat sonra kırsal yüzeyin hızla soğuduğu ve sıcaklığın havadan çekildiği zamanda en iyi şekilde geliştiği için bir"gece olayı" olarak bilinir. Diğer tarafta kentsel atmosfer, daha fazla ısınma kapasitesi olan yapısal yüzeyler nedeniyle ısınmaya devam etmektedir. Sıcaklığın çok yükseldiği yerlerde aktif olarak yansıma gösteren yüzeyler daha yaygındır. Uzun dalga radyasyon nedeni oluşan potansiyel enerji kaybı, düşük gökyüzü görüş faktörü ile oluşmuş kentsel kanyonlar ile bloke edilir. Yüzey ve hava sıcaklık arasındaki ilişki, düşük rüzgâr hızlarıyla ve geceleri havanın mikro ölçekte yatay hareketi zayıf iken, yüzeye daha yakın olarak artar. Örneğin, 700 metre yüksekliğinde, atmosferin sabit olduğu bir yerde saat 23:42'de çekilmiş bir uydu görüntüsünün çekildiği saatte, rüzgar hızı düşük, hissedilen nem ortalama % 72 iken, kentsel ısı adası, en düşük hava sıcaklığına yani sabah 04:00'e kadar oluşumunu tam olarak tamamlamadığı halde, kentsel alanda ortalama yüzey sıcaklığı 28-30 ^{o}C'ye düşmektedir. Bu da bu örnekte kullanılan uydu görüntüsünün (ASTER termal görüntüleri), kentsel ısı adası analizi için uygun zamanlanmadığını göstermektedir (Nichol ve Hang To 2011).

Nichol ve Hang To'nun (2011) Hong Kong için yaptığı çalışma sonuçlarına göre; termal uydu görüntüleri, görüntü çekim saatinin maksimum kentsel ısı adası oluşum saatine uygun olmamasına rağmen sıcak yaz gecelerinde oluşan kentsel ısı adalarının mekânsal dağılımını göstermektedir. Şekil 2.24'de görüldüğü gibi ısı adası tespitinde uydu görüntüsü kullanımı, en sıcak ve en soğuk alanları tespit edemeyen mobil ve sabit istasyon ölçüm yöntemlerinin tersine, maksimum ve minimum sıcaklık alanlarını gösterebilmektedir.



Şekil 2.24. Hong Kong Kowloon Yarımadası'nın hava sıcaklığı haritası

Landsat uydusu ve termal bantların kullanımı

Termal uzaktan algılama araçları, "görüş çizgisi" araçlarıdır. Bir kentsel yüzeyi görüntülemek için termal uzaktan algılama aracı kullanırken şunlara dikkat etmek gerekir:

1. Tüm yüzeyler görüntülenmeyecektir.

2. Uzaktan algılayıcı için "kaynak alan" yer üzerindeki (rüzgâr yönü, algılayıcının yüksekliğine ve atmosferik kararlılık ve karışıklıklara bağlı) diğer algılayıcılarla uyuşmayabilir (Voogt ve Oke 2003).

İlk uzaktan algılama uydusu olan ve önceleri ERTS (Earth Resources Technology Satellite = Yer kaynakları teknolojik uydusu) olarak bilinen LANDSAT 1972'de NASA (Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi) tarafından uzaydaki yörüngesine oturtulmuş ve günümüze kadar 7 LANDSAT uydusu uzaya gönderilmiştir. Bu uydulardan LANDSAT-1,2 ve 3 birbirinin benzeri, diğer taraftan 4,5 ve 6 da kendi aralarında benzerdir. En son uzaya gönderilen LANDSAT-7 ise her iki gruptan da farklı olarak planlanmıştır. LANDSAT-1,2 ve 3 yeryüzünden bilgileri iki algılama sistemiyle toplamaktaydı. Bunlar; çok bantlı tarama sistemi (Multispectral Scanning System-MSS) ve kamera sistemidir

(Return Becm Vidicon–RBV). LANDSAT-4,5 ve 6 beraberinde iki algılama sistemi taşımaktaydı. Bu sistemlerden birisi daha önceki uydularda kullanılan MSS, çok bantlı algılama sistemi ile aynıdır. İkinci sistemse tümüyle yeni bir alet olan tematik haritalayıcı (Thematic Mapper-TM) adı verilen bir tarama sistemini içermesidir. TM algılayıcısı 7 spektral bantla algılama yapar. TM algılayıcısının spektral bantları MSS'e göre daha dar olup, piksel boyutları (çözünürlüğü) altı bant için 30 m ve termal bant için (bant 6) 120 m'dir. TM algılayıcısının ölçüm yaptığı spektral bantlar ve bunların ana uygulama alanları şöyledir.

- *Bant-1 (0,45-0,52 μm)* Su kütlelerinin penetrasyonu, kıyı harita yapımı, toprağın bitkilerden ayırt edilmesi,
- *Bant-2 (0,52-0,62 μm)* Bitkilerin canlılığının saptanması,
- *Bant-3 (0,63-0,69 μm)* Bitkilerin ayırt edilmesi,
- *Bant-4 (0.76-0,90 μm)* Biomas içeriğinin saptanması, su bitkilerinin ayırt edilmesi,
- *Bant-5(1,55-1,75 μm)* Bitki ve topraktaki nemin tespiti, karın buluttan ayırt edilmesi,
- *Bant-6(10,40-12,50 μm)* Termal infrared bant, toprağın nemi, su kirliliği, volkan araştırmaları,
- *Bant-7(2,08-2.35μm)* Kayaç cinslerinin ayırt edilmesi, hidrotermal haritalama.

LANDSAT-6 uydusunun başarısızlığa uğramasından sonra LANDSAT-7 uzaya gönderilmiştir. Uydu, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) adı verilen tek bir uygulama aygıtı taşımaktadır. Bu aygıt LANDSAT-4 ve 5'te kullanılan TM (tematik haritalayıcı)'ın geliştirilmiş bir şeklidir. LANDSAT-4 ve 5'in algılama yaptığı aynı dalga boylarında altı bant üzerinden 30 m'lik çözünürlükle algılama yapmaktadır. Buna karşın termal-kızılötesi bantın çözünürlüğü 120 m'den 60 m'ye indirilmiştir.

Uydu görüntülerinin 4 ve 3 bantları ile ile bitki örtüsü indisleri belirlenerek bitki örtüsü miktarı ve dağılımı belirlenebilir. Bitki örtüsünün doğru belirlenmesi buharlaşma ve karbon döngüsünü doğru modelleyebilmek için gereklidir. En yaygın kullanılan bitki örtüsü indislerinden biri normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) dir ve yakın kızılötesi ve kırmızı bölgede algılama yapmış olan bantlardan faydalanılarak hesaplanır. Oran sonucu piksel değeri parlaksa; sağlıklı bitki örtüsü miktarı daha çoktur. Farklı tarihlerde çekilmiş uydu görüntülerinden elde edilen NDVI görüntüleri kullanılarak, bitki örtüsünün mevsimsel değişimleri ortaya konulabilmekte, bitki örtüsü değişimi ile iklim arasındaki ilişki kurulabilmektedir. Kızılötesi ve kırmızı bölgede algılama yapan her uydu sisteminden NDVI bilgileri türetilebilir (Kuşçu 2010).

2.2. Kaynak Taraması

Ülkemizde enerji etkin planlama ve tasarım, iklim verilerine dayalı planlama ve kentsel ısı adası etkilerinin azaltılmasına ilişkin şehir ve bölge planlama, mimarlık ve peyzaj mimarlığı, coğrafya disiplinlerinden araştırıcılar tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan şehircilik ve peyzaj mimarlığı ve mimarlık dalında olanlar, günümüzün kentleşme sorunlarına çözüm arayış sürecinde kentlerin sürdürülebilir olması gerekliliği ilkesinden yola çıkarak kentsel ısı adasına sebep olan antropojenik etkilerden yeşil alan varlığı, güneşlenme, yansıtma oranı (albedo), kent morfolojisi ve gökyüzü

görüşü başlıkları incelemiş; çeşitli kentler için yapılan araştırmalarla o kentlerin ısı adasına neden olan olgular üzerinekente özgü geometrik formlar, rüzgâr koridorları, yeşil çatılar, eko-tek tasarım önerileri, enerji etkin yapı, form ve malzeme gibi çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Bu alanda ilk olarak 1990'lı yıllarda yapılan çalışmalar, rüzgâr yönü/şiddeti ve güneş radyasyonu analizlerine göre, bina yüksekliklerinin, yol genişlik ve doğrultularının belirlenmesi gibi uygulama imar planlarına yön verecek ve kentsel tasarım kriterleri oluşturmak amacıylaönerilen yapı adası çözümlemeleri kapsamında çalışmalardır. 2000'li yılların başında ise enerji etkin planlama kavramından bahsedilmeye başlanılmış, yapılan araştırmalar toplu konut alanlarının enerji etkinliğinin araştırılması kapsamında olmuş ve bu konut alanlarında enerji etkin planlama kriterleri oluşturulmaya başlanmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama gibi uzmanlık alanlarında yapılan çalışmalar; kentsel ısı adalarının incelenmesine ilişkin bilimsel araştırmalar niteliğindedir.

Voogt (2000), "Araştırmacılar kentsel ısı adalarını nasıl ölçer?" konulu çalışmasında, kentsel ısı adası tanımından başlayarak, kentsel ısı adası türlerini ve yüzey kentsel ısı adası araştırma yöntemlerini incelemiştir. Uçak ve uydudan termal analiz yöntemi ile Vancouver yüzey ısı adaları Ağustos ayı için incelenmiş; yüzey kentsel ısı adalarının hem gece hem de gündüz oldukça geniş oldukları, kullanımı sanayi ve depolama olan yapıların yüzeylerinin gün içinde oldukça sıcak oldukları tespit edilmiş ve genel anlamda kentin günlük sıcaklık değişim aralığının oldukça geniş olduğu gözlenmiştir.

Qin vd. (2001), İsrail-Mısır sınır bölgesinde uyguladıkları Landsat TM verisinden yüzey sıcaklığı tespiti için mono-window algoritması uyguladıkları çalışmalarında, termal bant verisinin hala fazla kullanılmadığından yola çıkarak, yüzey sıcaklığı tespitinde Landsat TM'den faydalanmak için atmosferik düzeltme yöntemlerinden mono-window algoritmasının yüzey sıcaklıklarının tahmin edilmesinde uygun bir yöntem olup olmayacağını araştırmışlardır. 7 farklı atmosferin çeşitli durumlarına göre benzetim yapılan verinin doğrulanması ile Landsat TM6 verisinden yüzey sıcaklığının yeterli hassasiyette sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır. Elde edilen yüzey sıcaklığının İsrail tarafının daha yoğun bitki örtüsü örtüsüne rağmen yüzeyi çıplak çöl örtüsü ile kaplı olan Mısır tarafına göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Stone (2001), "Atlanta Metropoliten Bölgesi'nde Konut Kullanımı, Orman Dağılımı ve Yüzey Isı Adası Oluşumunun Uzaktan Algılama ile Analizi" konulu doktora tezinde, ABD'nin Atlanta, Georgia metropoliten bölgesinde kent formu ve yüzey ısı ada oluşumu arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamıştır. Çalışmada Atlanta bölgesindeki yaklaşık 105.000 adet konut parselinin yaydığı ısı enerjisi miktarı, NASA tarafından toplanmış uzaktan algılanmış termal veriler yardımıyla tespit edilmiştir. Konut adalarındaki düşük yoğunluk ve kentsel saçaklanmaların, yüksek yoğunluklu kompakt formlara göre daha fazla ısı enerjisi yayarak, bölgenin ısı adası oluşumuna daha çok katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Gülbay Tuğaç (2003) "Enerji Etkin Planlama Yaklaşımının, Kentlerin Ekolojik Planlaması ve Tasarımı Süreçlerine Etkisi-Güney Ankara Ahiboz Koridoru Örneği" konulu yüksek lisans tezinde; kentsel alanda planlama ve tasarımın ilk aşamalarında alternatif enerji türlerine göre yapılacak düzenlemelerin, enerjiyi ekonomik kullanan,

ekolojik dengesini kurmuş kentsel alanların oluşumunu sağlayacağı sonucuna varmıştır. Bu hedeflere ulaşmak içingüneşlenme, havalandırma, yerel iklim, güneşe göre yönelim, eğim, bitki örtüsü, bio-çeşitlilik ve çeşitli kullanımlar gibi kriterler arasında dengeyi gözeten ekolojik temele dayanan enerji etkin planlama ve tasarım yaklaşımlarının hayata geçirilmesine gereksinim olduğunu belirterek; yaptığı çalışmada enerji etkin kriterlere göre Ankara kenti için bir takım yapılaşma yoğunluğu, kat yükseklikleri, binalar arası mesafe, eğime ve güneş açısına göre eğim, güneşlenme ve rüzgar koşullarına göre yapı-yoğunluk ve bitkilendirme ilişkisi önerileri sunmuştur. Çalışma sonucunda tüm bu önerilere göre 1/5000 ölçekli enerji etkin planlama ilkeleri belirleyerek çalışma alanı için 1/5000 enerji etkin plan veplan kararları üretilmiştir.

Çiçek ve Doğan (2005) "Ankara'da şehir adasının incelenmesi" isimli çalışmalarında şehir içlerinde büyük yeşil alanlar yaparak küçük ölçekli şehir meltemleri yaratılabileceğini, böylece hem sıcaklığın düşmesinin sağlanabileceğini hem de kirliliğin etkisinin azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ulaşılan sonuçlara göre; yeni planlanan yerleşim alanlarında cadde genişlikleri ve çevresindeki kat sayıları gökyüzü görüş oranı dikkate alınarak hesaplanmalıdır. Çünkü küçük değerli gökyüzü görüş oranına sahip şehir kanyonları rüzgâr hızını düşürerek sıcaklık ve kirlilik dağılımını etkilemektedir. Bunun yanında bina çatılarının uygun olanlarına çatı bahçelerinin yapılması, uygun olmayanlarının ise açık renkli veya yansıma özelliğine sahip malzemelerle kaplanması şehir ısı adası etkisini düşürmektedir.

Yüksel (2005) "Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine bir Araştırma" isimli doktora tez çalışmasında, Ankara kentinde yaşanan hızlı kentleşme ve bunun sonucunda açık yeşil alanların azalması ve yapılaşmış alanların artmasının yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve nem parametreleri açısından kentin iklimini nasıl etkilediğini araştırmış ve kentsel gelişim, arazi kullanımı-arazi örtüsünün değişimi ve kentsel ısı adasının oluşumu arasındaki ilişkiyi bölgesel ölçekten yerel ölçeğe kadar belirlemiştir. Çalışmada kentleşme ile meydana gelen arazi kullanımındaki değişimlerin *albedoyu* nasıl etkilediği anlatılmış ve arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişimin yerel, bölgesel ve hatta küresel iklimde belirgin değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir.Bu araştırma ile yapı yoğunluğu, yeşil alanlar ve meteorolojik parametreler (sıcaklık ve nem) arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılarak daha sağlıklı-yaşanabilir ve sürdürülebilir kentlerin oluşumu için yeşil alanların öneminin Ankara kenti örneğinde ortaya koyarak bir takım peyzaj tasarım önerilerinde bulunmuştur. Sonuç kısmında özellikle gelecekte Ankara kentinin iklim haritası ve rüzgar haritasının yapılması gerektiğini ve Ankara için önerdiği kentsel ısı adası etkisini azaltıcı önlemlerin bir an önce hayata geçmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Kentsel alanlarda meteorolojik gözlem yapma ihtiyacı, nüfus artşına paralel, inşaat ve kentsel tasarım, enerji tüketimi, ulaşım ve iletişim, hava kalitesi ve sağlık, rüzgâr mühendisliği, sigorta ve afet, acil durumlar gibi konularda destek amaçlı detaylı tahmini meteorolojik veri üretme ihtiyacının artmasıyla birlikte, gün geçtikçe daha da artmaktadır. Aynı zamanda meteorolojik servisler, kentsel alanlarda gözlem yapmada zorlukla karşılaşmaktadırlar. Çünkü düzensiz ve büyük yerleşimlerde, hava akımı ve radyasyon değişimini engelleyen binalar ve ağaçlar, yapay yüzey örtüsü, insan aktiviteleri sonucu oluşan atık ısı ve su buharı gibi faktörler yer seçimi için standart bir kılavuz niteliğinde

olan WMO (1996)'nın "Meteorolojik Araçlar ve Gözlem Yöntemleri Kılavuzu"nun uygulanmasını imkânsızlaşmaktadır.

Oke (2006)'nin hazırladığı "Kentsel Alanlarda Temsili Meteorolojik Gözlem Yapma Kılavuzu"nda kentsel alanların yer seçiminde kullanılmak üzere, meteorolojik istasyonların kurulumuna ve kentsel alandan alınan verinin yorumlanmasına ilişkin yöntemler bulunmaktadır. Kılavuza göre; kentsel alanların karmaşık ve heterojen yapısına rağmen kullanışlı ve tekrarlı gözlemler elde edilebileceği, her kentsel bölgenin kendine has sorunları temsil ettiği belirtilmektedir. Anlamlı gözlem sonuçları almak için, kentlere özgü belirli kriter ve kavramlara çok dikkatli yaklaşarak meteoroloji istasyonunu takip eden kişinin bu kavram ve kriterleri konu edilen kentsel çevrenin hassas gerçeklerine akılcı ve esnek bir şekilde uyarlaması gerektiği vurgulanmaktadır.

Gülten (2007) "Kent dokusunda güneş ışınımından yararlanmak için cadde bina ilişkisinin araştırılması" konulu yüksek lisans tezinde Elazığ'da mevcut olan kentsel dokuda binaların ne derece güneş ışınımı etkisinde kaldığını araştırmıştır. Bu amaçla Elazığ'ın en yoğun yapılaşmış bölgeleri olan Gazi, Sehit İlhanlar ve İnönü caddeleri ve bu caddelere bağlanan bazı ara sokaklarda belirlenen noktalarda bir uygulama çalışması yapmıştır. Uygulama çalışmasında öncelikle bina cephelerine düşen gölge boyları ve belirlenen noktaların GGF değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra sokak geometrisi ve kentsel kanyon içindeki yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkiyi araştırmak için, seçilen noktalarda 8.00-16.00 saatleri arasında yüzey sıcaklığı ölçümleri yapılmıstır.Hesaplanan gölge boyları ve GGF değerleri ile çalışılan caddelerde etkin bir şekilde güneş enerjisinden yararlanabilmek için gerekli olan sokak genişlik ve bina yükseklik değerleribelirlenmiştir.Enerji tüketiminin artması nedeniyle çoğalan enerji problemlerine önerilebilecek en genel çözümün, güneş enerjisinin kentsel alanlarda pasif olarak kullanımının arttırılması şeklinde olduğu ve güneş enerjisinden kent ölçeğinde optimum bir sekilde yararlanabilmek için, ilk olarak bina cephelerinin güneşe göre doğru yönlendirilmesi ve bina aralıklarının bina cephelerinin güneş almalarını engellemeyecek şekilde belirlenmiş olması gerektiği sonucuna varmıştır.

Matzarakis vd. (2007)'na göre güneşli gün koşullarında insan enerji dengesini etkileyen en önemli meteorolojik parametre, ortalama yansıma sıcaklığıdır. Çalışmalarında "Rayman" modelini insan vücudu üzerindeki kısa ve uzun dalga radyasyon akımlarının hesaplanması için kullanmışlardır. Model kompleks kentsel yapıları da kapsayabildiğinden, kent planlama ve cadde tasarımı gibi alanlarda kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Hisarlıgil (2009)'in "Enerji Etkin Planlamada Konut Adası Tasarımı: Hipotetik Konut Adalarının Ankara Örneğinde Mikroklima Analizi" konulu doktora tezinde enerji etkin varsayımsal konut tiplerinden oluşan varsayımsal konut adası örneklerinin mikro klima özellikleri analiz edilerek, ısıtma ve soğutma gibi düşük nitelikli enerji talebinin yoğun olduğu konut alanlarının planlanmasında enerji etkin planlama ve tasarım ilkeleri belirlenmeye çalışılmıştır. İklim özellikleri ve pasif denetim yöntemleri analizlerinde Weather Tool v2.00, konut enerji analizlerinde CASAnova 3.0, konut adası ölçeğinde gölge ve radyasyon analizlerinde ECOTECT v5.50, mikro klima analizlerinde ENVI-met 3.0, görsel canlandırmada LEONARDO 3.5 ve grafik gösterimde GNUplot 3.0 programlarından yararlanılmıştır. Sonuçta, kentsel bir yerleşimde etkin bir enerji

tasarrufunun konut adalarının tasarımında konut tipleri ve mikro klima özellikleri arasındaki karşılıklı etkileşim gözetilerek sağlanabileceği belirlenmiştir.

Lin vd. (2010), "Dış mekanda uzun süreli termal konforda gölgeleme etkisi" başlıklı çalışmalarında, gölgelemenin dış mekan termal çevreleri etkilediği ve bu nedenle insanların dış mekanlardaki termal algısını değiştirdiği savı ele alınmaktadır. Tayvan merkezinde yer alan üniversite kampüsünde 12 adet arazi çalışması yürütülmüş ve uzun dönem termal konforu tahmin etmek için 10 yıllık meteorolojik veriyle gökyüzü görüş faktörü (GGF) yöntemi ve Rayman 1.2 yazılımı kullanmıştır. Analitik sonuçlar, gökyüzünün belli noktalardan rahatça görülebilme yüzdesini temsil eden gökyüzü görüş faktörünün açık hava sıcaklığını belirgin olarak etkilediğini göstermektedir. Sonuçlara göre, yüksek gökyüzü görüş faktörü (GGF) yaz aylarında rahatsızlığa sebep olmaktadır. Tayvan yaz aylarında sıcak ve kış aylarında ılık olduğu için yaz aylarında termal konforu sağlamak için yeterli gölgeleme, ağaçlandırma ve binalarla sağlanabilir. Sonuç olarak açık havada gölgeleme yaparken yerleşik halkın termal ihtiyaçları ve yerel iklimin karakteristiklerinin dikkate alınması gerektiğine vurgu yapılmıştır.

Murphy vd. (2011) "Kuzeydoğu Porto Rico'da arazi kullanım ve kentsel ısı adası ilişkisi" başlıklı çalışmalarında Porto Rico-San Juan metropolitanının zaman ve mekan içinde oluşturduğu kentsel ısı adası miktarını mobil ve sabit istasyonlardan alınan sıcaklık verileriyle ölçmeyi amaçlamışlardır. Kentsel ısı adası yoğunluğunun gökyüzü görüş faktörüne bağlı olduğundan yola çıkarak, gökyüzü görüşünün binalar nedeniyle kısıtlandığı yerlerde, dışarı çıkan termal radyasyonun gece kısıtlandığı, türbülans değişiminin azaldığı bina dikey yüzeyleri tarafından termal radyasyon salındığı belirtilmiştir. Çalışmada sabit istasyon verileri, belirli bir noktadaki ortalama sıcaklık ve aynı noktadaki uzaktan algılanmış bitki örtüsü yoğunluğu arasındaki ilişkiyi araştırmak için kullanılmıştır. Sabit istasyonlar, 10 farklı arazi kullanım bölgelerine, yükseklik faktöründen etkilenmemek için herbiri deniz seviyesinden 50 m rakımdaki telefon direklerine 3 m yüksekliğe kurulmuştur. Kurulan 10 istasyonun çevresini arazi kullanım sınıfı, gökyüzü görüş faktörü (GGF), kat yüksekliği, doluluk-boşluk, malzeme vb. tanımlayıcı özellikler, genel kır-kent sınıflandırması ve bitki örtüsü oranı göstergeleriyle karşılaştırmıştır. Sabit istasyonlardan alınan veri, kentsel referans ve kırsal istasyonlar arasında ölçülen ortalama gece kentsel ısı adası, nemli sezonda 2,15 °C, kuru sezonda ise 1,78 °C olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak sabit kurulan istasyon ölçümleri, belirgin gece adasının varlığını göstermektedir. Ortalama erken gece kentsel ısı adası (1900-2359), kent merkezi ve kırsal istasyonlar arasında yazın nemli sezonda 1,86 °C ve bahar nemli sezonda 2,15 °C hesaplanmıştır. 2007 yılında İklim Değişikliği Uluslararası Raporu'nda her on yılda küresel sıcaklığın 0,3 °C artacağı tahmin edilmiştir. Porto Rico'da bu tahminin fazlasıyla gerçekleşmiş durumda olduğu tespit edilerek, kentsel ısı adasına yönelik çalışmaların önemine atıfta bulunulmuştur.

Kadiroğlu (2011), yüksek lisans tez araştırmasında yapı sektörü bünyesinde enerji etkin yapı üretimi ile enerji kullanımının minimize edilmesini hedefleyen mimari tasarım ilkeleri belirlemeye çalışmıştır. Türkiye'deki iklimsel farklılıklar gösteren dört makro iklim bölgesi çerçevesinde yapılarda enerji kullanımını minimize etmek için, makroklimatik ve mikroklimatik özellikler analizi sonucunda enerji etkin yapı tasarlamaya yönelik kriterleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda makro iklimsel değişkenlere yapısal öneriler sunulurken, mikro iklimsel değişkenlerin enerji etkin sisteme katılımları sıcak, soğuk, nem, rüzgâr ve ışıma kapsamında ele alınarak; olumsuz

etkilerinin aşılacağı tüm enerji etkin kriterlere ilişkin bir tablo hazırlamıştır. Bu çalışmada özellikle peyzaj düzenlemesi kapsamında tüm makro iklim grupları için yapılan araştırmalar yer almış ve tabloda yapıların sıcak nemli iklim bölgeleri doğu batı cephelerinin gövdesi uzun yeşil ağaçlarla bitkilendirilmelerinin yararlı olacağı öngörülmüştür.

Küresel ısınma etkilerinin yarı tropik ve tropik iklim özellikleri gösteren, yoğun ve yüksek katlı yapılaşma nedeniyle kentsel ısı adası etkileri görülen Hong Kong'ta sürdürülebilirliği nasıl etkilediğini sorgulayan Nichol ve Hang To (2011)'nun "Kentsel Isı Adası analizinde termal uydu algılayıcılarının zamana dayalı özellikleri" adlı çalışmalarında, geleneksel yöntemlerin yetersizliği nedeniyle uydu görüntülerinin kentsel ısı adası tespitinde kullanımını incelemiş ve gün içinde çekilmiş bir Aster görüntüsü ile alanda ölçtükleri yüzey ve hava sıcaklıklarını, kentsel ısı adası bağlamında karşılaştırmışlardır. Hong Kong tropik ve subtropik iklim kuşaklarının ortasında kışın ılık ve kurak, yazın sıcak ve nemli; iklimsel açıdan Antalya'ya benzeyen bir kenttir. En yüksek hava sıcaklığı yazın 37 °C, kentsel alanlarda en serin 29 °C, kırsal alanda da 24 °C görülmektedir. Yüksek yapı yoğunluğun yanında azalmış hava sirkülasyonu, yüksek sıcaklıklar ve deniz meltemlerinin duvar etkisi olarak adlandırılan kıyıdaki yüksek binalar nedeniyle engellenmesi Hong Kong'da kentsel ısı adası etkilerini artırmaktadır ve plancıların yapısal planları ve politikaları desteklemek için acil olarak gözlemsel ve mekansal iklimsel veriye ihtiyaç duymaktadırlar. Sadece sabit istasyonlar ve mobil araçlardan toplanan veriler bu kapsamda bir veriyi sağlayamamaktadır. Bu nedenle çalışmada uydu görüntülerinden yararlanırken en uygun görüntü zamanını tespit etmeye çalışmışlardır. Gece görüntüsü verisinin Hong Kong çevresindeki hava sıcaklıklarını daha doğru temsil ettiği görülmüştür. Bu durumun olası açıklaması, dikey ve yatay ısı iletiminin gece yavaşlamasıyla daha stabil bir atmosferik ortam oluşması ve gece kara ve denizin benzer sıcaklıklarda olmaları nedeniyle deniz melteminin daha az olmasıdır. Sonuç olarak hava sıcaklığı paternlerini gözlemlemek için gece görüntüleri, gündüz görüntülerine göre atmosferin gece daha stabil olması nedeniyle, daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Kuşçu Şimşek ve Şengezer (2012), "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi" konulu çalışmalarında artan şehirleşme ve sanayileşme ile beraber kentlerin mikro iklimsel yapısında değişimler meydana geldiğini ve kentlerde bölgesel ısınmaların olduğunu belirtmişler ve geleceğe ilişkin sağlıklı gelişme ve yapılaşma stratejilerine ışık tutmak amacı ile İstanbul metropolünde yeşil alan/bitki örtüsünün sıcaklık üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, yüzey ısı adaları ve normalize edilmiş bitki indeksi farkı (NDVI) değerleri uzaktan algılama yöntemi ile saptanmış, sıcaklık bağımlı değişken, bitki örtüsü ise bağımsız değişken olmak üzere regresyon analizi yapılmış, karar ağacı modeli oluşturulmuştur. İstanbul yerleşim alanı için yapılan analizde bitki örtüsünün en az olduğu küme ile en yoğun olduğu kümenin beklenen sıcaklık değeri arasındaki fark 4,24 ^{o}C olarak hesaplanmıştır. Bağımlı değişken olarak sıcaklık, bağımsız değişkenin ise bitki yoğunluğu arasında yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre, yoğun yapılaşma, yapı malzemeleri gibi pek çok parametreden etkilenen kentsel sıcaklığa, bitki örtüsünün etkisinin % 20 gibi önemli bir oran olduğu tespit edilmiştir.

Kuşçu Şimşek ve Şengezer (2012) büyüme ve kentleşme ile artan yapılaşmanın kentsel iklim değişikliğine etkilerini ele aldıkları çalışmalarında, İstanbul kentsel alanında piksel bazında taban alanı katsayısı (TAKS) ve kat alanı katsayısı (KAKS) verileri ile uzaktan algılama yöntemi ile elde edilmiş sıcaklık değerleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada 1975-1999 ve 2000-2008 yılları yaz aylarına ait Meteoroloji Bölge Müdürlüğü iklim istasyon verileri ve yine yaz aylarına ait Landsat TM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yükselen yüzey sıcaklığında taban alanı katsayısının (TAKS) kat alanı kat sayısına (KAKS) göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Zolnoun (2013), "Peyzaj mimarlığında enerji etkin tasarım yaklaşımları" konulu yüksek lisans tezinde, yeşil alanların mevcut fonksiyonlarından yola çıkarak, enerji etkin tasarım amaçlarına göre yeni yeşil alan kullanımları önermektedir. Binaların enerji tüketimini azaltmak amacıyla peyzaj planlama ve tasarım yöntemleri incelenmiştir. Çevre verileri ele alınarak, bina tasarımı ve çevre düzenleme ilişkileri değerlendirilmiş; kentsel ölçekte ve konut ölçeğinde enerjiyi verimli bir şekilde kullanmaya yönelik oluşturulan uluslararası bina sertifikalarının kriterleri incelenmiş ve yeni yerleşim alanlarının planlamasında enerjinin etkin kullanılması ve doğal kaynakların verimli bir şekilde değerlendirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir

Paramita ve Fukuda (2014) "Nemli sıcak iklim bölgesindeki yüksek yoğunluklu kentsel alanlarda ısı yoğunluğu" başlıklı çalışmalarında, yüksek yoğunluklu yerleşimlerde bir çok insanın barınma amaçlı kullanımlar talep ettiği, bu yoğunluktan kaynaklı ısı salınımının potansiyel olarak rüzgar hareketini azaltmak sureti ile hava sıcaklığında değişiklik yarattığı varsayımıyla, çalışmasında Endonezya Bandung kentinin herbiri yaklaşık 37 ha. büyüklüğünde olan eğitim, yüksek yoğunluklu konut ve sanayi alanı kullanımlarında kentin formu ile farklı arazi kullanım biçimlerinde görülen mikro iklimler arasındaki ilişkiyi bulmayı hedeflemiştir. Hava sıcaklığı, genel sıcaklık ve rüzgar hızı ölçümleri yaparak, kentlerde dış mekanların kalitesinde doğrudan etkisi olan ortalama hissedilen sıcaklık değerine ulaşmıştır. Gökyüzü görüş faktörünün yansıyan sıcaklık değeri ile ilşkili olduğu, her üç bölgede ölçülen gökyüzü görüş faktörü, sıcaklık ve yağış değerleri ve sabit istasyonlardan temin edilen hava sıcaklığının kent kullanım ve form kaynaklı olduğu, bölgelerden birinde pürüzlülük özelliğinin hissedilen sıcaklığa olumlu etkisi olduğu gibi sonuçlara varmışlardır.

Gümüş (2015) "Ankara Kenti Isı Adası Oluşumunun Saptanması ve Değerlendirilmesi" başlıklı doktora tezinde meteorolojik parametrelerden sıcaklık ve nem parametreleri kentsel ısı adası olgusu içerisinde incelemiş, bu parametrelerden biyoklimatik konfor ve ısıtma-soğutma gün derece parametreleri türemiştir ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmada Ankara ve yakın çevresindeki 18 meteorolojik istasyonun sıcaklık ve nem parametreleri kullanılmıştır. Sıcaklık haritaları ay bazında ortalama olarak hazırlanmış ve sayısal yükseklik haritaları kullanılarak 1x1 km. çözünürlükte sunulmuştur. Nem haritaları 1980-2009 dönemi için ay bazında hazırlanmıştır. Sıcaklık ve nem parametreleri birlikte düşünülerek hissedilen sıcaklık haritaları hazırlanmış ve bu haritalara göre biyoklimatik konfor analizleri yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise biyoklimatik konfor bölgeleri, ısıtma ve soğutma gün, derece sonuçları ile ilgili parametrelerin kentsel ısı adası olgusu, peyzaj planlama ve tasarım unsurları ile etkileşimleri değerlendirilmiştir. Planlama ve tasarım üzerine yapılan bu tavsiyelerin bütün olarak ele alınması ve kentsel planlamalara dâhil edilebilmesinin tüm bu çalışmaların etkin bir noktaya ulaşabilmesi adına çok önemli olduğu veplanlama

aşamalarında yaşanan bürokratik müdahalelere karşı bilimsel ve aynı zamanda dirençli bir duruş sergilemenin insan odaklı planlama çalışmalarının amacuna ulaşmasında önemli bir katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Yurtsev (2015) "Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Enerji Etkin Peyzaj Tasarım Yaklaşımları" başlıklı yüksek lisans tez araştırmasında, peyzaj tasarımı ile enerji etkinliğinin nasıl sağlanabileceği irdelenmiştir. Enerji etkin peyzaj tasarımı sayesinde, kentlerin beton blokları arasında sıkışan günümüz insanı ve doğa arasında nasıl bir bağ kurulabileceği üzerine çalışılmıştır. Peyzaj tasarım çalışmalarında enerjinin etkin kullanılması ve doğal kaynakların verimli bir şekilde değerlendirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Şensoy vd. (2016) çalışmalarında değişen arazi örtüsü ve yapılaşma nedeniyle şehirlerin çevrelerine göre farklı sıcaklık özellikleri gösterdiğini belirtmişler; bu farklı sıcaklık koşullarının 2m. hava sıcaklığı (Yerden 1.25 m. ile 2 m. arasındaki havanın sıcaklığı) ile ölçüldüğünde "şehir ısı adası (ŞIA)", yüzey sıcaklığı ile belirtildiğinde ise "yüzey ısı adası (YIA)" adını aldığını ifade etmişlerdir. Çalışmada Antalya ve yakın çevresinde YIA'nın yıl içindeki değişimi araştırılmıştır. Landsat uydu görüntüleri, meteorolojik veriler ve tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin termal bantlarından yüzey sıcaklık modelleri üretilmiş ve yıl içinde gösterdiği farklılıklar analiz edilmiştir.Çalışma sonucunda kontrollü sınıflandırma yöntemiyle oluşturulan arazi örtüsüne göre yüzey sıcaklıklarındaki farklılıklar belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kışın Antalya şehri, yüzey sıcaklığı açısından çevresindeki alanlardan daha düşük YIA; buna karşılık hava sıcaklığı açısından deniz etkisindeki kıyı istasyonu pozitif ŞIA özellikleri göstermektedir. Kışın deniz yüzey sıcaklığı diğer tüm alan yüzeylerinden sıcaktır.Kışın şehrin doğusundaki sera alanları etrafına göre sıcak görülmektedir. Bu da ısıtıldıklarının göstergesidir. İlkbaharda yoğun şehir alanlarında ve havaalanında pozitif YIA belirgindir. Kara yüzeyleri deniz yüzeylerinden sıcaktır. Yaz aylarında Antalya yoğun şehir alanlarında pozitif YIA ve ŞIA değerleri mevcuttur. Deniz yüzeyleri kara yüzeylerinden soğuk olduğundan kıyı kesimlerinde daha düşük YIA değerleri vardır. Sonbaharda Eylül ayında da devam eden pozitif YIA değerleri Ekim ve Kasım aylarında zayıflamaktadır. Kasım ayında kara ve deniz yüzeyleri yaklaşık aynı YIA değerlerine sahiptir. Denizin etkisiyle Antalya kıyılarında daha ılıman iklim özellikleri görülürken, yoğun şehir alanlarında ise kışın negatif yazın pozitif YIA özellikleri görülmektedir.

Chun ve Huang (2016) "Kentsel ısı adalarını azaltmak: Soğutma ve havalandırma için bir potansiyel rüzgâr koridoru tanımlama yöntemi" başlıklı çalışmalarında kentsel ısı adası etkilerinin dayanılmaz düzeylere ulaştığı Tayvan'da bu etkileri azaltmak için yarı kırsal alanlar ve denizden gelen meltemleri içeriye almak için rüzgâr koridorları haritası oluşturmayı amaçlamıştır. Rüzgâr koridorları, ön alan indeksi (FAI) ve en az maliyetli yol (LCP) yöntemleriyle tespit edilmiş alçak pürüzlülükteki kentte rüzgârın hareketine göre tahmin edilmiştir. Potansiyel sıcaklık arazi kullanım haritası etkileri, azaltım stratejilerinin tam olarak uygulanacağı alanları tespit etmek için mevcut rüzgâr koridorlarıyla çakıştırılmıştır. Çalışma sonunda arazi kullanım durumlarına göre kentsel yüzey iyileştirmesi için sırasıyla 4 bölge tavsiye edilmiştir. Ayrıca çalışma alanının doğusunda bir potansiyel serinletme rotası önerilmiştir.

Gerçek vd. (2016) "Kentsel Isı Adalarının Kent İçinde Çeşitlenme Analizi ve Arazi Yüzeyi/Örtüsü Parametresi ile İlişkisi" başlıklı çalışmalarında KIA etkisi ve KIA'na

neden olan faktörlerle ilişkisini, kentleşme ve sanayileşmenin son on yıllarda arttığı İzmit kenti özelinde incelemişlerdir. İzmit kentinde KIA etkisi varyasyonunun mekânsal dağılımı için 2015 yılı yaz ayı ait ASTER ve Landsat 8 gündüz ve gece görüntüleri ile çalışılmıştır. Görüntülerin termal bandlarından elde edilen yüzey sıcaklığı verisinde yüksek sıcaklıklar 4 kademe sınıflandırılarak haritalandırılmıştır. Elverişşiz kentsel form, doku, yoğunluk, yüksek binalar ve toprak zeminde kaplanmış yüzeyler ve bitki örtüsü, kentin tamamı sıcaklıklarında mekânsal varyasyonlar oluşturan mikroklimalara neden olan etmenlerdir. Çalışmada içinde bu etmenler, bitki örtüsü indisi (NDVI), geçirmezlik (NDISI), albedo, güneşlenme, gökyüzü görüş faktörü (GGF), bina kabuğu, denize mesafe, trafik ve yoğunluk parametrelerini de içererek arazi yüzeyi/örtüsü parametreleri olarak kullanılmıştır. Kent sıcaklıkları içinde çeşitlenmelere neden olan bu parametrelerin farklı ısı adası kademeleriyle olan ilişkileri değerlendirilmiştir. En yüksek sıcaklıkların sebebi; yeşil alan yokluğunda ve geçirimsizlik parametrelerinde gözlenmiştr. Albedo ve güneşlenme gündüz KIA'nda gece KIA'na göre daha etkilidir. En yüksek sıcaklıklar gündüz KIA'da bina yoğunluğu az olan veya sert zemin kaplamalı, çıplak yüzeyli açık alanlarda ve büyük çatılı binaların olduğu alanlarda; gece KIA'sı, trafik yoğun alanlarda görülmüştür.

Işın (2016) "Konut ve Yerleşmelerin Ön Tasarımında Enerji Etkinliğine İlişkin bir Model Önerisi" konulu yüksek lisans tezinde konut ve yerleşmelerin enerji etkin tasarlanmasında yol gösterici ilkeleri belirlemiştir. Enerji etkin konut ve yerleşmelerin iklimsel veriler ve çevre verileri dikkate alınarak ön tasarım sürecinde izlenmesi gereken adımlar belirlenmiş ve bu adımlar örnek bir çalışma için girdi olarak kullanılarak, Çanakkale'nin Geyikli beldesinde enerji etkin yerleşim birimi ön tasarım projesi hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında çeşitli kaynaklardan derlenen bilgiler ışığında, konut ve yerleşmelerde enerji etkinliğinin geliştirilmesine yönelik alınması gereken kararlar sistematik bir sınıflandırma ile yol haritasına dönüştürülmüştür. Tasarımcılara yol gösterici olmasının hedeflendiği çalışmada, özellikle iş yükünü artıran analiz ve hesaplama çalışmalarında izlenecek yol belirlenmiş, yerleşme ölçeğinde "bina aralıkları hesaplama programı" gibi yenilikçi çözümler geliştirilmiştir. Tez kapsamında saydamlık oranının ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi irdelenmiş ve Türkiye'nin farklı enlemlerindegüneş enerjisinden yarar sağlama açısından uygun bina aralıklarına ilişkin değerler de derlenmiştir.

Amado vd. 2016, "Enerji etkin kent: Bir kent planlama modeli" başlıklı çalışmalarında, mevcut kent planlama süreçlerinin enerji etkin kentler elde etmede çözümsüz kaldığı savından yola çıkarak insan aktiviteleri ve toprak için sürdürülebilir gelişmeyi başarmayı hedefleyerek,enerji etkin kent kavramını zorlayan teorik bir model ve onun kentsel parametrelere göre enerji tüketimi ve güneş enerjisi üretimine dayalı pratik uygulamalarını tartışmışlardır. Baskın yerel ölçek enerji etkin yaklaşımlarının tersine enerji etkin şehirler; elektrik tüketimini azaltmak, güneş enerjisi ve akıllı grid uygulamalarını artırmayı hedefleyen mevcut kent dokusunun yeniden tasarlanması veya yeni yerleşim alanları planlanması ile, kendi kendine yeterli bir yerleşim modeli olduğunu yansıtır. Bu model, yeni gelişme alanları veya mevcut yerleşim dokusunu planlarken enerji potansiyeli ve enerji tüketim alışkanlıkları ile ilgili kentleşme öngörülerini geliştirmeyi hedefler. Çalışmanın sonunda enerji etkin kentlerin optimizasyonunu adaptasyonunu ve gelişimini destekleyen detaylı bir kentleşme rehberi sunulmuştur.

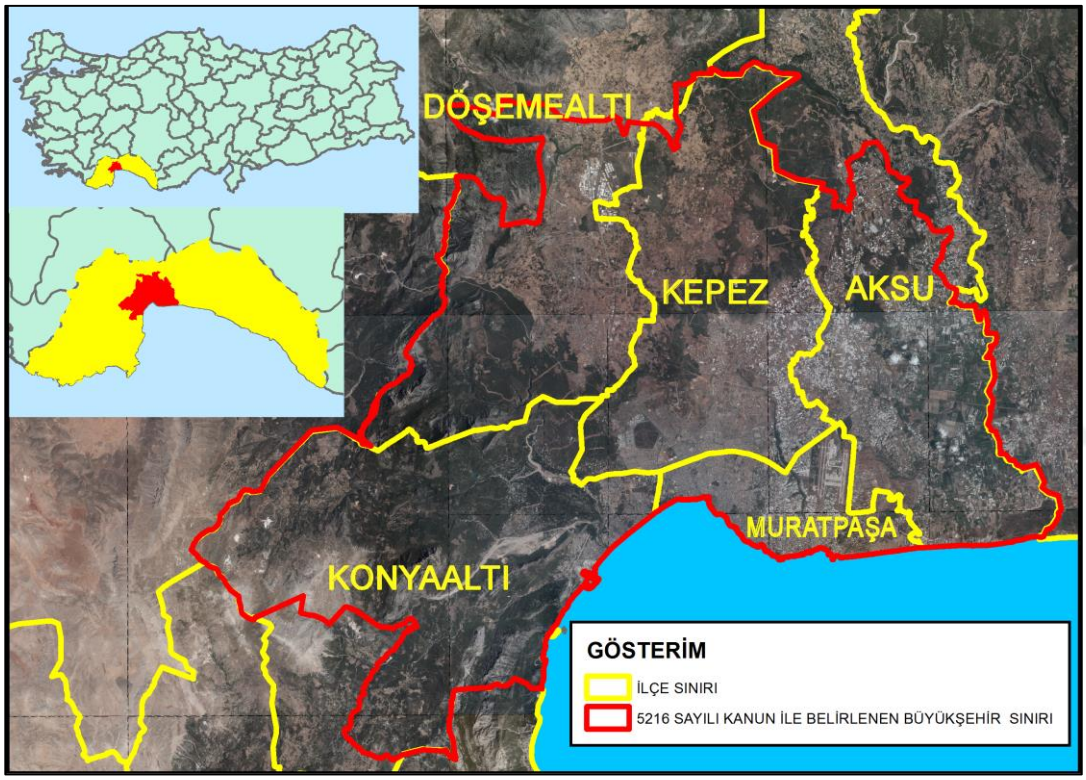
Canan (2017) "Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği" başlıklı araştırmasında kentsel ısı adası etkisini kentlerin yapısal yoğunluklarının artması sonucu gözlemlenen olumsuz bir mikroklimatik koşul olarak ele almış; Konya kentinde seçilen 4 bölgede kentsel dokuların geometrik oluşumuna bağlı olarak maksimum kentsel ısı adası etkilerini belirlemiştir. Maksimum ısı adası etkisinin, gökyüzü açıklıklarının düşük olduğu yoğun kentsel alanlarda yüksek değerlerde olabileceği belirlenmiştir. Gökyüzü açıklık değerleriyle ısı adası etkisi arasında ters orantı söz konusudur. Konya kenti için az yoğun yerleşim alanlarının (yüksek GGF değerleri) planlanmasının daha uygun bir yaklaşım olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu durumda, yaz dönemlerinde kent ortamında gece oluşan ısı adası etkisinin azaltılmasının ve kışın da binaların az yoğun yapılaşmaya bağlı olarak güneşten pasif olarak yararlanabilmelerinin mümkün olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca ülkemiz koşullarında planlama ve tasarım aşamalarında yapılaşma yoğunlukları belirlenirken Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) parametresinin bir girdi olarak değerlendirilmesinin gerekliliğine vurgu yapılmıştır.

Gülbay Tuğaç (2018) "Türkiye için iklim değişikliğine dayanıklı kentsel planlama modeli önerisi: eko-kompakt kentler" isimli çalışmasında sürdürülebilirlik, enerji etkinlik ve iklim değişikliğine dayanıklılık açısından öne çıkmış iki kent modeli olan OECD Kompakt kent yaklaşımı ve AB Eko-kent yaklaşımlarının ölçütleri incelenerek Türkiye‟ye uygunluklarını değerlendirmiştir. Bu doğrultuda OECD Kompakt kent yaklaşımının kültürel değerleri arka planda tutarak baskın bir ekonomik perspektif taşıdığı, AB Eko-kent yaklaşımının ise gelişmekte olan bir ülkenin ekonomik kaygılarını ön planda tutmayacak derecede ekolojik duyarlıklı ve teknoloji baskın olduğu görülmüştür. Söz konusu yaklaşımların hiçbirisinin doğrudan Türkiye'ye uygulanamayacağı ve bunların ülke koşullarına uyan kısımlarının alınması ve yerel özellikler dikkate alınarak hibrit bir modelin oluşturulması gerektiği sonucuna varılarak Türkiye kentleri için yol haritası niteliğinde Eko-Kompakt Kent Modeli önerisi oluşturulmuş ve bu kapsamda 13 ölçüt tanımlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

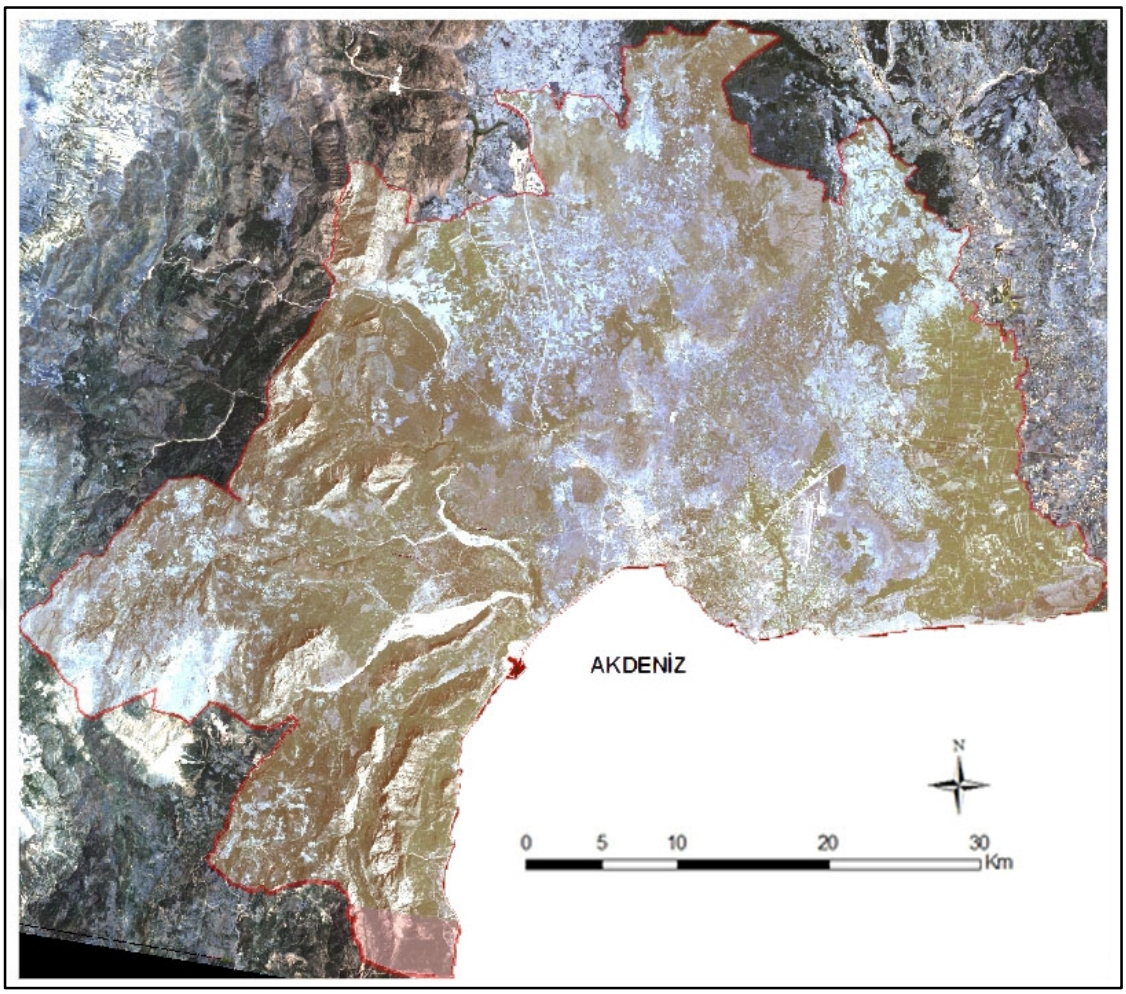
3.1. Materyal

Araştırmanın ana materyali Türkiye'nin güneyinde yer alan bir kıyı kenti olan yaklaşık 138.000 ha büyüklüğündeki Antalya kentinin 2004-2014 yıllarında geçerli olan 5216 sayılı Büyükşehir Yasası kapsamındaki Antalya Büyükşehir Belediyesi idari sınırlarıdır. 2014 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Büyükşehir Yasası nedeniyle tüm il sınırlarını kapsayan 19 ilçeden oluşan yürürlükteki Büyükşehir sınırlarından sadece merkez 5 ilçe olan Muratpaşa, Kepez, Konyaaltı, Döşemealtı ve Aksu ilçelerini kapsamaktadır (Şekil 3.1). Antalya kenti merkez ilçelerin 2017 yılı nüfusu yaklaşık 1.312.000 civarındadır. Ekonomisi, özellikle doğuda yer alan verimli ovaları ile yoğunlukla tarım; doğal ve kültürel özellikleri ile turizme dayanır.



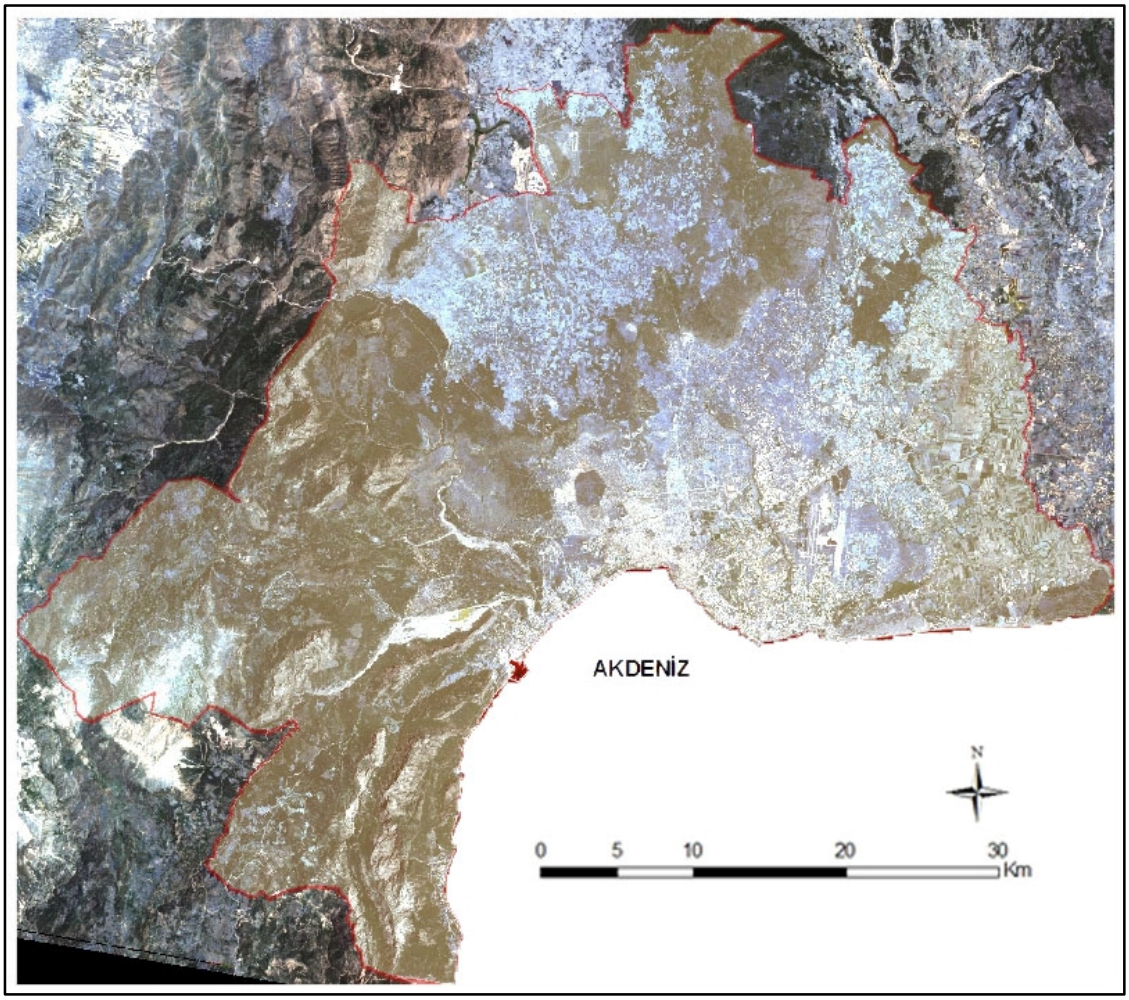
Şekil 3.1. Araştırma alanın konumu

Çalışma kapsamında kentsel ısı adası etkisini ölçmek amacıyla arazi kullanım/arazi örtüsü tespiti ve karşılaştırılmaları, bitki örtüsü yoğunluğu indisi (NDVI) tespiti ve karşılaştırılmaları amaçlarıyla Akdeniz Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü arşivinde yer alan uydu görüntülerinden 26/08/1987 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü (Şekil 3.2.), 24/06/2002 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü (Şekil 3.3), 19/06/2006 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü (Şekil 3.4), 25/08/2010 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü (Şekil 3.5) ve yüzey sıcaklığı analizi yapmak amacıylaproje bütçesi ile satın alınan 30/08/2012 tarihli LANDSAT- 7 ETM uydu görüntüsü (Şekil 3.6) kullanılmış; örnek yapı adalarının ve ulaşım akslarının seçimi için Antalya kentindeki seçilen bölgelere ait Antalya



Şekil 3.2. 26/08/1987 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü

Anonim (9)'a göre Türkiye'de 2011 ve 2012 yıllarında en fazla elektrik tüketimi Aralık, Ocak, Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Söz konusu aylarda 2011 yılı ve 2012 yılı arasında % 8 ila % 11 oranında artış olmuştur. 2012 yılında Antalya ili kent ölçeğinde hazırlanan sera gazı envanterine göre 2012 yılında salınan sera gazının % 75'i konut ve çalışma alanlarında elektrik tüketimi kaynaklıdır. Bu elektrik tüketiminin yoğunluğu iç mekanları ısıtma/soğutma kaynaklı olması nedeniyle en yüksek miktarda elektrik tüketimi, Ağustos ayında görülmektedir. Arazi kullanım/örtüsü, bitki örtüsü yoğunluğu dağılımı ve değişimleri incelemek amacıyla yapılan analizlerin yapıldığı 1987, 2002, 2006 ve 2010 tarihlerinde algılanmış uydu görüntüleri, çalışmanın amacını desteklemesi ve birbirleri ile ilişkilendirilebilmeleri açısından kentin iklimsel konforu en düşük olan yaz aylarına ait seçilmiştir. Yüzey sıcaklığı analizi yapılan 2012 yılına ait uydu görüntüsü ise maruz kalınan yoğun nem ve sıcaklık nedeniyle iklimsel konforun en düşük, buna bağlı eneji tüketiminin en yoğun olduğu 2 aydan biri olan Ağustos ayına ait seçilmiştir.

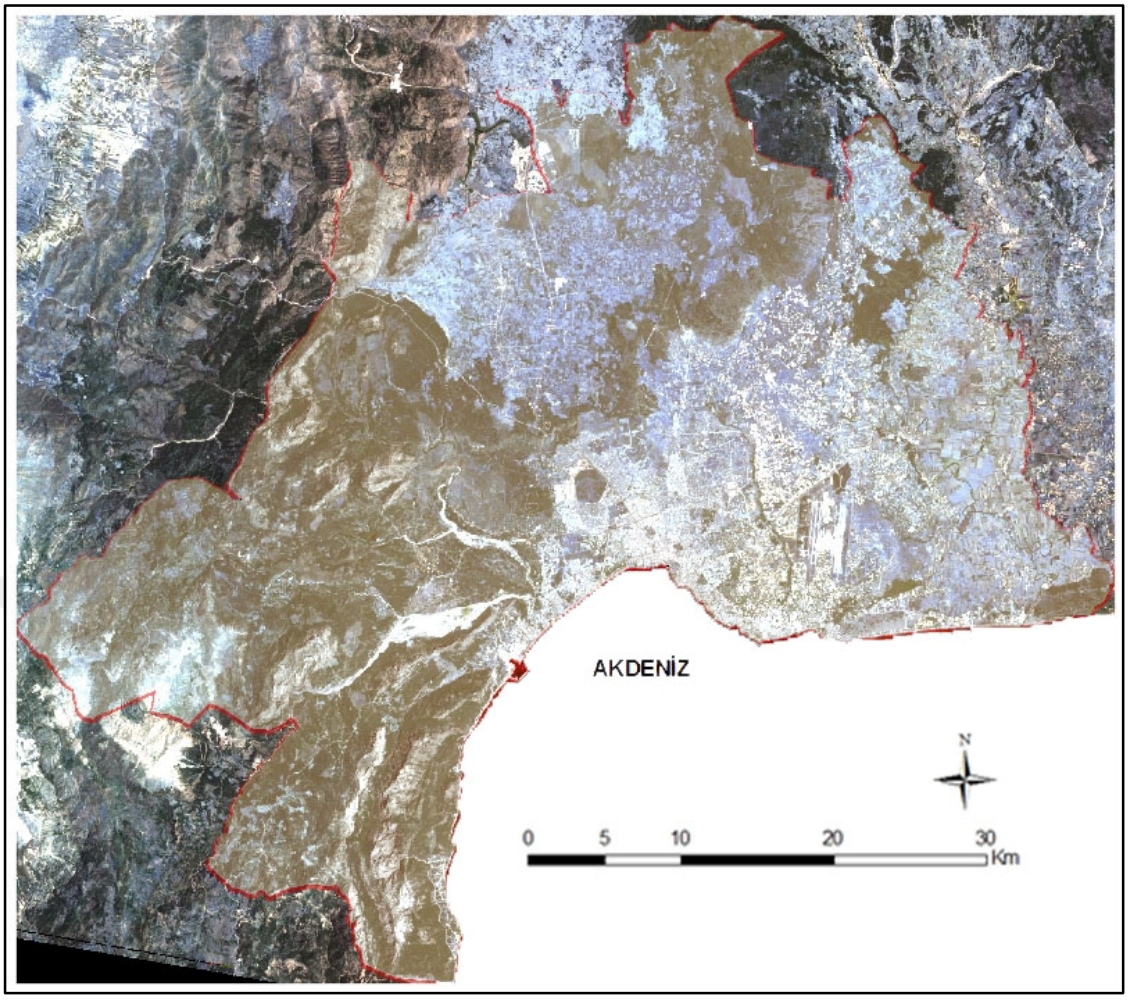


Şekil 3.3. 24/06/2002 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü

Arşiv görüntüsü olarak satın alınan iklim analizi yapılan yılın (Mart 2012-Mart 2013) yaz aylarına ait arşiv görüntülerinden Landsat TM görüntülerinin o yıllarda tamamında bulunan teknik bir bozukluğa sahip olmasına rağmen kullanılacak alanlara ait (kent merkezi) temiz görüntüye sahip olması nedeniyle en uygun görüntü olarak tercih edilmiştir.

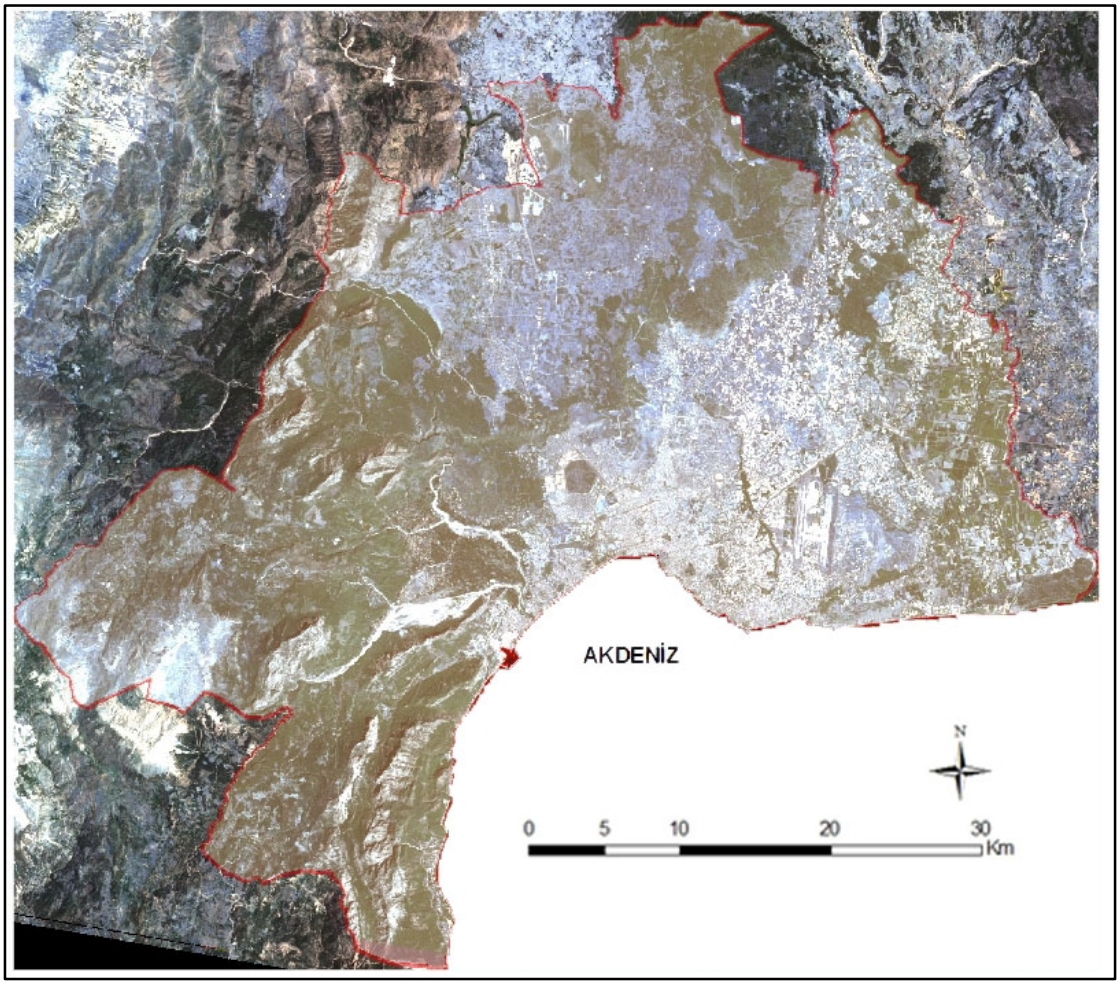
Seçilen bölgelerin mevcut yapılaşma durumunu analiz etmek üzere Antalya Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan Şube Müdürlüğü'nden edinilen 2013 yılı onaylı 1/25000 ölçekli nazım plan, plan hükümleri ve plan raporu, 1/1000 ölçekli uygulama imar planları ve 1/1000 ölçekli halihazır haritalar kullanılmıştır.

Arazi örtüsü sınıflandırması ve değişimi, bitki örtüsü analizi (NDVI), yüzey sıcaklığı analizi için ERDAS Imagine 2014, yerel iklim zonu ve kentsel iklim zonu araştırmaları için nokta analizleri ve nokta seçimi analizlerinde ArcMap 10.5 ve iklim istasyonunda ölçülen iklim değerlerinin istatistiksel analizlerinde SPSS kullanılmıştır.

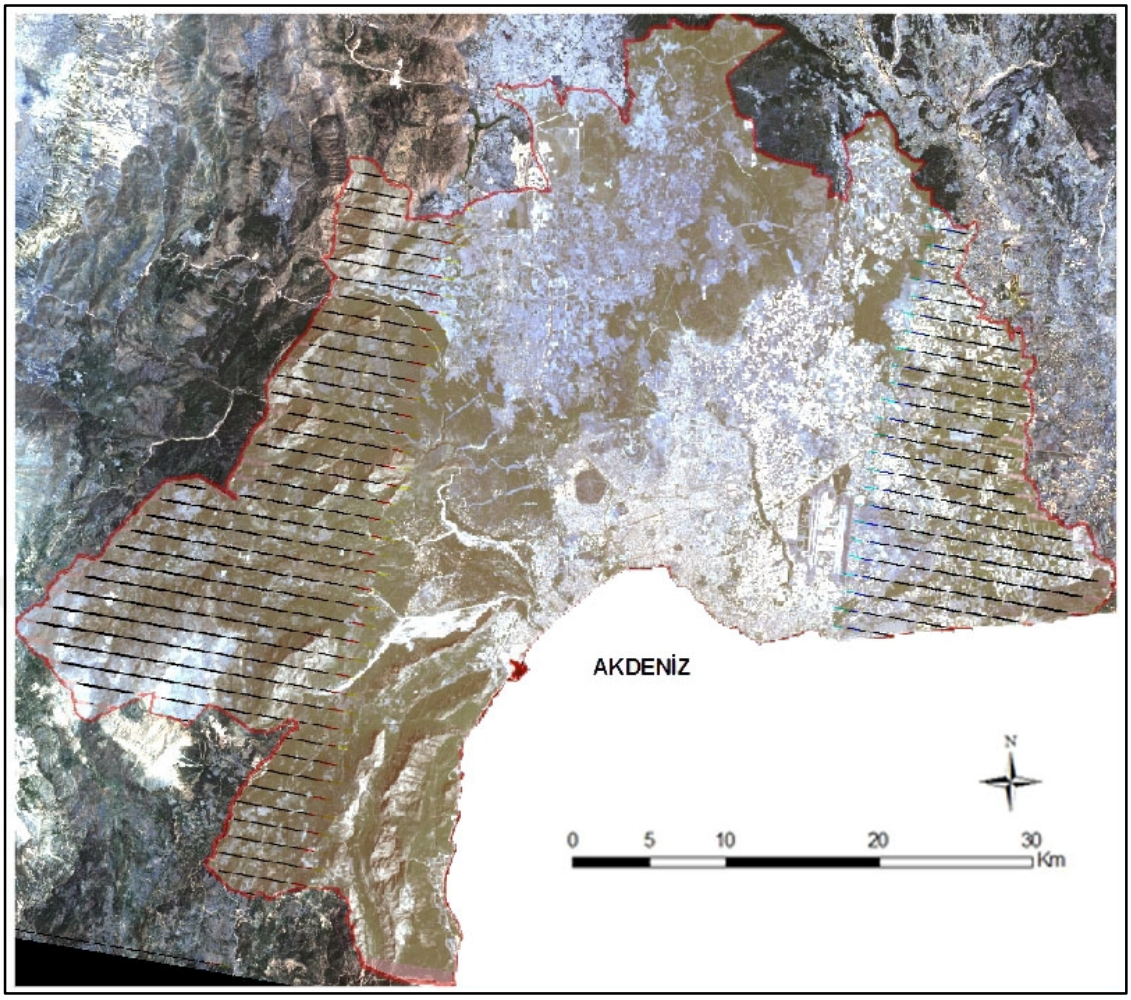


Şekil 3.4. 19/06/2006 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü

İklimsel verileri elde etmek üzere araştırma kapsamında 3 adet Davis Vantage Pro2 kablosuz hava istasyonu satın alınmış; ölçümler her saatte bir kaydedilmiş; her ay kurulu istasyona gidilerek kaydedilen veriler toplanıp, istasyon hafızasında yer açılmıştır. Ölçüm verilerinden de materyal olarak yararlanılmıştır (Çizelge 3.1).



Şekil 3.5. 25/08/2010 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü



Şekil 3.6. 30/08/2012 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü

Kablosuz hava istasyonunu kullanılmasını sağlayan arayüz ve yazılım Davis Weatherlink Datalogger ve yazılımıdır (Şekil 3.7). Özellikleri:

- 1, 5, 10, 15, 30, 60, 120 dakika aralıkla veriyi kaydedebilme,
- 6 aya kadar veri depolayabilme,
- USB port aracılığı ile kolay veri aktarımı yapabilme,
- Beraberindeki yazılım aracılığı ile grafik oluşturma,
- Ölçülen verinin günlük, haftalık ve aylık skalada analizi



Şekil 3.7. Kablosuz hava istasyonu (iklim ölçüm cihazı), arayüz ve yazılımı

Çalışmanın iklim ve enerji etkin planlama kriterleri geliştirme aşamasında 1992 yılında Avrupa Toplulukları Komisyonu için yayınlanmış "*Energy Conscious Design–a Primer for Architects*"kitabı; Berköz vd.'nin 1995'te tamamlanan Tubitak projesi olarak hazırlanmış "*Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı"* kitabı ve İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde konu ile ilgili çalışılmış tezler ana kaynak olarak kullanılmıştır. Güneş-gölge analizleri ise ECOTECT Analysis ve Solar Tool yazılımları kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmanın geneline ilişkin her aşaması için, konu sırasına göre küresel ısınma ve iklim değişikliği, uzaktan algılama teknikleri ile arazi örtüsü sınıflandırması, bitki örtüsü analizi, yüzey sıcaklığı analizi, gökyüzü görüş faktörü analizi (GGF), kentsel ısı adası tespiti, iklim, meteoroloji, yerel iklim zonları, kentsel iklim zonları, enerji etkin tasarım kriterleri, güneş açıları, Antalya kenti iklim özellikleri ve Antalya kenti enerji etkin planlamaya ilişkin yapılmış önceki çalışmalar, antalya kenti mevsimsel değişim değerleri vb. konulara ilişkin rapor, yüksek lisans, doktora tezleri, bilimsel makaleler, yayınlanmamış makaleler, bildiriler, kitaplar, web kaynaklı sunumlar, internet sayfaları materyal olarak kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Davis Vantage Pro 2 kablosuz hava istasyonu teknik özellikleri

Ölçülen Değer	Kesinlik	Hassasiyet	Ölçüm aralığı	Diğer
Barometrik Basınç	±1.0mb	0.1mb	880…1080 mb	
Anonametre	1°	±7°	1-67 m/sn (3-241 km/s)	Rüzgâr yönü 0-359º
Sıcaklık sensörü	±0.5 ºC	0.1ºC	0-60 ºC (iç) (-)40-(+)65ºC (dış)	
Nem sensörü	%3 (iç) %5 (dış)	%1	% 10-90 (iç) % 0-100 (dış)	
Çiğ Noktası Sıcaklıklığı	±1.5 ºC	1ºC	(-)76- (+)54ºC	
Yağış Sensörü	%4	0.2mm	0-9999 mm (Günlük) 0-19.99 mm(Aylık/yıllık)	
Solar radyasyon Sensörü *Günlük,aylık ve yıllık evapotranspirasyon *Solar radyasyon yoğunluğu *Sıcaklık,Nem,Güneşlenme ve Rüzgar indeksleri	1 W/m^2	±%5	0-2000 W/m^2	
UV Sensörü	%5	UV Dozu; 0.1MEDs	0 -199 MEDs	
	%5	UV Indeksi;0.1	0-16	

3.2. Metod

Araştırma, her birinin içinde farklı analizlerin ve değerlendirmelerin yapıldığı 5 aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar ve analizlerin yapılmasında kullanılan yöntem ve teknikler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır (Şekil 3.8).

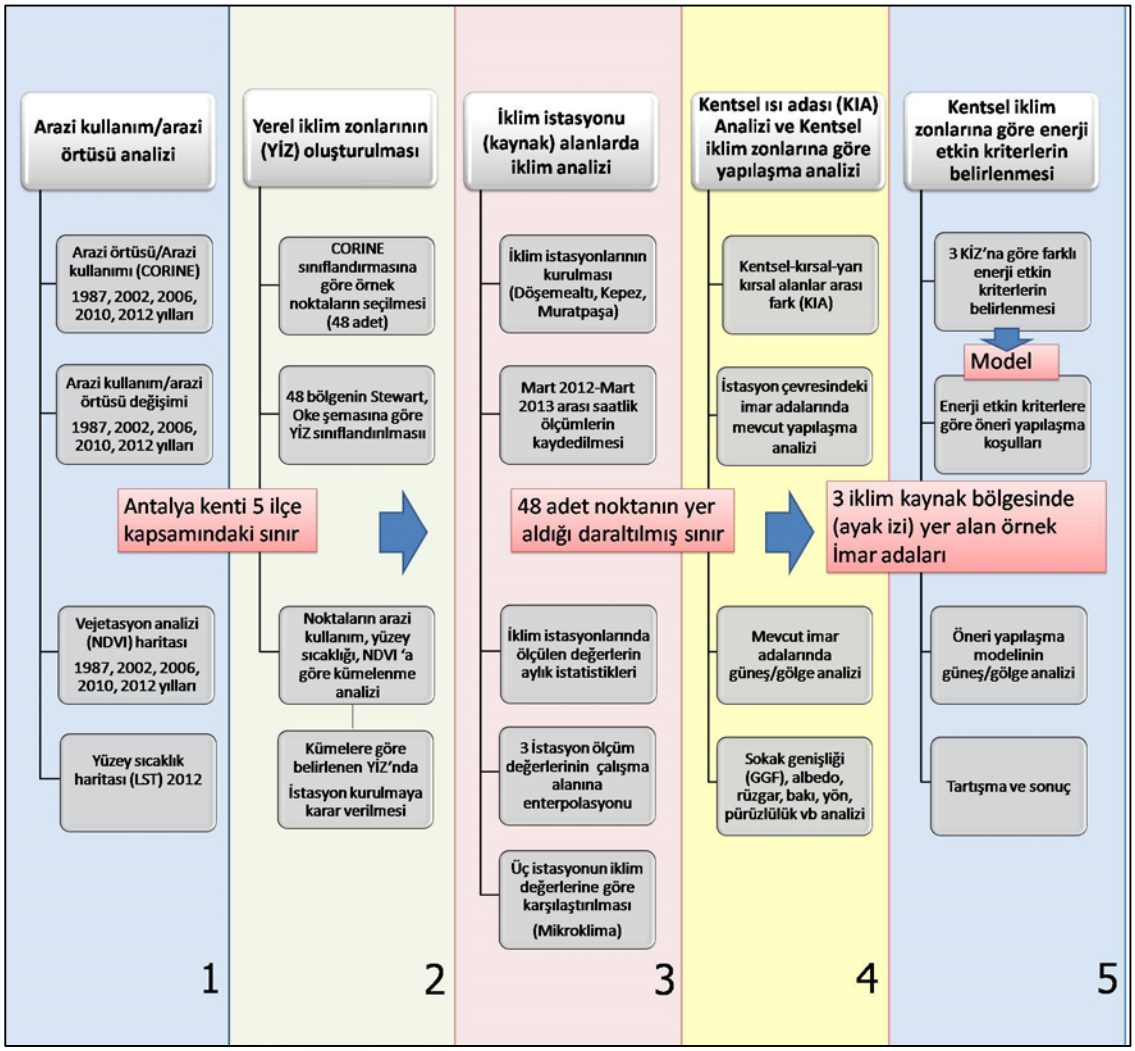
Araştırmanın birinci aşamasında çalışma alanının arazi örtüsü/arazi kullanım analizi, yüzey sıcaklığı analizi, bitki örtüsü (NDVI) analizi ve arazi örtüsü/kullanım değişim analizi olmak üzere 4 ayrı analiz yapılmıştır.

Çalışmanın ilk aşaması olan çalışma alanının genel analizi çalışmalarında Erdas Imagine 2014 ve ArcMap10.5 yazılımları ile; Antalya kentine ait 26/08/1987, 24/06/2002 ve 19/06/2006 ve 25/08/2010 tarihlerine ait Landsat 5TM arşiv görüntüleri kullanılarak; 1987 yılından 2002, 2006, 2010 yılları için çalışma alanının ait arazi kullanım/arazi örtüsü belirlenmiştir. Erdas Imagine 2014 yazılımı ile görüntüler mozaiklenmiş, jeoreferanslandırılmış ve araştırma alanı sınırlarına göre kesilmiştir. Denetimsiz sınıflandırma yöntemi ile arazi kullanım/örtüsü, CORINE sınıflandırma 1 ve 2 düzeylerine göre sınıflandırılmıştır.

Aynı tarihli görüntüler üzerinden araştırma alanına ait bitki örtüsü indis (NDVI) haritaları oluşturulmuştur.

30/08/2012tarihli Landsat 7TM görüntüsü kullanılarak kentleri etkileyen ısı adası tiplerinden yüzey ısı adası varlığı, uzaktan algılama tekniği ile yüzey sıcaklığı haritası oluşturmak sureti ile incelenmiştir. Landsat 7TM görüntülerinin kullanılmasının nedeni

termal kızıl ötesi bantın sunduğu yüksek mekânsal çözünürlüktür. Kullanılan görüntüler, 6'sı yüzey yansıması, 1'i yüzey sıcaklığı verisi sağlayan 7 spektral banda sahiptir. Landsat 7TM görüntülerinin çözünürlüğü gözle görünür ve kızılötesi bölgelerde, 30 m., termal bölgelerde ise 120 m.'dir. Erdas Imagine 2014 yazılımı ile görüntüler mozaiklenmiş, georeferanslandırılmış ve araştırma alanı sınırlarına göre kesilmiştir. Landsat 7TM 2012 yılı görüntüsünün termal kızılötesi bandından yüzey sıcaklık analiz haritası yapılmştır.



Şekil 3.8. Çalışma yöntemi akış şeması

30/08/2012 tarihli Landsat 7TM görüntüsü ile de arazi örtüsü/arazi kullanım ve bitki örtüsü indis haritası (NDVI) haritası oluşturulmuş; 1987-2012 yılları arasındaki arazi kullanım/örtüsü değişimi bitki örtüsü yoğunluğu değişimi, yüzey sıcaklık haritası ile ilişkilendirilerek kentsel ısı adaları etkileri ve oluşum nedenlerini Antalya kenti merkez 5 ilçe sınırları bütününde araştırılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşaması olan yerel iklim zonlarının belirlenmesi aşamasında; 5 ilçeyi kapsayan ve yaklaşık 138.000 ha büyüklüğünde olan araştırma sınırları içinde mikroklima etkilerini araştırmak için, CORINE sınıflandırma sistemine göre yapılan arazi

örtüsü/arazi kullanım sınıflarına göre belirlenen örnek 48 nokta için Stewart ve Oke (2010) şemasından yola çıkılarak geliştirilen Antalya kentinin yerel iklim zonları (YİZ) tespit edilmiştir. 48 nokta; CORINE sınıflandırmasına göre kentsel, kırsal, yarı kırsal alanlar arasından her üç sınıfın alt ana arazi kullanım tiplerine göre seçilmiştir. Bu çalışmaya göre farklı özellik gösterip kendi içinde kümlenen kullanımlar, yeniden sınıflandırılmıştır. Buna göre 3 ana arazi kullanım/örtüsü kümesi tespit edilmiştir. Bu üç kümenin her biri, bir yerel iklim zonu olarak tanımlanmış ve bu bölgelere iklim istasyonları kurulmuştur.

Çalışmanın üçüncü aşaması, arazi kullanım sınıflarına göre kümelenme göstermesi nedeniyle seçilen yerel iklim zonlarında iklimin incelenerek mikroklima etkisinin araştırılmasıdır. 3 bölgeye kurulan iklim istasyonlardan bir yıl boyunca (Mart 2012-Mart 2013) her saatte bir kaydedilen iklim ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümlerin sıcaklık, rüzgâr, nem, güneş ışınımı, yağış, hissedilen sıcaklık gibi değerleri istatistiksel olarak incelenmiş ve istasyonların kurulduğu 3 kaynak alanın temel iklimsel özellikleri (ayak izi) ve aralarındaki farklar mikro iklim etkisi olarak ortaya konulmuştur. Bu bölümde, ölçümlerin sonucunda istasyonlar her bir ölçüm parametresi için; günlük, aylık olmak üzere kendi içlerinde ve birbirleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Ayrıca bu aşamada 3 istasyonun ölçüm iklim verileri, kentsel ısı adası etkilerinin yoğun görüldüğü, aynı zamanda iki analizi karşılaştırma açısından Landsat 7TM uydu görüntüsünün de alındığı tarih ve saat olan Ağustos ayının öğle saatleri ölçüm değerlerinden en yüksek olan verilerle enterpole edilerek yeni çalışma alanının (bu kez büyükşehir sınırı değil; orta ölçekten yerelve mikro ölçeğe inilerek incelenen noktaları kapsayan yeni bir sınır dahilinde) tamamında yüzey örtüsü katmanı (urban canopy layer) sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Mikro ölçek çalışma alanında sıcaklık farklarının nedenleri vb. kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, kentsel ısı adası etkisi, ilk aşamada ölçülen yüzey sıcaklıkları ve üçüncü aşamada ölçülen hava sıcaklıklarının ikinci aşamada tespit edilen yerel iklimzonları arasındaki farklara göre tespit edilmiştir.Yüzey örtüsü ve kent çevresi ısı adalarının tespiti iklim istasyonları ile ölçülen sıcaklar ile yapılırken, yüzey ısı adaları için uzaktan algılama yöntemi ile belirlenen sıcaklıklar kullanılmıştır.Bu bölgeler arasında mikro-iklim farklılıklarının olup olmadığı, yüzey ısı adaları ve iklimsel ölçümler aracılığı ile tespit edilmiştir. Isı adası etkisinin tespiti için ise üç iklim istasyonunun kurulmuş olduğu kentsel, yarı kırsal ve kırsal alanlardaki sıcaklıklar ve aralarındaki sıcaklık farkları değerlendirilmiştir. Bu bölgelerdeimar planı yapılaşma koşulları, mevcut yapılaşma ve kat yükseklikleri, bina ve sokak yüzey kaplamaları, gökyüzü görüş analizi (GGF), bitki varlığı, su varlığı, fonksiyon, yükseklik (rakım), bitki örtüsü analizi, termal analizle oluşturulmuş yüzey sıcaklıkları vb. araştırılarak ortak özellik gösteren kümeleden yola çıkarak kentsel iklim zonları (KİZ) tespit edilmiştir.

Araştırmanın beşinci ve son aşamasında, belirlenen 4 kentsel iklim zonunda (KİZ) yani mikro ölçekte enerji etkin optimum yapılaşma koşullarının belirlenmesi amacıyla her kentsel iklim zonunda seçilen bir imar adası, o adaya ilişkin imar planları ve gerçekleşmiş yapılar, Ecotect yazılımı aracılığı ile, güneş/gölge analizi, GGF faktörü, güneş stres analizi gibi analizlere tabi tutularak ada ve parsellerin yön, derinlik, cephe genişliği, rüzgâr yönü, cadde/sokak genişliği, albedo, yüzey kaplama materyalleri

yapıların kat yüksekliği, adalar arasındaki boşluk/sokak genişliği, adalardaki doluluk/boşluk oranı (TAKS/KAKS), yeşil alan/cephe varlığı gibi kriterler incelenerek, enerji etkin planlama kriterleri oluşturulmuş ve bu kriterlere göre örnek yapı adaları oluşturularak mevcut durumla karşılaştırılarak tartışılmıştır. Gerek yapı adaları ve gerekse ulaşım aksları değerlendirilirken, bu alanlardaki bitki varlığı ve diğer peyzaj unsurlarının rolü de vurgulanmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Arazi örtüsü/arazi kullanımının belirlenmesi

Ham veri olarak temin edilen Landsat TM uydu görüntüleri oncelikle Erdas Imagine 2014yazılımı ile WGS84 UTM Zone 36N projeksiyonu ve ED50 datuma göre georeferanslandırılmış ve çalışma alanına göre kesilerek çalışma kapsamında analiz yapılabilir hale getirilmiştir. Jeoreferanslandırma yöntemi olarak "Affine Calibration" kullanılmış; doğrulama için ise referans olarak koordinatlı 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır.

Arazi örtüsü sınıflandırmaları Erdas Imagine 2014 yazılımı ile 1987, 2002, 2006, 2010 ve 2012 yıllarına ait Landsat görüntüleri, denetimsiz sınıflandırma yöntemi ile CORINE 1 ve kısmen 2. düzeyinde arazi örtüsüne göre sınıflandırılmıştır.

CORINE sınıflaması, üç seviyeli bir hiyerarşik temel üzerine kurulmuştur. Her bir seviye, bir bireysel ölçeğe karşılık gelmektedir. Seviye III, 44 kategoride 1/100.000 ölçeğinde bilgi toplamaktadır. Seviye II, 1/500.000 ve 1/1.000.000 ölçeklerine karşılık gelmektedir. Seviye I, dünya ölçeği üzerine temel isabetli gözlenebilir toprak örtüsünün kategorilerine karşılık gelmektedir. Seviye I ve II, bütünleme seviyeleridir (Çizelge 3.2.) (Anonim 2006).

Çizelge 3.2. CORINE I ve II düzeylere göre arazi/toprak örtüsü sınıfları (Anonim 2006)

Düzey	**Arazi kullanım/toprak örtüsü sınıfları**				
I	Yapay Bölgeler	Tarımsal Alanlar	Orman Yeri ve Yarı Doğal Alanlar	Islak Alanlar	Su yapıları
II	-Şehir Yapısı	-Ekilebilir alanlar	-Ormanlar	-Karasal bataklıklar	-Deniz suları
	-Endüstriyel, ticari ve ulaşım birimleri	-Sürekli ürünler	-Maki ve/veya otsu bitkilerin birleşimi	-Denize yakın ıslak alanlar	-Yüzey suları
	-Maden ocağı, hafriyat ve inşaat sahaları	-Meralar	-Bitki örtüsü az yada hiç olmayan açık alanlar		
	-Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	-Karışık tarımsal alanlar			

3.2.1.1. Arazi kullanım/arazi örtüsü değişiminin analizi

ERDAS Imagine 2014 ile CORINE 1 ve CORINE 2. düzeyinde sınıflandırılan bu görüntülerden ArcMap 10.5 yazılımında arazi kullanım haritaları ve bu haritalardan arazi

kullanım sınıflarının alansal dağılımını arazi kullanım tabloları oluşturulmuştur. 1987, 2002, 2006, 2010 yılları arasındaki arazi kullanımları/arazi örtüsü arasındaki alansal büyüklükler arasındaki önemli farklılıklar tablolardaki alan büyüklükleri üzerinden değişim oranları da belirlenerek yapılmıştır.

3.2.2. Bitki örtüsü yoğunluğu ve dağılımı (NDVI) analizi

Görüntü zenginleştirme yöntemlerinden birisi olan bitki örtüsüne atfedilen değerlerin kullanılarak bitki örtüsü yoğunluğu ve dağılımının ön plana çıkartılarak belirlenebilmesidir. En yaygın kullanılan bitki örtüsü indislerinden biri normalize edilmiş bitki indisi (NDVI)'dır ve yakın kızılötesi ve kırmızı bölgede algılama yapan bantlardan faydalanılarak hesaplanmaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer 2012).

Antalya kent bütünündeki bitki örtüsü yoğun alanları saptamak ve arazi örtüsü analizinden elde edilen bulguları doğrulamak ve yüzey sıcaklıkları, hava sıcaklıkları analizi gibi diğer analizlerle de ilişkilendirmek amacıyla bitki örtüsü yoğunluğu (NDVI) analizi yapılmıştır.

NDVI analizleri, arazi örtüsü tespiti yapmada kullanılan WGS 1984 projeksiyon, UTM zone 36 konumuna göre coğrafi olarak referanslandırılmış tüm uydu görüntüleri, Erdas Imagine 2014 yazılımında, daha önce tanımlanmış ve "Normalized Difference Vegetative Index (NDVI)" olarak adlandırılan band aritmetiği veya indisleri kullanarak yapılmıştır.Bu band aritmetiği, elektromanyetik tayfın yakın kızılötesi (near infrared) ve görünen kırmızı (visible red) bandlarına dayalıdır. NDVI değerinin hesaplanmasında, farklı bantların sayısal numara (DN) değerleri kullanılmıştır.

NDVI, görüntü üzerinden her bir piksel verisi için hesaplanan, bitki örtüsünün biyokütle, yaprak alanı indisi ve yüzdesi gibi bitki örtüsü özellikleri ile ilişkili bitki örtüsü miktarı ve durumunun bir ölçüsüdür. Normalize edilmiş bitki indisi farkı (NDVI) değeri, her bir piksel üzerinden aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

NDVI = (Bant 4 - Bant 3) /(Bant 4 + Bant 3)

Landsat TM sensörü, elektromanyetik tayfdaki yakın infrared (IR) yansımayı Bant 4'e, görünen kırmızı (R) yansımayı ise Bant 3'e kaydetmektedir. Bu durum göz önüne alındığında formül, aşağıdaki şekle dönüşür:

NDVI = (IR-R) /(IR+R)

NDVI değerinin hesaplanmasında farklı bantların sayısal numara (DN) değerleri kullanılır. Bir DN değeri, veri bantındaki bir pikselin değeridir. DN değeri, atmosferin ve yer yüzeyinin ne kadar radyasyon emdiğine ve sensöre ne miktar yansımayı geri gönderdiğine bağlı olarak değişmektedir.

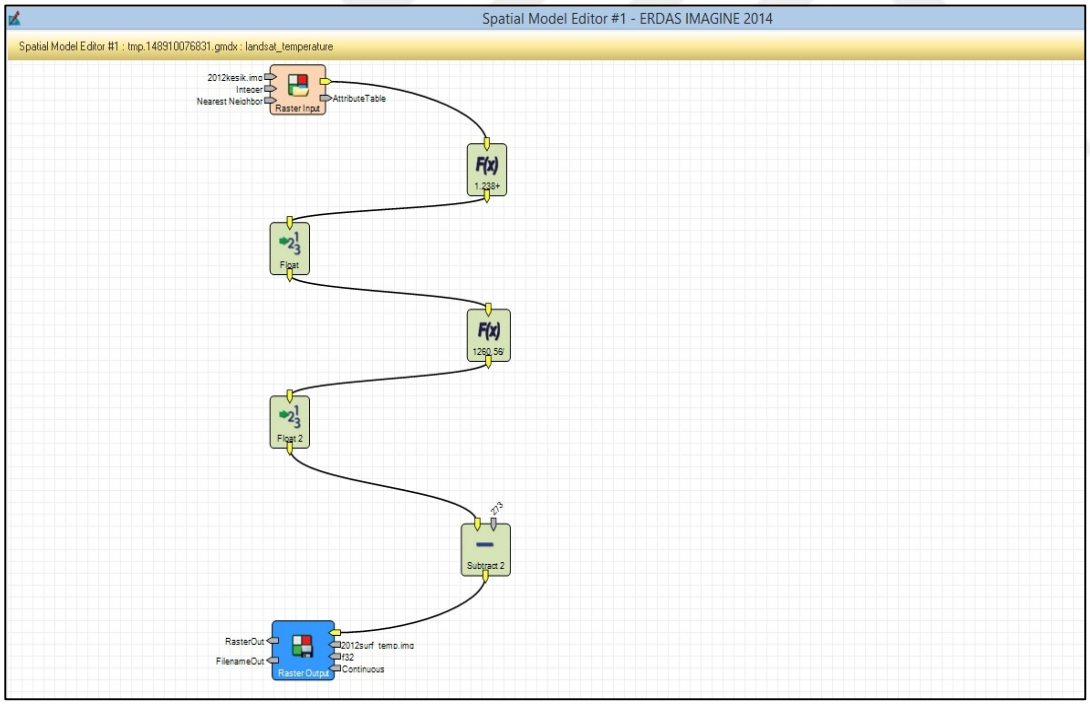
IR, pikselin yakın kızılötesi bant (0.72-1.1 μm) değeri; R ise pikselin kırmızı bant (0.58-0.68 μm) değeridir. NDVI değeri yüzey örtüsü niteliklerine göre (bitki örtüsü, su, toprak, vb) "-1" ile "+1" arasında değişmektedir. Bitki örtüsü, yüksek yakın kızılötesi yansımasına ve düşük kırmızı bant yansımasına sahiptir, bu nedenle indis pozitif değer almaktadır. Bu değer biyokütle miktarına bağlıdır. Örneğin; yüzey düşük yoğunlukta bitki

örtüsü dokusu ile kaplıysa NDVI= 0.2-0.5 arasında, eğer yüzey yüksek yoğunlukta bitki örtüsü dokusu ile kaplı ise (orman alanları gibi) ve pikselin tamamını bu örtü kaplıyorsa NDVI=0.5-1 aralığında değer alacaktır. Çıplak kaya, asfalt ve beton yüzeylerin yakın kızıl ötesi ve kırmızı bant yansımaları yaklaşık eşit olduğu için NDVI değeri "0" civarında oluşmaktadır. Su yüzeylerinde ise, kırmızı bant yüksek, yakın kızıl ötesi düşük yansıma verdiği için NDVI değeri -1'e yaklaşmaktadır. Dolayısıyla bu indis yardımı ile sulak alanlar, yapılaşma alanları ve bitki örtüsü alanları her bir piksel için tespit edilebilmektedir.

3.2.3. Yüzey sıcaklığı analizi (Termal analiz)

Yüzey sıcaklıklarını belirlemedeLandsat TM7 2012 yılı uydu görüntüsünün termal bantları kullanılmış ve aşağıdaki formülle yüzey sıcaklık dağılımı tespit edilmiştir. Yüzey sıcaklıklarının dağılımını göstermek için çalışmada Erdas Imagine 2014yazılımıModel Builder fonksiyonu kullanılmıştır (Şekil 3.9).

Landsat Thematic Mapper (TM) ve Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) sensörleri sıcaklık veri bilgisini 0 ve 255 değerleri arasında sayısal numara (DN) olarak kaydeder. Bu sayılar, aşağıdaki iki aşama ile Kelvin değerlerine dönüştürülebilir. Erdas yazılımı Model Builder'la oluşturulan Kelvin değerinde sıcaklık hesaplama yöntemi aşağıdaki gibidir:



Şekil 3.9. Erdas Imagine Spatial Model Builder ile yüzey sıcaklığı hesaplama modeli

1. aşama: Dijital sayı olan (DN) değerinin spektral radyansa (L) dönüştürülmesi

L = LMIN + (LMAX - LMIN) * DN / 255

Nerede;

L = Spectral radiance (spektral yansıma değeri)

LMIN = 1.238 Spectral radiance of DN value 1 (spektral yansıma değerinin sayısal karşılığı-1)

LMAX = 15.600 Spectral radiance of DN value 255 (spektral yansıma değerinin sayısal karşılığı-255)

DN = Digital Number (Sayısal değer)

2. aşama: Spektral yansıma değerinin Kelvin değerinde sıcaklığa dönüştürülmesi

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L} + 1\right)}$$

Nerede;

K_1= Calibration Constant (kalibrasyon sabiti) 1 (607.76)

K_2 = Calibration Constant (kalibrasyon sabiti) 2 (1260.56)

T_B = Surface Temperature (yüzey sıcaklığı)

3.aşama: Kelvin olarak bulunan sıcaklık değeriniCelcius'a dönüştürülmesi:

T_B(Celcius)= T_B(Kelvin)-273

3.2.4. Yüzey ısı adası (YIA) ve yerel iklim zonları (YİZ)

CORINE 1. ve 2. düzey arazi kullanım sınıflarına göre, kentsel, kırsal ve yarı kırsal alanlarda seçilen orman yeri ve yarı doğal alanlar, tarımsal alanlar, yapay bölgeler-açık ve yeşil alanlar, yapay bölgeler-kentsel yoğun alanlar, yapay bölgeler-küçük sanayi alanları gibi alanları dengeli bir şekilde temsil eden 48 noktanın yüzey ısı adası (YIA) oluşumu, yüzey sıcaklığı (LST) ve bitki indeksi (NDVI) değerlerine göre ArcMap/Spatial Analyst/Extraction/Extract Values to Multipoint Modülü ile tespit edilmiştir.

Kümeleri oluşturan ortak değerler; yani o bölgelerdeki, yüzey sıcaklığı, bitki örtüsü indis değerleri o bölgelerdeki kentsel/antropolojik etmenlere bağlıdır. Stewart ve Oke (2010) şeması kullanılarak kentsel veya kırsal dokunun yoğunluk, yükseklik, bitki varlığı, pürüzlülük, geçirgenlik vb. durumlarına göre yerel iklim zonları (YİZ) tablosu yapılmıştır.

3.2.4.1. Kümeleme analizi

Çok değişkenli analiz tekniklerinden biri olan kümeleme analizinin öncelikli amacı, birey ya da nesnelerin temel özelliklerini dikkate alarak onları gruplandırmaktır. Diğer bir deyişle kümeleme analizi, gruplanmamış verileri benzerliklerine göre gruplandırarak araştırmacıya özetleyici bilgiler sunmaktır (Kalaycı 2010; Yaz 2014)

Kümeleme analizi, araştırmada gözlenen birimlerin, ölçülen tüm değişkenler üzerindeki değerlerini hesaplayarak birbirine benzeyen birimleri aynı küme içinde sınıflandırır. Analiz, ortaya çıkacak kümelere ve gruplara odaklanmaktadır ve elde edilen kümelerin kendi içlerinde homojen, kendi aralarında ise heterojen bir yapıda olmaları beklenir (Yaz 2014).

Kümeleme analizinin temel amacı, gözlenen birey ya da nesneler arasındaki benzerlikleri ya da uzaklıkları tespit etmektir. Benzerlik iki nesne veya iki özellik arasındaki ilişkinin kuvveti olarak açıklanır. Bu nicel değer alınan ölçeğe veya veri tipine göre değişik yollardan elde edilir. Uzaklık ise, iki nesne arasındaki zıtlık ya da uyumsuzluğun bir ölçüsü olan farklılıkları ölçer. Benzerlik ve uzaklık ölçümleri gözlemlerin birbirinden ayırt edilmesini sağlar ve bu sayede gözlemler gruplara ayrılır. Uzaklık ölçümü, verilerin nicel veya karışık veriler olmasına göre farklılık göstermektedir (Yaz 2014).

Çalışma alanında kentsel kullanımlarına göre belirlenen 48 noktadaki arazi kullanım sınıfları, yüzey sıcaklık değerleri ve bitki örtüsü indis (NDVI) değerlerine göre benzerlik- uzaklık ölçümlerini yapmak için hiyerarşik kümeleme yöntemi-tek bağlantı tekniği kullanılmıştır. Hiyerarşik kümeleme yöntemi, birimleri birbirleri ile değişik aşamalarda bir araya getirerek ardışık biçimde kümeler belirlemeyi ve bu kümelere girecek elemanların hangi uzaklık (ya da benzerlik) düzeyinde küme elemanı olduğunu belirlemeye yarayan yöntemdir. Tek bağlantı tekniği ise; en kısa mesafe esasına dayanır. Birbirine en yakın iki gözlemi bulur ve bu küme çekirdeğini ilk aşamaya oturtur. Sonra birbirine en yakın iki başka gözlemi ya da bu çekirdek gruba en yakın başka bir gözlemi bulur ve kümeyi genişletir (Kalaycı 2010; Yaz 2014).

Belirlenen 48 noktada arazi kullanım sınıfları, yüzey sıcaklık değerleri, bitki örtüsü indis (NDVI) değerlerine göre kümeleme analizi yapılmıştır. 48 noktada yapılan kümeleme analizinde (ağaç diyagramı) üç ana kümenin ortaya çıktığı görülmüştür. Bu üç ana kümenin üç yerel iklim zonu olduğu belirlenmiştir. Noktalar arası küme ilişkileri değerlendirilerek % 15 benzerlik göstererek birbirileri ile farklılaşan 3 kümenin bulunduğu bu yerel iklim zonlarına, aralarındaki arazi kullanım/örtüsü, yüzey sıcaklıkları ve bitki örtüsü oluşumu ve farklılaşmalarına etki eden iklim değerlerini detaylı bir şekilde araştırmak üzere iklim istasyonları kurma kararı alınmıştır.

3.2.5. İklim istasyonları ve iklim analizi

Yerel iklim zonlarına göre Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde sabit meteorolojik ölçüm istasyonları kurularak, bir yıl süre ile her bir saatte bir sıcaklık, yağış, rüzgâr, basınç, radyasyon ve nem ölçümleri kaydedilerek iklim verileri toplanmıştır. Ölçüm istasyonlarından elde edilen hava sıcaklığı vb. veriler bilgisayar ortamına

aktarılarak Microsoft Excel programında düzenlenerek SPSS (Statistics Pack for Social Sciences) 19 yazılımı veritabanına aktarılmıştır.

Ölçüm cihazları, Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde yer alan güvenli kamusal binalara kurulmuştur. Kurulumu aşamasında cihazların güvenliği ve ölçümlerin sağlığı için, ilgili kurumlardan gerekli izinler alınmıştır. İstasyonlar, yerden yaklaşık azami 2 m. yüksekliğe kurularakölçümlerin albedo, toprak nemi ya da toprağın termal özellikleri gibi yer yüzeyindeki malzemelerin termal özelliklerinden daha az etkilenmeleri amaçlanmıştır.

Elde edilen ölçüm verileri, yüzey örtüsü ısı adası (canopy layer heat island) tespiti aşamasında ve kentteki üç farklı yerel iklim zonunda bulunan bölgelerin mikro ölçekte, yani alana daha çok yaklaşarak mikro klima etkisini bulmada istatistiksel analiz yapılarak kullanılmıştır.

SPSS yazılımında oluşturulan veritabanının düzenlenmesininardından farklı istasyon verileri karşılaştırılmıştır. Sıcaklık ve nem özelliğine ilişkin veriler karşılaştırılırken genel değerlendirmelerin yanı sıra sabah, öğle ve akşam olmak üzere 3 grup oluşturularak karşılaştırma yapılmış; bu karşılaştırma ile istasyonlar arasındaki sıcaklık ve nem değerlerindeki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ortaya konulmuştur. İstasyonlar karşılaştırılırken çoklu varyans ve tek yönlü varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir (MAnova ve one-way anova). İstasyon ortalamalarının karşılaştırılmasında ise gruplar arasında anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığı Tukey Testi yapılarak ortaya konulmuştur.

3.2.6. Kentsel ısı adası (KIA) analizi

Birinci aşamada uydu görüntüsüyle tespit edilen yüzey ısı adası ve yüzey sıcaklıkları, üçüncü aşamada iklim istasyonlarında ölçülen hava sıcaklıkları ile karşılaştırılmıştır. Bu bölümde, iklim ölçüm sıklığını sağlamak için kent içindeki kurulu sabit istasyonlardan olan kent merkezinde yer alan Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve kentin doğusunda yer alan Hava limanı iklim istasyonlarından da yararlanılmıştır.

İstasyonda ölçülen sıcaklık değerlerini tüm çalışma alanına enterpole ederek, çalışılan tüm noktalarda hava sıcaklığı değeri elde edilmiştir. Bu çalışma için ArcMap "geostatiystical analysis" yöntemlerinden "radial basis function" kullanılmıştır.

Analiz edilen 48 noktada yüzey sıcaklık ve hava sıcaklık değerleri arasındaki fark (ΔT) hesaplanmıştır. Bu hesap, negatif ve pozitif ısı adası oluşumunu anlatmaktadır.Ayrıca yerel iklim zonları olarak tespit edilen ve iklim istasyonu kurulan kentsel, kırsal, banliyö alanlarında ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki fark (kent-kır, banliyö-kır, kent-banliyö) hesaplanarak kentsel ısı adası tespiti yapılmıştır.

3.2.7. Kentsel iklim zonlarına göre yapılaşma analizi

Bir önceki bölümde belirlenen yerel iklim zonlarında (YİZ),birbirleri ile benzer özellik göstererek anlamlı gruplar oluşturan kümelerde iklim istasyonu kurulan üç bölgenin bu anlamlı grupları oluşturan tipik yapılaşma örneklerinin yer aldığı, imar planı varlığının yanında kısmen de olsa yapılaşmış rastgele seçilen örnek yapı adaları; kentsel

kanyonlar, bitki varlığı, iklim verileri, ölçü (genişlik, yükseklik), form ve açı, malzeme, kullanım, hava kirliliği, gökyüzü görüş faktörü (GGF), albedo, antropojenik ısı vb. kriterler açısından incelenerek bölgelerin yapı karakteristiği tespit edilmiştir. Ortakyapı karakteristiği gösteren alanlar Kentsel İklim Zonu (KİZ) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada yukarıda sayılan yapılaşma durumu, bakı, yön, GGF, albedo, ölçü, bitki varlığı vb. kriterlere göre 4 adet kentsel iklim zonu belirlenmiştir. Döşemealtı YİZ'unda bir adet, Kepez YİZ'nda bir adet, Muratpaşa YİZ'unda 2 adet olmak üzere zonların karakterini yansıtan imar adalarında çalışılmıştır.

Yapıların bitişik/yakın ayrık/yakın uzak olma durumuna ve fonksiyon, konum, yükseklik, malzeme, yaş bilgisi geliştirilerek iklimsel amaçlı kentsel sınıflandırma yapmak için kentsel örtü (yapılaşma, döşeme, bitkilendirme, çıplak yüzey, su yüzeyleri vb) kentsel yapı (yükseklik, boşluk, cadde-sokak genişlikleri vb.), kentsel doku (inşaat malzemesi, doğal malzeme vb.), kentsel metabolizma (sıcaklık, nem, kirlilik vb.) gibi kentsel atmosfer tabakasına etki eden özellikler imar planı ve mevcut yapılaşmalarına göre değerlendirilmiştir.

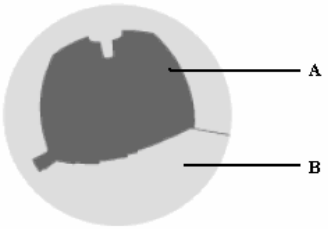
Belirlenen kentsel iklim zonlarındakentsel kanyon niteliğindeki ana akslarla çevrili örnek yapı adaları ölçeğinde güneş, gölge ve radyasyon analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde ECOTECT v5.50, AutoCAD R12, NetCAD yazılımları, zonlara ait her ölçekte imar planları, halihazır haritalar, orto fotolar kullanılmıştır.

3.2.7.1. Gökyüzü görüş faktörü (GGF)

Tespit edilen örnek yapı adaları ve kentsel kanyonlar; bitki varlığı, iklim verileri, ölçü (genişlik, yükseklik), form ve açı, malzeme, kullanım, hava kirliliği vb. kriterler açısından incelenmiştir. Bu aşamada kent dokusu içinde belirlenen herhangi bir noktanın, güneş enerjisi etkisi altında olup olmadığının anlaşılmasına ve farklı noktalar için kıyaslama yapılmasına olanak sağlayan gökyüzü görüş faktörü (GGF) analizi yapılmıştır.

Kentsel alanlarda, açık alanların planlanması ve kullanılması, bu alanların etrafındaki yapıların oluşturduğu gölgelenmelere bağlı olarak değişebilir. Yani sokak içerisinde, herhangi bir noktanın aldığı güneş enerjisi miktarı veya kentsel yerleşim içinde yer alan bir binayı etkileyen güneş ışınımı miktarı, yerleşim geometrisine bağlı olarak değişebilir. Kentsel yerleşim alanında seçilen herhangi bir noktanın, yerleşim geometrisine baglı olarak ne kadar güneş ışınımı etkisinde kaldığı, gökyüzü görüş faktörü (GGF) (Sky View Factor (SVF)) olarak isimlendirilen bir parametre ile belirlenebilir (Gülten 2007).

GGF değerini bulmak için küre homojen olarak bölündükten sonra, parçaları, stereografiksel olarak ekvator düzlemine stereonet oluşturarak yansıtılır. Bu stereonet engellerin ekvatoral düzleme taşınmış hali üzerine kaplanırsa, gökyüzü ve engel olarak tanımlanan kentsel elemanlar gökyüzünün bütün alanı ile karşılaştırılabilir ve oranlar bulunabilir (Şekil 3.10). GGF ölçümü yapan yazılımlar arka planda bu hesaplama yöntemini kullanmaktadır. Çalışmada ilk olarak Rayman yazılımı kullanılmışsa da, ECOTECT yazılımında güneş analizlerinde hesaplanan GGF değerleri kullanılmıştır.



Gökyüzü Alanı (A+B)	Kanyon Alanı (A)	Görülemeyen Gökyüzü Alanı (B)	Gökyüzü Görüş Faktörü (B/A+B)
353,25000	120,8644	232,3856	0,65785

Şekil 3.10. Gökyüzü görüş faktörü (GGF) ölçüm formülasyonu

GGF analizi sonucunda örnek yapı adaları kapsamında kentsel kanyonların birbirleriyle olan ilişkileri, ulaşım ağının önemli bir parçasını oluşturan dar sokakların binaların güneş enerjisinden yararlanmasını engelleyip engellemediği ortaya çıkmıştır. Kentsel yapı alanlarında, binaların pasif olarak güneş enerjisinden yararlanmasını engelleyen ve buna bağlı olarak yıllık ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçlarını da arttıran koşullar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

3.2.7.2. Güneş/gölge analizleri

Bu bölümde 4 kentsel iklim zonunda mevcut ve öneri yapılaşma koşullarının enerji etkin olup olmadığı ECOTECT V5.50 ile yapılan güneş analizleriyle değerlendirilmiştir. NetCAD yazılımı ortamındaki 1/1000 ölçekli halihazır haritalarda yer alan binalar, kat yüksekliklerine göre AutoCAD yazılımına aktarılarak 3 boyutlu hale getirilmiştir. AutoCAD yazılımda (*.dxf) uzantılı kaydedilen üç boyutlu yapılar, ECOTECT yazılımında import edilerek analize hazır hale gelmektedir. ECOTECT yazılımı analiz yaparken o yörenin iklim verisine ihtiyaç duymaktadır. Türkiye için ECOTECT yazılımı için hazırlanmış iklim verisi yalnızca İzmir ve Ankara kenti için bulunmaktadır. Çalışmada yalnızca güneş/gölge analizi yapıldığından, bunu yapabilmek için güneşin doğuş ve batış saatleri ve Azimuth açısı gerekli olduğundan, yazılıma Antalya kentinin enlem ve boylamı girilerek çalışma yapılabilmiştir.

3.2.8. Modelleme ve enerji etkin planlama ve tasarım önerileri

Kentsel İklim Zonu kapsamında incelenen kentsel örnek yapı adalarında literatür incelemesinde araştırılan iklim, bakı/yön, yükseklik, eğim, bitki varlığı, rüzgar, güneş/gölge faktörü vb. gibi enerji etkin planlama ve tasarım kriterlerini Antalya kenti kentsel iklim zonları özelinde belirlemek amacıyla yeni tasarım modelleriile ada geometrisi, parsellerin yönü, yapıların kat yüksekliği, doluluk/boşluk oranı, bakı cepheleri, güneş/gölge cepheleri vb. değiştirilerek, mevcut durumla karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile Antalya kentinde tespit edilen 4 adet kentsel iklim zonlarına göre optimum enerji etkin yapılaşma kriterleri oluşturulmaya çalışılmıştır. Geliştirilen yapı adası modelleri, konut adası ölçeğinde yine AutoCAD R12, NetCAD yazılımları ve gölge ve radyasyon analizlerinde ECOTECT v5.50 yazılımları kullanılarak 3.2.7.2'de açıklandığı gibi oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimi

Yüzey sıcaklığı dağılımına göre tespit edilen kentsel ısı adası etkisinin görüldüğü kentsel alanlarda kentsel ısı adası etkisine neden olan faktörlerin anlaşılabilmesi için arazi örtüsü/arazi kullanım değişimi ve bitki örtüsü değişimi (NDVI analizi) 1984, 2002, 2006 ve 2010 yıllarına göre incelenmiştir.

Arazi örtüsü/arazi kullanım değişimi çalışması için öncelikle uydu görüntüleri ERDAS yazılımında otomatik sınıflandırma tekniği ile ilk önce 12 sınıfa göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucu çıkan 12 yansıma değeri, 30 m olan görüntü çözünürlüğü çalışma detayı kapsamında CORINE 1. düzeye göre arazi/toprak örtüsü sınıflarına göre düzenlenmek amacı ile 4 ana sınıfa indirgenmiştir.

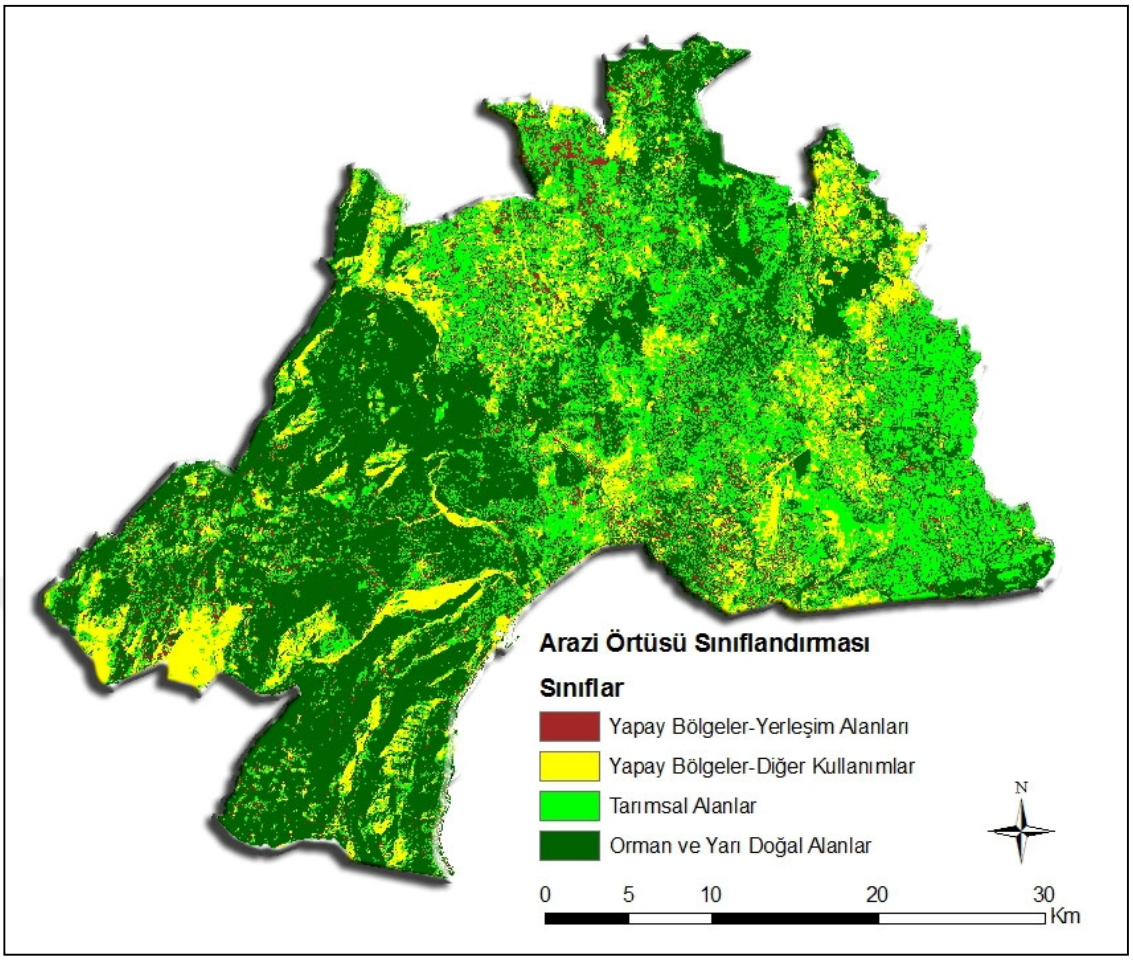
CORINE 1. Düzeye göre yapılan sınıflandırma sonucu otomatik sınıflandırma sonuçları; "Yapay bölgeler-yerleşim alanları", "Yapay bölgeler-diğer kullanımlar", "Tarımsal alanlar", "Orman ve yarı doğal alanlar" olarak 4 ana sınıfta toplanmıştır. Çalışmada kentsel alanlardaki değişimin daha iyi vurgulanabilmesi için, kentsel alanların dahil olduğu CORINE 1. düzeyde "Yapay bölgeler" olan sınıf, 2. düzeydeki kullanımlarına ayrıştırılmaya çalışılmış ve bu düzey, "yerleşim alanları" ve "diğer kullanımlar" olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Bir diğer ana sınıf olan "Orman ve yarı doğal alanlar" içinde sık orman alanları, kayalık, çıplak ve seyrek bitki örütülü doğal alanlar yer almaktadır. Çalışmada "sulak alanlar" ve "su yapıları" tam olarak tespit edilemediğinden sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Analiz edilen tüm görüntülerde değişimin daha kolay gözlenebilmesi amacı ile aynı sınıflar aynı renklerle gösterilmiştir.

4.1.1. 1987 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

26/08/1987 tarihli Landsat 5TM görüntüsü (Şekil 3.2) CORINE sınıflandırmasına göre 4 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.1). Kentleşmenin henüz yoğun olarak gözlemlenmediği bu tarihte, Ağustos ayı itibari ile susuz kalan dere yatakları, bitki örtüsü az ya da hiç olmayan açık alanlar gibi yarı doğal alanlar sarı renkte, "yapay bölgeler-diğer kullanımlar" sınıfında gösterilmiştir. Kahverengi ile gösterilen alanlar, kentsel ve kırsal yerleşim alanları, seralar gibi "yapay bölgeler-yerleşim alanları" olarak sınıflandırılmıştır. Yeşil renkle gösterilen alanlar ise, tonuna göre "orman ve yarı doğal alanlar" ve "tarımsal alanlar" olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.2). Buna göre 1987 yılında Antalya kenti bütününün yaklaşık % 56'sı orman ve yarı doğal alanlar, % 13'ü yerleşim alanları dahil olmak üzere yapay bölgeler, % 32'si de tarım alanlarıdır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Antalya kent bütünü 1987 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları

CORINE Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Yapay bölgeler-yerleşim alanları	11.381	8,0
Yapay bölgeler-diğer kullanımlar	6.883	4,8
Tarım alanları	43.581	31,5
Orman ve yarı doğal alanlar	77.673	55,7
TOPLAM	**139.518**	**100,0**



Şekil 4.1. 1987 yılı arazi örtüsü sınıflandırması.

4.1.2. 2002 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

24/06/2002 tarihli Landsat 5TM görüntüsü (Şekil 3.3) CORINE sınıflandırmasına göre 4 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.2).

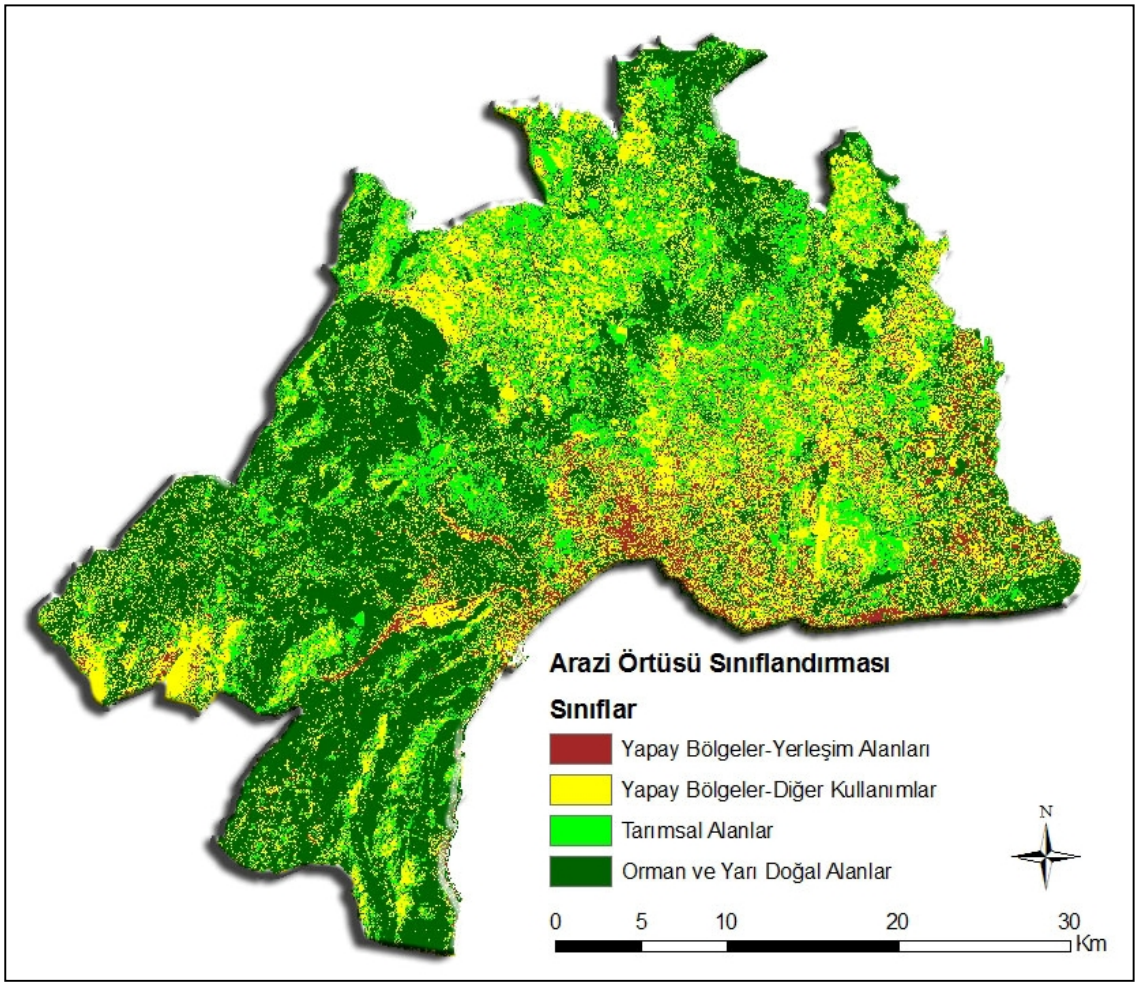
2002 yılında, yapay bölgeler (yerleşim alanları, diğer kullanımlar) tüm alanın yaklaşık % 19'unu, tarım alanları % 25'ini, orman ve yarı doğal alanlar % 56'sını oluşturmaktadır.

Çizelge 4.2. Antalya kent bütünü 2002 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları

CORINE Sınıflar	Alan (ha)	Oran (%)
Yapay bölgeler-yerleşim alanları	18.179	13,1
Yapay bölgeler-diğer kullanımlar	8.484	6,0
Tarım alanları	35.408	25,4
Orman ve yarı doğal alanlar	77.447	55,5
TOPLAM	**139.518**	**100,0**

Tüm arazi örtüsü analizi yapılan yıllardaki arazi örtüsü değişimleri karşılaştırıldığında, 1987-2002 yılları arasındaki 15 yıllık süreçte, yapay bölgeler % 10 oranında artmış, orman ve yarı doğal alanlar arasında gözle görünür bir değişim olmamış, tarım alanları ise % 6 oranında azalmıştır. Bir başka deyişle, bu 15 yıllık süreçte tarım alanları yerleşime açılmıştır.

Oransal olarak durum böyle iken rakamsal olarak orman alanları yaklaşık aynı kalırken; tarım alanları yaklaşık 8.000 ha azalarak, yaklaşık 6.500 ha'ı yerleşim alanları; yaklaşık 1.500 ha'ı da yapay bölgelere dönüşmüştür.



Şekil 4.2. 2002 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

4.1.3. 2006 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

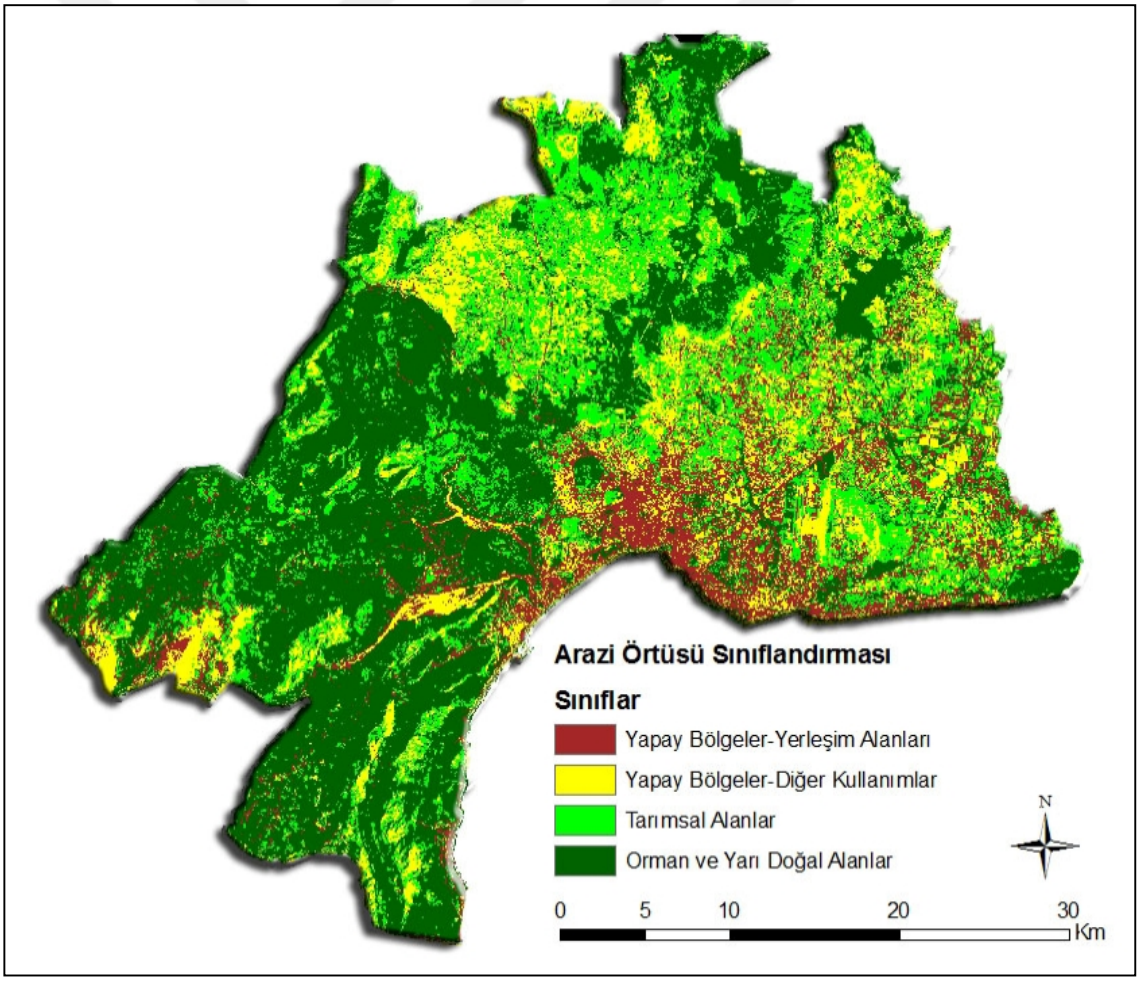
19/06/2006 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü (Şekil 3.4) görüntüsü CORINE sınıflandırmasına göre 4 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.3).

2006 yılında, yapay bölgeler (yerleşim alanları ve diğer ullanımlar) tüm alanın yaklaşık % 30'unu, tarım alanları % 25'ini, orman ve yarı doğal alanlar % 45'ini oluşturmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Antalya kent bütünü 2006 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları

CORINE Sınıflar	Alan (ha)	Oran (%)
Yapay bölgeler-yerleşim alanları	23.574	16,9
Yapay bölgeler-diğer kullanımlar	18.198	13,0
Tarım alanları	35.573	25,5
Orman ve yarı doğal alanlar	62.173	44,6
TOPLAM	**139.518**	**100,0**

Buna göre 2002 ile 2006 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte orman ve yarı doğal alanlar yaklaşık olarak % 10 azalırken, yapay bölgeler (yerleşim alanları ve diğer kullanımlar) % 10 artmış; tarım alanları ise yaklaşık aynı kalmıştır. Oransal olarak durum böyle iken, rakamsal olarak orman alanlarının yaklaşık 15.000 ha azalmış olduğu görülmektedir. Yapay bölgeler olarak tanımlanan yerleşim alanları yaklaşık 5.395 ha; diğer kullanımlar ise yaklaşık 10.000 ha artmıştır. 2002-2006 yılları arası 4 yıllık süreçte tarım alanları yaklaşık olarak aynı miktarda kalırken; orman alanları, yapay alanlar sınıfına giren yerleşim alanı ve diğer alanlara (bozulmuş/açık yüzeyler) dönüşmüştür.



Şekil 4.3. 2006 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

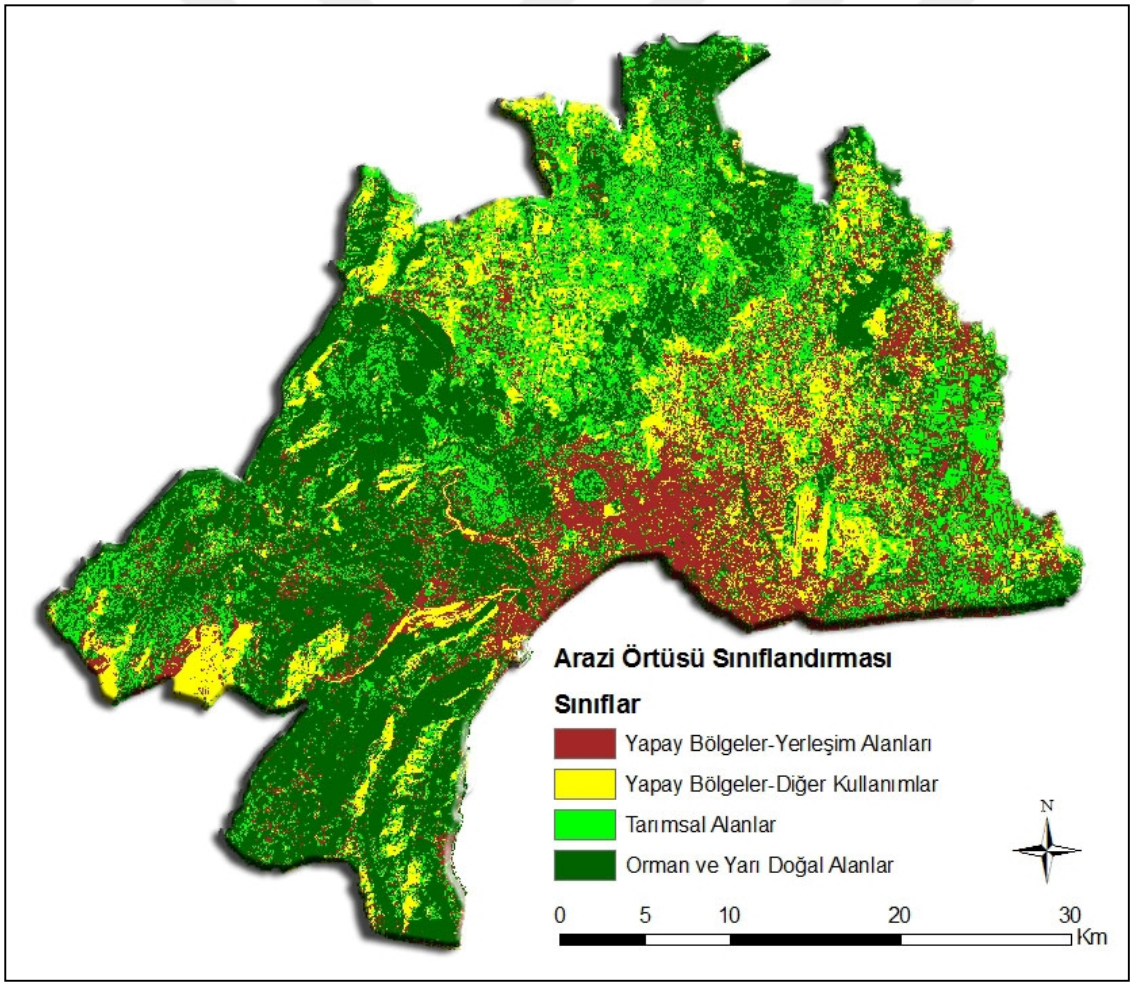
4.1.4. 2010 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

25/08/2010 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü (Şekil 3.5) görüntüsü CORINE sınıflandırmasına göre 4 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.4).

2010 yılında, yapay bölgeler tüm alanın yaklaşık % 37'sini, tarım alanları % 23'ünü, orman ve yarı doğal alanlar da % 40'ını oluşturmaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Antalya kent bütünü 2010 yılı arazi örtüsü/kullanım analizi sonuçları

CORINE Sınıflar	Alan (ha)	Oran (%)
Yapay Bölgeler-Yerleşim Alanları	29.556	21,2
Yapay Bölgeler-Diğer Kullanımlar	21.476	15,4
Tarım alanları	31.666	22,7
Orman ve yarı doğal alanlar	56.820	40,7
TOPLAM	**139.518**	**100,0**



Şekil 4.4. 2010 yılı arazi örtüsü sınıflandırması

Buna göre 2006 ile 2010 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte orman ve yarı doğal alanlar yaklaşık olarak % 4 azalırken, yapay bölgeler (yerleşim alanları ve diğer

kullanımlar) % 6 artmış; tarım alanları ise yaklaşık % 3 oranında azalmıştır. Oransal olarak durum böyle iken, rakamsal olarak orman alanlarının yaklaşık 5.350 ha azalmış olduğu görülmektedir.

Yapay bölgeler olarak tanımlanan yerleşim alanları yaklaşık 6.000 ha; diğer kullanımlar ise yaklaşık 3.300 ha artmıştır. 2006-2010 yılları arası 4 yıllık süreçte tarım alanları yaklaşık olarak 4.000 ha azalırken, azalan orman alanları ile birlikte yapay alanlara dönüşmüştür.

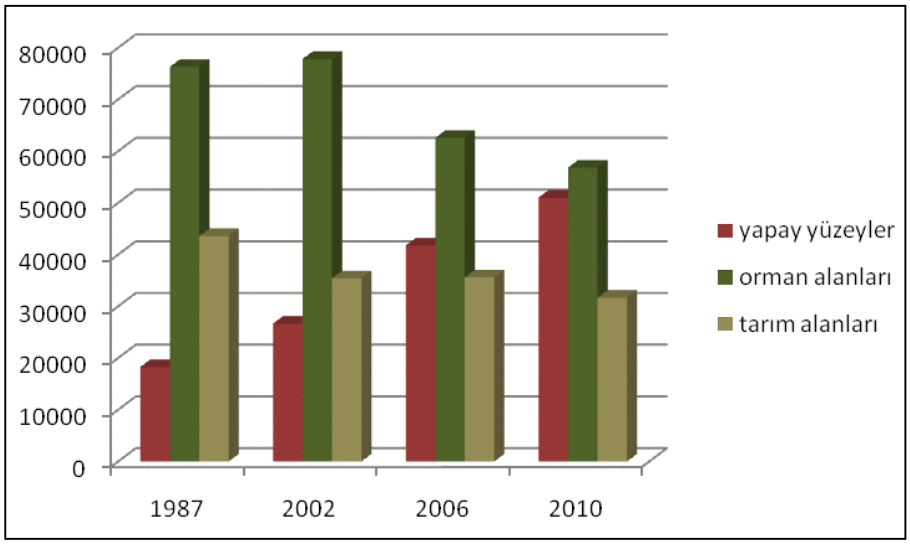
CORINE 1 ve 2. seviyelere göre sınıflandırılan arazi örtüsünün 1987, 2002, 2006 ve 2010 yıllara göre değişimi, Çizelge 4.5'de verilmiştir. 1987, 2002, 2006 ve 2010 yıllar arasındaki dağılımı Şekil 4.5. Arazi örtüsü değişimi (1987-2002-2006-2010)'da grafik olarak gösterilmiştir.

1987-2010 yılları arasında geçen 23 yıllık süreçte, yerleşim alanlarında 18.175 ha'lık bir artış olmuştur. Bu artışın sadece yerleşim alanları olarak sınıflandırılan alanda değil, yerleşim alanlarının yani nüfusun artmasıyla gerçekleşen diğer antropolojik etmenlerden kaynaklanan yapay olarak bozulan veya açılan alanlarda 14.593 ha kadar olduğu görülmektedir. 23 yıllık süreçte, toplamda 32.700 ha lık alan kentsel ve kırsal yerleşme alanlarına ve bunların getirdiği yan fonksiyonlara dönüşmüştür.

Çizelge 4.5. Arazi örtüsü değişimi (1987-2002-2006-2010)

CORINE Seviye 1	CORINE Seviye 2	1987 (ha)	%	2002 (ha)	%	2006 (ha)	%	2010 (ha)	(%)
Yapay Bölgeler	Yerleşim Alanları	11.381	8,0	18.179	13,0	23.574	16,8	29.556	21,2
	Diğer Kullanımlar (Bozulmuş/Açık Yüzeyler)	6.883	4,8	8.484	6,0	18.198	13,0	21.476	15,4
	Ara toplam	**18.264**	**12,8**	**26.663**	**19,1**	**41.772**	**29,9**	**51.032**	**36,6**
Orman ve yarı Doğal Alanlar	Sık Orman Alanları	63.150	45,3	62.477	44,8	44.548	32,0	44.537	31,9
	Kayalık/Çıplak/Seyrek Alanlar, Bitki Örtülü Doğal Alanlar	14.523	10,4	15.700	11,2	17.625	12,6	12.283	8,8
	Ara toplam	**77.673**	**55,7**	**77.447**	**55,5**	**62.173**	**44,6**	**56.820**	**40,7**
Tarım Alanları	Tarım Alanları	43.581	31,5	35.408	25,4	35.573	25,5	31.666	22,7
Genel Toplam		**139.518**	**100,0**	**139.518**	**100,0**	**139.518**	**100,0**	**139.518**	**100,0**

Bununla birlikte 23 yıl içinde tarım alanları 11.915 ha; orman ve yarı doğal alanlar ise 20.853 ha azalmıştır. 2002-2006 yılları arasında bozulmuş/açık yüzeylere dönüştürülen orman alanları, 2006-2010 yılları arasında % 3 oranında tarım alanları ile birlikte yerleşim alanına dönüştürülmüştür (Çizelge 4.5). Bu da gerek imar planlarıyla Antalya kentinin kentleşme sürecinin bir parçası olan planlama dönemlerini ve Orman Kanunu'nun 2b maddesi ve diğer özel torba yasa maddeleri ile bozulmuş orman alanlarının tarım alanı ve hatta konut alanı olarak şahıslara satışlarının gerçekleşmesi ve özel mükiyete geçmiş tarım alanlarının daha sonra tarım dışı kullanımlara açılması sonucu ortaya çıkan durumu açıklamaktadır.



Şekil 4.5. Arazi örtüsü değişimi (1987-2002-2006-2010)

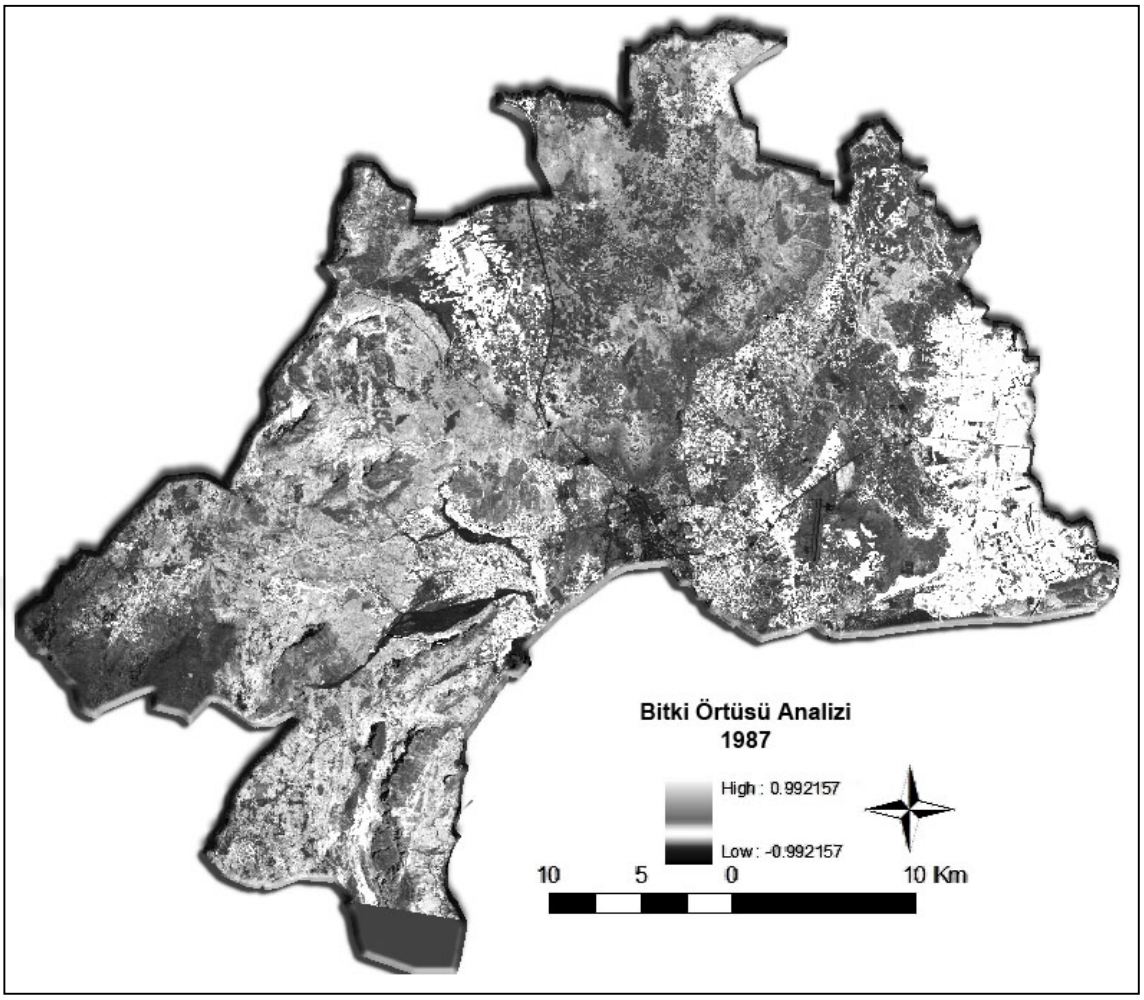
4.2. Bitki örtüsü (NDVI) analizleri

Araştırma alanındaki yeşil alanları saptamak ve arazi örtüsü analizinde elde edilen bulguları doğrulamak amacıyla bitki örtüsü (NDVI) analizi yapılmıştır. Erdas IMAGINE yazılımı, daha önce tanımlanmış ve "Normalized Difference Vegetative Index (NDVI)" olarak adlandırılan bant aritmetiğini veya indislerini kullanarak; bitki, bulut / su / kar, kaya / çıplak arazi, kesilmiş ormanlık saha vb. özellikleri geliştirerek belirleme olanağını sağlamaktadır.

Normalize edilmiş bitki indisi değerleri veya yakın kızılötesi bantı, kırmızı bantla oranlayarak elde edilen sonuçlar, yeşil bitki örtüsüyle ilgili bilgiyi verdiği gibi bitkinin zayıf olduğu veya bitkisiz boş alanları da belirlemektedir. Ayrıca bitki indisi (1) değerine ne kadar yakın olursa bitkinin kuvvetli olduğunu, (0) değerine yaklaştıkça bitki örtüsünün yok olduğunu, negatif olduğunda ise (-1) değerine yaklaştıkça alanların kesinlikle bitkisiz olduğunu göstermektedir. Nehir, göl gibi su yüzeylerinde bitki indisi değerleri çok düşük olmaktadır. Aynı durum, yerleşim alanları, sanayi alanları, yol ağları gibi insan eliyle yaratılmış yapay alanlar içinde geçerlidir (2003a).

4.2.1. 1987 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

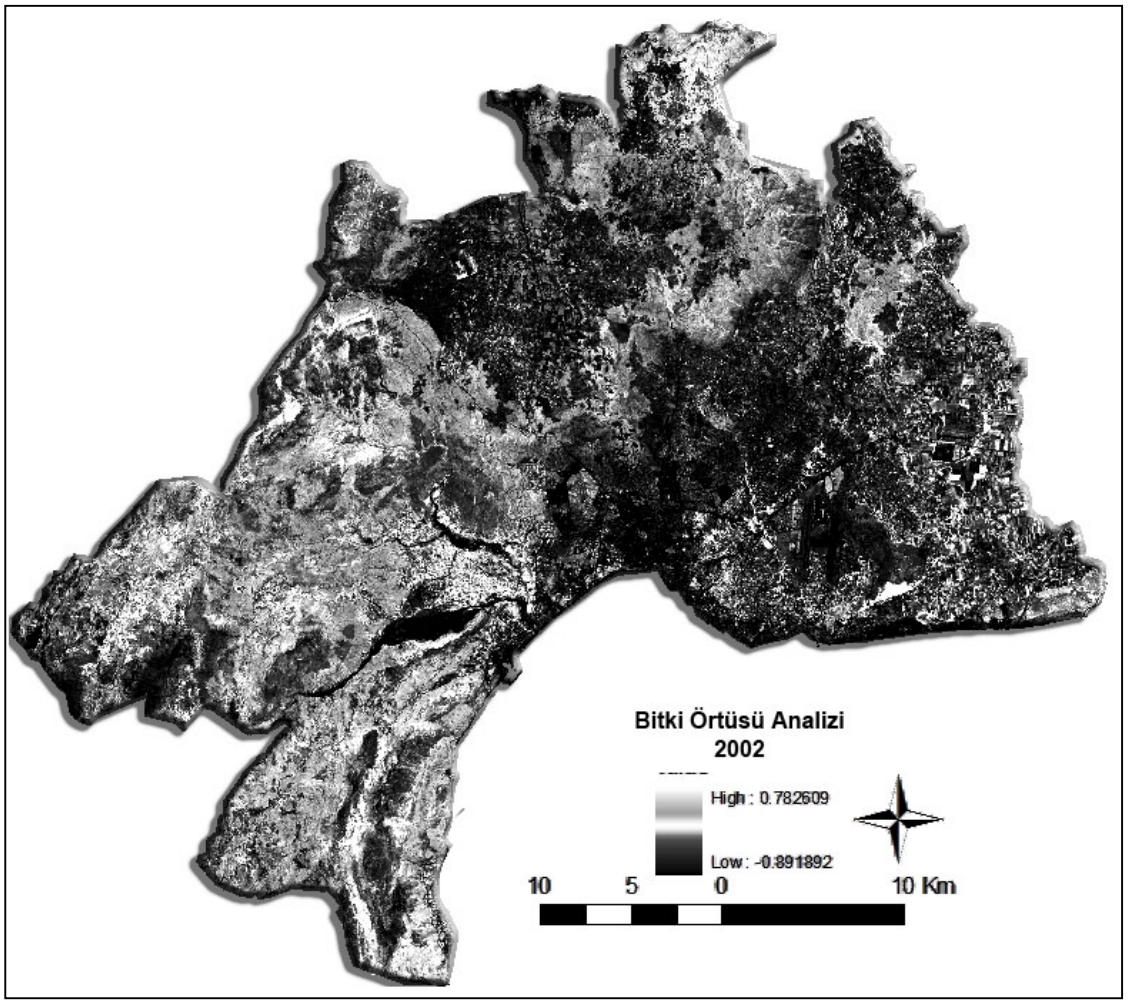
26/08/1987 tarihli uydu görüntüsü ile yapılan NDVI analizinde negatif (-1)'e ve pozitif (1)'e yakın değerler bulunmaktadır. Pozitif (1)'e yakın yansıma karakteristiği gösteren değerler (NDVI=0,99), açık renkle (beyaz tonları) gösterilen bitki varlığının kuvvetli olduğu yeşil alanlardır. Bu görüntüde (1) değerine en yakın yerler Aksu, Döşemealtı, Kırcami-Düden çevresinde ve Boğaçayı kolları arasında yer alan tarım alanlarıdır. Beyazdan açık griye doğru olan tonlar orman alanlarını göstermektedir. Koyu gri ve siyah tonları ise NDVI değeri negatif (-1) e yakın olan yerleşim alanları, kayalık/çıplak/seyrek bitki örtülü doğal alanlar ve su yüzeylerini ifade etmektedir. 1987 yılı için yapılan NDVI analizi, 1987 yılı için yapılan arazi örtüsü/arazi kullanım analizini desteklemekte ve doğrulamaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. 1987 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

4.2.2. 2002 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

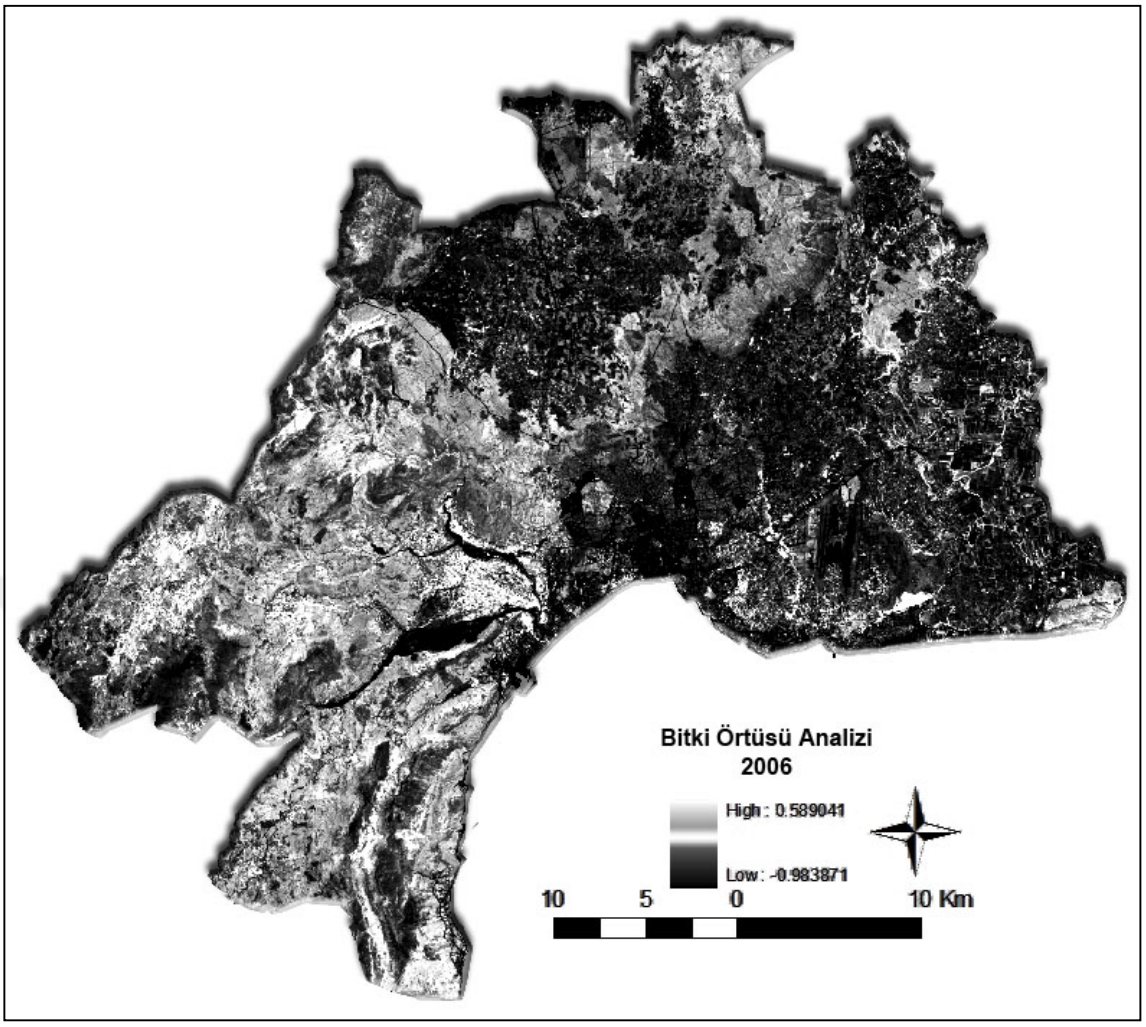
24/06/2002 tarihli uydu görüntüsü ile yapılan NDVI analizinde 1987 yılında yeşil alanlarda gözlemlenen belirgin farklılıklar gözlemlenememekte, bir başka deyişle bitkisel varlığı güçlü tarımsal yeşil alanlar daha az belirgin olarak yansımaktadır. Örneğin 1987 yılında yeşil alan olarak tanımlanabilen alanlar, 2002 yılında yalnızca Boğaçay ve çevresinde görülmektedir. Bitkisel yoğunluk en fazla 0,78 olan NDVI değeri ile 1987 yılına göre daha azdır. Aksu ve Döşemealtı bölgesindeki tarım alanları, NDVI değeri olarak negatif yansıma gösterme eğiliminde olup, bu da arazi örtüsü/arazi kullanım analizinde ortaya çıkan tarım alanlarının yerleşime açılmış olduğu tespitini doğrulamaktadır. Yalnız, Aksu ve Döşemealtı bölgesindeki tarım alanları, doğrudan yerleşime açılmamış, bu alanlarda tarımsal faaliyetin durması ile bitkisel varlığın azalması ve bazı yerlerin imara açılarak toprağın düzlenmesi sonuçları da çıkarılmaktadır. Açık gri ile temsil edilen alanlar orman alanları olup, arazi örtüsü/arazi kullanım analizi sonuçlarını destekler niteliktedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. 2002 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

4.2.3. 2006 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

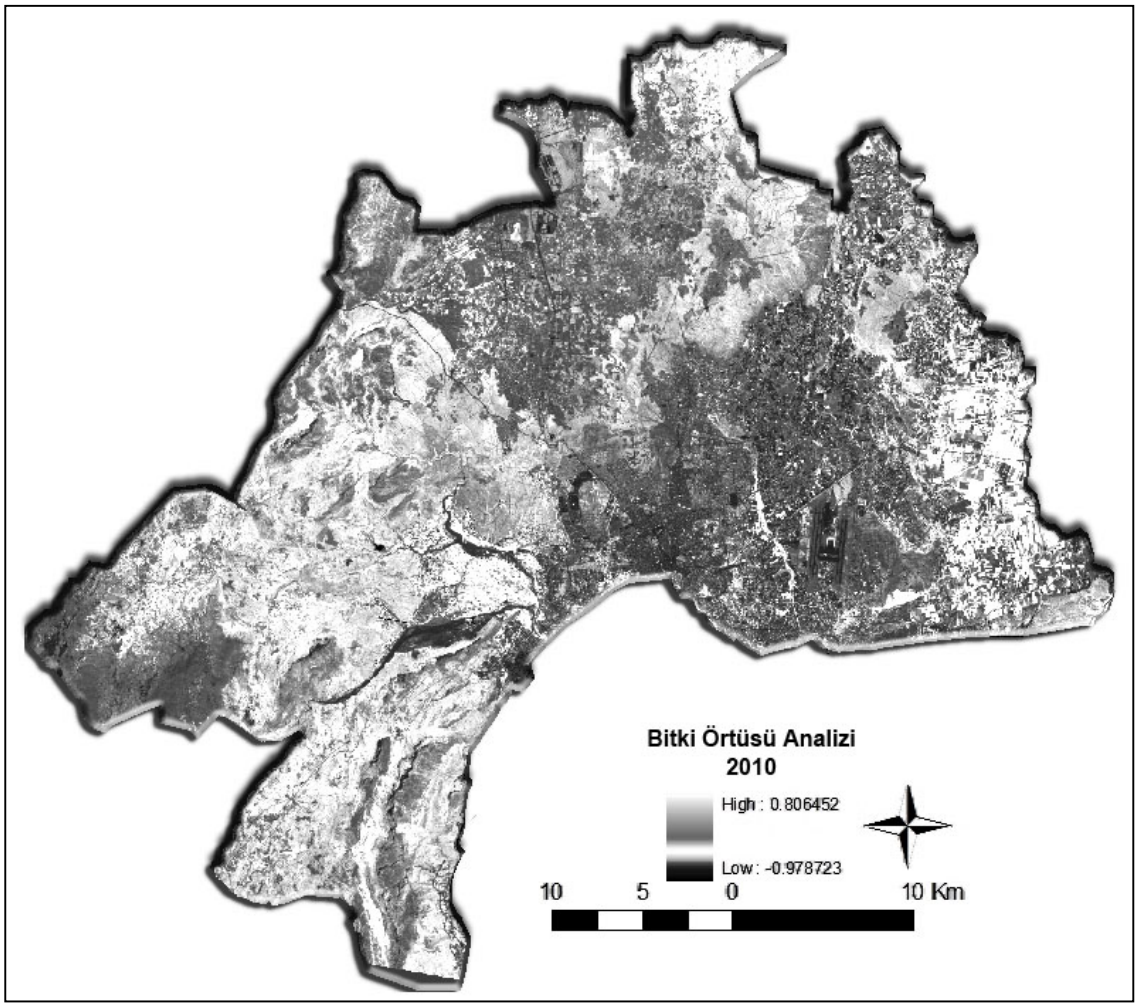
19/06/2006 tarihli uydu görüntüsü ile yapılan NDVI analizi sonuçları ile 2002 yılı sonuçları arasında çok büyük bir fark gözlenmemekle birlikte, bitkisel yoğunluk 2002 yılından daha düşüktür (maks. NDVI=0,58). Buna rağmen negatif NDVI değerleri (-1) değerine daha yakındır (min. NDVI= -0,98). Bu da yapay alanların ve kayalık/çıplak/seyrek bitki örtülü doğal alanların arttığını göstermekte, dolayısı ile kentsel ısı adası etkisinin yükseldiğini desteklemektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. 2006 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

4.2.4. 2010 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

25/08/2010 tarihli uydu görüntüsü ile yapılan NDVI analizinde pozitif NDVI değerinin 2002 ve 2006 değerlerine göre yükseldiği gözlemlenmektedir (maks. NDVI=0.80). Bu farklılık, 2002 ve 2006 yıllarına ait görüntülerin Haziran ayında çekilmiş, 2010 yılına ait görüntünün ise Ağustos ayında çekilmiş olması ile açıklanabilir. Yüksek NDVI değeri, seracılığın yoğun olduğu Aksu çayı havzasındaki tarım alanlarında göze çarpmaktadır. Bu da Ağustos ayında yeşermiş tarımsal ürün varlığını göstermektedir. Negatif NDVI değeri -0.97 olarak görülmekte; bu da kentsel ısı adası etkisinin 2006 yılı ile yaklaşık aynı olduğunu, aynı zamanda arazi örtüsü/arazi kullanım değişimi analizinde görülen yapay yüzeyler-yerleşim alanları sınıfında gözle görülür bir değişiklik olmadığını doğrulamaktadır (Şekil 4.9).



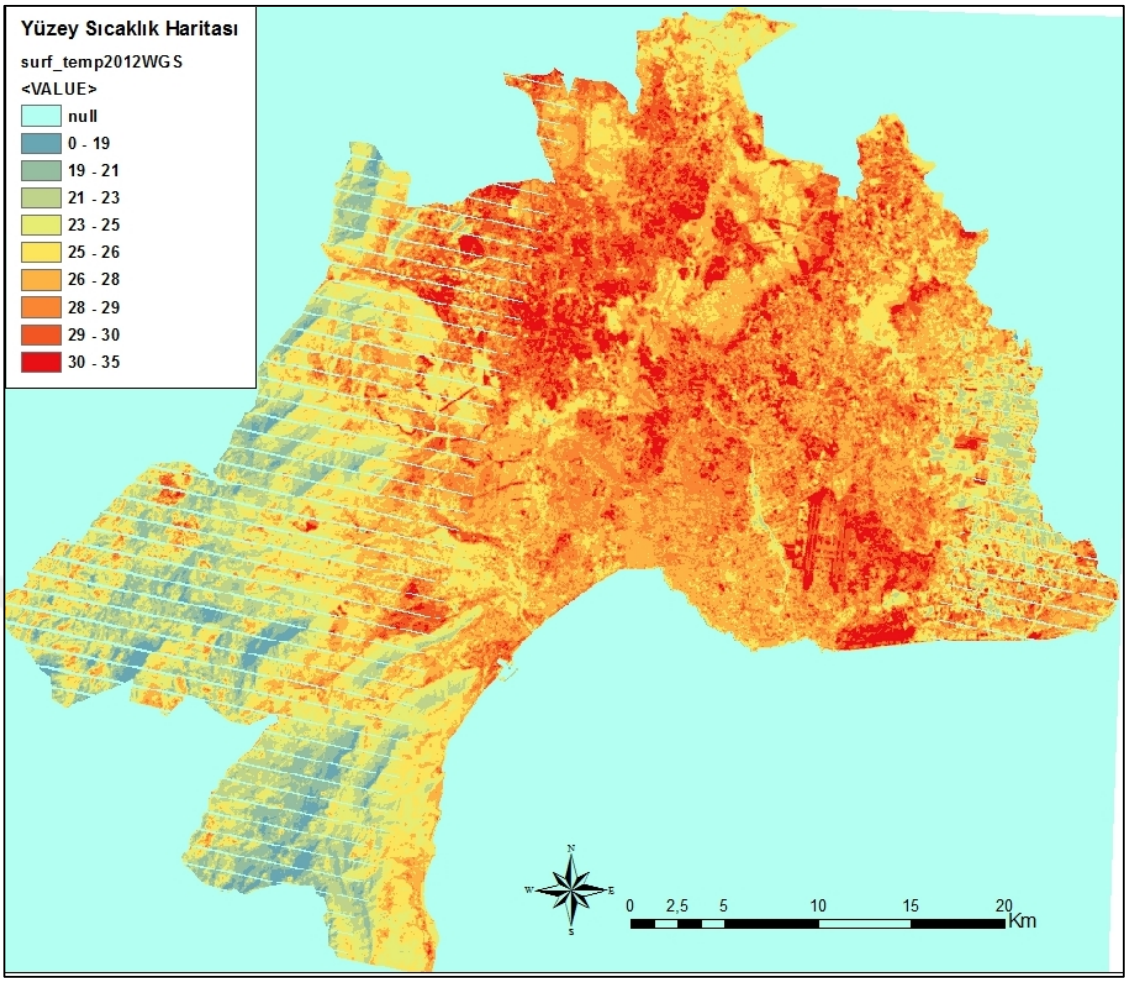
Şekil 4.9. 2010 yılı bitki örtüsü (NDVI) analizi

4.3. Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi-Yüzey Isı Adası (YIA)

Antalya kenti çalışma alanı sınırları kapsamındaki yüzey sıcaklık dağılımları, 2012 yılı Ağustos ayına ait Landsat TM7 görüntüsü üzerinden hesaplanmış ve °C değerleri ile haritalanmıştır (Şekil 4.10).

Analiz yapılan görüntüde bir piksel 30*30 $m^{2'}$lik alanı temsil etmektedir. Analiz yüzey sıcaklık dağılımı 10 sınıfa bölünerek bulunmuştur. Bu sınıflara göre, bir piksel, 1°C veya 2 °C sıcaklık aralığını temsil etmektedir. Haritada açık mavi renkle görülen çizgiler, uydu görüntüsündeki hatalı bölgenin taramasını temsil ettiği için sınıflandırma dışıdır. Haritada kırmızı rengin temsil ettiği piksel değeri, en sıcak değer olan 30 °C ila 35 °C olan bir sıcaklık aralığıdır.

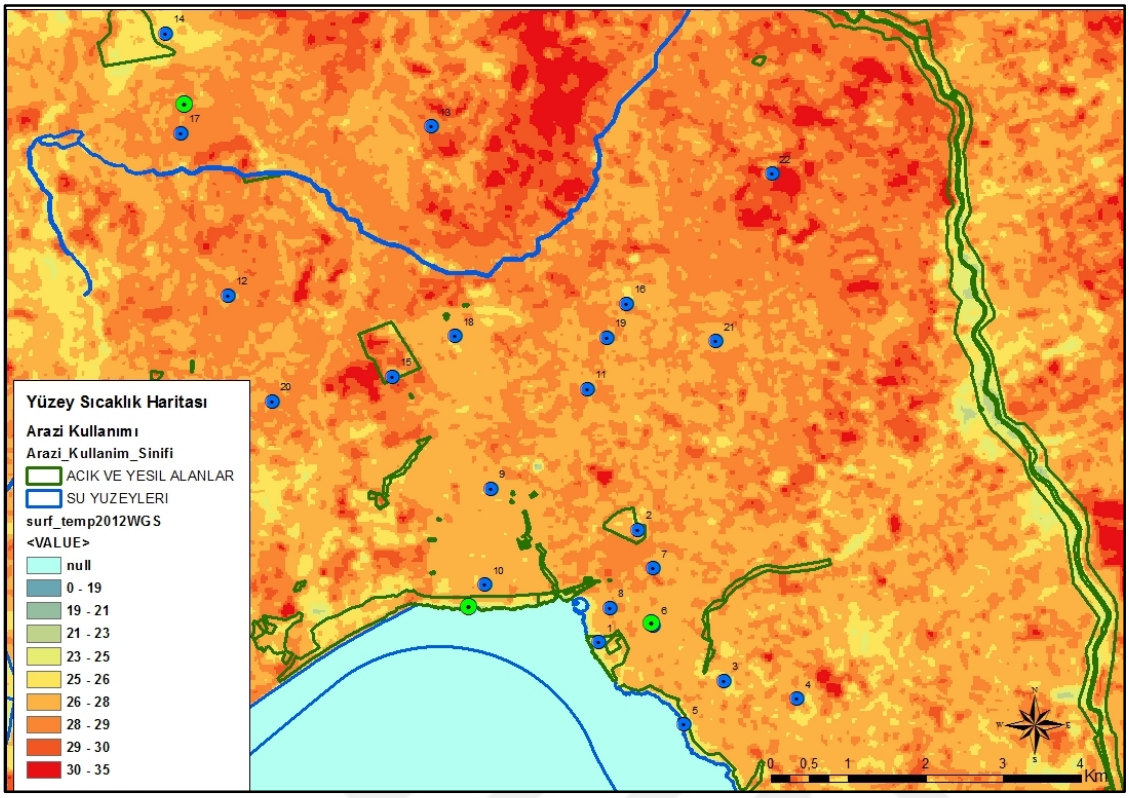
Ağustos ayına ait uydu görüntüsünden yapılan yüzey sıcaklık dağılımı analizine göre, kentin dağlık, ormanlık ve tarımsal alanlarının yansıttığı yüzey sıcaklıkları 19 °C - 25 °C arasında değişmektedir. Haritada bu sıcaklık aralığı, maviden açık sarıya doğru renk tonları ile temsil edilmiştir.



Şekil 4.10. Antalya kent bütünü yüzey sıcaklıkları analizi (LST) °C

C25 °C ile 29 °C sıcaklıkları aralığı, kentsel yerleşim, endüstriyel, ticari ve ulaşım birimleri, maden ocağı, boşaltım ve inşaat sahaları, yapay alanların yansıma sonuçlarını temsil etmektedir. Haritada koyu sarı ve turuncu renk tonlarıyla gösterilmiştir. Örneğin kent merkezinde sıcaklık değeri, sarı ve koyu sarı renk tonlarındaki 26 °C-28 °C aralığındadır. Kent merkezinde sarı, turuncu ve koyu turuncu renklerinin arasında görülen açık sarı ve açık yeşil rengi ile görülebilen alanlar, kent merkezi içinde kalan yeşil alan, akarsu ve akarsu kenarındaki bitki varlığının sonucu olarak daha düşük sıcaklık dereceleriyle yansımaktadır (açık sarı: 23°C-25 °C, su yeşili: 21 °C-23 °C, açık mavi: 19 °C-21 °C).

Şekil 4.2'de su ve yeşil alan varlığının sıcaklık değeri üzeindeki etkisinin daha net algılanabilmesi için, yüzey sıcaklığı haritası üzerine kentsel açık ve yeşil alanlar ile su yüzeyleri poligon verisi içi boş (renksiz) olarak eklendiğinde kent merkezinde kentsel ısı adası etkisi görülen yerlerde, küçük ölçekli bir yeşil alan bile minimum 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Su yüzeyleri ve yeşil alan varlığının sıcaklık yansıma değerlerine etkisi.

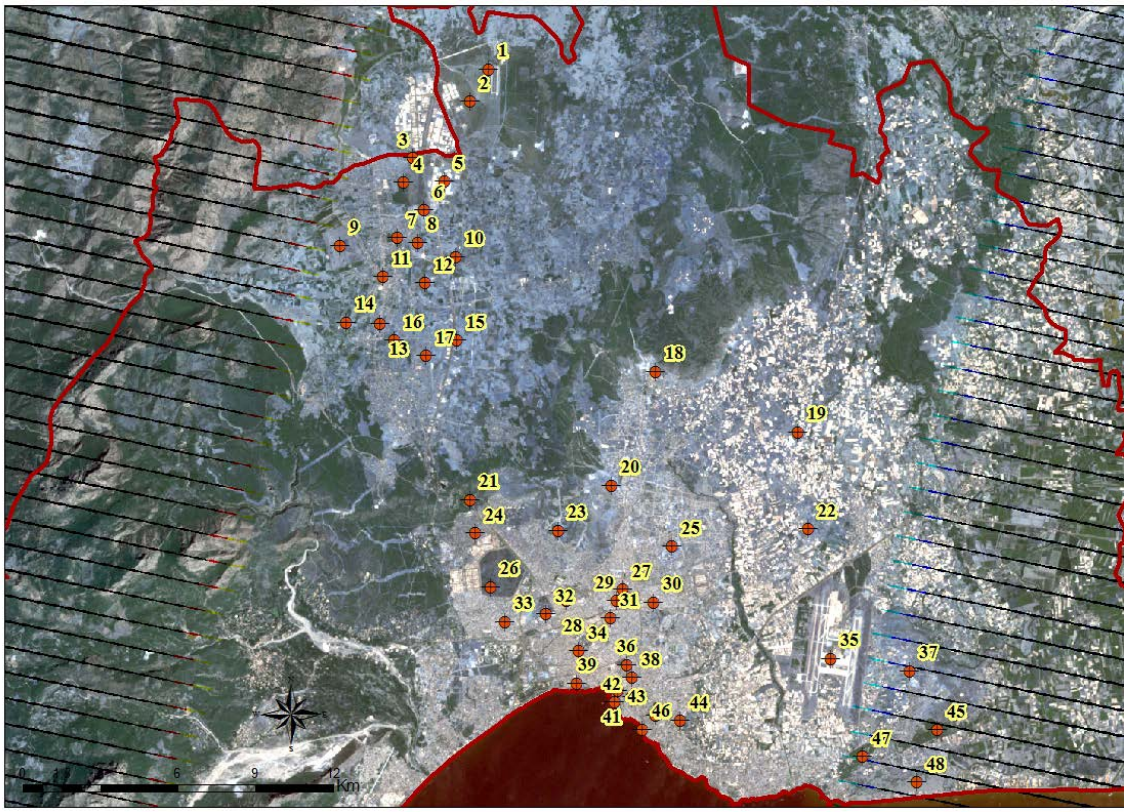
4.4. Yerel İklim Zonlarının Belirlenmesi

Yöntem olarak faydalanılan çalışmada (Stewart ve Oke 2010), yerel iklim zonlarını 10^2-10^4 metrelik yatay düzlemdeki yüzey ve hava sıcaklığı dağılımını benzeştiren bölgeler olarak tanımlamışlardır. Her bir yerel iklim zonu (YİZ) sakin ve açık gökyüzü altında kendine özgü yüzey sıcaklığı oluşturan karakteristik bir geometri ve arazi örtüsünü temsil eder. Bu zonlar bitki dağılımı, bina/ağaç yüksekliği ve boşluklar, toprak nemi, ve antropojenik ısı akımı gibi yüksek sıcaklıkları doğrudan etkileyen yüzey özellikleriyle birbirinden ayrılmaktadır. Bu farklılıklar tarafından kentsel-kırsal devamlılık, 16 iklim zonu hiyerarşisi ile açıklanır.

Çalışma alanı olan Antalya kent merkez ilçeler sınırları ve yüzey sıcaklık analizi yapılan 2012 yılı uydu görüntüsünün bozuk olmayan kısmı kapsamında bu 16 zonu eşit derecede temsil eden her bir zon için 3 adet nokta belirlenmiştir. Böylece 48 analiz noktası oluşmuş; bu noktalar 1'den 48'e kadar numaralandırılmıştır (Şekil 4.12).

2012 Landsat TM7 üzerinde ArcMap yazılımında işaretlenen ve numaralandırılan 48 nokta, Stewart ve Oke'nin belirlediği 16 arazi sınıfına göre ilişkilendirilerek tablolaştırılmıştır. Tabloya, her bir noktanın bağlı olduğu ilçe kodu ve çalışmanın sadeleştirilmesi ve çalışma alanına uyarlanması nedeniyle 16 arazi sınıfı arasından

çalışma alanında en sık görülenlerin gruplandığı sınıf [3] kodları da eklenmiştir (Çizelge 4.6).



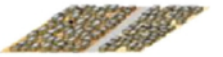
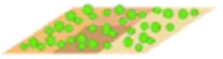
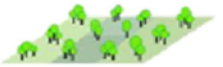
Şekil 4.12. Seçilen 48 adet gözlem noktası ve konumları

İlk etapta yukarıdaki tabloda gözlemsel olarak arazi kullanımlarına göre sınıflandırılan 48 adet nokta; yüzey örtüsü sıcaklıkları, hava sıcaklıkları, bitki örtüsü indislerine (NDVI) göre karşılaştırılarak benzer özellikler gösterme durumuna göre yerel iklim zonları istatistiksel olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7'de yüzey sıcaklıkları ve bitki örtüsü indis (NDVI) değerleri, 2012 yılı uydu görüntüsü ile yapılan yüzey sıcaklık ve bitki örtüsü indis (NDVI) haritalarının 48 noktadaki piksel değerleridir. Noktalar, arazi kullanım sınıfı, sıcaklık, bitki indis, yerel iklim zonu kriterlerine göre kümeleme analizi yapılarak birbiri ile benzer özellik gösteren gruplar ortaya çıkarılarak, yerel iklim zonu oluşturan bölgeler araştırılmıştır (Şekil 4.13).

[3]Sınıf kodu: Arazi kullanım/doku/yoğunluk sınıfları İlçe no: 1:Döşemealtı, 2:Kepez, 3:Muratpaşa
Sınıf: Stewart ve Oke'nin 16 sınıfının çalışma alanına ve kullanım türlerine göre belirlenen sınıflar

Çizelge 4.6. Seçilen örnek noktaların Stewart ve Oke (2010)'ye göre sınıflandırılması

Stewart ve Oke (2010)'nin yerel iklim zonunu belirlemede kullanılan sınıflar		Sınıf Kodu	Seçilen noktanın			
			Adı	Nokta No	İlçe No **	Sınıf ***
	Yoğun doku, yüksek kat	16	Deniz M., Dokuma M., Teomanpaşa M.	10, 15, 21	2, 3	5
	Yoğun doku, orta yüksek kat	15	Sinan M., Doğu Garajı, Memurevleri M., Konuksever M., Karşıyaka M., Kültür M.,	6, 7, 9, 11, 19, 20	3	5
	Yoğun doku, az kat	14	Kaleiçi	8	3	6
	Seyrek doku, yüksek kat	13	Masa dağı, Varsak Karşıyaka,	13, 24	2	6
	Seyrek doku, orta yüksek	12	Çıplaklı site, Atatürk Cad. Konut, Sakarya Parkı, Döşemealtı Sağlık Döşemealtı Merkez,	38, 39, 40, 41, 16	1, 2	6
	Seyrek doku, az katlı	11	Çıplaklı Tarım1, Menderes M., Varsak M., H. Karakaş M.	33, 26, 23, 22	1, 2	6
	Yaygın doku, az katlı	10	Gaziler Kss, Başköy, Burdur Yolu Konut	25, 34, 42	1, 2	6
	Hafif doku, az katlı	9	Kepez	17	2	6
	Endüstriyel doku, enerji yoğun	8	OSB, Kömürcüler	37, 47	1	3
	Çok seyrek doku	7	Kırcami, Çalkaya, Yamansaz, Çıplaklı Tarım2, Yeşilbayır Orman	4, 30, 35, 36	2, 3	6
	Hafif bitki örtüsü	6	Yeşilbayır Tarla2, Yeşilbayır Tarla3	44, 45	1	2
	Çıplakyüzey, kum/toprak	5	Yeşilbayır Tarla1, Yeşilbayır Tarla4	43, 43	1	2
	Çıplakyüzey, kayalık/beton/taşlık	4	HavaalanıPist, Karain Pist	31, 48	1	4
	Makilik/fundalık	3	Hipodrom, Çıplaklı Tarım1	32, 33	1	1
	Seyrek ağaçlık	2	Karaalioğlu Parkı, FalezPark, Dokuma Fabrikası, Sakarya Parkı, Çamlık, Lara Kumul	33, 5, 15, 16, 27, 29	3, 2	1
	Yoğun ağaçlık	1	Andızlı Mezarlık, Narenciye, Vakıf Zeytinlik, Kent Ormanı,	2, 3, 12, 14	3, 2	1

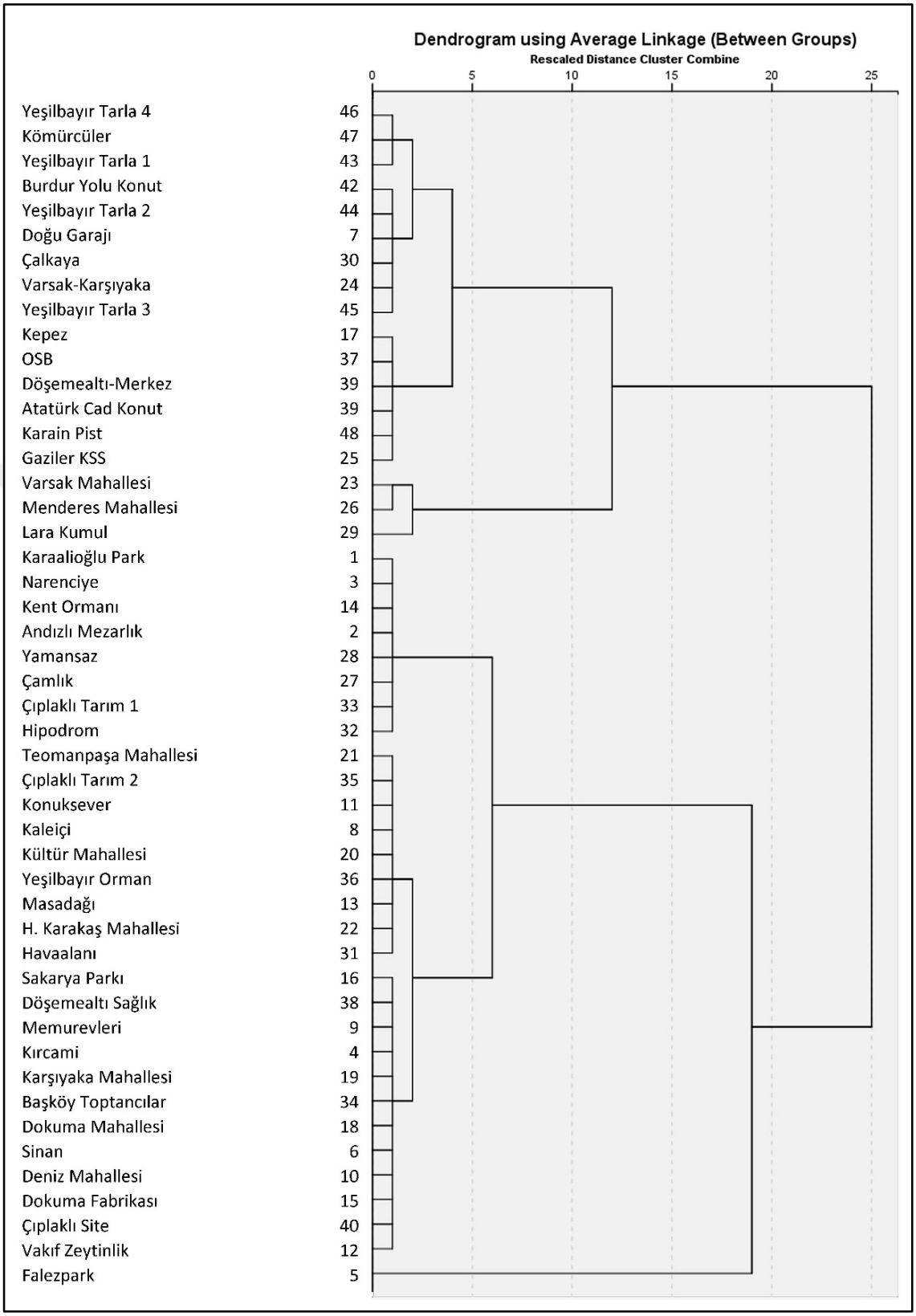
Çizelge 4.7. Seçilen 48 noktanın arazi kullanım durumuna göre yüzey sıcaklığı ve bitki örtüsü ile ilişkisi

No	Nokta adı	CORINE 2. düzey arazi kullanım durumu		Yüzey Sıcaklık C^0	NDVI indis	YİZ bölge	KİZ sınıf
1	Karaalioğlu park	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan	3	25,3	0,5	3	1
2	Andızlı mezarlık	Ormanlar	1	25,3	0,6	3	1
3	Narenciye	Karışık tarımsal alanlar	6	25,3	0,5	3	1
4	Kırcami	Karışık tarımsal alanlar	3	26,2	0,4	3	2
5	Falezpark	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan	3	23,3	0,4	3	1
6	İstasyon Muratpaşa	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,0	0,3	3	5
7	Doğu Garajı	İnşaat alanı	11	30,4	0,1	3	3
8	Kaleiçi	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	8	27,9	0,2	3	6
9	Memurevleri Mah.	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	26,5	0,4	3	5
10	Deniz mah.	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,0	0,3	3	5
11	Konuksever Mah.	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,9	0,3	3	5
12	Vakıf Zeytinliği	Karışık tarımsal alanlar	3	27,3	0,5	2	2
13	Masa Dağı	Şehir yapısı/orta yoğun konut alanı	4	28,2	0,3	2	6
14	Kent Ormanı	Ormanlar	3	25,3	0,4	2	1
15	Dokuma fabrikası	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	3	27,6	0,5	2	1
16	Sakarya Parkı	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	8	26,5	0,3	2	1
17	İstasyon Kepez	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	10	29,0	0,3	2	6
18	Dokuma Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,0	0,2	2	5
19	Karşıyaka Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,0	0,2	2	5
20	Kültür Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,9	0,2	2	5
21	Teomanpaşa Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,9	0,3	2	5
22	H.Karakaş Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	4	28,2	0,4	2	5
23	Varsak Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	32,3	0,1	2	5
24	Varsak-Karşıyaka	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	11	30,4	0,2	2	6
25	Gaziler KSS	Endüstriyel/küçük sanayi	7	29,6	0,2	2	3
26	Menderes Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	32,8	0,2	2	6
27	Çamlık Mah.	Ormanlar	3	25,9	0,5	3	6
28	Yamansaz	Karasal bataklıklar	4	25,1	0,3	3	1
29	Lara Kumulları	Ormanlar	9	33,6	0,3	3	1
30	Çalkaya Bölgesi	Bitki örtüsü az/olmayan açık alanlar	11	30,4	0,0	3	1
31	Antalya Havaalanı	Ulaşım birimleri	12	28,2	0,1	3	3
32	Hipodrom alanı	Karışık tarım alanları	3	25,6	0,5	1	2
33	Çıplaklı_tarım1	Karışık tarım alanları	3	25,9	0,4	1	2
34	Başköy_toptancılar	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	8	27,0	0,2	1	1
35	Çıplaklı_tarım2	Ormanlar	4	27,9	0,3	1	1
36	Yeşilbayır_orman	Ormanlar	4	27,9	0,4	1	1
37	Antalya OSB	Endüstriyel-inşaat alanları	11	29,0	0,1	1	3
38	İstasyon Döşemealtı	Şehir yapısı/az yoğun	8	26,5	0,2	1	6
39	Döşemealtı-Merkez	Şehir yapısı/az yoğun	11	29,3	0,2	1	6
40	Çıplaklı Mah. site	Şehir yapısı/az yoğun	9	27,6	0,2	1	6
41	Atatürk Cad_konut	Şehir yapısı/az yoğun	7	29,3	0,3	1	6
42	Burdur_yolu_konut	Şehir yapısı/az yoğun	9	30,9	0,2	1	6
43	Yeşilbayır_tarla1	Şehir yapısı/az yoğun	9	31,5	0,2	1	6
44	Yeşilbayır_tarla2	İnşaat alanları	11	30,7	0,2	1	3
45	Yeşilbayır_tarla3	Ekilebilir alanlar	4	30,1	0,4	1	2
46	Yeşilbayır_tarla4	Şehir yapısı/az yoğun	9	31,2	0,1	1	6
47	Kömürcüler Mah.	İnşaat alanları	11	31,2	0,1	1	3
48	Karain Havaalanı	Ulaşım birimleri	12	29,3	0,1	1	3

NDVI: Vejetasyon indisi. YİZ: Yerel İklim Zonu. KİZ: Kentsel İklim Zonu. KSS: Küçük Sanayi Sitesi.
OSB: Organize Sanayi Bölgesi.

4.4.1. Kümeleme analizi

Tespit edilen 48 nokta arasındaki ilişkileri daha yakından incelemek amacıyla bulgular hiyerarşik kümeleme yöntemi, tek bağlantı tekniğiyle gruplandırılmaya çalışılmıştır. Bunun için noktalara ilişkin bitki indisi (NDVI) ve yüzey sıcaklık (LST) gözlem değerleri kullanılmıştır. Buna göre; % 15 benzerlikte üç kümenin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Noktaların gruplanışı Şekil 4.13'de, birleşim adımları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.13. 48 gözlem noktasının kümeleme analizi ağaç diyagramı

Çizelge 4.8. Gruplar arası ortalama küme ilişkileri

Adım	Küme birleşimleri		İlişki katsayısı	Kümelerin ilk görünme adımları		Sonraki adım
	Küme 1	Küme 2		Küme 1	Küme 2	
1	YeşilbayırTarla4	Kömürcüler	,000	0	0	29
2	Teomanpaşa	ÇıplaklıTarım2	,000	0	0	4
3	Karşıyaka	Başköy	,000	0	0	6
4	Konuksever	Teomanpaşa	,000	0	2	14
5	Kaleiçi	Kültür	,000	0	0	14
6	Dokuma	Karşıyaka	,000	0	3	12
7	Sinan	Deniz	,000	0	0	12
8	Karaalioğlu	Narenciye	,000	0	0	13
9	DöşemealtıMerkez	AtaturkCad. konut	,010	0	0	19
10	SakaryaParkı	DöşemealtıSağlık	,010	0	0	21
11	Çamlık	ÇıplaklıTarım1	,010	0	0	27
12	Sinan	Dokuma	,010	7	6	37
13	Karaalioğlu	Kent Ormanı	,010	8	0	17
14	Kaleiçi	Konuksever	,010	5	4	18
15	DoğuGarajı	Çalkaya	,010	0	0	20
16	MasaDağı	Hüsnü Karakaş	,010	0	0	24
17	KaraalioğluParkı	AndızlıMezarlık	,020	13	0	25
18	Kaleiçi	YeşilbayırOrman	,022	14	0	31
19	DöşemealtıMerkez	KarainPist	,025	9	0	28
20	DoğuGarajı	VarsakKarşıyaka	,025	15	0	34
21	Memurevleri	SakaryaParkı	,025	0	10	30
22	BurdurYoluKonut	YeşilbayırTarla2	,040	0	0	36
23	Kepez	OSB	,040	0	0	33
24	MasaDağı	Havaalanı	,065	16	0	31
25	Karaalioğlu	Yamansaz	,085	17	0	38
26	DokumaFabrikası	ÇıplaklıSite	,090	0	0	32
27	Çamlık	Hipodrom	,095	11	0	38
28	GazilerKSS	DöşemealtiMerkez	,097	0	19	33
29	YeşilbayırTarla1	YeşilbayırTarla4	,100	0	1	40
30	Kırcami	Memurevleri	,107	0	21	39
31	Kaleiçi	MasaDağı	,111	18	24	42
32	VakıfZeytinlik	DokumaFabrikası	,135	0	26	37
33	Kepez	GazilerKSS	,173	23	28	43
34	DoğuGarajı	YeşilbayırTarla4	,187	20	0	36
35	Varsak	Menderes	,260	0	0	41
36	DoğuGarajı	BurdurYoluKonut	,275	34	22	40
37	Sinan	VakıfZeytinlik	,318	12	32	39
38	Karaalioğlu Park	Çamlık	,331	25	27	44
39	Kırcami	Sinan	,687	30	37	42
40	DoğuGarajı	YeşilbayırTarla1	,771	36	29	43
41	Varsak	LaraKumul	1,190	35	0	45
42	Kırcami	Kaleiçi	1,358	39	31	44
43	DoğuGarajı	Kepez	2,526	40	33	45
44	KaraalioğluPark	Kırcami	4,233	38	42	46
45	DoğuGarajı	Varsak	8,527	43	41	47
46	KaraalioğluPark	FalezPark	13,729	44	0	47
47	KaraalioğluPark	DoğuGarajı	18,117	46	45	0

Gruplar arası küme ilişkilerine bakıldığında 8 ana grubun olduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre birbirine en yakın benzerlik gösteren;

1. Grup: Yeşilbayır_tarla (4), Kömürcüler mahallesi, Teomanpaşa Mahallesi, Yeşilbayır_tarla1'den oluşmaktadır.

2. Grup: Burdur yolu konut, Yeşilbayır_tarla (2), Doğu garajı, Çalkaya, Varsak_Karşıyaka, Yeşilbayır_tarla (3)'den oluşmaktadır. Bu iki küme bir sonraki aşamada birleşmektedir.

3. Grup: Kepez Mahallesi, Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Döşemealtı Merkez, Atatürk Caddesi konut, Karain Havaalanı pisti, Gaziler Küçük Sanayi Sitesi (KSS) ayrı bir küme oluşturmaktadır. Bu küme ise, diğer iki kümenin birleşimiyle daha sonraki aşamada birleşmektedir.

4. Grup: Varsak Mahallesi, Menderes Mahallesi, Lara kumulları ayrı bir küme oluşturmakta; daha sonraki aşamada bu küme ise diğer üç küme ile % 10 benzerlikte birleşmektedir.

5. Grup: Muratpaşa Karaalioğlu Parkı, Muratpaşa Narenciye Fidanlığı, Kepez Kent Ormanı, Muratpaşa Andızlı Mezarlık, Muratpaşa Yamansaz Sazlığı, Muratpaşa Çamlık Mahallesi, Döşemealtı Çıplaklı tarım, Döşemealtı hipodrom ilk kümeyi oluşturmaktadır.

6. Grup: Kepez Teomanpaşa Mahallesi, Döşemealtı Çıplaklı_tarım2, Muratpaşa Konuksever, Muratpaşa Kaleiçi, Kepez Kültür mahallesi, Döşemealtı Yeşilbayır orman, Kepez Masadağı, Kepez Hüsnü Karakaş Mahallesi ve Antalya Havaalanı'ndan oluşmaktadır.

7. Grup: Kepez Sakarya parkı, Döeşemealtı Sağlık ocağı, Muratpaşa Memurevleri Mahallesi, Muratpaşa Kırcami bölgesi, Kepez Karşıyaka Mahallesi, Kepez Başköy Toptancılar Sitesi, Kepez Dokuma mahallesi, Muratpaşa Sinan Mahallesi, Muratpaşa Deniz Mahallesi, Döşemealtı Çıplaklı site, Kepez Dokuma Fabrikası, Kepez Vakıf Zeytinliği ayrı bir kümeyi oluşturmaktadır. Bu küme Muratpaşa Teomanpaşa Caddesi'nin oluşturduğu grup ile birleşmekte; bu iki küme ise, Muratpaşa Karaalioğlu Parkı noktası ile birleşerek ikinci kümeyi oluşturmaktadır.

8. Grup: Muratpaşa Falez parkı ise tek başına üçüncü aşamada bir kümeyi oluşturmaktadır.

Bu bağlamda yerel iklim zonlarını mikro ölçekte incelemek amacıyla birinci % 15 oranında benzerlik gösteren üç kümeyi temsil eden üç farklı yere meteorolojik ölçüm istasyonu kurulmasına karar verilmiştir. Bu meteorolojik ölçüm istasyonları, güvenlik, konum, yükseklik vb. faktörler de değerlendirilerek bir kamu kurumu olan Döşemealtı Sağlık Ocağı, Kepez mahallesi muhtarlığı ve Muratpaşa Sinan mahallesi'nde bir konut balkonuna 1 yıl boyunca ölçüm almak üzere 2012 yılının Şubat ayında kurulmuşlardır.

4.4.2. Yüzey sıcaklık değerlerinin yüzey örtüsü katmanına göre analizi

Seçilen 48 nokta için yüzey sıcaklığı değerlerine göre yapılan sorgulamanın açıklayıcı istatistikleri Çizelge 4.9'da, yüzey tiplerine göre Anova sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir. Analiz sonuçları yüzey sıcaklığı değerleri arasında yüzey tipi bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir, F(2-45)=6,049, P<0,01. Başka bir değişle sıcaklık değerleri yüzeydeki alan kullanım tipine bağlı olarak anlamlı şekilde değişmektedir. Yani bazı yüzey tipleri daha sıcak iken diğerleri anlamlı olarak daha az sıcaktır. Yüzey tipleri arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Şehir yapısı yoğun konut alanı ($\bar{x}$ =29,02) yüzey tipinin Orman ve Yeşil alan kaplı yüzeylere ($\bar{x}$ =27,01) ve Karışık tarımsal alanlara ($\bar{x}$ =26,73)'e göre daha çok sıcak olduğu belirlenmiştir.

Bu analiz sonucunda Tukey sınıflandırmasına göre iki ana grup oluşmuştur. Şehir yapısı "yoğun konut alanı" en çok sıcak olan grup olurken, "Orman ve Yeşil alanlar" hem en çok sıcak, hem de en az sıcak grupta yer almıştır. "Karışık tarımsal alanlar" ise en az sıcak olan grubu temsil etmektedir (Çizelge 4.9, Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. Arazi kullanım sınıfına göre ortalama sıcaklıkların faktörlere göre değişimi One-wayAnova sonuçları

Değişken	Faktör	N	Ortalama	s	sd	F	P
Yüzey Sıcaklığı	Karışık Tarımsal Alanlar	6	26,733333[b]	1,79	2-45	6,049	0,005
	Orman ve Yeşil Alan	13	27,007692[ab]	2,65			
	Şehir yapısı yoğun konut alanı	29	29,024138[a]	1,79			

[a ab b]Tukey'e göre oluşan gruplar a en çok beğeniyi temsil eder

Çizelge 4.10. Arazi kullanım gruplarının faktörlere göre One-wayAnova sonucu

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Gruplararası	51,081	2	25,540	6,049	0,05
Gruplariçi	190,016	45	4,223		
Toplam	241,097	47			

Buna göre kentsel alanlarla tarımsal ve diğer yeşil alanlar arasında 2.3 ^{o}C'lik anlamlı sıcaklık farkı vardır.

Kentsel alanların pürüzlülük, kentsel kanyon, GGF vb.değerlerine göre daha önceki analizde alınan gözlem noktaları, kentsel alan sınıfında altı ana sınıfa bölünmüş ve analiz tekrarlanmıştır. Buna göre yüzey sıcaklıklarının yüzey örtüsü değerlerine göre açıklayıcı istatistikleri Çizelge 4.11'de, arazi örtüsüne göre Anova sonuçları Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Analiz sonuçları, kentsel alanlar arasında da arazi örtüsü/kullanımına göre anlamlı bir farkın olduğunu göstermektedir (F(5-42)=2,878, P≤0,05). Başka bir deyişle yüzey sıcaklıkları, kentsel alan alt alanlara bölündüğünde de anlamı bir şekilde değişmektedir. Bazı kentsel alanlar, başka özellikteki kentsel alanlara göre anlamlı bir

şekilde daha sıcak yansıma göstermektedir (Çizelge 4.11). Yapılan Duncan testine göre 3 nolu grup olan kentsel endüstriyel ve küçük sanayi alanları, ($\bar{x}$ =30,00), tek başına en sıcak grubu oluştururken yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar, kentsel yeşil alanlar ise en düşük sıcaklığa sahip grubu oluşturmaktadır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Arazi örtüsü/kullanımı ve yüzey sıcaklığı ilişkisi ANOVAsonuçları

Yüzey Sıcaklık C					
Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar Arası	65,644	5	13,129	2,878	,025
Grup içi	191,606	42	4,562		
Toplam	257,250	47			

Çizelge 4.12. Arazi örtüsü/kullanımı ve yüzey sıcaklığı ilişkisi

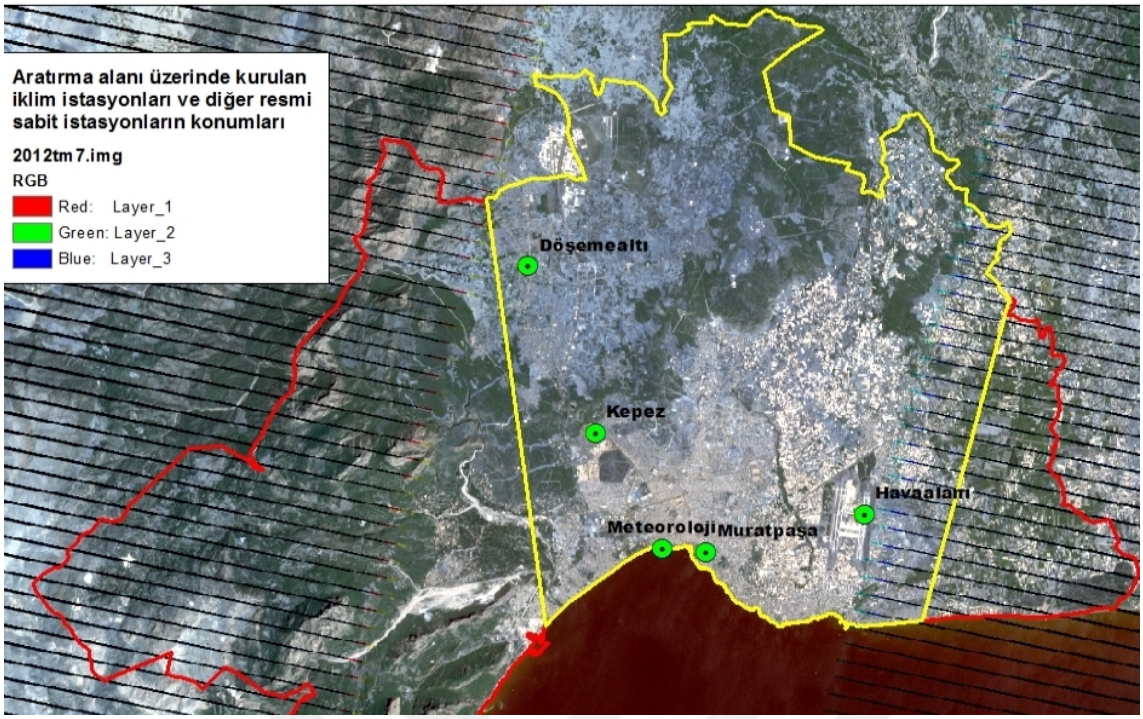
Değişken	Kentsel iklim zonu (KİZ) sınıfları	N	Mean	s	Df	F değeri	P
Yüzey Sıcaklığı	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan[b]	13	26,46	2,602	5-42	2,878	0,025
	Karışık tarımsal alanlar[ab]	9	29,00	2,398			
	Endüstriyel/küçük sanayi[a]	3	30,00	1,000			
	Ulaşım birimleri[ab]	2	28,50	,707			
	Şehir yapısı/yoğun konut alanı[ab]	8	27,63	1,188			
	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı[ab]	13	29,00	2,082			

4.5. İklimsel Ölçümler

Uydu görüntüleri üzerinden yüzey sıcaklığı ölçümleri ile kentsel ısı adası görünümündeki yerler tespit edilip, bu etkilere neden olan faktörlerin araştırılması amacı ile arazi örtüsü/arazi kullanımı değişim analizleri de yapıldıktan sonra, yüzey sıcaklıkları, rakım, kentsel yapı, kentsel örtü, kentsel doku ve kentsel metabolizma bağlamında ayrışan 3 farklı bölgede kurulan iklim istasyonları ile bir yıl boyunca iklim ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerin üç farklı yerden alınmasının amacı; ısı adası etkilerinin iklimsel konfor boyutunda üç farklı konum, kentsel çevre ve fiziksel özellik gösteren yerlerde hava sıcaklığının nasıl değiştiğinin karşılaştırılabilinmesi, dolayısı ile kentsel iklim zonlarının tespit edilmesidir. Bu istasyonlar, Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde konum, yükseklik, kentsel çevre, bitkisel varlık gibi kriterlere göre kümeleme analizinden çıkan sonuçlara göre belirlenen yerlere kurulmuştur (Şekil 4.14).

Araştırma kapsamında kurulan sabit istasyon verilerine ek olarak Antalya kent merkezinde kurulu Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve Antalya Hava Meydanları istasyonlarının iklim ölçümleri dekontrol amacıyla kullanılmak üzere temin edilmiştir.

İklim ölçümleri yapılan istasyonların konum, yükselti, bakı gibi özellikleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.14. Araştırma alan sınırları içinde iklim istasyonları konumları

Çizelge 4.13. İklim ölçümleri yapılan istasyon kurulan bölgelerin özellikleri

İstasyon	Adres	Konum	Yön	Yükseklik	Görüntü
1- Döşemealtı (kırsal)	Döşemealtı Kaymakamlığı Sağlık Grup Başkanlığı 2. Kat balkonu	37°1'34.51"K 30°36'0.46"E	Güney	303 m	
2-Kepez (Yarı kırsal-banliyö)	Kepez Mahalle Muhtarlığı Çatısı	36°56'16.32"K 30°38'34.92"E	Güney	126 m	
3-Muratpaşa (Kentsel)	Sinan mah. 1280 Sk. No:6 1. Kat balkonu	36°52'55.50"K 30°42'46.51"E	Batı	41 m	

4.5.1. Sabit İstasyon Ölçüm Değerleri

Bir yıl boyunca farklı yerlerde, aynı anda, aynı saat ve dakikada kaydedilen ölçüm değerleri, sıklık analizi (frekans analizi), çoklu ANOVA (MANOVA) yöntemleriyle değerlendirilmiş ve bölgesel ölçekte iklimsel farklılıklar istatistiksel olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu sayede istasyonların kurulduğu yerlerdeki çevresel farklılıkların iklimle ilişkisi incelenerek, iklimin yerleşim dokusuna ve yerleşim dokusunun iklime etkisi saptanmaya çalışılmıştır.

Araştırma için kurulan kablosuz hava istasyonlarında ölçülen değerlerden öncelikli olarak aşağıdakilerele alınmıştır:

- **TempOut:** Dış ortamda ölçülen sıcaklık değeri (ºC)
- **HiTemp:** Dış ortamda ölçülen en yüksek sıcaklık değeri (ºC)
- **LowTemp:** Dış ortamda ölçülen en düşük sıcaklık değeri (ºC)
- **OutHum:** Dış ortamda ölçülen nem oranı (%)
- **WindSpeed:** Rüzgar hızı(Km/sa)
- **Windchill:** Rüzgar serinliği (ºC): Rüzgâr hızının sıcaklık algımızı nasıl etkilediği ile ilgilidir. İnsan vücudu, derisinden ısı transfer ederek çevresindeki hava moleküllerini ısıtır. Eğer hiç hava hareketi olmasaydı, bu vücudu saran sıcak hava molekülleri vücudumuzun yakınında kalırdı ve daha soğuk hava molekülleri ile korunmaya ihtiyaç duyardı. Rüzgâr, sıcak hava tabakasını dağıtarak hava sıcaklığının daha serin "hissedilmesine" sebep olur. Rüzgâr ne kadar hızlı eserse, sıcak hava o kadar çabuk dağılır. 34.0 ºC'nin üstünde rüzgâr hareketinin görünür sıcaklıkta herhangi bir etkisi yoktur.
- **SolarRad:** Güneş ışınımı (watt/m^2): Herhangi bir zamanda, radyasyon sensörüne düşen güneş ışınım miktarıdır. Global güneş ışınımı, yatay bir yüzeye erişen güneş ışınım yoğunluğu ölçüsüdür. Bu yansıma hem doğrudan güneş bileşenlerini hem de gökyüzünün kalan kısmından yansıyan bileşenleri içerir.
- **HeatIndex:** Sıcaklık indisi (ºC): Sıcaklık ve bağıl nem değerlerini birlikte kullanarak, hava sıcaklığının aslında nasıl hissedildiğini saptamaya yarar. Nem düşük iken, terleme ve terin buharlaşmasıyla vücut sıcaklığı hızla soğumaya alındığından, görünen sıcaklık hava sıcaklığından daha düşük olacaktır. Buna rağmen havanın su buharına doyması sonucu havadaki nem yüksek iken, görünen sıcaklık gerçek hava sıcaklığından daha yüksek hissedilir, çünkü terleme daha yavaş gerçekleşmektedir.

4.5.1.1. Döşemealtı istasyonu iklim ölçümleri

Döşemealtı kablosuz hava istasyonundan alınan iklim ölçümlerine göre, aylık ve yıllık ortalamalar hesaplanmış, Çizelge 4.14'de gösterilmiştir. Buna göre, yıllık ortalama

sıcaklık 19,90 ºC; ortalama düşük sıcaklık 19,62 ºC, yıllık ortalama hissedilen sıcaklık (heatindex) ise 19,77 ºC'dir.

Döşemealtı kablosuz hava istasyonundan alınan iklim ölçümlerine göre, en sıcak ay yıl içinde ortalama en yüksek sıcaklığın (31,96 ºC) görüldüğü Temmuz ayı, en soğuk ay ise yıl içinde ortalama en düşük sıcaklığın görüldüğü (9,77 ºC) Ocak ayıdır. Nemin en yoğun hissedildiği ay, ortalama % 73.21 oranı ile Şubat ayıdır. En hızlı esen rüzgâr, ortalama 1.15 km/sa ile Mayıs ayında görülmektedir.

Sıcaklık indisi (HeatIndex), yani sıcaklığın en çok hissedildiği ay Temmuz ayı olarak gözlemlenmektedir. Sıcaklığın bağıl neme bağlı olarak en yoğun hissedildiği, yani ısı indisinin maksimum 32,31 ºC olduğu Temmuz ayında aslında maksimum sıcaklık 31,96 ºC'dir. Temmuz ayında görülen % 40 oranındaki nem, aradaki ısı indisinin ve sıcaklık arasında (+) 0,35 ºC farka neden olmaktadır. Buna göre, nem oranının en yüksek (% 73.21) olduğu Şubat ayında ise; ısı indisi ve maksimum sıcaklık arasındaki fark, (-) 0,59 ºC'dir. Yüksek nem oranı, kış aylarında daha soğuk hissedilmesine neden olmaktadır.

Aylık rüzgâr hızı ortalamasının en fazla olduğu Mayıs ayında ise, maksimum sıcaklık ortalaması 20,36 ºC iken; rüzgâr serinliği (windchill) ortalaması ise 20,19 ºC'dir. Mayıs ayında maksimum sıcaklığın en yüksek görüldüğü tarih olan 8 Mayıs 2012'de saat 14:15'te sıcaklık 32,90 ºC iken, rüzgar hızı 0,00 km/sa, rüzgar serinliği (windchill) 32,40 ºC, ısı indisi ise 30,40 ºC'yi gösterirken, nem oranı da % 19'dur. Aynı tarihte 15 dakika sonra saat 14:30'da nem oranı % 27'ye yükselmiştir. Bu da 32,20 ºC olan sıcaklıkta, ısı indisini, 30,40 ºC'den 31,10 ºC'ye yükseltmiştir. Bu saatte rüzgâr hızı 3 km/sa hızla esmiştir. Bu da rüzgâr serinliği etkisiyle sıcaklığı 32,40 ºC'den 32,20 ºC'ye düşürmüştür. Buna göre 15 dakika içinde gerçekleşen % 9'luk nem artışı hissedilir sıcaklığın (ısı indisinin) 0,70 ºC artmasına neden olmuştur. Rüzgârın 3 km/sa hızıyla esmeye başlaması ise ancak 0,20 ºC'lik bir hissedilir rüzgârserinliği etkisine neden olabilmiştir.

Günlük rüzgâr hızı ortalamasının en yüksek olduğu Mayıs ayında günlük sıcaklığın en yüksek olduğu saatte rüzgâr etkisinin (windchill), sıcaklığı fazla değiştirmediği, ancak nem artışının hissedilir sıcaklığa (heatindex) etkisinin daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. En yüksek rüzgar hızı (8 km/sa) 16 Mayıs tarihinde saat 16:15'te ölçülmüştür. Mayıs ayında hakim rüzgar yönü Güneydoğu'dur. Rüzgâr hızı açısından 12 ayın ortalaması 0,67 km/sa olan Döşemealtı'nda rüzgâr etkisinin fazla olmadığı görülmektedir. Bu da kentsel ısı adası etkisi oluşturan faktörlerden biridir.

Çizelge 4.14. Döşemealtı kablosuz hava istasyonundan alınan ortalama iklim değerleri

Döşemealtı	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12	Oca.13	Şub.13	**Yıl_ort**
TempOut °C	12,72	16,37	20,19	27,85	31,60	31,31	26,96	21,88	16,75	11,60	9,98	11,50	**19,90**
HiTemp °C	12,89	16,53	20,36	28,22	31,96	31,64	27,33	22,19	17,03	11,84	10,21	11,76	**20,17**
LowTemp °C	12,55	16,20	20,03	27,50	31,25	30,93	26,58	21,57	16,47	11,36	9,77	11,24	**19,62**
OutHum %	54,49	66,80	67,95	50,16	40,64	37,59	48,04	64,21	67,01	72,96	72,85	73,21	**59,66**
WindSpd km/sa	0,42	1,02	1,15	0,99	0,88	0,86	0,79	0,29	0,20	0,17	0,51	0,66	**0,67**
HeatIndex °C	11,87	15,98	20,18	28,24	32,31	31,31	26,80	21,86	16,44	11,28	9,72	11,17	**19,77**
Windchill °C	12,72	16,36	20,19	27,85	31,60	31,31	26,95	21,88	16,75	11,60	9,98	11,50	**19,90**
SolarRad watt/m^2	207,03	214,88	230,46	305,26	295,37	263,76	217,18	140,92	108,94	25,85	84,29	118,97	**184,41**

Yüzeye düşen güneş radyasyonu ise aylık ortalama 305,26 watt/m^2 ile Haziran ayında en yüksek değerdedir. Aralık ayında en düşük ortalama güneş radyasyon yüzeye düşmüştür (25,85 watt/m^2).Yıllık ortalama güneş radyasyonu 184,41 watt/m^2'dir.

4.5.1.2. Kepez istasyonu iklim ölçümleri

Kepez kablosuz hava istasyonundan alınan iklim ölçümlerine göre, aylık ve yıllık ortalamalar hesaplanmış, Çizelge 4.15'de gösterilmiştir. Buna göre, Kepez istasyonunda ölçülen değerlere göre yıllık ortalama sıcaklık 20,34 ^{o}C; ortalama düşük sıcaklık 20,10 ^{o}C, yıllık ortalama hissedilen sıcaklık (heatindex) ise 20,41 ^{o}C'dir.

En sıcak ay, yıl içinde en yüksek sıcaklığın (31,78 ^{o}C) görüldüğü Ağustos ayı, en soğuk ay ise yıl içinde en düşük sıcaklığın görüldüğü (10,92 ^{o}C) Ocak ayıdır. Nemin en yoğun hissedildiği ay, %70,53 oranı ile Mayıs ayıdır. En az nem ölçülen ay ise % 40,12 ile Ağustos ayıdır. En hızlı esen rüzgâr, 6,41 km/sa ile Mart ayında görülmektedir. Rüzgâr, yılda ortalama 4,53 km/sa hızında esmiştir. Mart ayı hakim rüzgar yönü Kuzey'dir.

Çizelge 4.15. Kepez kablosuz hava istasyonundan alınan aylık ortalama iklim değerleri

Kepez	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12	Oca.13	Şub.13	**Yıl_ort**
TempOut °C	13,52	16,82	20,49	27,24	31,41	31,49	27,08	21,97	17,64	12,65	11,12	12,57	**20,34**
HiTemp °C	13,67	16,95	20,65	27,57	31,73	31,78	27,37	22,24	17,88	12,86	11,34	12,81	**20,57**
LowTemp °C	13,37	16,66	20,34	26,91	31,10	31,20	26,79	21,71	17,40	12,44	10,92	12,32	**20,10**
OutHum %	54,97	67,88	70,53	59,92	44,45	40,12	51,85	66,83	65,58	70,36	69,73	70,37	**61,05**
WindSpd km/sa	6,41	4,88	5,16	4,83	5,44	5,69	4,80	1,94	3,96	3,97	2,21	4,97	**4,53**
HeatIndex °C	12,68	16,47	20,68	28,18	32,79	31,93	27,43	22,15	17,36	12,27	10,79	12,17	**20,41**
Windchill °C	13,16	16,75	20,46	27,24	31,41	31,49	27,08	21,97	17,61	12,46	10,64	12,32	**20,22**
SolarRad watt/m^2	203,89	225,22	239,98	309,89	297,74	255,69	208,46	148,94	107,76	78,01	87,99	127,83	**190,96**

Aylık ortalama en yüksek sıcaklığın görüldüğüAğustos'ta ortalama nem, tüm yıl içinde en düşük görülen nem oranıdır. Ancak rüzgâr hızı, yıllık ortalamanın üzerindedir (5,69 km/sa). Bu ayda rüzgâr ve nemin etkisi, hissedilir sıcaklığı gerçekleşen sıcaklıktan çok fazla değiştirmemiştir. Rüzgâr serinliği etkisi ortalama sıcaklık değeri ile aynıdır. %

40,12 orandaki nemin etkisi ise, ortalama sıcaklığı 0,44 ºC yükseltmiştir. Kepez istasyonunda da rüzgârın hava sıcaklığını daha serin hissettirmede fazla bir etkisi görülmemektedir.

Yüzeye düşen güneş radyasyonu ortalaması 190,96 watt/m^2'dir. En fazla güneşlenme 309,89 watt/m^2 ile Haziran ayında ölçülmüştür. En az güneş ışınım miktarı ise 78,01 watt/m^2 ile Aralık ayında ölçülmüştür.

4.5.1.3. Muratpaşa istasyonu iklim ölçümleri

Muratpaşa kablosuz hava istasyonundan alınan iklim ölçümlerine göre, aylık ve yıllık ortalamalar hesaplanmış, Çizelge 4.16'de gösterilmiştir. Buna göre, Muratpaşa istasyonunda ölçülen değerlere göre yıllık ortalama sıcaklık 20,96 ºC; ortalama düşük sıcaklık 20,78 ºC, yıllık ortalama hissedilen sıcaklık (heatindex) ise 21,46 ºC'dir.

Muratpaşa kablosuz hava istasyonundan alınan iklim ölçümlerine göre, sıcak ay yıl içinde en yüksek sıcaklığın (32,10 ºC) görüldüğü Ağustos ayı, en soğuk ay ise yıl içinde en düşük sıcaklığın görüldüğü (11,77 ºC) Ocak ayıdır. Nemin en yoğun hissedildiği ay, % 71,95 oranı ile Mayıs ayıdır. En hızlı esen rüzgâr, 5,03 km/sa ile Ocak ayında görülmektedir.

Ortalama sıcaklığı en fazla olan ay olan Ağustos ayında nem oranı % 44,87'dir ve bu oran sıcaklığın 33,50 ºC hissedilmesine neden olmuştur. Yani hissedilir sıcaklık, ölçülen sıcaklıktan 1,63 ºC fazladır. Aynı ayın ortalama rüzgâr hızı, 2,36 km/sa olarak yıllık ortalama hızın üzerinde görülmektedir. Bu da sıcaklığın daha serin hissedilmesini sağlayamamıştır. En rüzgârlı günlere sahip ay olan Ocak ayında hakim rüzgâr yönü Doğu-Kuzeydoğu'dur.

Çizelge 4.16. Murat paşa kablosuz hava istasyonundan alınan iklim değerleri

Muratpaşa	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12	Oca.13	Şub.13	**Yıl_ort**
TempOut °C	13,65	17,61	21,37	27,63	31,43	31,87	27,61	22,73	18,39	13,25	11,93	13,93	**20,96**
HiTemp °C	13,76	17,73	21,49	27,90	31,68	32,10	27,83	22,93	18,55	13,40	12,10	14,09	**21,13**
LowTemp °C	13,54	17,50	21,25	27,37	31,17	31,65	27,41	22,54	18,23	13,10	11,77	13,76	**20,78**
OutHum %	55,10	69,66	70,91	61,91	53,28	44,87	57,76	66,59	65,16	70,99	69,32	71,95	**63,13**
WindSpd km/sa	2,50	2,03	2,01	2,21	2,42	2,36	1,59	0,65	1,35	1,33	5,03	2,14	**2,14**
HeatIndex °C	12,84	17,44	21,76	29,31	34,60	33,50	28,79	23,11	18,15	12,87	11,57	13,59	**21,46**
Windchill °C	13,58	17,61	21,37	27,63	31,43	31,87	27,61	22,73	18,39	13,24	11,84	13,92	**20,94**
SolarRad watt/m^2	95,35	138,83	158,53	208,60	184,19	147,36	110,74	60,94	36,172	19,09	30,66	44,38	**102,91**

4.5.2. İstasyonlar arasındaki ölçüm değerlerinin istatiksel analizi

Yapılan ölçümlerden sıcaklık (TempOut), yüksek sıcaklık (HiTemp), düşük sıcaklık (LowTemp), dış ortam nemi (OutHum), rüzgâr hızı (WindSpd), sıcaklık indisi (HeatIndex), rüzgâr serinliği (WindChill) ve güneş ışınımı (SolarRad) değerleri aylar bazında ölçülmüş ve istasyonlardan alınan değerler arasındaki farklılaşma Anova analizi ile ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar ekler bölümünde yer almaktadır.

4.5.3. Aylara göre istasyonlar arasındaki ölçüm değerleri

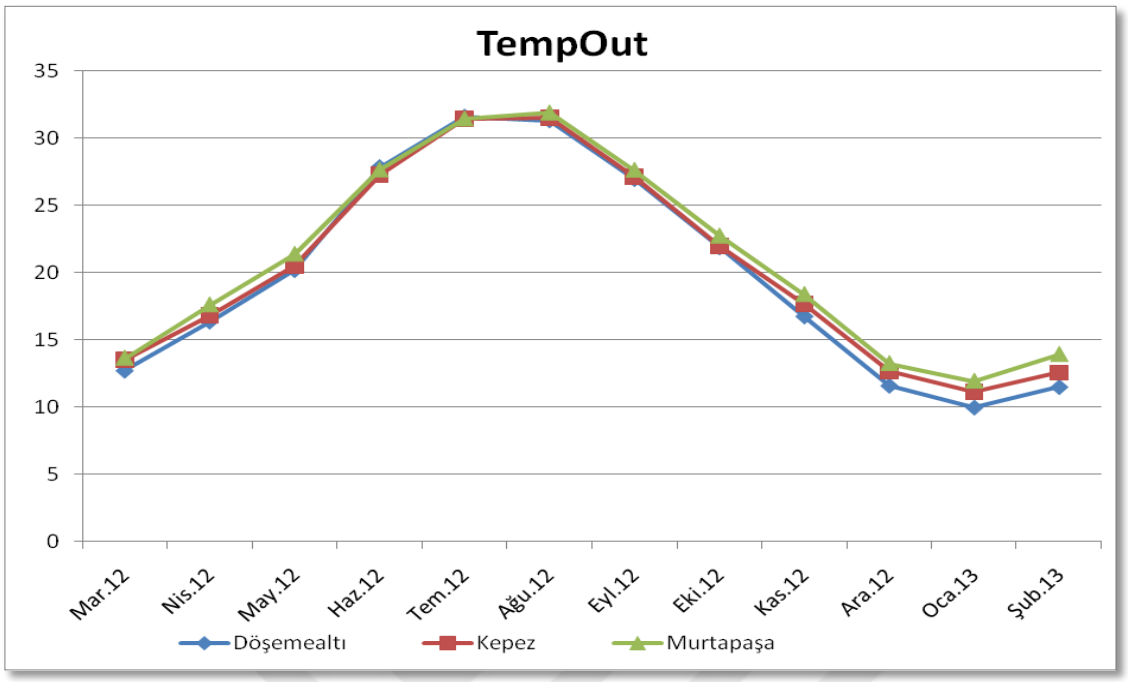
Üç istasyonda ölçülen dış ortam sıcaklık (TempOut) ortalamalarının aylara göre dağılımı Şekil 4.20'de verilmiştir. Buna göre yaz aylarında üç istasyonda ölçülen sıcaklık günlük ortalama değerleri yaklaşık aynı iken, kış aylarında değişkenlik göstermekte; Muratpaşa istasyonu kış aylarının en soğuk ayı olan Ocak ayında diğer istasyonlara göre en yüksek değeri (11,93 ºC) göstermektedir. Sadece hava sıcaklığı olarak bakıldığında, iklimsel konfor ve enerji etkinlik açısından kış aylarında en uygun bölge olurken yaz aylarının en sıcak ayı olan Ağustos ayında da en yüksek değer (31,87 ºC) ile en uygun olmayan bölgedir. Döşemealtı ilçesi Ağustos ayında 31,31 ºC iken, Ocak ayında 9,98 ºC ile en serin yer olarak görünmektedir (Döşemealtı bölgesinde en yüksek sıcaklıklar Temmuz ayı'nda ölçülmüştür). Kepez ilçesi ise, Ağustos ayında 31,49 ºC ve Ocak ayında 11,12 ºC ile diğer iki istasyon arasında kalmaktadır. Bu sonuçlara göre, olarak da anlamlı görülen kentsel iklim zonları, yalnızca sıcaklık değerlerine bakıldığında da üç farklı istasyonun üç farklı sıcaklık bölgesini temsil ettiği görülmektedir.

Yüksek sıcaklık (HiTemp) ve düşük sıcaklık (LowTemp) değerlerine bakıldığında da aynı durum gözlenmektedir (Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17).

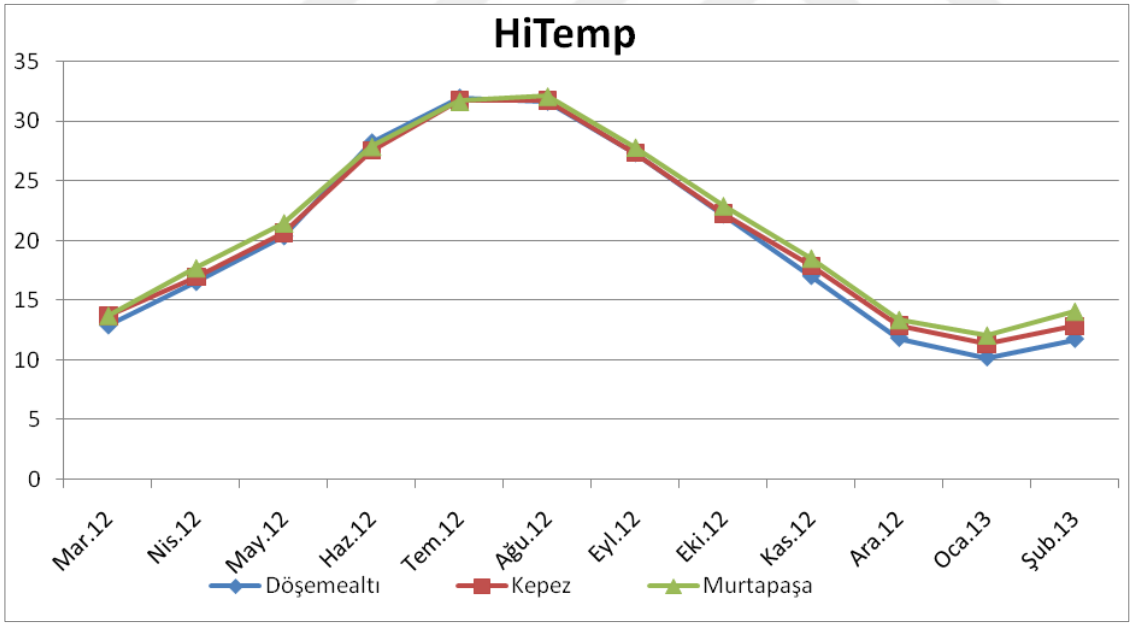
İklimsel ölçümler dış ortam nemi (OutHum) açısından incelendiğinde; yıllık ortalama sıcaklığı en yüksek olan Ağustos ayında nem değerlerinin en düşük, yıllık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu Ocak ayı'nda en yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.18).

Dış ortam nem (OutHum) değerlerinin istasyonlara göre dağılımına bakıldığında; Ağustos ayında Muratpaşa bölgesi % 45 ile en yüksek, Döşemealtı bölgesi % 38 ile en düşük; Ocak ayında Döşemealtı bölgesi % 73 ile en yüksek, Kepez ve Muratpaşa % 69 ile en düşük nem oranlarını göstermektedir.

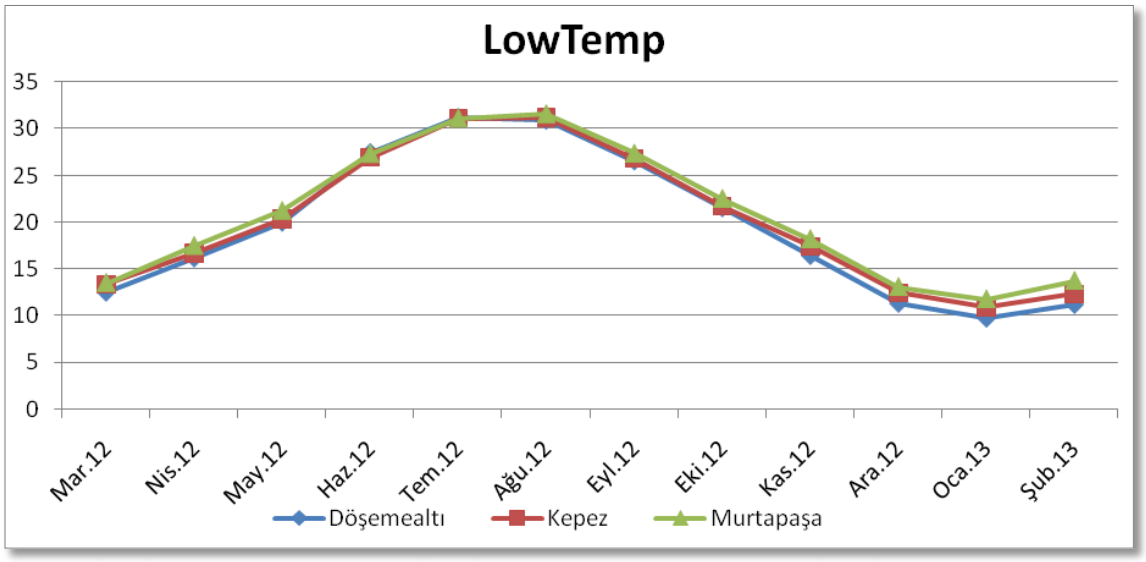
İklimsel ölçümler rüzgâr hızı (WinSpeed) değerleri açısından incelendiğinde; yıllık ortalama sıcaklığı en yüksek olan Ağustos ayı'nda rüzgâr hızının Kepez bölgesi'nde en hızlı (5,8 km/sa); Muratpaşa bölgesi'nde 2,4 km/sa; Döşemealtı bölgesinde ise 0,9 km/sa ile en düşük olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu Ocak ayında ise rüzgâr hızı (WinSpeed) değerlerinin Muratpaşa bölgesi'nde en hızlı (5,1 km/sa), Kepez bölgesinde 2,2 km/sa, Döşemealtı bölgesinde ise en düşük (0,6 km/sa) olduğu görülmüştür (Şekil 4.19).



Şekil 4.15. Üç istasyonda ölçülen dış ortam sıcaklık (TempOut) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (°C)



Şekil 4.16. Üç istasyonda ölçülen dış ortam yüksek sıcaklık (HiTemp) aylıkortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (°C)

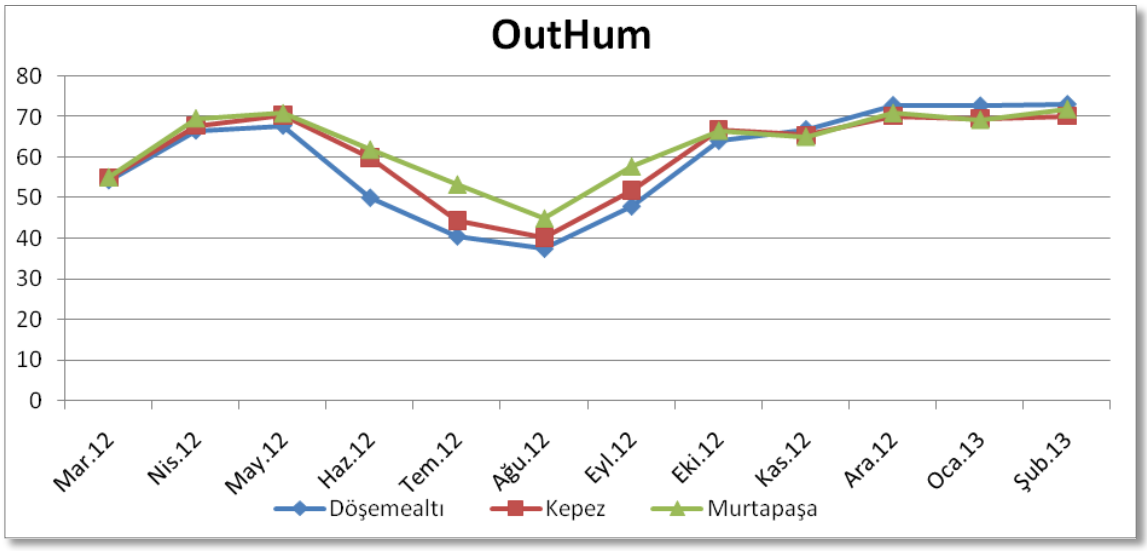


Şekil 4.17. Üç istasyonda ölçülen dış ortam düşük sıcaklık aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (°C)

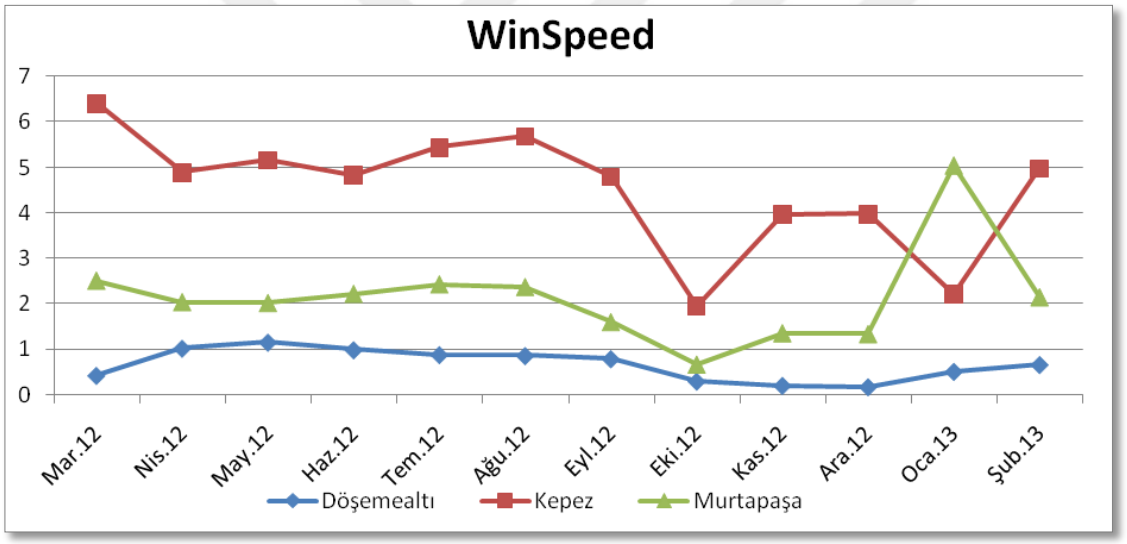
İklimsel ölçümler sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri açısından incelendiğinde; hissedilen sıcaklığın Temmuz ayında en yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum sıcaklık indisi ortam nemi ile ilişkili olduğundan Temmuz ayında nem oranın daha yüksek olduğunu göstermektedir. Temmuz ve Ağustos her iki ayda da istasyonlar arasında, Muratpaşa bölgesi en yüksek, Kepez bölgesi ikinci yüksek ve Döşemealtı bölgesi en düşük sıcaklık değerlerini göstermektedir (Şekil 4.20).

İklimsel ölçümler rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri açısından incelendiğinde (Şekil 4.21), Ağustos ayının her üç istasyonda en sıcak ay olduğunu göstermektedir. Rüzgâr serinliği, rüzgâr etkisinin hava sıcaklığını düşürmesi anlamına gelmektedir. Ancak Ağustos ayında rüzgâr hızının Kepez ve Muratpaşa'da fazla olduğu, nem oranının düşük olduğu halde, sıcaklık indisinin hava sıcaklığından daha yüksek olması, rüzgâr etkisinin Ağustos ayında hissedilir sıcaklığı etkilemeyecek kadar az olduğunu veya başka antropojenik etmenler nedeniyle yetersiz kaldığını göstermektedir. Özelikle Kepez bölgesinde rüzgâr hızına rağmen hissedilir sıcaklığın yüksek kalmasının sebebinin antropojenik nedenlere bağlı olduğu söylenebilir.

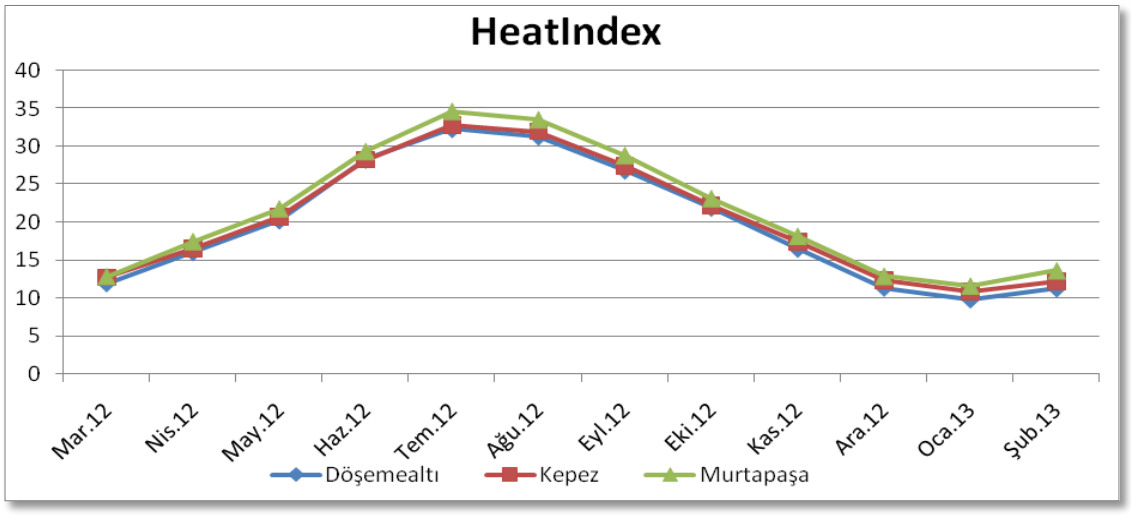
İklimsel ölçümler yüzeye düşen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri açısından incelendiğinde; gün uzunluğu nedeniyle, yüzeye en fazla güneş ışınımı düşen ay Haziran olarak görülmektedir (Şekil 4.22).Yüzeye en az güneş ışınımı düşen ay da Aralık ayıdır.



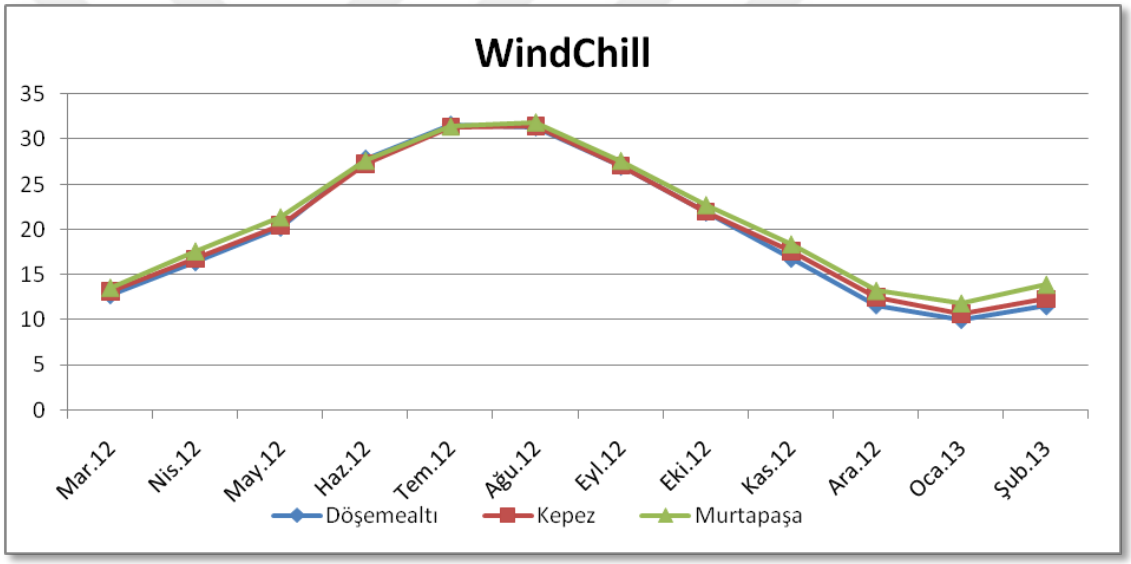
Şekil 4.18. Üç istasyonda ölçülen dış ortam nemi (OutHum) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (%)



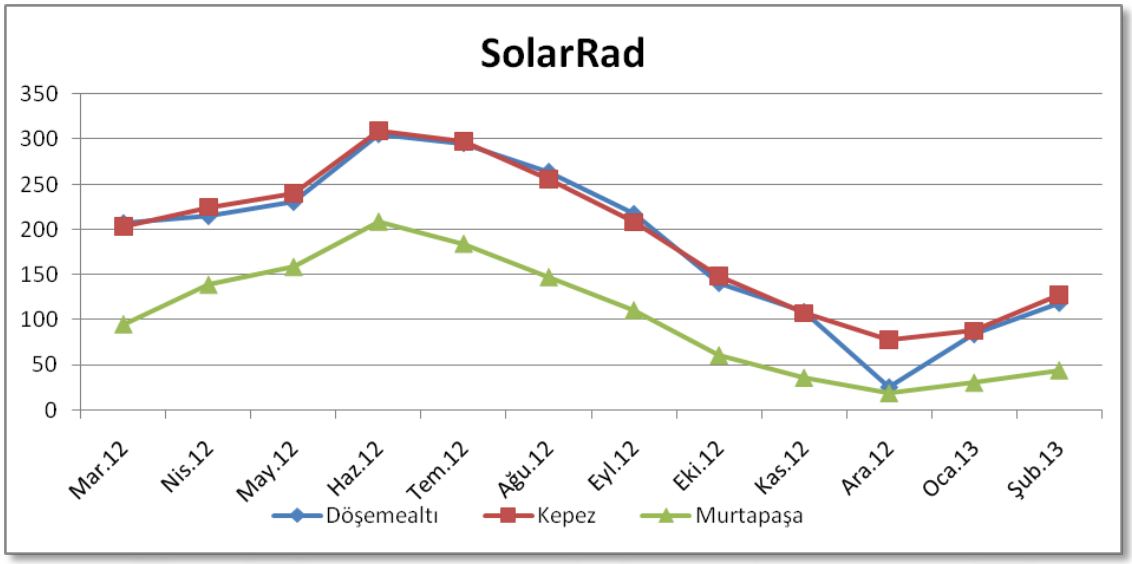
Şekil 4.19. Üç istasyonda ölçülen rüzgâr hızı (WinSpeed)aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (km/sa)



Şekil 4.20. Üç istasyonda ölçülen hissedilen sıcaklık indisi (HeatIndex) aylık ortalamalarının aylara göre dağılımı (°C)



Şekil 4.21. Üç istasyonda ölçülen hissedilen rüzgâr serinliği (WindChill) aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (°C)



Şekil 4.22. Üç istasyonda ölçülen hissedilen güneş ışınımı (SolarRad)aylık ortalama değerlerinin aylara göre dağılımı (watt/m^2)

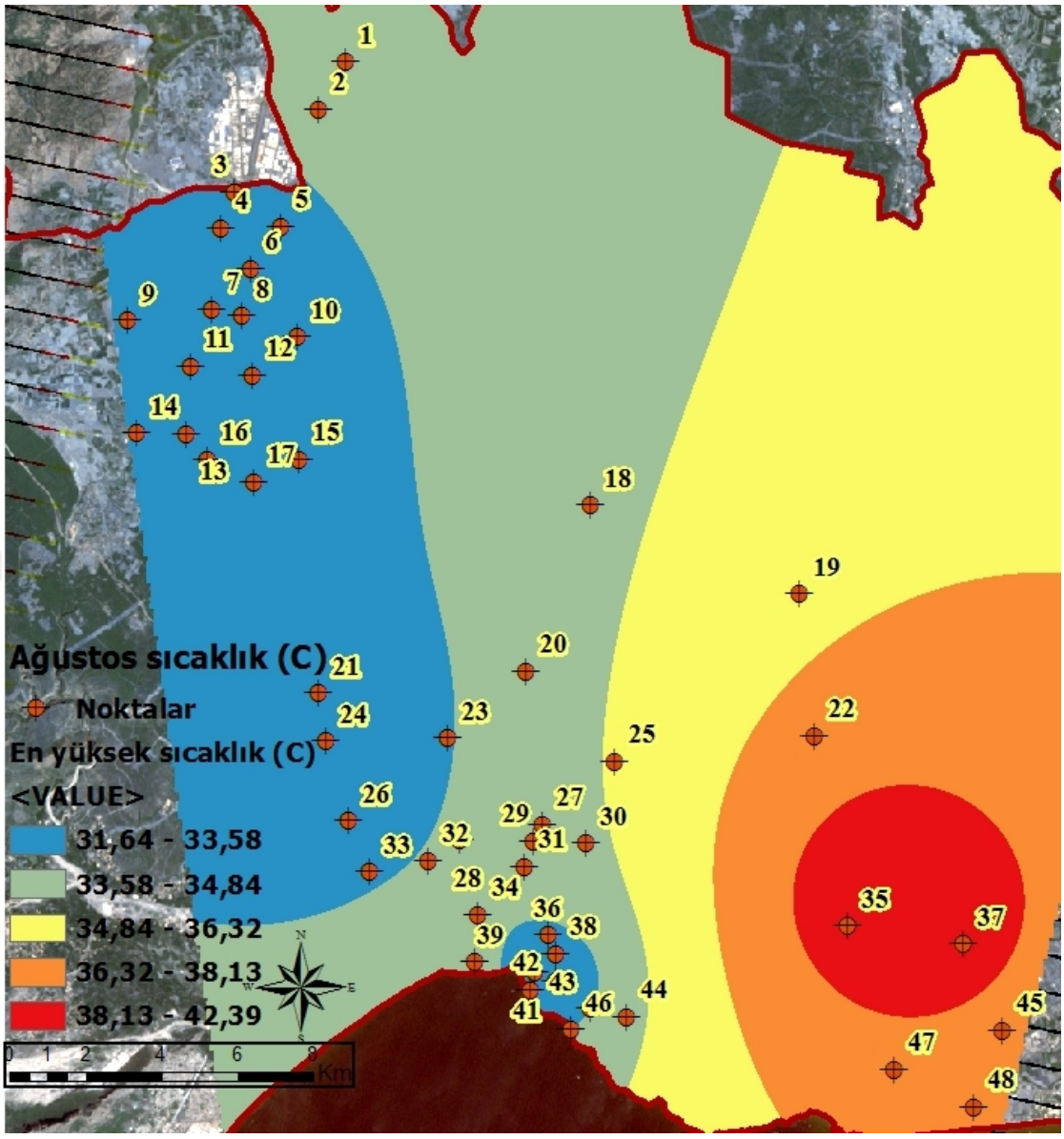
4.6. Kentsel Isı Adalarının Tespit Edilmesi

30 Ağustos 2012 tarih, 13:39 saatinde görüntülenmiş Landsat TM7 uydu görüntüsü ile yüzey sıcaklık haritası oluşturularak yüzey ısı adası belirtisi gösteren alanlarda kentsel ısı adaları oluşumunu tespit etmek için 48 noktada ölçülen yüzey sıcaklık değerleri, sabit istasyonlardan ölçülen hava sıcaklıkları değerleriyle (Çizelge 4.17) karşılaştırılmak üzere seçilen 48 noktada hava sıcaklık değerlerini tespit edilmiştir (Şekil 4.23).

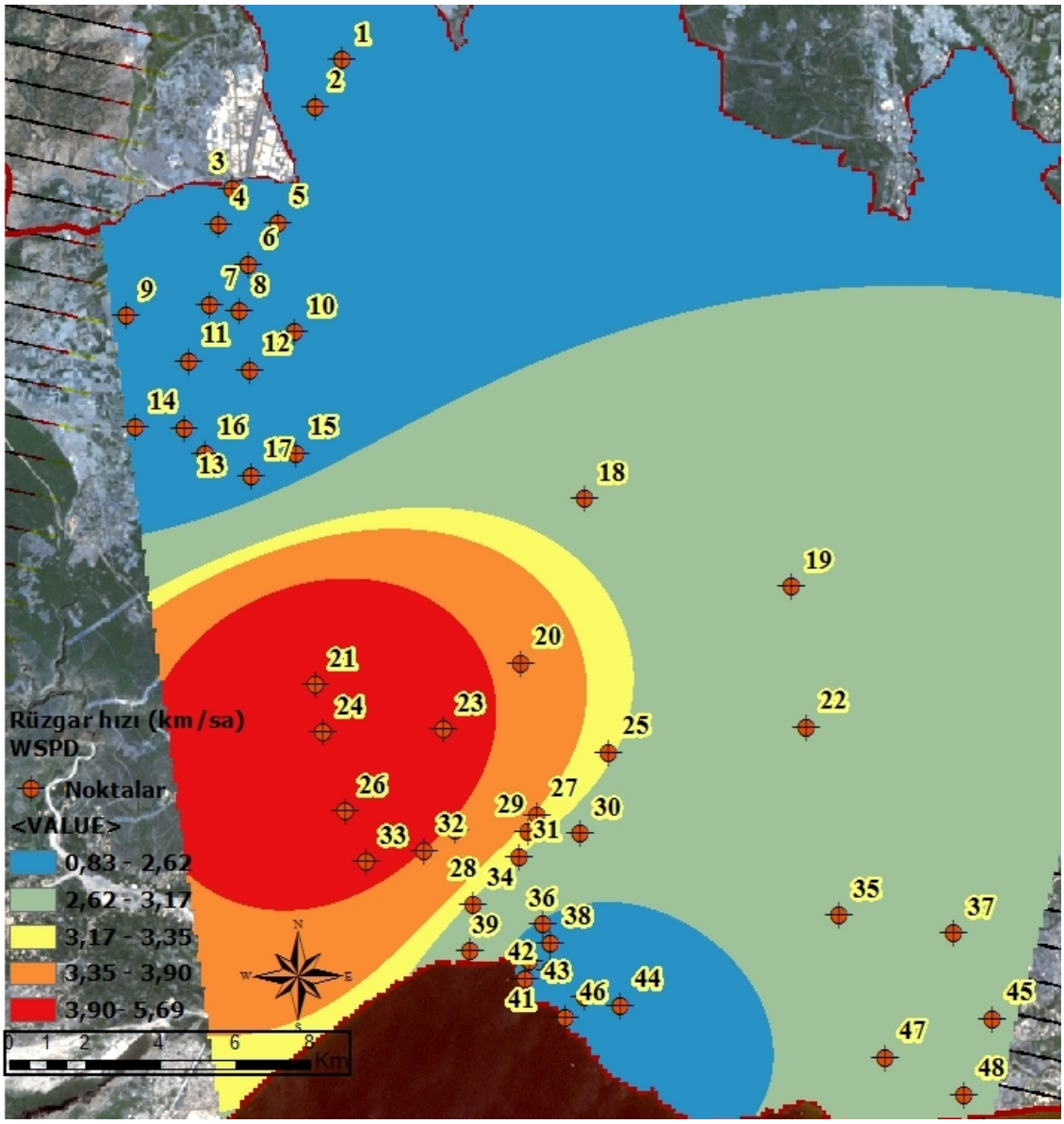
3 noktaya kurulan iklim istasyonları ve Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün Muratpaşa ilçesi Bahçelievler Mahallesi ve Havaalanı istasyonları da olmak üzere toplam 5 noktadan alınan Ağustos ayı en yüksek sıcaklık, Ocak ayı sıcaklık, Ağustos ayı rüzgar hızı ve güneş ışınımı değerleri ArcMap yazılımında noktaların veritabanına girilerek Geostatistical Analysis yöntemlerinden "radial basis function" aracı kullanılarak, istasyon nokta değerlerinin çalışma alanına enterpole edilmesiyle çalışma alanının tamamına ilişkin iklim değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.18, Şekil 4.22, Şekil 4.23).

Çizelge 4.17. ArcMap'te noktalara atanarak enterpole edilen istasyon ölçüm değerleri

No	İstasyonAdı	Ağustos Sıc ^{0}C	Ocak Sıc ^{0}C	Rüzgar hızı (km/sa)	Güneş ışınımı watt/m^2
1	Döşemealtı	31,64	9,77	0,86	184,41
2	Kepez	31,78	10,92	5,69	190,96
3	Muratpaşa	32,10	11,77	2,36	102,91
4	Meteoroloji İst.	34,20	2,40	2,40	-
5	Havaalanı İst.	42,40	-1,80	4,60	-



Şekil 4.23. Ağustos ayı hava sıcaklık değerleri



Şekil 4.24. Ağustos ayı rüzgar hız değerleri

Bu sayede 5 farklı yerde kurulu sabit istasyonlardan alınan iklim değerleri, tüm çalışma alanına uyarlanmış ve diğer 43 noktanın piksel değerlerinden iklim haritaları elde edilmiştir. İstasyonların sayısı az olduğu için çalışma alanı istasyonların bulunduğu alan ile sınırlı tutulmuştur (Şekil 4.23, Şekil 4.24).

Ağustos ayı sıcaklık haritasında, en yüksek sıcaklık gösteren bölge havaalanı istasyonu (38 ºC-42 ˚C) çevresindeki sıcaklık değerlerini de yükseltmiştir. Rüzgar hızında ise, ölçülen en yüksek hız Kepez'de (3,90-5,60 km/sa), en düşük hız ise Döşemealtı'nda (0.83-262 km/sa) bulunmaktadır (Şekil 4.23, Şekil 4.24).

Çizelge 4.18. Seçilen 48 noktada arazi kullanım durumuna göre yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve bitki örtüsü ile ilişkisi.

No	Nokta adı	CORINE 2. düzey arazi kullanım durumu		Yüzey Sıcaklık °C (LST)	İstasyon (hava) Sıcaklık °C	NDVI indisi	ΔT (h-y) °C
1	Karaalioğlu park	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan	3	25,3	32,1	0,5	6,8
2	Andızlı mezarlık	Ormanlar	1	25,3	32,1	0,6	6,8
3	Narenciye	Karışık tarımsal alanlar	6	25,3	32,2	0,5	6,9
4	Kırcami	Karışık tarımsal alanlar	3	26,2	32,2	0,4	6
5	Falezpark	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan	3	23,3	32,1	0,4	8,8
6	İstasyonMuratpaşa	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,0	32,1	0,3	5,1
7	Doğu garajı	İnşaat alanı	11	30,4	32,1	0,1	1,7
8	Kaleiçi	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	8	27,9	32,1	0,2	4,2
9	Memurevleri	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	26,5	32,0	0,4	5,5
10	Deniz mahallesi	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,0	32,0	0,3	5
11	Konuksever	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,9	32,0	0,3	4,1
12	Vakif zeytinlik	Karışık tarımsal alanlar	3	27,3	31,8	0,5	4,5
13	Masa dağı	Şehir yapısı/orta yoğun konut alanı	4	28,2	31,9	0,3	3,7
14	Kent ormanı	Ormanlar	3	25,3	31,8	0,4	6,5
15	Dokuma fabrikası	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	3	27,6	31,9	0,5	4,3
16	Sakarya parkı	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	8	26,5	32,1	0,3	5,6
17	İstasyonKepez	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	10	29,0	31,8	0,3	2,8
18	Dokuma Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,0	32,0	0,2	5
19	Karşıyaka Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,0	32,0	0,2	5
20	Kültür Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,9	31,8	0,2	3,9
21	Teomanpaşa Mah.	Şehir yapısı/çok yoğun konut alanı	10	27,9	32,1	0,3	4,2
22	H.Karakaş Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	4	28,2	32,1	0,4	3,9
23	Varsak Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	32,3	32,0	0,1	-0,3
24	Varsak-Karşıyaka	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	11	30,4	32,1	0,2	1,7
25	Gaziler KSS	Endüstriyel/küçük sanayi	7	29,6	32,4	0,2	2,8
26	Menderes Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	32,8	32,4	0,2	-0,4
27	Çamlık	Ormanlar	3	25,9	32,6	0,5	6,7
28	Yamansaz	Karasal bataklıklar	4	25,1	32,7	0,3	7,6
29	Lara Kumul	Ormanlar	9	33,6	32,7	0,3	-0,9
30	Çalkaya	Bitki örtüsü az ya da hiç olmayan açık alanlar	11	30,4	32,6	0,0	2,2
31	Havaalanı	Ulaşım birimleri	12	28,2	32,5	0,1	4,3
32	Hipodrom	Karışık tarım alanları	3	25,6	31,7	0,5	6,1
33	Çıplaklı_tarım1	Karışık tarım alanları	3	25,9	31,7	0,4	5,8
34	Başköy_toptancılar	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	8	27,0	31,8	0,2	4,8
35	Çıplaklı_tarım2	Ormanlar	4	27,9	31,7	0,3	3,8
36	Yeşilbayır_orman	Ormanlar	4	27,9	31,8	0,4	3,9
37	OSB	Endüstriyel-inşaat alanları	11	29,0	31,8	0,1	2,8
38	İstasyonDöşemealtı	Şehir yapısı/az yoğun	8	26,5	31,7	0,2	5,2
39	Doşemealtı-merkez	Şehir yapısı/az yoğun	11	29,3	31,6	0,2	2,3
40	Çıplaklı_site	Şehir yapısı/az yoğun	9	27,6	31,7	0,2	4,1
41	AtatürkCad_konut	Şehir yapısı/az yoğun	7	29,3	31,6	0,3	2,3
42	Burdur_yolu_konut	Şehir yapısı/az yoğun	9	30,9	31,8	0,2	0,9
43	Yeşilbayır_tarla1	Şehir yapısı/az yoğun	9	31,5	31,7	0,2	0,2
44	Yeşilbayır_tarla2	İnşaat alanları	11	30,7	31,7	0,2	1
45	Yeşilbayır_tarla3	Ekilebilir alanlar	4	30,1	31,6	0,4	1,5
46	Yeşilbayır_tarla4	Şehir yapısı/az yoğun	9	31,2	31,6	0,1	0,4
47	Kömürcüler	İnşaat alanları	11	31,2	31,7	0,1	0,5
48	Karain_pist	Ulaşım birimleri	12	29,3	31,9	0,1	2,6

4.7. Kentsel İklim Zonlarının Belirlenmesi

Araştırma alanı 2012 yılına ait uydu görüntüsü üzerinden yapılan yüzey sıcaklıklarına göre kentsel ısı adası oluşumu açısından incelenmiştir. İstasyon kurulan noktaların çevresindeki alanlar; Z1 (Döşemealtı istasyonu zonu) kırsal; Z2 (Kepez istasyonu zonu) banliyö; Z3 (Sinan mahallesi istasyonu zonu) olarak kodlanmıştır.

Önceki bölümde yüzey sıcaklıklarının yüzey örtüsü katmanına göre analizinde, kentsel alanlarla tarımsal ve diğer yeşil alanlar arasında 2.30°C'lik anlamlı sıcaklık farkı ortaya çıkmıştır. Çizelge 4.19'da ise zonlar arasında 30 Ağustos gününde saatlik ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasıyla ısı adası varlığı incelenmiştir.

Gündüz saatlerinde kırsal alanlarda ölçülen sıcaklık, kentsel alanlardan daha yüksektir. Gece ise kentsel alanlarla kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkı 3.80 °C'leri bulmakta; bu da pozitif kentsel ısı adası varlığını göstermektedir. Aynı şekilde banliyö bölgesi de kırsal alanlar kadar olmasa da; gündüz kentsel alanlardan daha sıcak, gece ise daha soğuktur. Banliyö ve kırsal alan ilişkisinde, banliyö alanları gece saatlerindeki pozitif 2.60 °C'lik sıcaklık farkı ile pozitif kentsel ısı adası varlığı göstermektedir.

Bu kapsamda 2012 yılı Ağustos ayına ait temin edilebilen Landsat TM7 uydu görüntüsünün sağlıklı olan kısımlarında yer alan ve mezo ölçekte yapılan yüzey sıcaklığı, NDVI ve arazi örtüsü/arazi kullanım analizlerinin istatistiksel karşılaştırılmalarına göre tespit edilen yerel iklim zonları arasında önce yüzey sıcaklıkları açısından anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilen ve anlamlı kümelenme ilişkileri gösteren Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde iklim istasyonu kurularak bölgeler arasındaki iklimsel değerler arasındaki ilişkiler kentsel ısı adası kapsamında incelenmiştir. Bu bölümde tüm bu etkiler mikro ölçekte incelenerek, kentsel iklim zonu kapsamında çalışılmıştır.

Çizelge 4.19. 30 Ağustos 2012'de ölçülen saat başı Sıcaklık (TempOut) değerleri, kır-kent ilişkisi

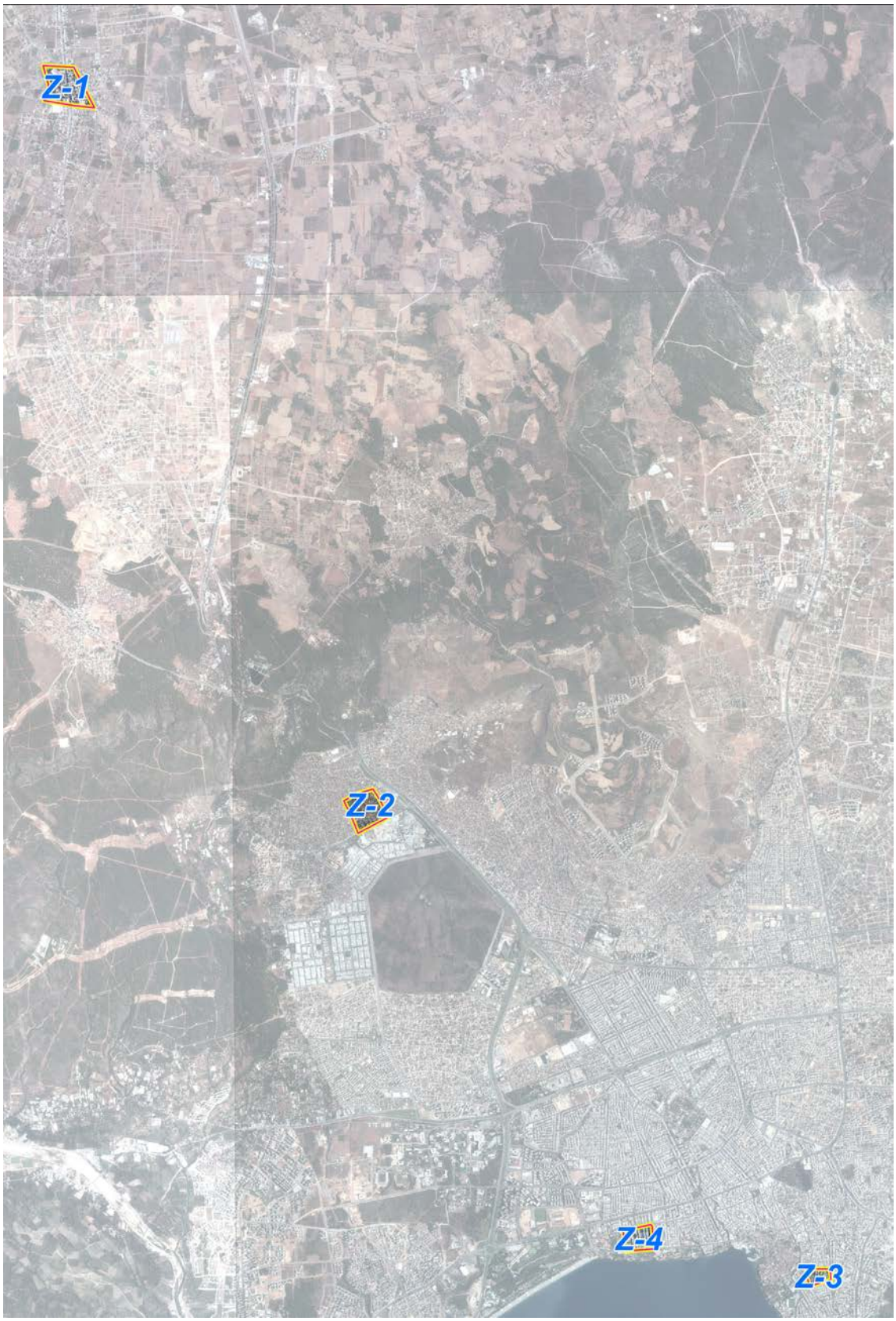
Saat	Kırsal (Z1) ^{0}C	Banliyö (Z2) ^{0}C	Kentsel (Z3) ^{0}C	kent-kırsal (Z3-Z1) ^{0}C	kent-ban. (Z3-Z2) ^{0}C	ban.-kırsal (Z2-Z1) ^{0}C
00:00	27,2	27,6	29,3	2,10	1,70	0,40
01:00	27,2	27,5	28,8	1,60	1,30	0,30
02:00	26,1	27,00	28,4	2,30	1,40	0,90
03:00	24,6	27,1	28,2	3,60	1,10	2,50
04:00	24,2	26,8	27,9	3,70	1,10	2,60
05:00	23,8	26,4	27,6	3,80	1,20	2,60
06:00	23,9	26,2	27,1	3,20	0,90	2,30
07:00	24,3	26,1	27,1	2,80	1,00	1,80
08:00	26,7	27,1	27,7	1,00	0,60	0,40
09:00	29,8	29,5	30,00	0,20	0,50	-0,30
10:00	32,3	31,2	31,4	-0,90	0,20	-1,10
11:00	34,4	32,8	32,6	-1,80	-0,20	-1,60
12:00	36,3	34,4	33,9	-2,40	-0,50	-1,90
13:00	36,6	36,1	35,2	-1,40	-0,90	-0,50
14:00	37,6	37,3	34,00	-3,60	-3,30	-0,30
15:00	37,8	35,2	33,7	-4,10	-1,50	-2,60
16:00	35,9	35,4	33,6	-2,30	-1,80	-0,50
17:00	35,4	35,6	33,9	-1,50	-1,70	0,20
18:00	34,2	35,4	32,9	-1,30	-2,50	1,20
19:00	33,6	35,7	32,4	-1,20	-3,30	2,10
20:00	31,2	30,9	31,7	0,50	0,80	-0,30
21:00	28,8	29,9	29,2	0,40	-0,70	1,10
22:00	26,5	28,5	28,8	2,30	0,30	2,00
23:00	24,5	26,9	29,00	4,50	2,10	2,40
Gün.Ort.	**30,12**	**30,69**	**30,60**	**0,48**	**-0,09**	**0,57**
Zon 1 (Z1): Kırsal (Döşemealtı) Zon 2 (Z2): Banliyö (Kepez) Zon 3: Kentsel (Muratpaşa)						

Araştırma alanı olan Antalya ili daha önce de belirtildiği üzere 2004 yılında çıkarılan 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi sınırları kapsamında ele alınmıştır. Muratpaşa, Kepez, Konyaaltı, Döşemealtı ve Aksu olmak üzere 5 adet ilçeden oluşan 5216 sayılı yasa kapsamındaki kent sınırları Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

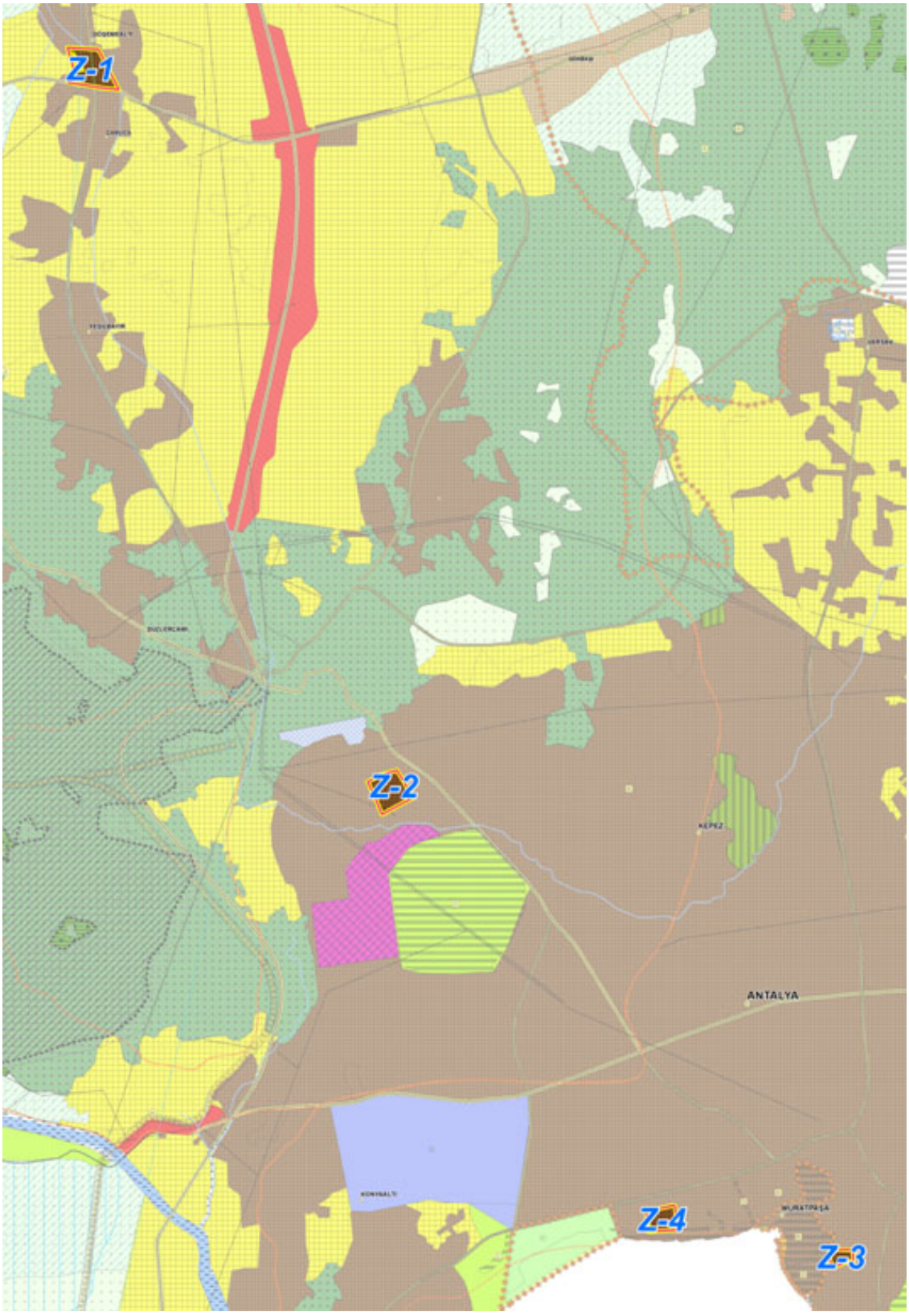
Z1, Döşemealtı ilçesi'nde kısmen yapılaşmış kırsal çevreyi; Z2 banliyö ve bahçe içinde tek katlı gecekondu şeklinde yapılaşmış yarı kırsal çevreyi, Z3 Muratpaşa ilçesi'nde meskun yoğun yapılaşmış kentsel çevreyi, Z4 ise kıyı etkilerinin görüldüğü kentsel çevreyi temsil etmektedir (Şekil 4.25).

1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı'nda her dört bölge de meskûn; "kentsel yerleşme alanları" olarak planlıdır (Şekil 4.26).

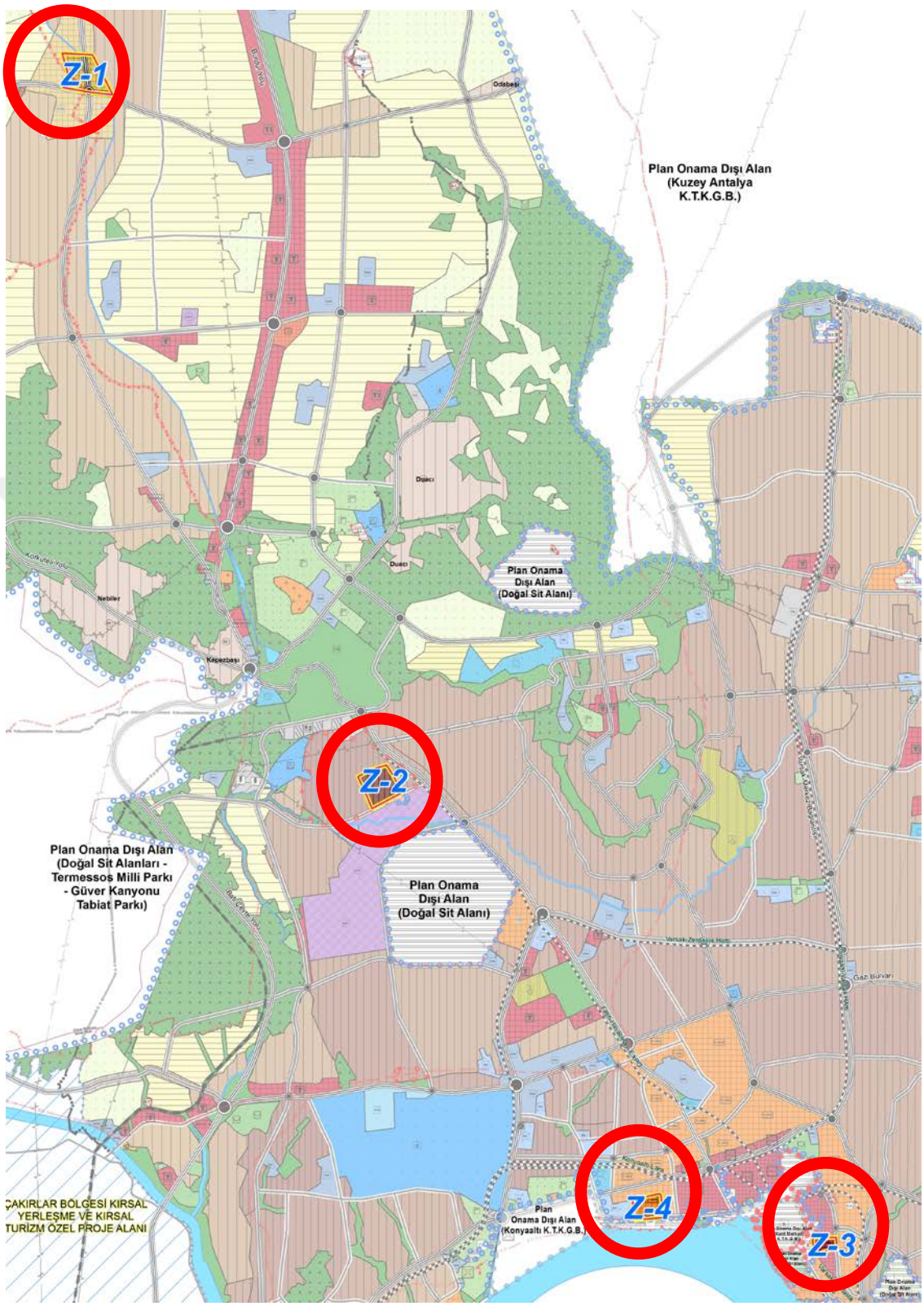
Antalya Büyükşehir Belediyesi'nce hazırlanıp onaylanmış 1/25000 Nazım İmar Planı'nda (Şekil 4.26, Şekil 4.27); Döşemealtı ilçesi KİZ (Z1) "Ticaret, Konut Alanı", Kepez ilçesi KİZ (Z2) "Mevcut Yüksek Yoğunluklu Konut Alanları" (301-400 k/ha), Muratpaşa ilçesi KİZ (Z3) "Merkezi İş Alanları", Muratpaşa ilçesi KİZ (Z4) ise "Ticaret, Turizm ve Konut Alanı" olarak planlıdır.



Şekil 4.25. (KİZ) araştırma zonlarının hava fotoğrafi üzerinde konumları



Şekil 4.26. (KİZ) araştırma zonları 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı (2014) üzerinde konumları



Şekil 4.27. (KİZ) araştırma zonlarının 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı (07/10/2017 tarihli ABBMK) üzerinde konumları

4.7.1. Döşemealtı kentsel iklim zonu (Z1)

4.7.1.1. İmar planı ve mevcut duruma göre yapılaşma koşulları

1/1000 ölçekli mer'i uygulama imar planlarına (Şekil 4.28) göre Döşemealtı ilçesi KİZ (Z1), E:1 yapılaşma oranı ve 5 kat yüksekliğinde ticaret/konut alanı olarak planlıdır.Adalar arası yol genişlikleri ise 7-8 metredir.



Şekil 4.28. Döşemealtı KİZ (Z1) 1/1000 ölçekli uygulama imar planı

Döşemealtı ilçesi, Antalya ili merkez ilçeleri (Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa) arasında imar plan varlığı açısından % 18 oran ile nüfus kapasitesi en fazla olan 3. ilçe olmasına rağmen imar planlarının gerçekleşme yani doluluk boşluk oranı açısından % 6.53 ile sonuncu ilçedir. Şekil 4.29'de görüldüğü üzere iklim ölçümü yapılan hava istasyonunun kurulduğu bölge ve çevresi henüz yapılaşmasını tamamlamaması, çevresinde hala geniş tarım alanlarının bulunması nedeniyle imar planlarına göre değil, yapılaşma durumuna göre değerlendirilmiştir. Bu nedenle açık alan çok olduğundan GGF değeri de yüksektir. Bölge, imar planlarına rağmen pürüzlülük, GGF, açık ve yeşil alan varlıkları açısından henüz kentsel bir nitelik göstermemekte ve yerel iklim zonu kapsamında kırsal nitelikte seyrek doku ve az katlı olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.29. Döşemealtı KİZ (Z1) orto foto üzerinden mevcut yapılaşma durumu

4.7.1.2. Doku ve yapı analizleri

İmar planında kat yüksekliği 5 kat olarak belirlenen bölgede Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'da görülen pembe renkli 4-6 kat yüksekliğindeki yapılar imar planına göre gerçekleşen yeni ve betonarme yapılardır. Yapıların üst katları konut, zemin katları ticaret kullanımındadır. Diğer (mavi) renkteki yapılar ise 1-3 katlı kırsal alan niteliğinden kalma konut niteliğindeki yapılardır.

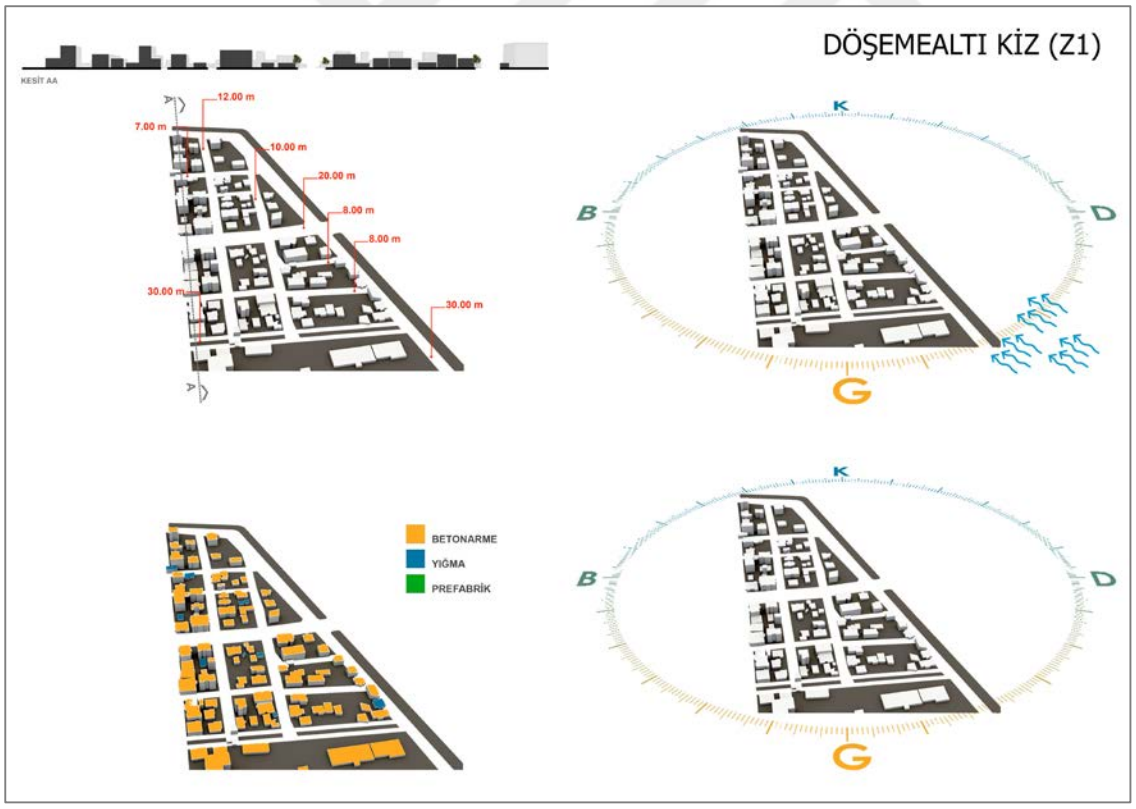
Adayı çevreleyen yollar, arazi kullanımına göre 21-30 m genişliği sınıfında, imar planına göre 30 metre genişliğinde olan ulaşım akslarıdır.

2 ila 5 kat yüksekliğindeki yapılardan oluşan dokuda çok fazla ağaç bulunmamaktadır (NDVI: 0.2). Yükseklik ve yapılar arası mesafelere göre pürüzlülük sınıfı 7'dir. Gökyüzü görüş faktörü yaklaşık 0.9 olarak gözlenmiştir.

Zemin malzemesine göre geniş yollar ve yeni gerçekleşen yapı parselleri geçirimsiz zeminden oluşmaktadır. Buna göre % 65-85 geçirimsizlik sınıfına girmektedir. Yapı malzemelerine göre ise de ada bütününde asfalt, beton malzemenin albedosu düşük iken, yani güneş ışığını yansıtma özelliği az iken; çevredeki kırsal alanlar nedeniyle bölgesel olarak (KİZ) sınıfı olarak albedosu 0.20 oranındadır.



Şekil 4.30. Döşemealtı KİZ (Z1) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri



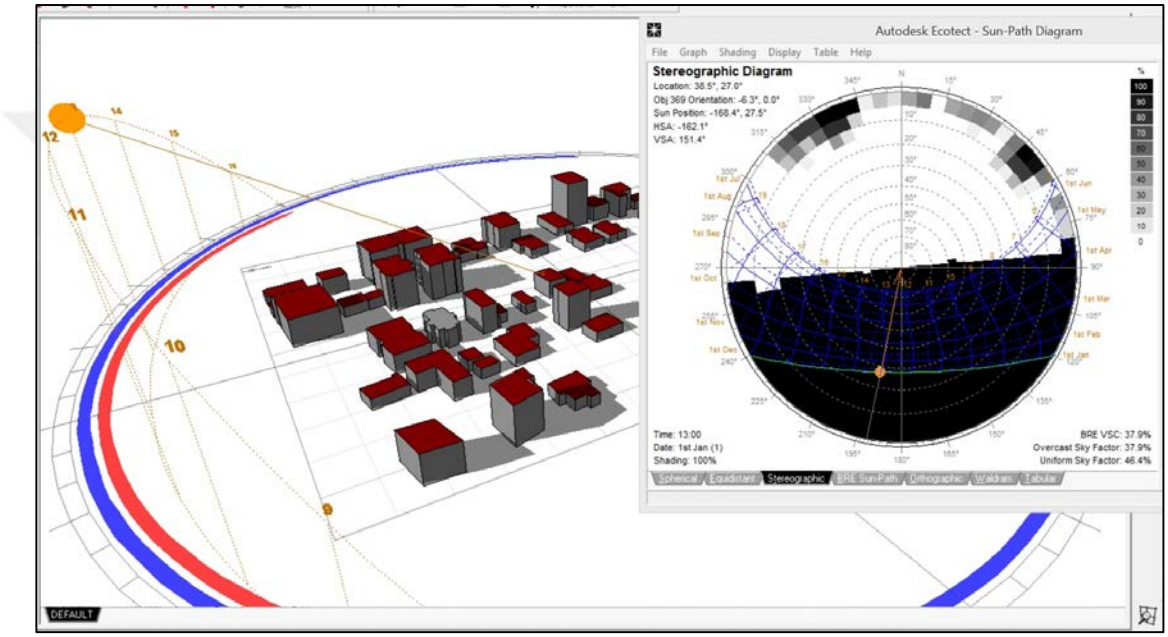
Şekil 4.31. Döşemealtı KİZ (Z1) doku ve yapı analizleri

Adaların yönelimleri, 12 metre genişliğindeki aksların kuzey-güney doğrultusunda planlanması sonucu parsellerin çoğunluğu doğu-batı yönünden cephe alacak şekildedir. Hakim rüzgar yönü en çok rüzgar aldığı Mayıs ayına göre güneydoğu

yönündendir. Hakim rüzgar yönünde tasarlanmış kanallar, geniş açık akslar oluşturarak, kentsel kanyon etkisi yaratmaktadır. Yolların genişliği de aynı etkiyi sürdürmektedir.

4.7.1.3. Güneş-gölge analizleri

Döşemealtı KİZ'nda (Z1) imar planına göre yapılaşma oranı nispeten fazla olan ve iklim istasyonuna yakın olması nedeniyle seçilen bir adada; imar planına göre 5 kat yüksekliğinde ve 4'er metre yan bahçe çekme mesafeleri çekilerek yapılaşmış 2 parselden kuzeyde kalan yapının bir adet güney cephesininiklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında saat 13:00'deki güneş pozisyonuna göre gökyüzü görüşü, güneşlenme ve gölgelenme oranları incelenmiştir (Şekil 4.32).

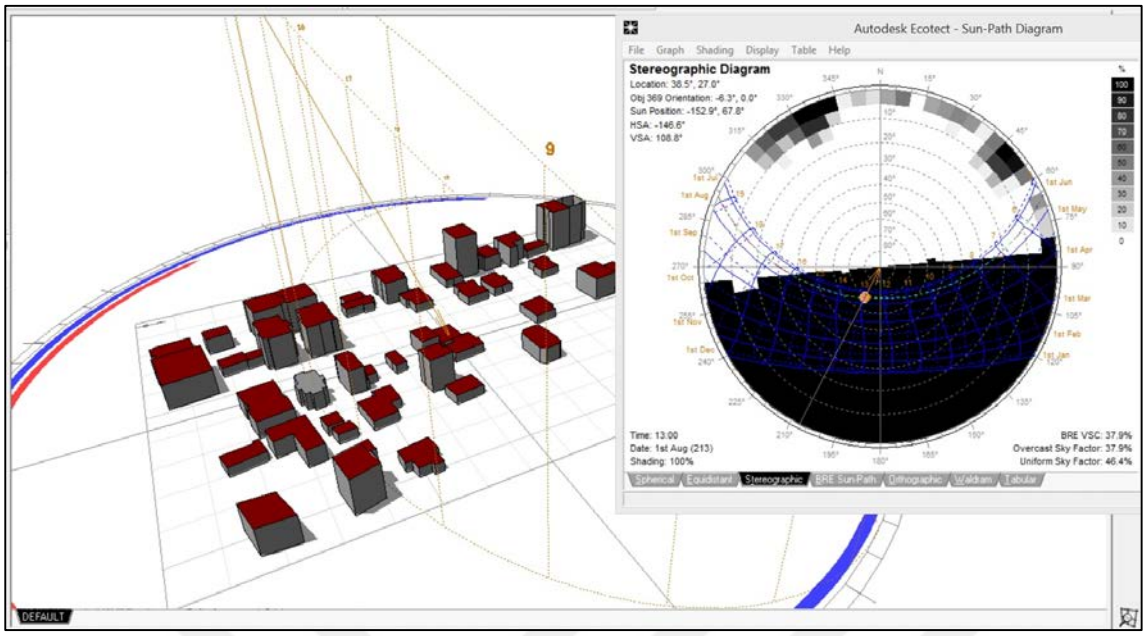


Şekil 4.32. Döşemealtı KİZ (Z1) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi.

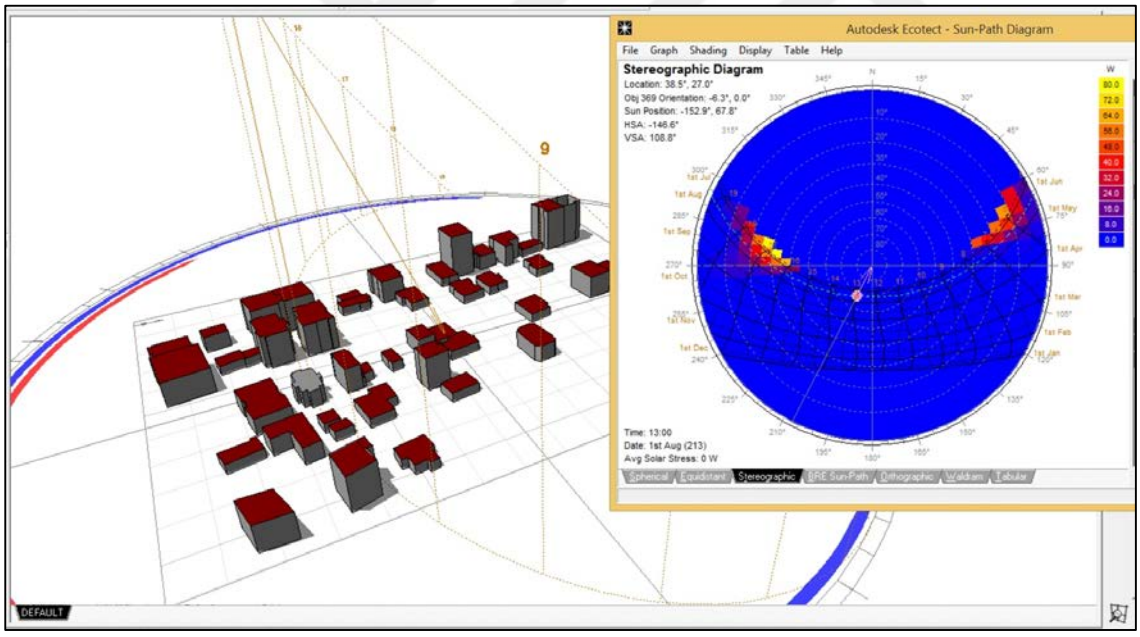
İklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında iklimsel konfor ve yapıların enerji tüketimini etkileyen güneşlenme/gölgelenme oranlarına ek olarak güneş stresi analizleri yapılarak bu bölgedeki yapıların gölgelenme oranı yüksek görülen bir yapının güney cephesi üzerinden enerji etkinliği araştırılmıştır.

Şekil 4.34'a göre Ağustos ayında saat 13:00 güneş konumuna göre bir yapı; güneye bakan bir cephesine düşen maksimum ışınım miktarı 80 watt olan sarı renkli bölgelerin azlığı nedeniyle güneş stresi açısından olumlu bir konumda yer almaktadır. Ancak

Şekil 4.32'de verilen Ocak ayı gölge oranlarına baktığımızda da gökyüzü görüş alanının yetersiz olması nedeniyle güneşlenmeden fazla yararlanamamaktadır.

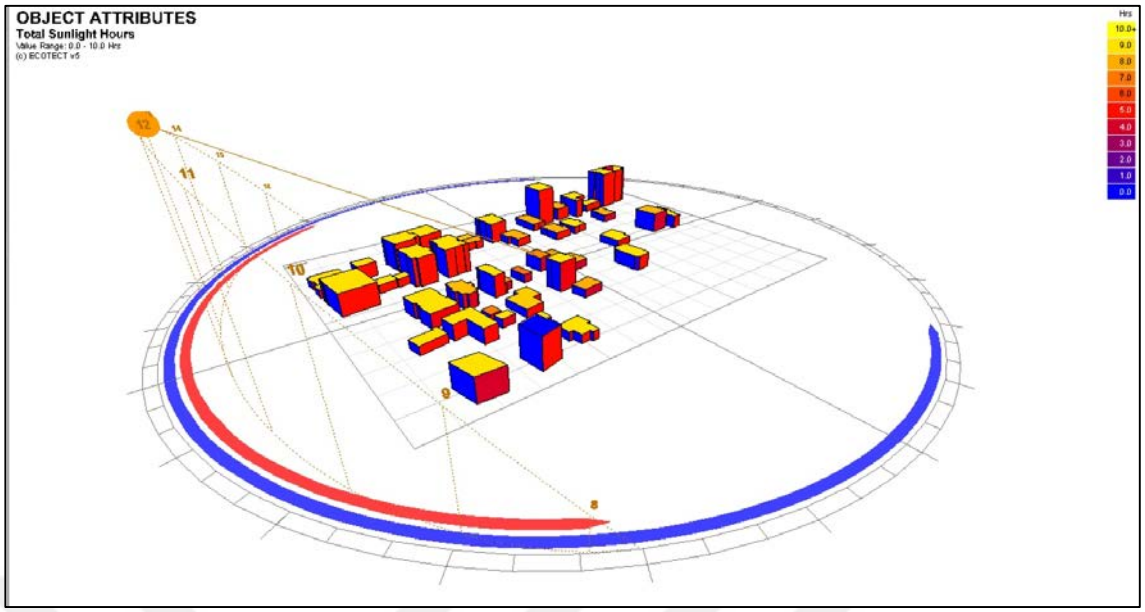


Şekil 4.33. Döşemealtı KİZ (Z1) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi

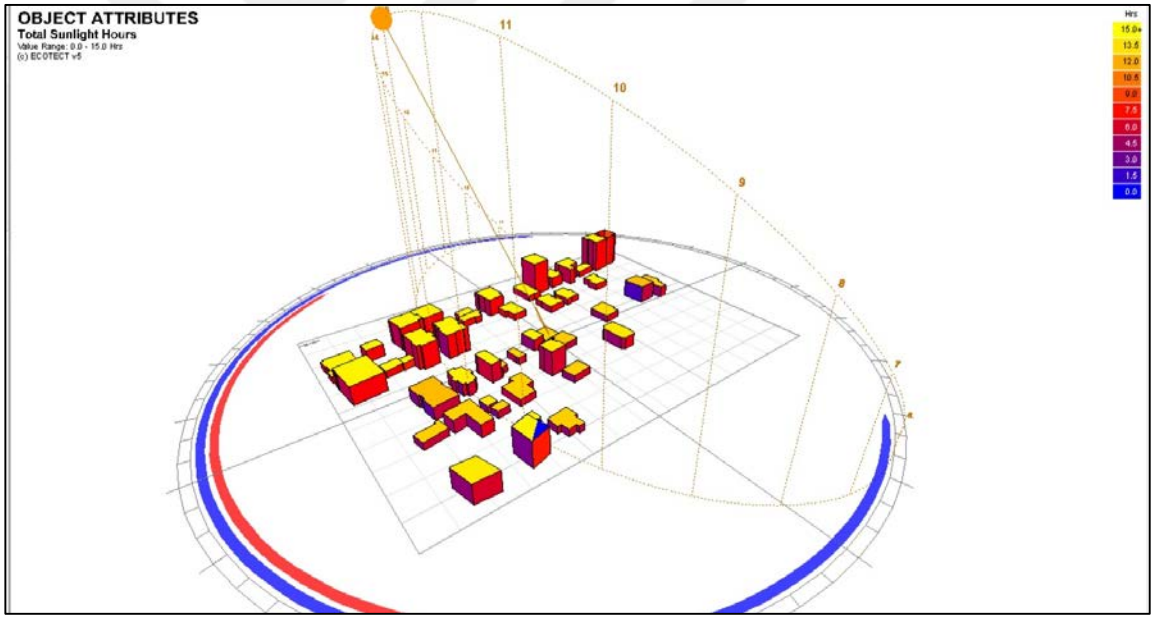


Şekil 4.34. Döşemealtı KİZ (Z1) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen ışınım miktarı) analizi

Bölgedeki tüm yapılara güneş erişim analizi uygulanarak Ocak ve Ağustos ayları için günlük güneşlenme saatleri hesaplanmıştır (Şekil 4.35, Şekil 4.36). Buna göre Ocak ayı için güney cepheler günde ortalama 1 saat, doğu cepheler ise ortalama 5 saat güneşlenmektedir. Ağustos ayında ise güney cepheler 4,5 saat, doğu cepheler ise 7,5 saat boyunca güneşlenmektedir.



Şekil 4.35. Döşemealtı Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri



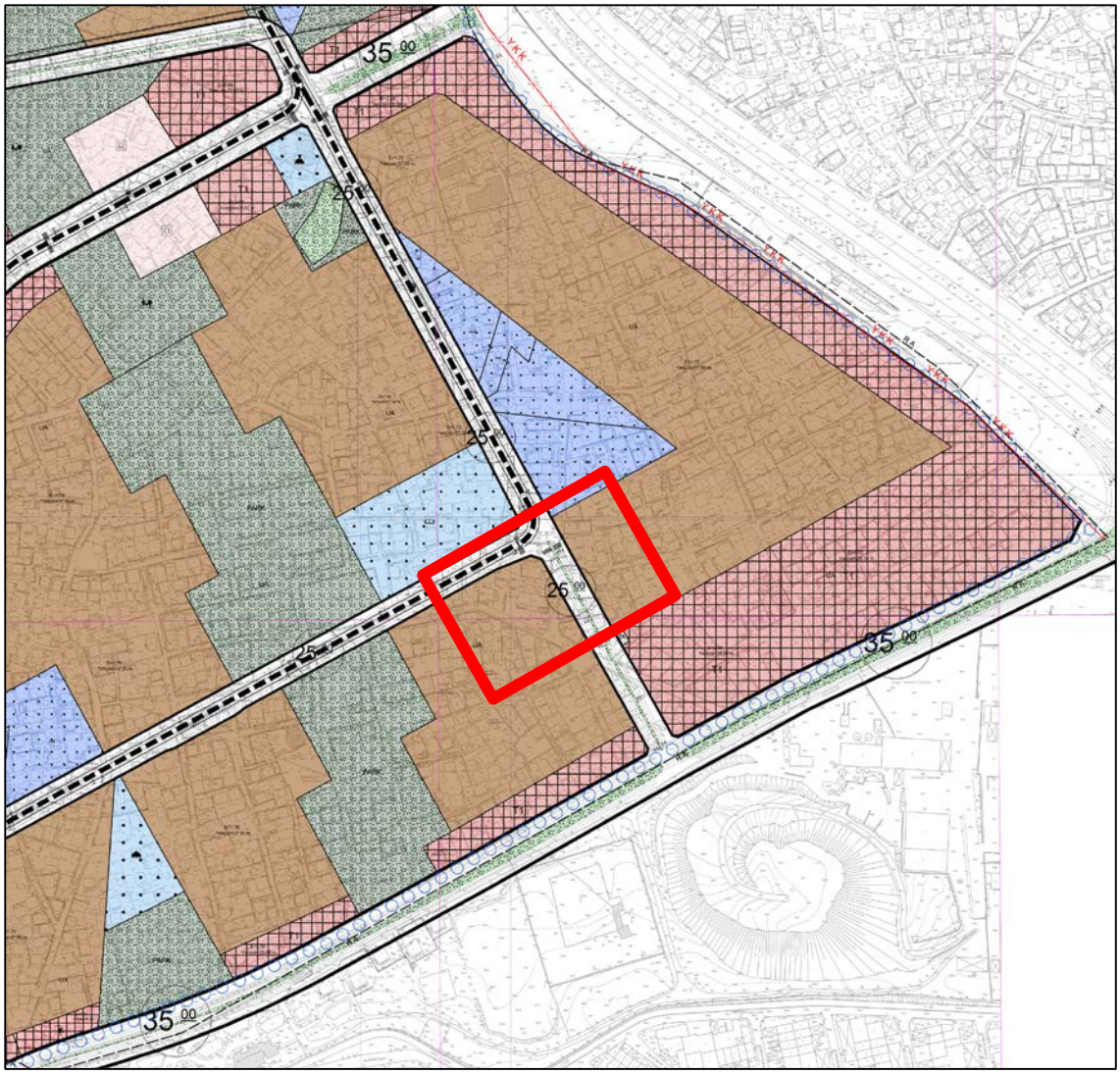
Şekil 4.36. Döşemealtı Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri

4.7.2. Kepez kentsel iklim zonu (Z2)

4.7.2.1. İmar planı ve mevcut duruma göre yapılaşma koşulları

Kepez ilçesi KİZ (Z2) bölgesi, Kepez-Santral mahallesinde yer almaktadır. Bu mahalleler, her ne kadar her ölçekte yüksek yoğunluklu konut alanı olarak planlanmış olsa da araştırmanın yapıldığı yıl olan 2012-2013 yılında ve 2017 yılına kadar az yoğunluklu yarı kırsal gecekondu yerleşme alanı olarak yapılaşmıştı. 2016 yılına kadar ise gecekondu ıslah uygulama imar planı mevcuttu. Gecekondu ıslah planında, mevcut yapılaşmayı koruyan imar adaları oluşturulmuş ancak 0.25/0.75 (TAKS/KAKS) oranında

ve 3 kat yapılaşma hakkı verilmiştir. İmar planındaki yollar ise yine mevcut durumu korumak amacıyla 7-8 m. civarındadır. Bu plan hiçbir zaman uygulanmamış, bölgedeki yapılaşma olduğu haliyle kalmıştır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Kepez KİZ (Z2) mer'i Kepez-Santral Mahalleleri 1/1000 ölçekli uygulama imar planı (19/02/2016 tarihli ABBMK)

Yerleşme dokusu, 1-2 katlı bahçeli, bahçelerinde ağaçların yer aldığı yeşil bir doku içinde kalması nedeniyle yerel iklim zonu kapsamında az katlı hafif doku olarak sınıflandırılmıştır. Yine kat yüksekliğinin azlığı nedeniyle gökyüzü görüşü yüksek olması nedeniyle GGF yüksektir. Organik olarak yapılaşmış bölgede yollar dar da olsa kentsel kanyon etkisi yaratacak yüksek katlar yoktur. Bölgedeki geniş yollar doğu batı aksında olması nedeniyle imar adaları kuzey-güney doğrultusundadır. Yapıların çoğunluğunun güney cepheleri açıktır (Şekil 4.38).



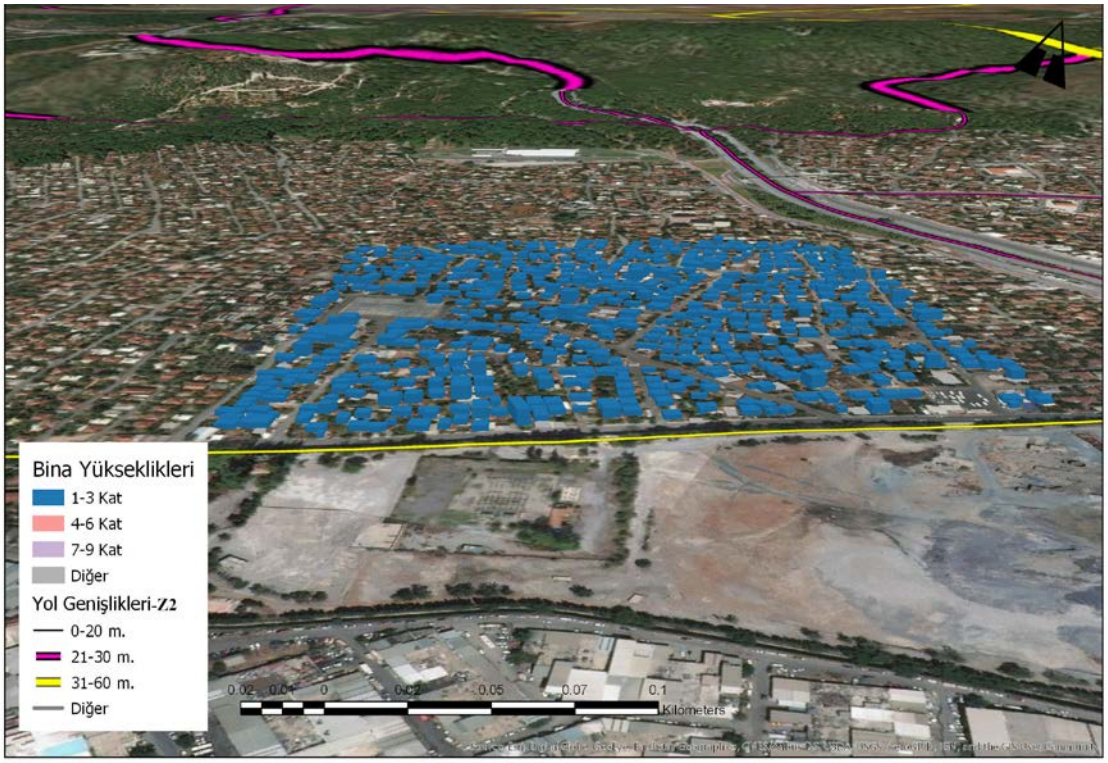
Şekil 4.38. Kepez KİZ (Z2) orto foto üzerinden mevcut yapılaşma durumu

Kepez-Santral mahallelerinde yeni yapılaşmalar Şekil 4.37'da görülen imar planına göre başlamıştır. Bu plana göre, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda geniş bir yeşil aks planlama alanının omurgasını oluşturmakta, bu yeşil aksın çevresinde de E:1.70 yapılaşma oranı ile blok nizamda en çok yükseklik 37.50 metre olacak şekilde konut alanları oluşturulmaktadır.

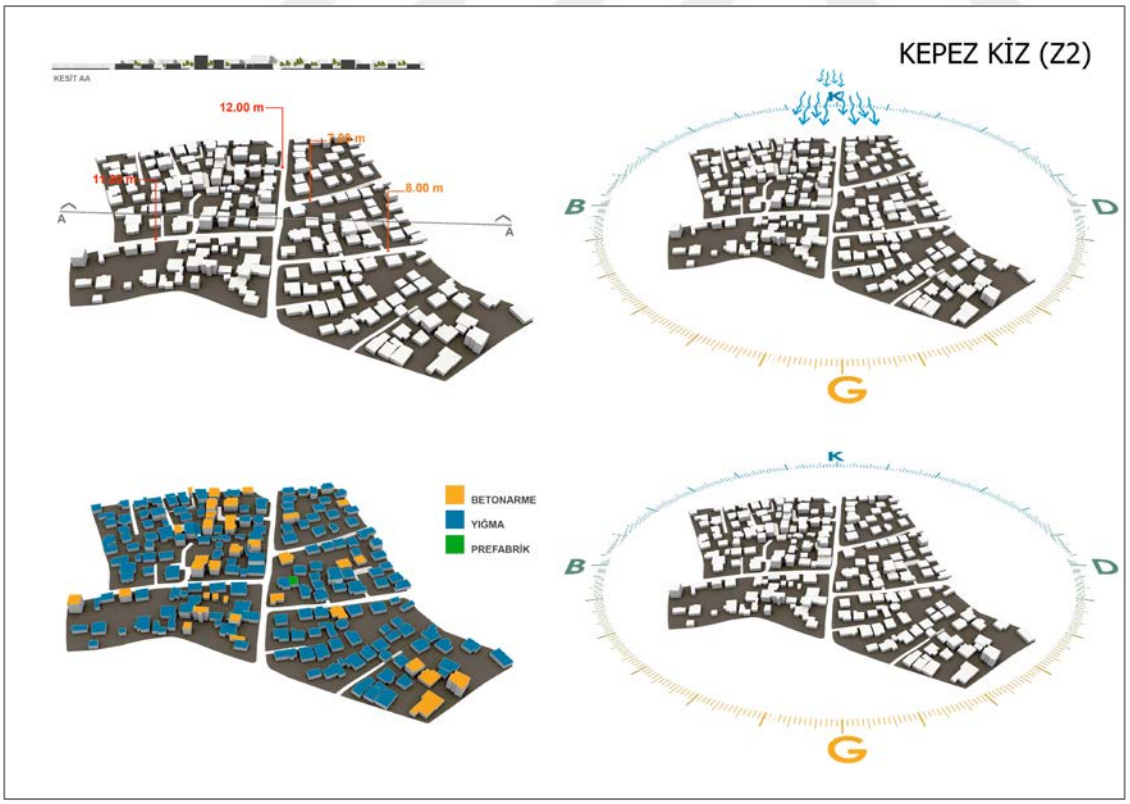
4.7.2.2. Doku ve yapı analizleri

Yeni imar planında kat yüksekliği 37.50 m. (yaklaşık 13 kat) olarak belirlenen bölgede mavi renkli 1-2 kat yüksekliğinde yapılar kendi kendine gerçekleşen gecekondu niteliğinde bahçe içinde yığma ve betonarme yapılardır. Yapıların çoğu konut kullanımındadır.

Bölgeyi çevreleyen yollar, arazi kullanımına göre 21-30 m ve 31-60 m genişlik sınıfına girmekte, bölge imar planına göre 30 m ve 60 m genişliklerindeki ana ulaşım aksları arasında kalmaktadır. Bölge içinde yer alan yollar ise dar (7 m-8 m) ve organik formdadır (Şekil 4.39, Şekil 4.40).



Şekil 4.39. Kepez KİZ (Z2) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri



Şekil 4.40. Kepez KİZ (Z2) doku ve yapı analizleri

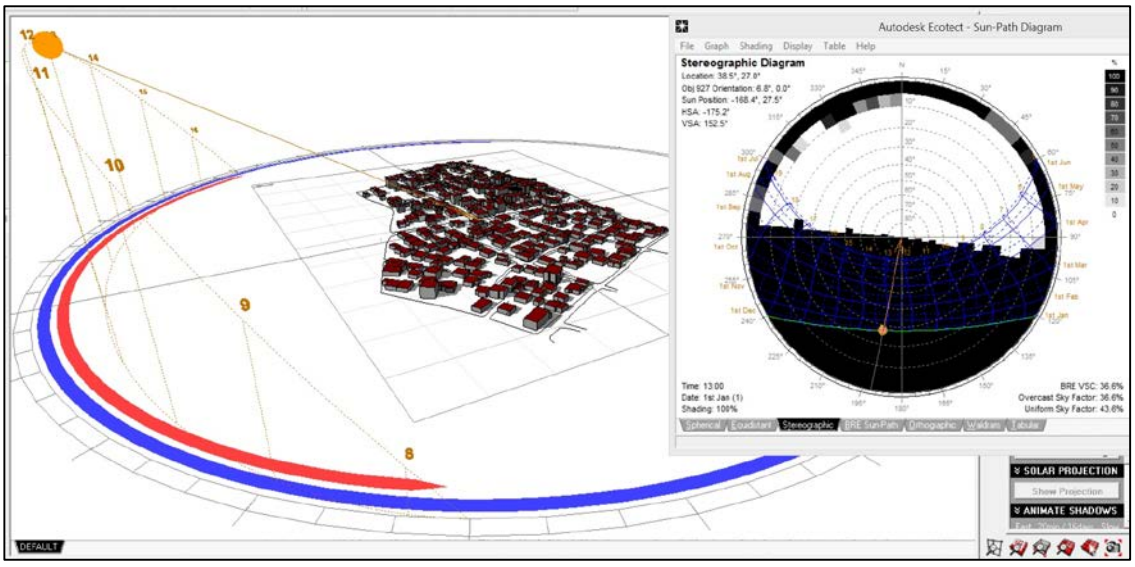
1 ila 2 kat yüksekliğindeki bahçe içinde yer alan yapılardan oluşan dokuda fazla sayıda ağaç bulunmakta idi (NDVI: 0.3-0.5). Yükseklik ve yapılar arası mesafelere göre pürüzlülük sınıfı 6'dır. Gökyüzü görüş faktörü yaklaşık 0.8 olarak gözlenmiştir.

Zemin malzemesine göre dar yollar ve yapı adaları çoğunlukla geçirimli zeminden oluşmaktadır. Buna göre % 35-65 geçirimsizlik sınıfına girmektedir. Yapı malzemelerine göre ise de bölge bütününde asfalt, toprak malzemenin albedosu orta iken, yani güneş ışığını yansıtma özelliği orta düzeyde iken; çevredeki bahçelerdeki bitki örtüsü yoğunluğu nedeniyle nedeniyle bölgesel olarak (KİZ) sınıfı olarak albedosu 0.30 oranındadır.

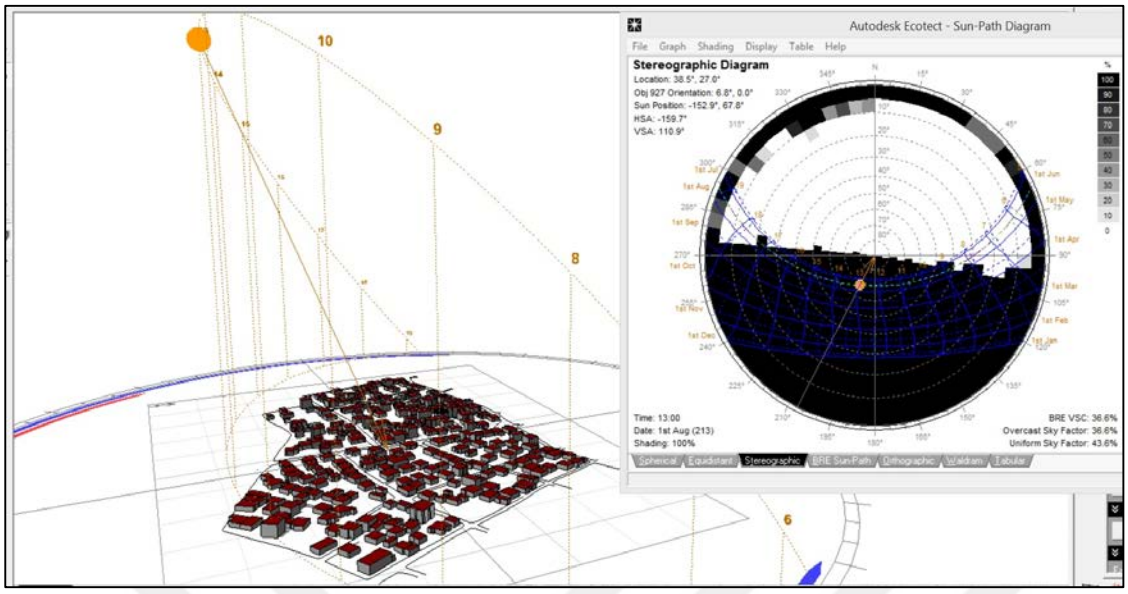
Adaların yönelimleri organik yapılaşmaya bağlı olarak düzensizdir.Ancak 12 metre genişliğindeki ana aksın kuzey-güney doğrultusunda gerçekleşmesi, ara dar yolların (7m-8m) doğu-batı doğrultusunda yönlenmiş olmaları nedeniyle parsellerin çoğunluğu doğu-batı yönünden cephe alacak şekildedir. Hakim rüzgar yönü en çok rüzgar aldığı Mart ayına göre kuzey yönündendir. Hakim rüzgar yönünde gerçekleşen ana yol, geniş açık akslar oluşturarak, rüzgar koridoru etkisi yaratmaktadır. Bölgede gerçekleşecek yeni gelişme alanında imar planına göre kuzey güney doğrultusunda geniş bir yeşil aks yapılacaktır. Bu da çevresinde yapılaşacak yüksek binalarla oluşacak kentsel kanyon etkisini bazı mevsimlerde hakim rüzgar sayesinde dağıtabilecek bir unsur olabilir.

4.7.2.3. Güneş-gölge analizleri

Kepez KİZ'unda (Z2) iklim istasyonuna yakın olması nedeniyle seçilen organik düzende 1 ve 2 kat yüksekliğinde yapılaşmış adalardan birinin güney cephesindeki yapılarından bir cephe seçilerek bu cephenin iklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında saat 13:00'deki güneş pozisyonuna göre gökyüzü görüşü, güneşlenme ve gölgelenme oranları incelenmiştir (Şekil 4.41, Şekil 4.42).

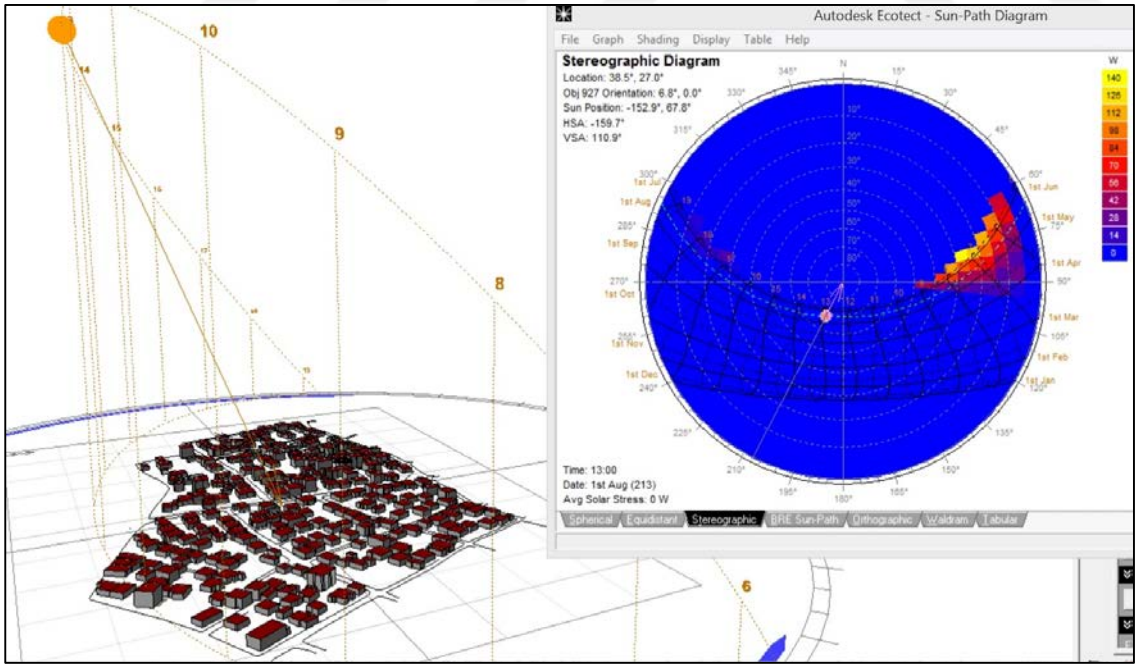


Şekil 4.41. Kepez KİZ (Z2) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi



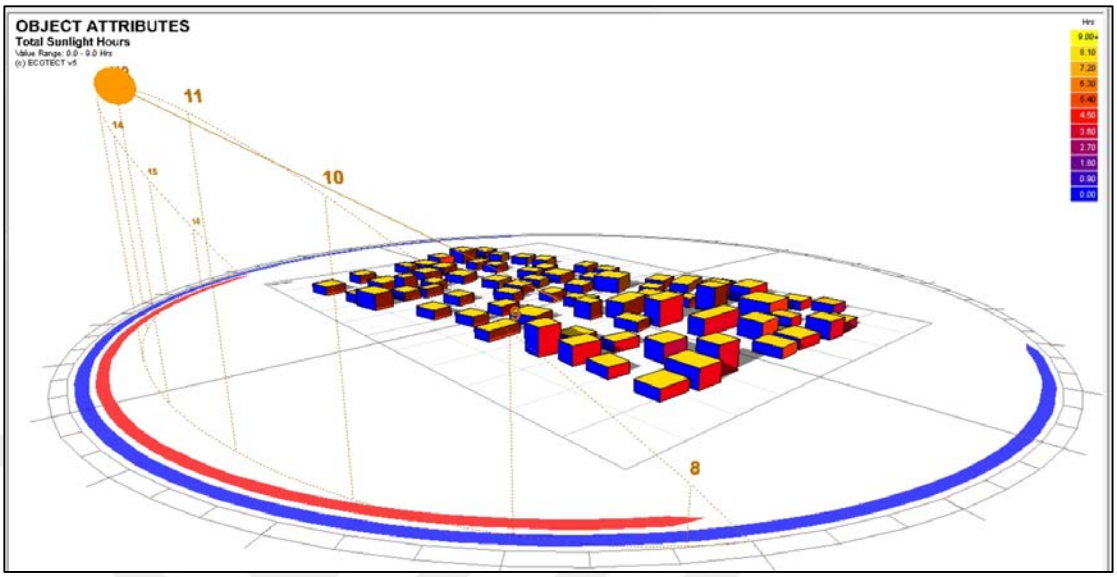
Şekil 4.42. Kepez KİZ (Z2) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi

İklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında iklimsel konfor ve yapıların enerji tüketimini etkileyen güneşlenme/gölgelenme oranlarına ek olarak güneş stresi analizleri yapılarak bu bölgedeki yapıların gölgelenme oranı yüksek görülen bir yapının güney cephesi üzerinden enerji etkinliği araştırılmıştır (Şekil 4.43).



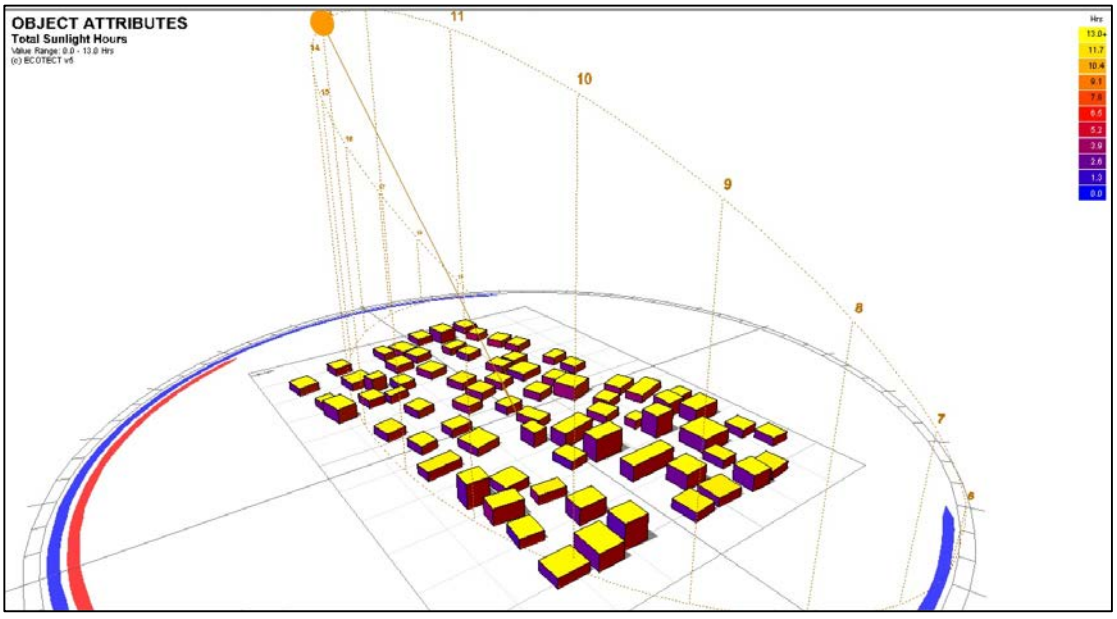
Şekil 4.43. Kepez KİZ (Z2) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen ışınım miktarı) analizi

Şekil 4.43'e göre Ağustos ayında saat 13:00'teki güneş konumuna göre bir yapının güney cephesine düşen maksimum enerji 140 watt'tır. Ocak ayı gölge oranlarına baktığımızda güneşlenmedenyararlandığı görülmektedir .



Şekil 4.44. Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri

Bölgedeki tüm yapılara güneş erişim analizi uygulanarak Ocak ve Ağustos ayları için günlük güneşlenme saatleri hesaplanmıştır (Şekil 4.45). Buna göre Ocak ayı için güney cepheler günde ortalama 0-0.90 saat, doğu cepheler ise ortalama 4.50-6.30 saat güneşlenmektedir. Ağustos ayında ise güney cepheler 2.6 saat, doğu cepheler ise 5.2 saat boyunca güneşlenmektedir.

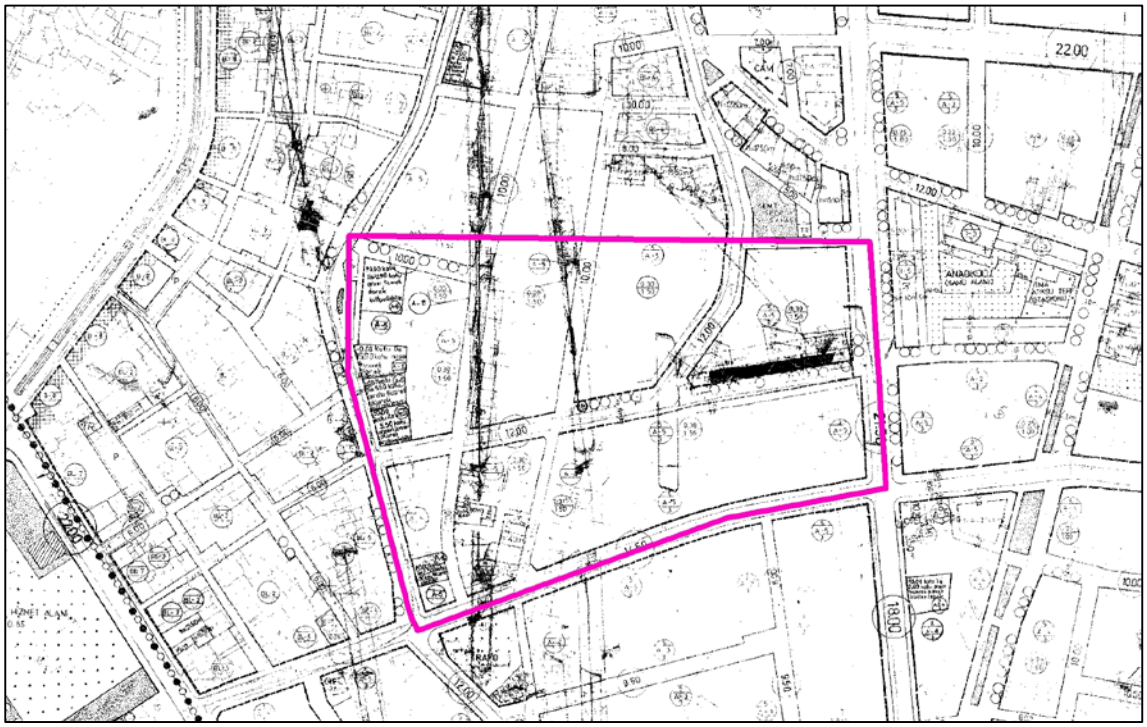


Şekil 4.45. Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri

4.7.3. Muratpaşa kentsel iklim zonu (Z3)

4.7.3.1. İmar planı ve mevcut duruma göre yapılaşma koşulları

Muratpaşa ilçesi KİZ(Z3) iki farklı mahallede çalışılmıştır. Bunlardan birincisi KİZ (Z3), kent merkezine yakın konumda 1/25000 Nazım Planı'nda "Merkezi iş alanları" olarak planlı olan Sinan Mahallesi'nde yer almaktadır. 1/1000 ölçekli uygulama imar planında 0.30/1.50 (TAKS/KAKS) ve 5 katlı konut alanı olarak planlıdır. Yol genişlikleri 10 ve 12 m. arasındadır (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Muratpaşa KİZ (Z3) 1/1000 ölçekli uygulama imar planı ve yapılaşma durumu

Bölge Antalya kentinin Kaleiçi çeperinde yer alması nedeniyle ilk yerleşilen mahallelerinden biridir. Yapılar imar planına göre düzenli yapılaşmıştır (Şekil 4.47). Planlandığı dönem mevzuatına göre tasarlanan sosyal donatı alanları, kamusal açık ve yeşil alanlar günümüzde yetersiz kalmıştır. Ancak ayrık nizam, yanlardan 5 metre çekme mesafeleri bulunan parsellerde yapı taban alanının parsele % 30 oturumu nedeniyle % 70 oranında bahçe alanı kalmaktadır. Ayrıca yine dönem mevzuatına göre parsel içinde otopark alanları düşünülmek zorunda olunmadığı için bahçeler özellikle narenciye, yeni dünya, zeytin gibi ağaçları ile yeşil alan olarak değerlendirilmiştir.

GGF analizine göre yol genişlikleri ve kat yükseklikleri gökyüzü görüşü ve güneşlenme için idealdir. Kuzey güney doğrultusudaki yol aksları güneyden gelen rüzgarı alma açısından kentsel kanyon etkisi oluşturmaktadır. Ancak doğu-batı yönünde geniş aksların bulunmaması, Kaleiçi çevresinde yer alan Haşim İşcan Mahallesi Işıklar caddesi kenarındaki yüksek kat yapılaşmaları, doğu-batı doğrultusundaki rüzgarı engellemekte ve sokak ve imar adası oluşumları Antalya iklimi için ideal olan yapıların kuzey-güney yönlerinden cephe almalarını engellemektedir.



Şekil 4.47. Muratpaşa KİZ (Z3) orto foto üzerinden mevcut yapılaşma durumu

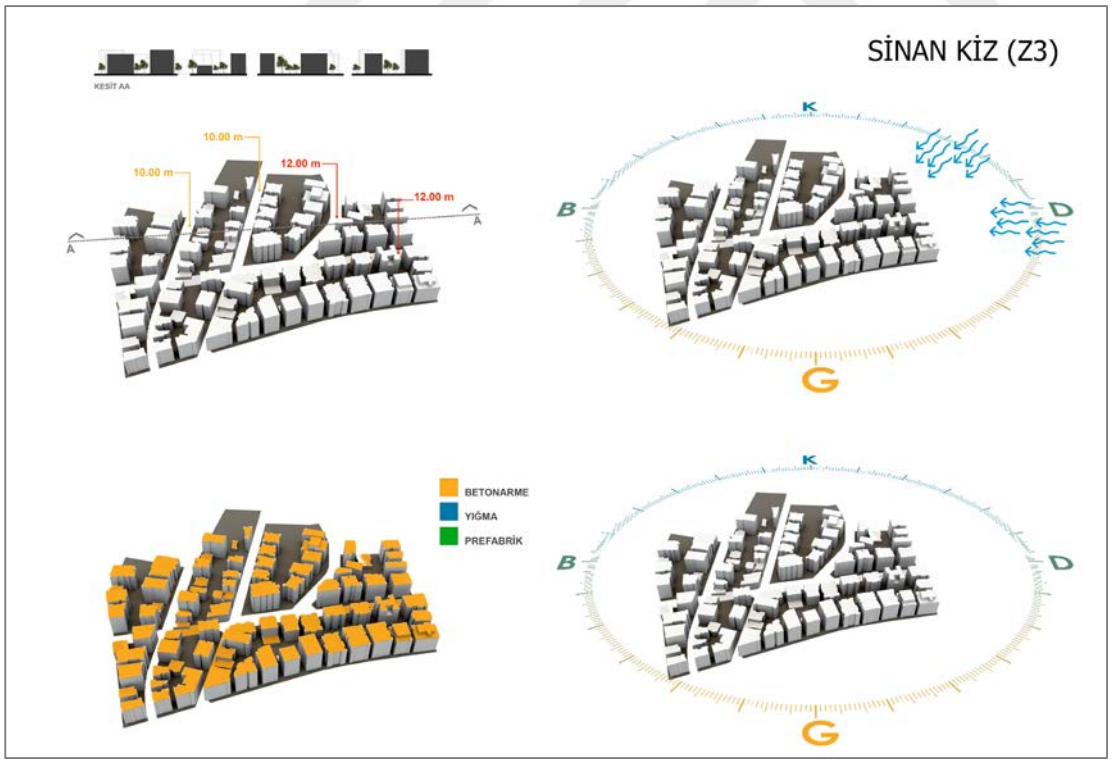
4.7.3.2. Doku ve yapı analizleri

İmar planında kat yüksekliği 5 kat olarak belirlenen bölge, 5 kat olarak gerçekleşmiştir. İmar planına uygun olarak yapılan yapıların hepsi betonarmedir. Bina yaşları 15-20 civarındadır. Yapıların çoğu konut kullanımındadır (Şekil 4.48, Şekil 4.49).

Adaları çevreleyen yollar, arazi kullanımına göre 0-20 m sınıfına girmekte, ancak kent için önemli toplu taşım akslarından olan Arık (12 m) ve Cebesoy (21.50 m) caddeleri bölgenin doğusundan ve batısından geçmektedir. Bölge içinde yer alan yollar ise 10 m genişliğindedir (Şekil 4.48, Şekil 4.49).



Şekil 4.48. Muratpaşa KİZ (Z3) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri



Şekil 4.49. Muratpaşa Sinan Mahallesi KİZ (Z3) doku ve yapı analizleri

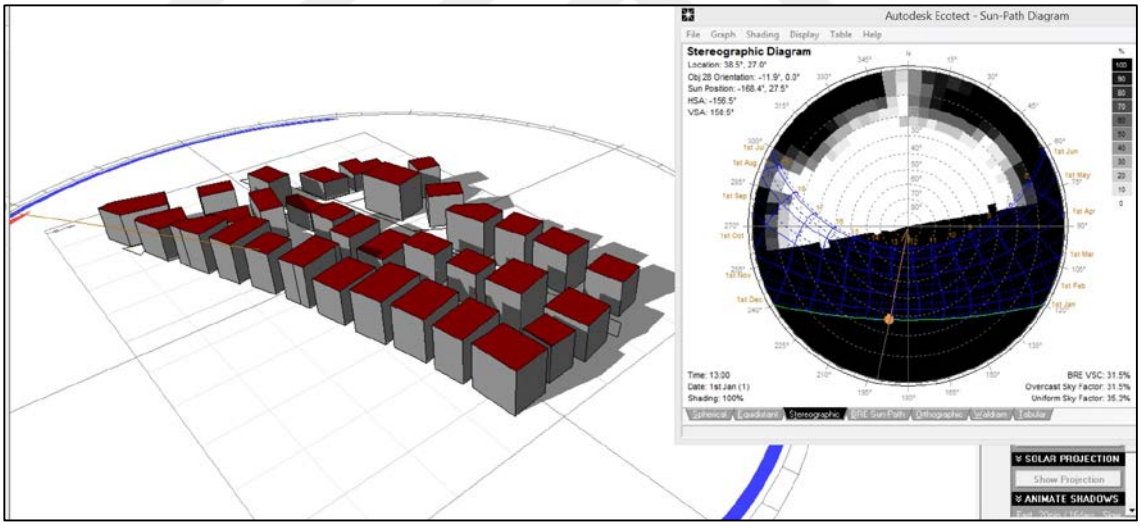
5 kat yüksekliğindeki bahçe içinde yer alan apartmanlardan oluşan dokuda yeterli sayıda yeşil alan bulunmamaktadır (NDVI: 0.3). Yükseklik ve yapılar arası mesafelere göre pürüzlülük sınıfı 7'dir. Gökyüzü görüş faktörü yaklaşık 0.6 olarak gözlenmiştir.

Zemin malzemesine göre yollar ve yapı adaları çoğunlukla geçirimsiz malzemeden oluşmaktadır. Buna göre % 85 + geçirimsizlik sınıfındadır. Bölge bütününde asfalt yollarda yansıma oranı (albedo) 0.05 iken; betonarme yapıların negatif, çoğunluğu toprak geçirimli bahçelerin pozitif varlığı nedeniyle bölgesel olarak (KİZ) sınıfı olarak yansıma oranı (albedo) 0.15 oranındadır.

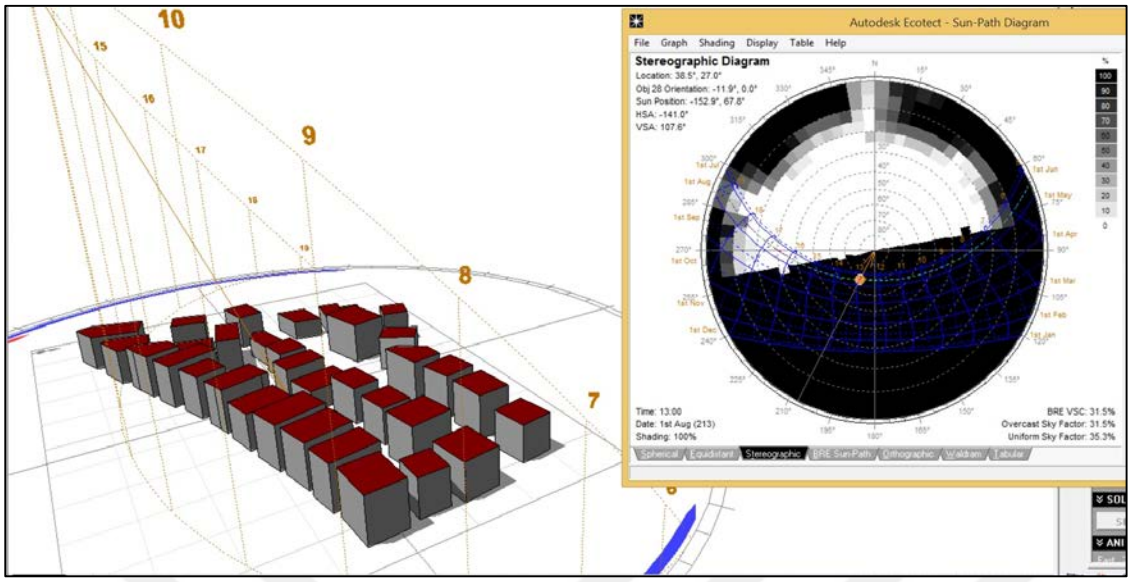
Adaların yönelimleri değişkendir. Yukarıda bahsedilen 2 önemli ulaşım aksı olan 12 m ve 21.50 m genişliğindeki caddeler kuzey-güney doğrultusunda uzanmaktadır. Bu iki caddenin arasında yer alan ara yollar da bu caddelere paralel uzanmaktadır. Adaların güneyinde 12 m genişliğinde, 2 ana caddeyi birbirine bağlayan yol yer almaktadır. Bu yola cephe almış yapıların GGF'ü daha yüksektir. Ara yollar 10 m ve kuzey güney doğrultusundadır. Bu nedenle bölgedeki parsellerin çoğu yolların doğu ve batı cephesinde kalmaktadır. Hakim rüzgar yönü en çok rüzgar aldığı Ocak ayına göre doğu ve kuzeydoğudur.

4.7.3.3. Güneş-gölge analizleri

Muratpaşa KİZ'unda (Z3) iklim istasyonuna yakın olması nedeniyle seçilen 5 kat yüksekliğinde yapılaşmış adalardan birinin güney cephesindeki yapılarından bir cephe seçilerek bu cephenin iklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında saat 13:00'deki güneş pozisyonuna göre gökyüzü görüşü, güneşlenme ve gölgelenme oranları incelenmiştir (Şekil 4.50, Şekil 4.51).

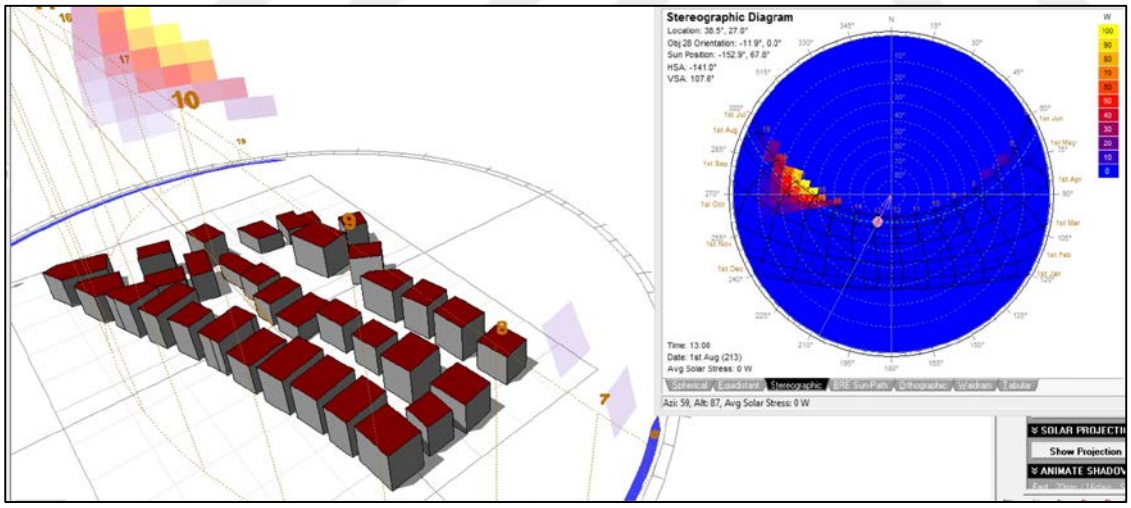


Şekil 4.50. Muratpaşa KİZ (Z3) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi



Şekil 4.51. Muratpaşa KİZ (Z3) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi

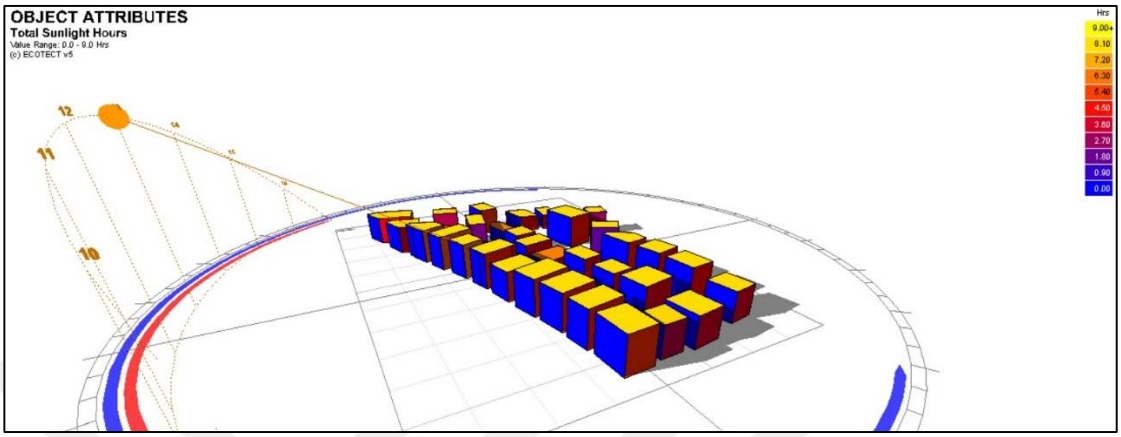
İklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında iklimsel konfor ve yapıların enerji tüketimini etkileyen güneşlenme/gölgelenme oranlarına ek olarak güneş stresi analizleri yapılarak bu bölgedeki yapıların gölgelenme oranı yüksek görülen bir yapının güney cephesi üzerinden enerji etkinliği araştırılmıştır (Şekil 4.52).



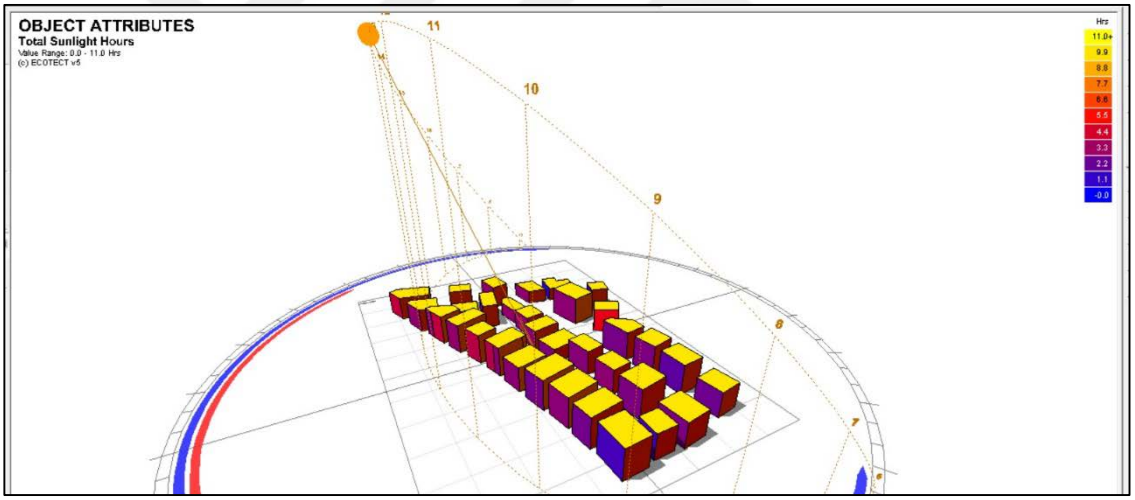
Şekil 4.52. Muratpaşa KİZ (Z3) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen ışınım miktarı) analizi

Şekil 4.52'ya göre Ağustos ayında öğleden sonra saat 16:00'den itibaren batı yönünden çok güneş geldiği görülmektedir. Güneşinsaatlik konumuna göre bir yapının üzerine düşen maksimum enerji 100 watt'tır. Ocak ayında gün içinde güneşin değişen konumuna göre fazla gölgelenme oranlarına baktığımızda güneşlenmeden fazla yararlanamadığı görülmektedir.

Bölgedeki tüm yapılara güneş erişim analizi uygulanarak Ocak ve Ağustos ayları için günlük güneşlenme saatleri hesaplanmıştır (Şekil 4.53, Şekil 4.54). Buna göre Ocak ayı için güney cepheler günde ortalama 0-0,90 saat, doğu cepheler ise ortalama 2.70-3.20 saat güneşlenmektedir. Ağustos ayında ise güney cepheler 1.1-5.5 saat, doğu cepheler ise 4.4-5.5 saat boyunca güneşlenmektedir.



Şekil 4.53. Muratpaşa KİZ (Z3) Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri

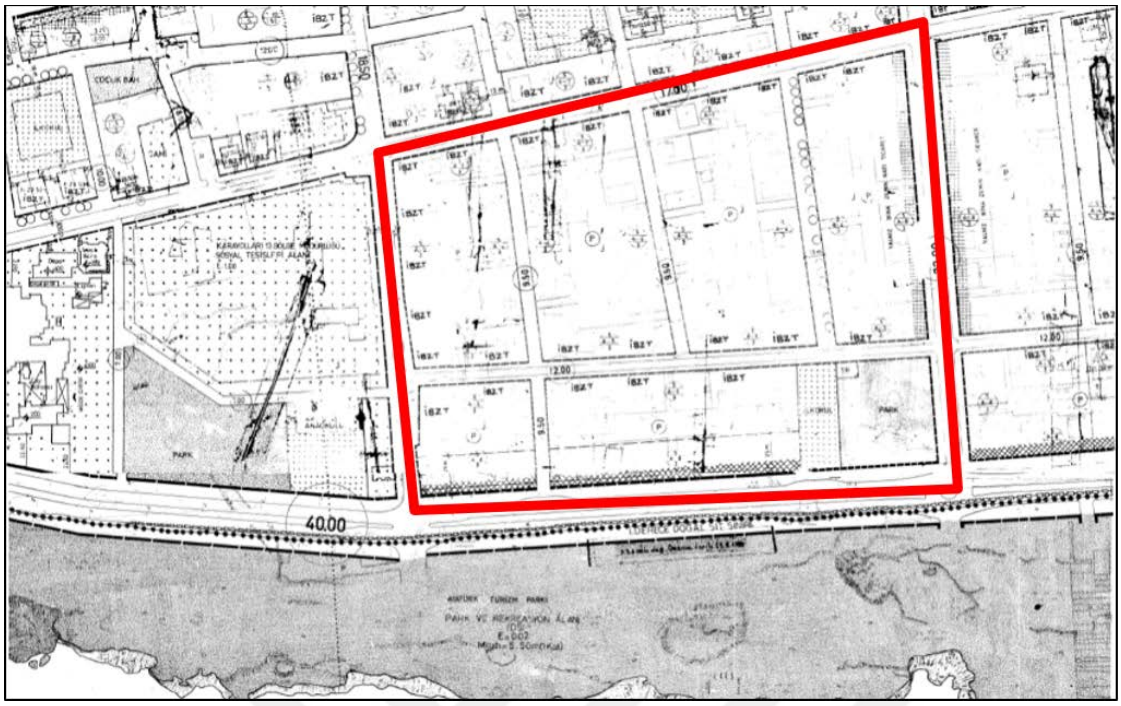


Şekil 4.54. Muratpaşa KİZ (Z3) Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri

4.7.4. Muratpaşa kentsel zonu (Z4)

4.7.4.1. İmar planı ve mevcut duruma göre yapılaşma koşulları

Muratpaşa ilçesi KİZ (Z4) Bahçelievler mahallesi Meteoroloji İl Müdürlüğü'nün bulunduğu bölgede yer almaktadır. Antalya kent merkezinin güneyinde, Akdeniz kıyısında yer almaktadır. Adaların güneyinde 30 m genişliğinde olan Konyaaltı Caddesi ve sahil şeridinde Atatürk Parkı bulunmaktadır. 1/1000 ölçekli uygulama imar planında E:0.80 görünse de, 1.7 katsayısı ile yapılaşma hakkı E:1.34 'e çıkmaktadır (Şekil 4.55, Şekil 4.56).



Şekil 4.55. Muratpaşa KİZ (Z4) 1/1000 ölçekli uygulama imar planı ve yapılaşma durumu



Şekil 4.56. Muratpaşa ilçesi KİZ (Z4) orto foto üzerinden mevcut yapılaşma durumu

4.7.4.2. Doku ve yapı analizleri

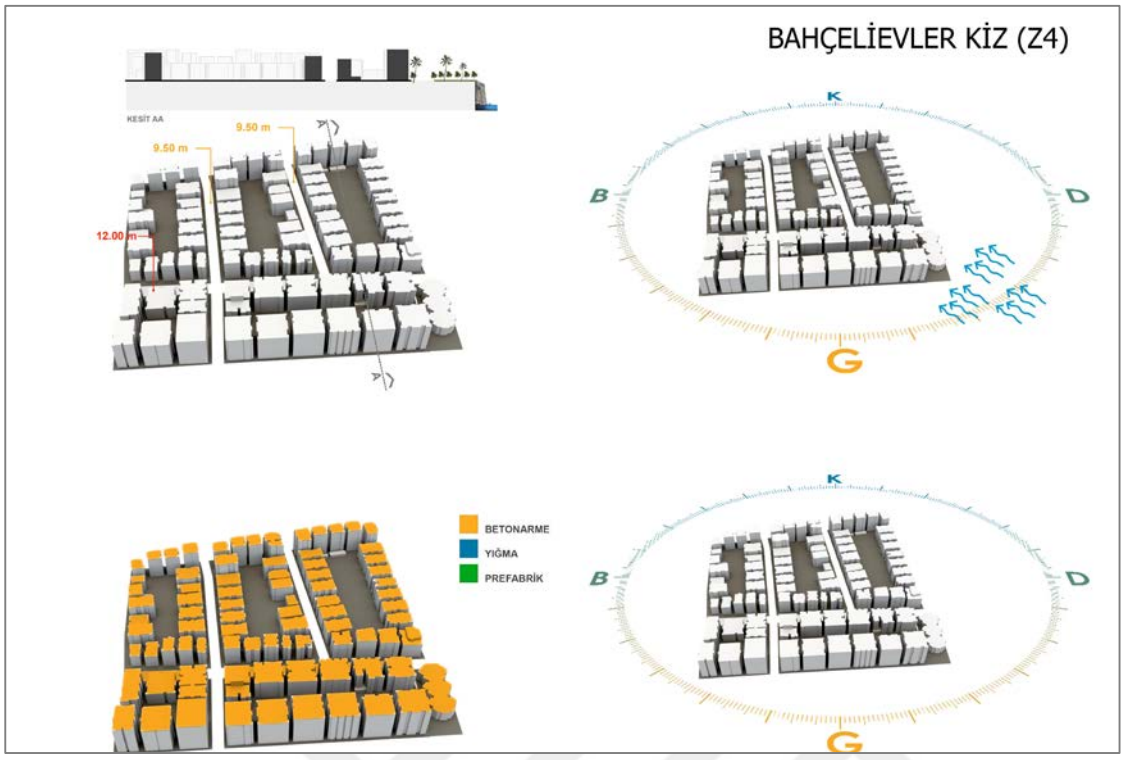
İmar planında kat yüksekliği 4-10 kat olarak belirlenen bölge, imar planına göre gerçekleşmiştir. Yapıların hepsi betonarmedir. Bina yaşları 20-30 civarında olsa da bölgenin konumu ve değeri nedeniyle yer yer yenilenmektedir. Yapıların çoğu konut kullanımındadır (Şekil 4.57).

Adaları çevreleyen yollar, arazi kullanımına göre 0-20 m sınıfına girmekte, ancak kent için önemli sahil ulaşım akslarından olan Konyaaltı caddesi (40 m) bölgenin güneyindedir. Bölge içinde yer alan yollar ise yaklaşık 10 m genişliğindedir.

Konyaaltı Caddesi boyunca giriş katlar ticaret olarak planlandığından kat yükseklikleri 10 katı yani 32.50 m'yi bulmaktadır. Ön cepheler 10 katlı iken arka cepheler imar planında 5 katlı olarak planlanmış ve yapılaşmıştır. Bu durum güney cephede bir duvar etkisi yaratmakta ve arka parsel ve adalarda rüzgar ve güneşten yararlanma etkisini azaltmaktadır. Yine kıyıya cephe olan adaların formu da adaların uzun cephesinin kıyıya paralel olması nedeniyle bu duvar etkisini artırmaktadır. Ön cephedeki adaların arkasında yer alan adaların yol aksları kuzey güney doğrultusundadır ancak genişlikleri yaklaşık 10m'dir. Bu bölgede manzaradan, güneşten, rüzgardan, gökyüzü görüşünden sadece kıyıdaki adaların ön cephesindeki parsellerde yer alan yapılar faydalanabilmektedir. YİZ olarak yüksek katlı yoğun konut alanı olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.58).



Şekil 4.57. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) kat yükseklikleri ve yol genişlikleri



Şekil 4.58. Muratpaşa Bahçelievler Mahallesi KİZ (Z4) doku ve yapı analizleri

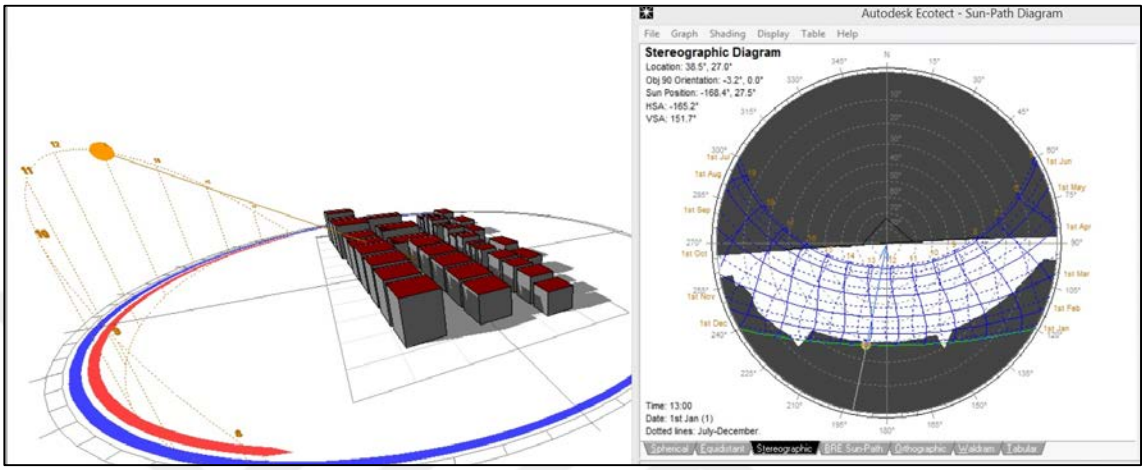
5-10 kat yüksekliğindeki ayrık nizam apartmanlardan oluşan dokuda yeterli sayıda yeşil alan bulunmamaktadır (NDVI: 0.3). Yükseklik ve yapılar arası mesafelere göre pürüzlülük sınıfı 8'dir. Dar sokaklarda gökyüzü görüş faktörü yaklaşık 0.4 olarak gözlenmiştir.

Zemin malzemesine göre yollar ve yapı adaları çoğunlukla geçirimsiz zeminden oluşmaktadır. Buna göre % 90+ geçirimsizlik sınıfındadır. Bölge bütününde asfalt yollarda albedo 0.05 iken; betonarme yapıların negatif, çoğunluğu toprak geçirimli bahçelerin pozitif varlığı nedeniyle bölgesel olarak (KİZ) sınıfı olarak albedosu 0.15 oranındadır.

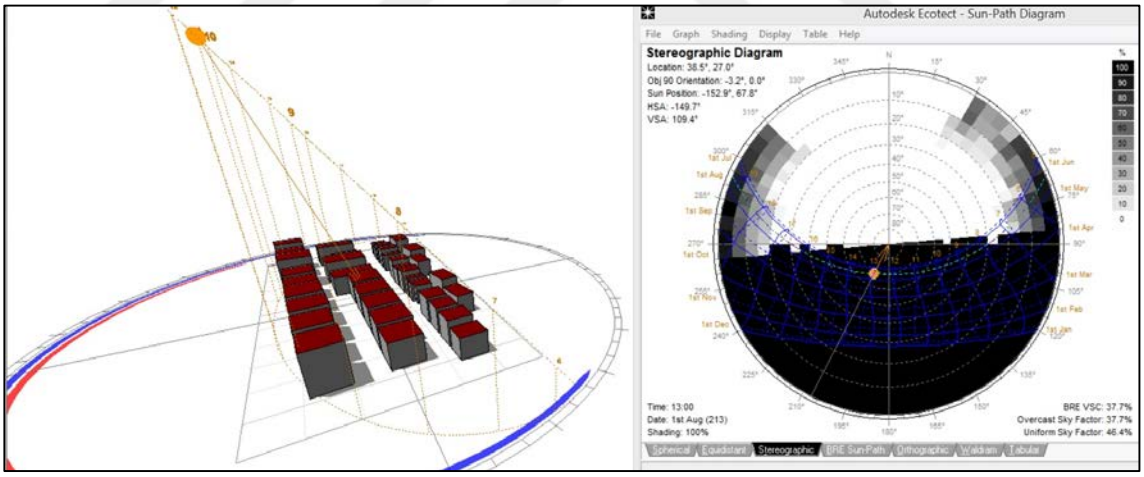
Adaların yönelimleri düzgün ve doğrusaldır. Yukarıda bahsedilen Konyaaltı Caddesi Akdeniz kıyısına paralel uzanmaktadır. Yolun güneyinde ise Antalya'nın önemli aktif yeşil alanlarından Atatürk Parkı bulunmaktadır. Bölgedeki deniz, kıyı, parkın sosyal ve ekonomik değeri nedeniyle adalar bu caddeye paralel fazla cephe oluşturulması amacıyla doğu batı doğrultusunda uzun tasarlanmıştır. Manzaradan daha fazla yararlanılması amacıyla da bu cephede kat yüksekliği arka cephedeki parsellere göre fazla yüksektir. Bu yola cephe almış yapıların gökyüzü görüşü daha yüksektir. Ara yollar kıyıya dik olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle bölgedeki parsellerin çoğu yolların doğu ve batı cephesinde kalmaktadır. Ancak yol genişlikleri gökyüzü görüş açısından yetersizdir. Hakim rüzgar yönü en çok rüzgar aldığı Mart ayına göre güneydoğudur.

4.7.4.3. Güneş-gölge analizleri

Muratpaşa Bahçelievler KİZ'unda (Z4) iklim istasyonuna yakın olması nedeniyle seçilen düzenli yapılaşmış adalardan birinin güney cephesindeki yapılarından bir cephe seçilerek bu cephenin iklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ocak ve Ağustos aylarında saat 13:00'deki güneş pozisyonuna göre gökyüzü görüşü, güneşlenme ve gölgelenme oranları incelenmiştir (Şekil 4.59, Şekil 4.60).



Şekil 4.59. Muratpaşa Bahçelievler KİZ (Z4) Ocak ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi

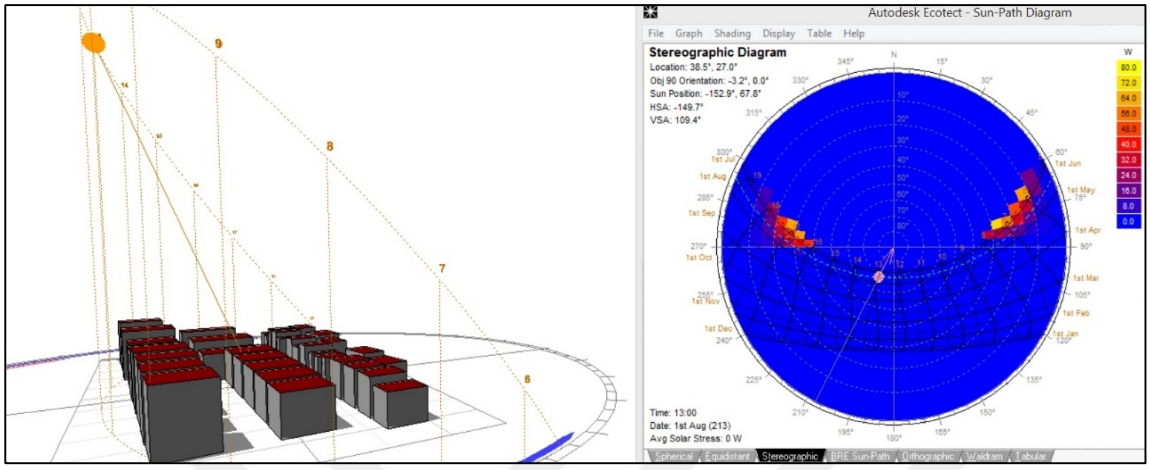


Şekil 4.60. Muratpaşa Bahçelievler KİZ (Z4) Ağustos ayı saat 13:00'de güneş pozisyonuna göre gölgelenme analizi.

İklimsel ölçümlerde en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü Ağustos ve Ocak aylarında iklimsel konfor ve yapıların enerji tüketimini etkileyen güneşlenme/gölgelenme oranlarına ek olarak güneş stresi analizleri yapılarak bu bölgedeki yapıların kuzey ve güney cepheleri üzerinden enerji etkinliği araştırılmıştır (Şekil 4.61).

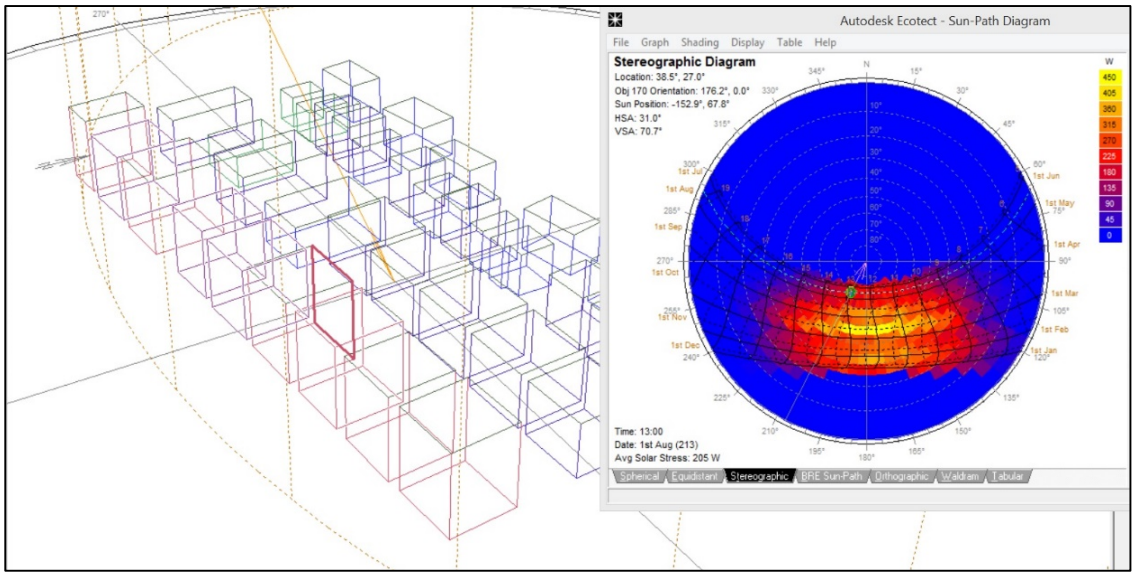
Şekil 4.61'a göre Ağustos ayında saat 13:00'teki güneş konumuna göre bir yapının güney cephesine düşen maksimum sıcaklık 80 Watt'tır. Bu durumdan sabah ve akşam

saatlerinde doğu ve batı cepheler etkilenmektedir.Ancak ön sıradaki bir yapının kuzey cephesine bakıldığında gün boyunca maksimum 450 Watt'a kadar güneş enerjisi aldığı görülmektedir. Bu cephede ortalama güneş stresi 205 Watt olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.62).

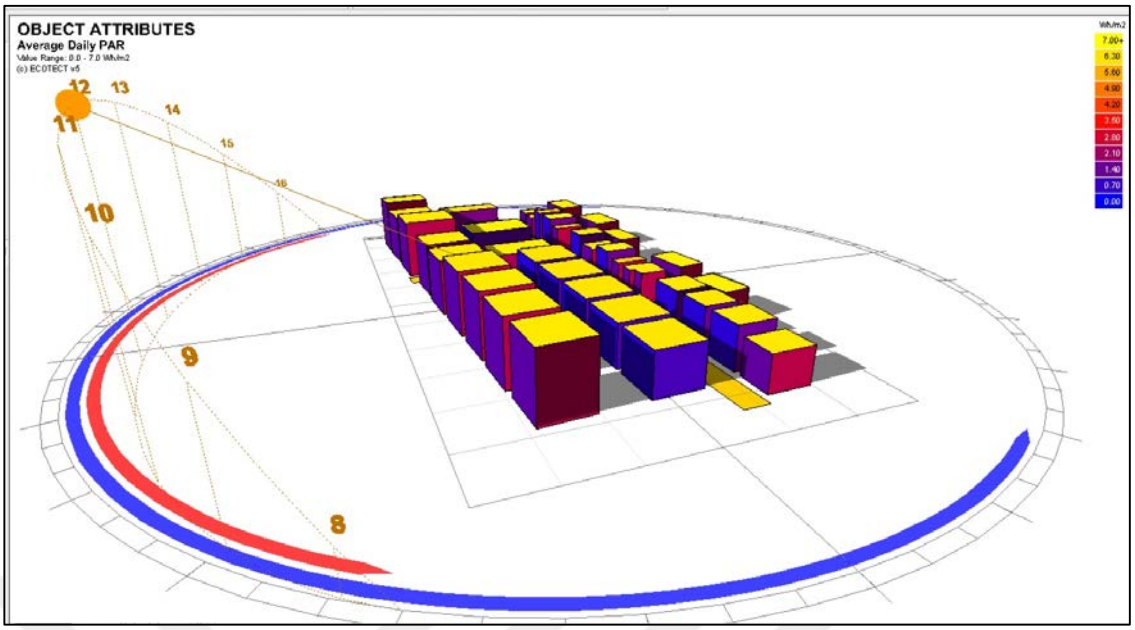


Şekil 4.61. Muratpaşa Bahçelievler KİZ (Z4) Ağustos ayı, arka sıra güney cephenin güneş pozisyonuna göre güneş stresi (yüzeye düşen enerji miktarı)

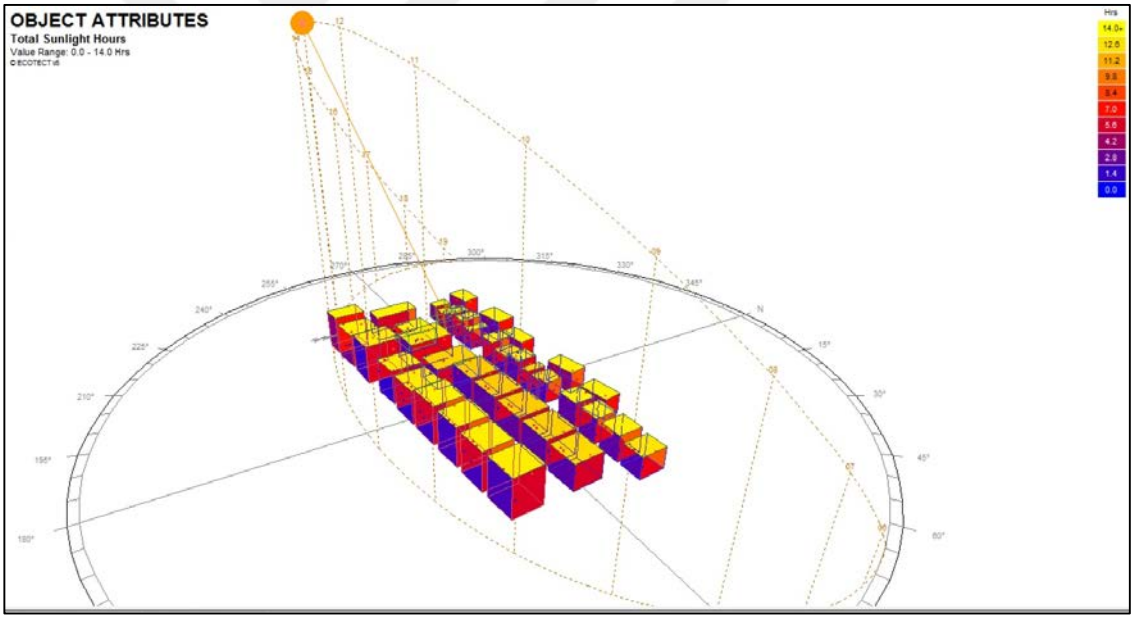
Bölgedeki tüm yapılara güneş erişim analizi uygulanarak Ocak ve Ağustos ayları için günlük güneşlenme saatleri hesaplanmıştır (Şekil 4.63, Şekil 4.64). Buna göre Ocak ayı için güney cepheler günde ortalama 0-0,90 saat, doğu cepheler ise ortalama 4.50-6.30 saat güneşlenmektedir. Ağustos ayında ise güney cepheler 2.6 saat, doğu cepheler ise 5.2 saat boyunca güneşlenmektedir



Şekil 4.62. Muratpaşa Bahçelievler KİZ (Z4) Ağustos ayında kuzey cephede oluşan güneş stresi (yüzeye düşen enerji miktarı)



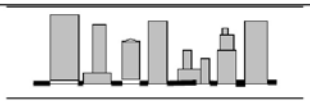
Şekil 4.63. Muratpaşa KİZ (Z4) Ocak ayı günlük güneşlenme saatleri



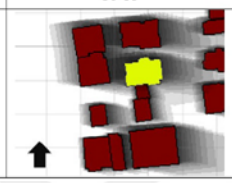
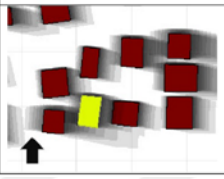
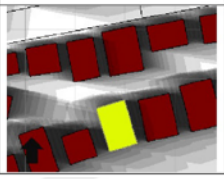
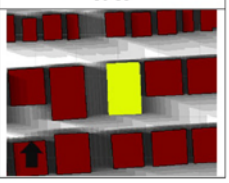
Şekil 4.64. Muratpaşa KİZ (Z4)Ağustos ayı günlük güneşlenme saatleri

Yukarıda yapılan tüm analizlere göre tespit edilen Kentsel İklim Zonları (KİZ) Çizelge 4.20'de; Kentsel iklim zonu olarak tanımlanan 4 bölgede yapılan güneş gölge analizleri sonuçları Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Kentsel iklim zonları

İstasyon	Kentsel İklim Zonu (KİZ) tanımı	İmar Planı ve Yapılaşma Durumu	GGF	Pürüzlülük sınıfı	Albedo	Geçirimsizlik oranı %
Z1- Döşemealtı	Yüksek oranda gelişimin olduğu orta yoğunluklu kentsel alan, sıra sıra veya bitişik nizam ancak seyrek yerleşimli küçük apartman yapılar	 E:1 5 kat Yol gen: 7-10 m.	0.9	7	0.20	65-85
Z2-Kepez	Orta gelişim: Az yoğun kentsel saçak yerleşim 1 veya 2 katlı evler, kentsel saçak, banliyo konutları	 Bahçeli 1 -2 kat Yol gen: 7-8 m.	0.8	6	0.30	35-65
Z3-Muratpaşa	Yoğun gelişim: Yüksek yoğunluklu 2-5 katlı bitişik nizam ya da birbirine çok yakın yapılmış tuğla taş yapılar. Örneğin eski kent merkezleri.	 TAKS/KAKS: 0.30/1,50 5 kat Yol gen: 10-12 m	0.4	7	0.15	85+
Z4-Antalya Meteoroloji Bölge	Yoğun gelişim: bitişik nizam ya da yakın dizilimli çok katlı yapılar	 E:1.35 4-10 kat Yol gen: 9.50-12m	0.5	8	0.15	90+

Çizelge 4.21. Kentsel iklim zonlarının güneş/gölge analiz sonuçları

Güneş gölge analizleri			**Kİ(Z1)**	**Kİ(Z2)**	**Kİ(Z3)**	**Kİ(Z4)**
			mevcut	mevcut	mevcut	mevcut
Günlük gölgeli güneşli saatler	Gölge		06-14	12-19	06-12	08-12, 14-15, 16-18
	Güneş		14-19	06-12	12-17	07-08,12-14 15-16,
GGF oranı (%)	Sabit		46,4	43,6	31,5	37,7
	Anlık		37,9	36,6	35,3	46,4
Güneşlenme saati (Saat)	Kış	Maks.	10	9	9	11
		Güney	1-2	0-1	0-1	0-1
		Doğu	4-5	4-5	2-4	3-5
	Yaz	Maks.	15	13	11	14
		Güney	3-6	2-3	1-4	2-4
		Doğu	7-9	8-9	6-7	5-8
Güneş stresi (saat)	Sabah		07-10	06-08	-	06-08
	Akşam		16-18	-	16-18	16-18
Plan görünüm						

5. TARTIŞMA

Bu araştırma kapsamında Antalya kentinin coğrafi özellikleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim kuşağı özellikleri (termal kuşak), arazi örtüsü/arazi kullanım değişimleri ile birlikte vejetasyon indis değerleri (NDVI), yüzey sıcaklıkları (LST) kent bütününde ölçülmüş; arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfına bağlı olarak ortaya çıkan yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiş; yüzey sıcaklıklarına göre yüzey ısı adası oluşumu ve daha sonra ölçülen hava sıcaklıkları ile de kentsel ısı adası oluşumu incelenmiştir.

Antalya kenti olarak belirlenen çalışma alanı, tespit edilen arazi örtüsü sınıflarına göre her ana sınıftan 6'şar örnek nokta seçilerek toplam 48 noktada arazi örtüsü/arazi kullanımı, yüzey sıcaklık değerleri (LST) ve vejetasyon indis (NDVI) değerlerine göre tekrar sınıflandırılarak yerel iklim zonları başlığı altında 3 alt iklim bölgesine indirgenmiştir. Bu 3 alt bölgede detaylı iklim araştırması yapılmak üzere sabit iklim istasyonları kurulmuş ve 1 yıl boyunca bu istasyonlardan ölçüm değerleri alınarak bu üç bölge arasında anlamlı sıcaklık farklılıkları araştırılmıştır.

Yüzey ısı adası değerleri ile tanımlanan yüzey sıcaklığı analizi 2012 yılı Ağustos tarihli Landsat 7 TM görüntüsünün termal bantları kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 4.10). Üç farklı yerde kurulan iklim istasyonlarından 2012 yılı Mart ayı ve 2013 yılı Mart ayı arasında 1 yıl süre ile ölçüm alınmıştır. Yüzey sıcaklıklarına göre yapılan çalışmada Antalya kent merkezi ve çevresi 26 ºC -29 ºC sıcaklık aralığında iken; kentin doğusunda Aksu ve kuzeyinde Döşemealtı ilçesinde sıcaklık aralığı çoğunlukla 29 ºC -35 ºC arasındadır. Kentin doğusunda bulunan Antalya Havaalanı, idari olarak Muratpaşa ilçesinde yer alan Lara Kumulları da 30 ºC -35 ºC sıcaklık aralığında olup en yüksek sıcaklık yansımasına sahip olan bölgelerdendir.

Yüzey sıcaklıkları hava sıcaklıkları ile karşılaştırıldığında kent merkezinde yer alan noktalarda (yeşil alanlar bile olsa) hava sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı arasındaki fark +1.7 ºC ila +8.8 ºC arasındadır. Kent merkezi çeperinde yer alan gelişmesini henüz tamamlamamış yarı kırsal alanlarda ise bu fark -0.9 ºC-+6.5 ºC arasındadır. Kırsal alanlarda ise (bitki örtüsü az, tarımsal alan yoğun, yapılaşmasını henüz tamamlamamış) fark +0.2 ºC -+6.1 ºC arasındadır.

Arazi kullanım sınıfına göre hava sıcaklığı ile yüzey sıcaklığı arasındaki farkın az olduğu noktalar; kent merkezinde (kentsel) +1.7 ºC ile Doğu garajı inşaat alanı; kent merkezi çeperinde (yarı kırsal) -0.9 ºC ile Lara kumulları, -0.3 ºC ile Varsak mahallesi yerleşim alanı, -0.4 ºC ile Menderes mahallesi yerleşim alanı, +1.7 ºC ile Varsak Karşıyaka mahallesi yerleşim alanı, + 2.8 ºC ile Gaziler küçük sanayi sitesi inşaat alanıdır. Bu durum kendini kırsal alanlarda +0.2 ºC-+3.0 ºC arasındaki sıcaklık farkları, az yoğun yerleşim alanı, inşaat alanı ve bitki örtüsü az tarım alanlarında (NDVI: 0.1-0.3) görülmektedir. Hava sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı arasındaki farkın az olması o bölgelerde hem yüzey ısı adası hem de kentsel ısı adası olduğunu göstermektedir. 2012 yılının Ağustos ayında hava sıcaklıklarına göre kentsel alanlarda kentsel ısı adası varlığı tespit edilmişken, eski Doğu Garajı gibi kent içinde kalmış inşaat alanlarında yüzey ısı adası varlığı da gözlemlenmiştir. Yarı kırsal ve kırsal alanlarda, hem kentsel ısı adası, hem de yüzey ısı adası varlığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, kırsal ve yarı kırsal alanlardaki antropolojik etmenlere bakıldığında anlaşılmaktadır. Bu bölgeler, kırsal ve yarı kırsal

olmalarına rağmen, her biri Antalya kentinin gelişme yönü olan kuzeyde bulunan çeşitli tarihlerde parçacıl imar planları yapılmak sureti ile yapılaşmaya açılmış ancak henüz yapılaşma sürecini tamamlamamış bölgelerdir. Her ne kadar yapılaşma süreci tamamlanmamış ve gökyüzü görüşü yüksek açık alan yoğun ise de söz konusu bölgeler "imarlı" olduğu için tarımsal üretimden ve vejetasyon varlığından yoksun kalmış; yer yer inşaat çalışmaları ile araziler düzleştirilmiş; çoğu yer geçirimsiz malzeme ile kaplanmıştır.

Kent merkezinde hava sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı arasındaki farkın orta olduğu bölgeler (4.0 ºC, 6.0 ºC) orta yoğun ve yoğun yerleşim alanlarıdır. Hava sıcaklığının yüzey sıcaklığından fazla olması pozitif kentsel ısı adası etkisinin olduğunu göstermektedir. Farkın yüksek (6.0 ºC-9.0 ºC) olduğu bölgeler ise tüm 48 nokta içindeki bitki indisinin de en yüksek olduğu (NDVI: 0.4-0.6) kent merkezindeki açık ve yeşil alanlardır. Bu alanlarda kentsel ısı adası etkileri görülüyor iken, yüzey sıcaklıklarının daha az olması, yani hava sıcaklığı yüzey sıcaklığı farkının pozitif değerde yüksek olması, kıyılarda deniz ve iç kesimlerde vejetasyon varlığı etkisini göstermektedir. Yaz aylarında deniz kara sıcaklığından daha soğuk olduğu için deniz etkisinde olan kent merkezi de kentin çevresi olan kuzey ve doğusundan daha düşük sıcaklık değerleri göstermektedir. Ayrıca bu alanların vejetasyon indisi (NDVI) değerleri yüksek olan alanlar, kent merkezindeki açık ve yeşil alanlar; Kırcami bölgesi gibi kent içinde kalmış bitki örtüsü yoğun tarımsal alanlardır.

Antalya kent merkezinde uydu görüntüsünün alındığı gün olan 30 Ağustos 2012'de sabit istasyonlardan ölçülen hava sıcaklıklarına göre kentsel alanlar, akşam ve sabah saatlerinde (20:00-10:00) kırsal ve yarı kırsal alanlardan daha yüksek sıcaklığa sahipken; saat 10:00-20:00 arası kırsal ve yarı kırsal alanlardan daha düşük sıcaklıktadır. Yaz aylarında gece saatlerinde kent merkezinde ölçülen sıcaklıkların kırsal alanlardan daha yüksek olması; "kentsel ısı adası" varlığını göstermektedir. Gündüz saatlerinde kent merkezinin kırsal alanlardan daha düşük sıcaklıkta olması, kentin güneyinin Akdeniz'e kıyı olması nedeniyle denizden gelen rüzgâra açık olmasının bir etkisidir. Sabit istasyon iklimsel ölçümlerinden rüzgâr değerlerine bakıldığında, özellikle Döşemealtı bölgesinde rüzgâr etkisinin az olması da yüzey sıcaklıkları etkisinin yazın gündüz saatlerinde hava sıcaklığının fazla olmasını yukarıdaki diğer nedenlerle birlikte açıklamaktadır.

Tez çalışması süresi içinde Antalya kenti için 2015 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü Klimatoloji Şube Müdürlüğü'nce (Şensoy vd. 2015) de uydu görüntüleri ve Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'ne bağlı sabit istasyon değerleri kullanılarak ısı adası tespit çalışması yapılmıştır. Tez çalışması ile benzer yöntem ve teknik kullanılarak uydu görüntülerin alındığı günlere ait yersel istasyonlardaki hava sıcaklıkları da değerlendirilmiş, yüzey sıcaklıkları ile hava sıcaklıkları arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Şensoy vd. (2015), yüzey sıcaklıklarına göre Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında Antalya şehri çevresine göre yüksek yüzey sıcaklıklarına (YIA) sahip olduğu, şehrin kuzeybatısında yer alan ve yarı şehirsel sayılabilecek Döşemealtı ilçesi ile doğuda yer alan Havaalanı, yaz aylarında en yüksek yüzey sıcaklıklarına sahip olduğunu ve yaz aylarında iç kesimlerin deniz etkisindeki kıyı alanlardan daha sıcak sıcaklıklara sahip olduğunu ifade etmiştir. Sonuçlar, tez çalışmasında yapılan yüzey sıcaklığı analizinin Ağustos ayında yapılması nedeniyle benzerlik göstermektedir. Çalışma, tez çalışmasında yapılan yüzey sıcaklığı analizinden 3 yıl sonrası görüntüsüyle yapılmış bir

çalışma olmasına rağmen tez çalışması ile paralel doğrultudadır. Şensoy vd. (2015)'nin yaptıkları araştırmanın diğer mevsimlere ilişkin tespitleri; Antalya'da yüzey ısı adası hızlı bir şekilde genişleyerek yaklaşık 949 km^2'ye ulaştığı, Antalya'nın yüzey ısı adası açısından 3 farklı durumundan birinin şehrin soğuk, çevredeki alanların sıcak olduğu kış dönemi (negatif YIA) olduğudur. Bu dönemde Antalya istasyon verilerinin denizin etkisiyle çevresine göre daha sıcak olduğu ifade edilmiştir (Çizelge 4.19).

Şensoy vd. (2015)'e göre yaz döneminde kent, batısındaki ve kuzeyindeki alanlara göre sıcak, doğusundaki alanlara göre benzer özellikler göstermekte yani normal yüzey ısı adası durumundadır. Bu dönemde Antalya Meteoroloji Bölge İstasyonu verilerine göre denizin etkisiyle çevresinden daha serin olduğu belirtilmektedir. Ancak Ağustos 2012 yılında Meteoroloji Bölge istasyonunda ölçülen değer, tez araştırması kapsamında kurulan 3 istasyondan (Döşemealtı 31.64 ºC, Kepez 31.78 ºC, Muratpaşa 32.10 ºC) ve yüzey sıcaklık değerinden (27 ºC) daha sıcak bir değer göstermektedir (34.20 ºC). Bu da kıyı etkisinin kent merkezinde pozitif ısı adası etkisini göstermektedir (Çizelge 18, Çizelge 19). Yaz döneminde, güneşin erken doğuşuna bağlı olarak ısınma süresi uzamakta, şehrin ısınması önceki günden kalan enerji birikimiyle daha da artmakta, dolayısıyla kırsal alanlara göre daha sıcak özellikler göstermektedir. Şehir çevresindeki alanların özgül ısıları şehirsel alana göre düşük ise ısınma döneminde şehir negatif YIA özelliğinde olmaktadır. Buna karşın, çevresindeki alanların özgül ısıları şehre göre yüksekse, tam tersi bir durum oluşmaktadır.

Şensoy vd. (2015)'in tespit ettiği diğer bir durum ise şehrin pozitif YIA olduğu, fakat bu karakterin çok belirgin olmadığı geçiş aylarıdır. Mart ve Kasım aylarında deniz ve kara yüzey sıcaklıkları yer değiştirmektedir. Bu durumlar, görüntülerin alınma saatleri, ısınma süresi ve arazi örtüsü ile ilişkilidir. Uydu görüntüleri sabah Türkiye saati ile 10:35 (kış) ve 11:35 (yaz) civarında alınmaktadır. Kış döneminde güneş geç doğmakta, dolayısıyla görüntü alınana dek geçen süre kısalmaktadır. Kırsal alanlardaki gökyüzü görüş oranı fazla olduğundan hızlı bir ısınma meydana gelmekte ve şehirden daha sıcak görünmektedir. Kışın şehir alanı yüzey ısı adalarının negatif, sahil kesimlerinin ise pozitif olma durumu, denizin etkisiyle gerçekleşmektedir.

Enerji tüketimi ülkelerin en önemli sorunlarından biri durumundayken, Türkiye gibi enerji üretim ve tüketim oranları arasında büyük fark olan ülkeler için enerjinin etkili bir şekilde kullanılması önemlidir. Türkiye'de kullanılan enerjinin % 40 gibi büyük bir kısmı ısıtma enerjisi olarak kullanılır (Kadiroğlu 2011, Binyıldız vd. 1999). Antalya gibi sıcak ve nemli iklimlerde en fazla enerji yaz aylarında soğutma amaçlı kullanılmaktadır. 2013 yılında Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan "Antalya'nın Karbon Ayakizi Envanteri ve Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı"na göre Antalya ili toplam karbon ayakizi 2012 yılı için 8.966.179 ton CO_2e'dir. Kentin enerji tüketimi ise toplam 15.139.894 MWh'tir. Toplam salımlarda en başta % 56 pay ile standartlara göre durağan yakma emisyonları (kapsam 1) ve elektrik tüketimi (kapsam 2) kapsamları içinde yer alan enerji tüketimleri gelmektedir. Antalya'nın coğrafyası ve Türkiye'nin iktisadi dinamiklerinin de damgasını vurduğu enerji tüketim alışkanlıkları ve dokuları nedeniyle ısınma ihtiyacının büyük ölçüde klima kullanımı ve dolayısıyla elektrik tüketerek gerçekleştiği bilinmektedir.

Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları (SEEP'ler), öncelikle kentsel enerji ve sera gazı yoğunluklarının kayıt altına alınması, izlenmesi ve uzun vadede azaltılması için vazgeçilmez planlama ve yönetimaraçlarıdır. Sıcaktan korunma, klima kullanımıyoluyla büyük bir maliyet unsuru olarak ortaya çıkan güneş enerjisi aynı zamanda, bugün pek azdeğerlendirilen muazzam bir enerji kaynağıdır. "Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları", bütün kaynakları ve kullanılması olası potansiyelleri ve uygulamaları ortaya koyarak ve önceliklendirerek yerelyönetimlere önemli bir değerlendirme aracı sunmaktadır. Antalya ili için 5.840.104 ton CO_2e üzerinden"Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı" hazırlanmış, 2012 yılına göre salım azaltımı için hedefler veeylemler belirlenmiştir. 6 ana azaltım başlığı ile ilgili tablolarda yer alan önlemler kentin eski alışkanlıklarla büyüme senaryosuna eklendiğinde 2020 yılında yaklaşık % 23 ile 1.982 bin ton CO_2e azaltımı hedeflenmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Antalya kentinin Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı'nda belirlenen ancak nasıl gerçekleştirileceği konusunda bir yöntemi sunulmayan "yeni ve mevcut yerleşim alanlarının enerji etkin planlanması" amaç ve eylemlerini gerçekleştirme doğrultusunda bir yöntem sunmaktadır. Bu çalışma ile belirlenen yöntem doğrultusunda planlanacak yeni yerleşimler ve yeniden düzenleneck meskun alanların bu eylem planı doğrultusunda enerji tüketim ve karbon salımlarının izlenmesi ile bu çalışmanın etkinliği de izlenebilecektir.

Yapılan literatür araştırmasına göre ülkemizde yapılan kentsel ısı adası araştırmaları, İstanbul, Konya, Elazığ, Kocaeli, Diyarbakır kentleri olmak üzere en çok Ankara kenti için yapılmıştır. Yüksel (2005), Ankara Metropolü için bölge ölçeğinde 1985 yılından 2005 yılına kadar yapılaşmış alanların artması sonucu oluşan alankullanımlarındaki ve arazi örtüsündeki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan yüzey sıcaklığı farklılıklarını ve kentteki ısı adalarının bu yıllar arasındaki değişimini tespit etmiş; bu tespitlere bağlı olarak seçilen farklı arazi örtüsüne ve farklı yüzey sıcaklığına sahip 3 alanda (Migros, Bahçelievler ve Anıtkabir) sıcaklık ve nem parametreleri açısından sabit meteorolojik ölçüm aletleri ile ölçümler yaparak yapı yoğunluğu, yeşil alanlar ve meteorolojik parametreler arasındaki ilişkileri ortaya koymuş ve Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisi oluşumunun engellenmesi ve etkinin azaltılabilmesi için peyzaj mimarlığı açısından alınabilecek önlemleri ortaya koymuştur. Çalışma sonuçları, Ankara'nın etrafındaki kırsal alana oranla 9,09 ºC'lik bir sıcaklık farkına sahip olduğunu göstermiştir. Ankara kentinde kentsel ısı adasının oluşmaması için kritik rüzgar hızı 10.6 m/sn'dir. Antalya'da yapılan bu tez çalışmasında kentsel alanlar ve kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkı coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak bulunmuştur. Buna göre maksimum kent ve kır arasındaki ortalama sıcaklıklara göre en yüksek sıcaklık farkı Ağustos 2012'de 3,80 ºC'dir. Antalya kenti için yıllık ortalama rüzgâr hızlarının Döşemealtı bölgesinde 0.67 km/sa, Kepez bölgesinde 4.53 km/sa, Muratpaşa bölgesinde 2.14 km/sa olmaları nedeniyle rüzgâr etkisinin azlığı nedeniyle Antalya kenti için kritik rüzgâr hızı hesaplanmamıştır. Ancak Kepez bölgesinde rüzgâr hızı daha fazla olduğundan enerji etkin parametreler arasında değerlendirilmiştir. Antalya kentinde ısı adası etkisini dağıtmak için kritik rüzgar hızına ilişkin bir çalışma yapılmalıdır.

Antalya kenti, kıyı kenti olması nedeniyle kent merkezi yazın ve kışın pozitif kentsel ısı adası etkisi gösterirken, yüzey sıcaklıkları açısından çevresindeki bazı kırsal alanlardan daha soğuk görünmektedir. Yüzey sıcaklıklarına yansıyan bu kıyı etkisi, vejetasyon varlığında da kendini göstermektedir. Kent merkezinde yer alan yeşil alanların yüzey sıcaklıklarında, kent merkezinde kalan yapı alanlarından 3,7 ºC daha az sıcaklık

değeri görülmektedir. Yeşil alanların Antalya kenti için kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yönelik etkileri, yeşil alan türleri, büyüklükleri, bitki çeşitliliği, türleri, yaşları vb. kriterlerin araştırılmasına bağlı olarak Antalya kenti için optimum yeşil alan büyüklüğü ve bitki türlerine yönelik bu çalışmayı destekleyici bir çalışma gereksinimi bulunmaktadır.

Kadiroğlu (2011), mikro iklimsel değişkenlerin enerji etkin sistemlere katılımlarını önermiştir. Mikro iklimsel değişken parametreleri olarak, sıcak, soğuk, nem, rüzgâr ve ışımanın olumsuz etkilerinin azaltılması yönünde önerilere yer vermiştir. Bu tez araştırmasında da enerji etkin planlama kapsamında mikro iklimsel değerler ele alınarak üç farklı mikro iklim bölgesi belirlenmiştir. Antalya kenti ve farklı yerel iklim zonu ve arazi kullanım sınıfı oluşturan 48 bölgede yüzey ve hava sıcaklıklarına göre yüzey ve kentsel ısı adası değerlendirmeleri yapılan bu tez araştırmasında 48 nokta için yapılan kümeleme analizi sonucunda sıcaklık parametresinde anlamlı gruplar oluşturan kentsel, yarı kentsel ve yarı kırsal olan üç iklim zonunda daha sonra imar planları, fonksiyon, yapılaşma, doku, yükseklik, pürüzlülük, materyal, albedo, güneş gölge analizleri, gökyüzü görüşü, radyasyon, güneş stresi vb. gibi analizler yapılarak, ısı adaları etkilerinin azaltılması için bu üç farklı iklim bölgesinde ne tür enerji etkin önlemler alınabileceği konusunda Kadiroğlu (2011)'in Türkiye geneli için yapılan çalışmasında verilen tablodaki enerji etkin yapılaşma kriterleri, Antalya kentinin ait olduğu iklim zonu kapsamında kaynak olarak kullanılmış, Antalya kenti özelinde yapılan iklimsel ölçümlerle belirlenen kentsel iklim zonları kapsamında Antalya kenti de üç farklı bölge olarak irdelenmiştir. Yapılan tez araştırması, Kadirolu (2011)'in vurguladığı kentsel ısı adasındaki değişimlerin incelenmesi tezini desteklemesinin yanı sıra Antalya kenti dinamiklerini, planlama ve yapılaşma durumunu şehir planlama, mimari ve enerji etkinliği açılarından da incelemek sureti ile planlama disiplinine katkı koymaktadır.

Türkiye genelinde mimar, şehir plancısı, peyzaj mimarı gibi meslek gruplarından farklı olarak iklim araştırmaları üzerinden kentsel ısı adası etkilerini inceleyen Ankara Üniversitesi Dil Tarih-Coğrafya Fakültesi Coğrafya Bölümü öğretim üyelerinden Çiçek ve Doğan (2005), çalışmalarında Ankara kentinin kentsel ısı adası değerini Oke (1979)'nin Avrupa kentleri için yaptığı çalışmaların ışığında ölçerek bunun getirdiği olumsuz sonuçları gidermek için bir takım önerilerde bulunmuşlardır. Çiçek ve Doğan (2005) çalışmalarında kır, banliyö ve şehir niteliklerindeki 7 noktada iklimsel ölçümler yaparak Oke (1979) kentsel ısı adası hesaplama yöntemine göre aynı gün aynı saatte kent ve kırda ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki farkı bularak bu farkı (ΔT) Avrupa kentleri için maksimum ısı adası değeri olarak kabul edilen 9 $^{\circ}$C ile karşılaştırarak Ankara kentinde görülen maksimum kentsel ısı adası değerini bulmuştur. Antalya için yapılan bu çalışmada maksimum kentsel ısı adası değeri aynı yöntemle hesaplanıldığında kent ve kır arasında maksimum sıcaklık farkı 4,50 $^{\circ}$C'dir. Bu da Antalya kentinin Avrupa kentleri için belirlenen maksimum ısı adası değerine henüz ulaşmadığı anlamına gelmektedir.

Antalya kent merkezinde uydu görüntüsünün alındığı gün olan 30 Ağustos 2012'de sabit istasyonlardan ölçülen hava sıcaklıklarına göre kentsel alanlar, akşam ve sabah saatlerinde (20:00-10:00) kırsal ve yarı kırsal alanlardan daha yüksek sıcaklığa sahipken; saat 10:00-20:00 arası kırsal ve yarı kırsal alanlardan daha düşük sıcaklıktadır. Yaz aylarında gece saatlerinde kent merkezinde ölçülen sıcaklıkların kırsal alanlardan daha yüksek olması; "kentsel ısı adası" varlığını göstermektedir. Gündüz saatlerinde kent

merkezinin kırsal alanlardan daha düşük sıcaklıkta olması, kentin güneyinin Akdeniz'e kıyı olması nedeniyle denizden gelen rüzgâra açık olmasının bir etkisidir. Sabit istasyon iklimsel ölçümlerinden rüzgâr değerlerine bakıldığında, özellikle Döşemealtı bölgesinde rüzgâr etkisinin az olması da yüzey sıcaklıkları etkisinin yazın gündüz saatlerinde hava sıcaklığının fazla olmasını yukarıdaki diğer nedenlerle birlikte açıklamaktadır.

2012 yılının Ağustos ayında hava sıcaklıklarına göre kentsel alanlarda kentsel ısı adası varlığı tespit edilmişken, eski Doğu Garajı gibi kent içinde kalmış inşaat alanlarında yüzey ısı adası varlığı da gözlemlenmiştir. Yarı kırsal ve kırsal alanlarda, hem kentsel ısı adası, hem de yüzey ısı adası varlığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, kırsal ve yarı kırsal alanlardaki arazi örtüsü değişimleridir. Bu bölgeler, kırsal ve yarı kırsal olmalarına rağmen, her biri Antalya kentinin gelişme yönü olan kuzeyde bulunan çeşitli tarihlerde parçacıl imar planları yapılmak sureti ile yapılaşmaya açılmış ancak henüz yapılaşma sürecini tamamlamamış bölgelerdir. Her ne kadar yapılaşma süreci tamamlanmamış ve gökyüzü görüşü yüksek açık alan yoğun ise de söz konusu bölgeler "imarlı" olduğu için tarımsal üretim ve bitki örtüsü azalmış, çıplak toprak albedosunun düşük olması nedeniyle de sıcaklıklar yükselmiştir.

Bu kapsamda Antalya'da kentsel maksimum ısı adası değeri ve etkisi Avrupa kentlerindeki veya İstanbul ve Ankara gibi Türkiye'nin en büyük kentlerindeki gibi yüksek ve korkutucu boyutlarda henüz değildir. Bunda Antalya'nın bahsi geçen diğer kentlere kıyasla nüfusun daha az olması ve dolayısı ile kentsel alanların daha az olmasının yanı sıra kıyı kenti olmasının da etkisi büyüktür. Ancak Antalya kent merkezinde 2040 yılı projeksiyonuna göre yapılan 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı'na göre daha önceden imar planı yapılmış ancak imar sorunları nedeniyle veya yeni planlanması nedeniyle henüz yapılaşmamış yaklaşık 400.000 kişilik nüfus kapasitesi içeren alanlar vardır. Bunların sorunları çözülüp, uygulaya dönük işlemleri tamamlandığında önümüzdeki 5 yıl içinde yapılaşmaları kaçınılmazdır. Bu da bugünkü hesapların 2040 yılında tekrar yapılması gerektiğini göstermektedir.

Kuşçu ve Şengezer (2013) çalışmalarında kentsel büyüme ile artan yapılaşmanın iklim değişikliğine etkisini İstanbul kentindeki yapı taban alanı (TAKS) ve kat alanı katsayısı (KAKS) değerleri ile yüzey sıcaklık değerlerini ilişkilendirerek bulmaya çalışmışlardır. Bu çalışmada ise arazi kullanım sınıflandırmasına göre seçilen 48 nokta içerisindeki konut alanları, imar planındaki yoğunluklarına (Emsal, KAKS); göre derecelendirilmiş yüzey sıcaklıkları ve NDVI ile ilişkilendirildiğinde üç farklı ana küme yani üç farklı iklim bölgesi ortaya çıkmıştır. TAKS ve KAKS ilişkisi incelenmemiştir.

Yine Kuşçu ve Şengezer (2012), "İstanbul metropol alanında kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi" başlıklı çalışmalarında NDVI değerleri ile yüzey ısı adaları değerleri karşılaştırılmış, bitki örtüsünün en az olduğu küme ve en yoğun olduğu küme arasında 4,24 $^{\circ}$C'lik fark ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ise, NDVI değerleri ile yüzey sıcaklık değerleri karşılaştırılmış; kentsel alanlarla, tarımsal ve yeşil alanlar arasında 2,3 $^{\circ}$C'lik anlamlı bir sıcaklık farkı ortaya çıkmıştır.

Aynı yıllarda yapılan vejetasyon indisi (NDVI) analizlerine göre, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu 1 değerine yakın olan Aksu, Döşemealtı, Kırcami, Düden ve Boğaçayı kolları arasındaki tarım alanlarından, 2002 yılında en fazla 0.78 değeri ile sadece

Boğaçayı ve çevresinin bitkisel yoğunluğu fazla görünmektedir. 2006 yılında ise bitkisel yoğunluk değeri en fazla 0.58'i göstermektedir. 2010 yılında bitkisel yoğunluk değeri 0.80'dir. Bu farklılık NDVI analizi yapılan görüntülerden 2002 ve 2006 yıllarına ait olanların Haziran ayında, 2010 yılına ait olanın ise Ağustos ayında elde edilmiş olmalarından kaynaklanabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. 2010 yılında yüksek NDVI değeri, seracılığın yoğun olduğu Aksu çayı havzasında görülmektedir. 23 yıllık süreçte, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu yüksek olan Aksu, Döşemealtı, Kırcami, Düden ve Boğaçayı kolları arasındaki tarım alanlarından Döşemealtı, Kırcami bölgesi ve Aksu çayı havzasının kısmen yapılaştığı, vejetasyon varlığının azaldığı, ancak Aksu çayı havzasında tarımsal aktivitenin halen devam ettiği görülmektedir.

Yapılan yüzey sıcaklığı haritası arazi kullanım haritasıyla ilişkilendirilmiş ve ortaya şu sonuçlar çıkmıştır. Kentsel kullanımların yoğun olduğu kent merkezi, çoğunlukla 26-28 °C sıcaklık aralığında kalmaktadır. En yüksek sıcaklığı temsil eden 30-35 °C sıcaklık aralığı; çalışma alanının kuzeyinde tarımsal alanlar ve yapay bölgelerin yoğun olduğu alanlarda ve doğusunda yine tarımsal alanların yoğun olduğu bölgelerle Antalya havaalanı çevresinde görülmektedir. Yüzey sıcaklık haritası ve bitki örtüsü haritası (NDVI) ilişkilendirildiğinde, kentin yüksek sıcaklıkta yüzey sıcaklığı yansıtan alanları olan çalışma alanının kuzeyinde tarımsal alanlar ve yapay bölgelerin yoğun olduğu alanlarda (Döşemealtı) ve doğusunda yine tarımsal alanların yoğun olduğu bölgelerle Antalya havaalanı çevresinde (Aksu), bitki örtüsü yoğunluğu da az olan alanlardır. Çalışma alanında en serin sıcaklık aralığını temsil eden 0-19 °C aralığı, Konyaaltı ilçesinde kentin batısında ve kısmen kuzey batısında yüksek, dağlık alanlarda görülmüştür. Kent merkezi içinde görülen en serin sıcaklık aralığı, en sık görülen 23-25 °C ve nadir görülen 21-23 °C sıcaklık aralıklarıdır. Kentsel alanlar arasında görülen düşük sıcaklıklar, su yüzeyleri çevresinde yer almaktadır. Kent içinde yer alan yeşil alanların en az 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmüştür. Antalya kent merkezinin özellikle kıyı kesiminin, kentin kuzeyindeki kırsal alanlardan daha serin yüzey sıcaklıklar yansıtmasının sebebi de bir kıyı kenti olmasıdır.

Tez çalışmasının yapıldığı tarihten bu yana Antalya kentinin 2013 yılında onaylanmış 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı'nda kentin gelişme yönü olan kuzeyinde orta, seyrek ve çok seyrek yoğunluklu konut yerleşim alanları olarak tanımlı alanlarda yapılaşmalar devam etmektedir. 2014 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Bütünşehir Yasası nedeniyle sınırları genişleyen Antalya kentinde söz konusu plan revize edilerek 2017 yılında yeniden onaylanmıştır. Yürürlükteki 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı çalışmalarında yapılan arazi kullanım çalışmasına göre; çalışma alanı sınırları 65.833 ha artmış; artan alanların çoğunluğunun kentin kuzeyindeki Döşemealtı, Kepez ilçelerindeki orman, doğal alanlar, kırsal yerleşmeler ve tarım alanları olması nedeniyle yapılaşma oranı karşılaştırılamamıştır (Antalya Büyükşehir Belediyesi 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı çalışmaları 2018).

6. SONUÇLAR

Ülkemizde her yıl sıcaklık ortalamalarında artış görülmektedir. Yapılan iklim değişikliği senaryolarında yeryüzü sıcaklık değerlerinde gerçekleşecek 2 °C'lik bir artış, insan vücuduna etkileri insanın çeşitli sıcaklıklara adapte olabilme yeteneğinden dolayı küçümsense de; tarımsal ürünlerin ufak sıcaklık değişimlerinden çok büyük oranda etkilenmeleri, bazı ürünlerin yok olması, bölgelere göre tarımsal ürün deseninin değişmesi, doğada ekolojik dengenin bozulması, kıyılarda sahillerin yok olması, kıyı yerleşimlerinin sular altında kalması, yağış ve hortum doğal afelerin artması gibi felaketlere yol açabileceği günümüzde kanıtlanmıştır.

İklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadele sürecinde kentsel ısı adası etkisinin azaltılması için kentlerde alınacak en önemli ve kalıcı önlemlerden birisi de enerji etkin planlama ve tasarım uygulamalarıdır. Enerji etkin planlama, bir mekanı tasarlarken o yörenin iklimsel ve topoğrafik özelliklerine duyarlı olmayı gerektirmektedir.

Kentler, dünya yüzeyinin % 2'sinden daha azını kapsadığı halde dünya enerjisinin % 78'ini tüketip, tüm karbondioksitin % 60'ından fazlasını üreterek iklim değişikliğini hızlandırıcı bir etkide bulunurken, aynı zamanda iklim değişikliğinin küresel boyutundan en fazla etkilenecek alanlardır.

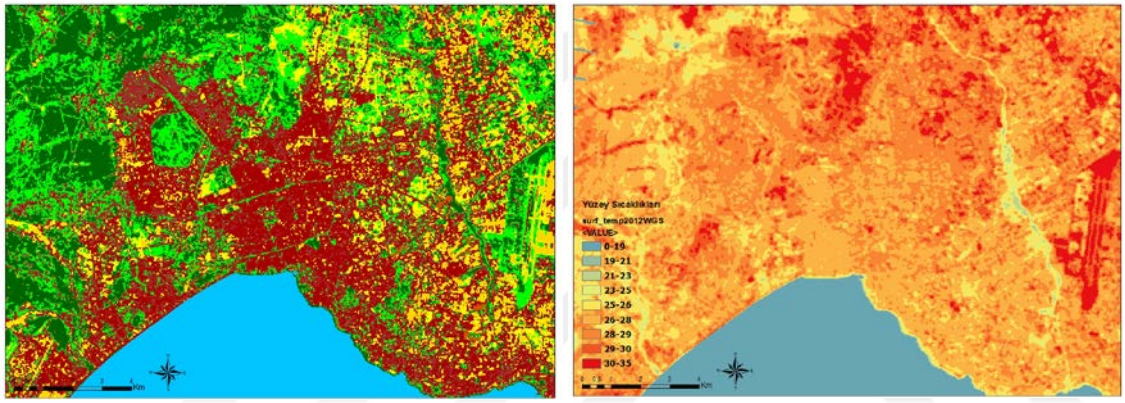
Antalya kentinin ısı adası etkisinin azaltılması kapsamında imar planı yapım ve tasarım süreçlerine destek olacak bir enerji etkin yöntem yaklaşımı geliştirmeyi amaçlayan bu tez çalışmasında, öncelikle kentsel ısı adası etkisi varlığı/yoğunluğu ortaya konulmuş; oluşumuna etki eden arazi örtüsü/kullanımı değişimleri ve bitki örtüsü varlığı/değişimi tespit edilmiştir.

Antalya kentinin 1987, 2002, 2006, 2010 yılları arasında yapılan arazi örtüsü/kullanımı değişim analizinde 1987'den 2010 yılına kadar geçen 23 yıllık süreçte toplamda 32.700 ha orman ve tarım alanı, kentsel ve kırsal yerleşme alanlarına ve bunların getirdiği yan fonksiyonlara dönüşmüştür. Yapay bölgeler (yerleşim alanları ve doğal alanlardan bozulan alanlar) % 18 oranında artmış, orman alanları % 15, tarım alanları % 8 oranında azalmıştır.

Aynı yıllarda yapılan bitki örtüsü yoğunluğu (NDVI) analizlerine göre, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu 1 değerine yakın olan Aksu, Döşemealtı, Kırcami, Düden ve Boğaçayı kolları arasındaki tarım alanlarından, 2002 yılında en fazla 0.78 değeri ile sadece Boğaçayı ve çevresinin bitkisel yoğunluğu fazla görünmektedir. 2006 yılında ise bitkisel yoğunluk değeri en fazla 0.58'i göstermektedir. 2010 yılında bitki örtüsü yoğunluk değeri 0.80'dir. Bu farklılık NDVI analizi yapılan görüntülerden 2002 ve 2006 yıllarına ait olanların Haziran ayında, 2010 yılına ait olanın ise Ağustos ayında elde edilmiş olmalarından kaynaklanabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. 2010 yılında yüksek NDVI değeri, tarım faaliyetlerinin yoğun olduğu Aksu çayı havzasında görülmektedir. 23 yıllık süreçte, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu yüksek olan Aksu, Döşemealtı, Kırcami, Düden ve Boğaçayı kolları arasındaki tarım alanlarından Döşemealtı, Kırcami bölgesi ve Aksu çayı havzasının kısmen yapılaştığı, bitki örtüsü varlığının azaldığı, ancak Aksu çayı havzasında tarımsal aktivitenin halen devam ettiği görülmektedir.

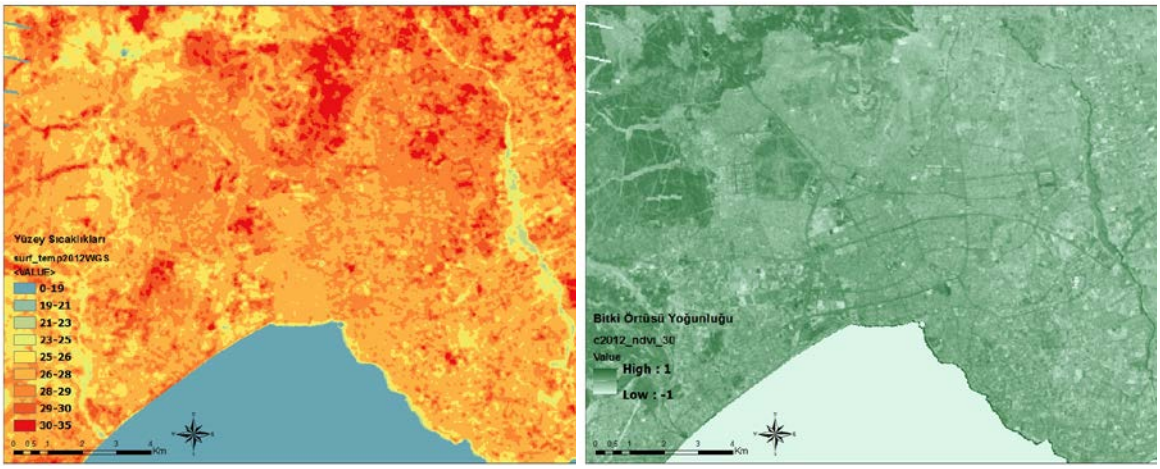
Yüzey ısı adası belirlenen yüzey sıcaklığı analizi Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ölçümlerine göre en sıcak yıllardan biri olan 2012 yılı Ağustos ayında çekilmiş Landsat 7 TM görüntüsünün termal bantları kullanılarak elde edilmiştir. Yüzey sıcaklıklarına göre yapılan çalışmada Antalya kent merkezi ve çevresi 26 ºC -29 ºC sıcaklık aralığında iken; kentin doğusunda Aksu ve kuzeyinde Döşemealtı ilçesinde sıcaklık aralığı çoğunlukla 29 ºC -35 ºC arasındadır. Kentin doğusunda bulunan Antalya Havaalanı, idari olarak Muratpaşa ilçesinde yer alan Lara Kumulları da 30 ºC -35 ºC sıcaklık aralığında olup en yüksek sıcaklık yansımasına sahip olan bölgelerdendir.

Kentsel kullanımların yoğun olduğu kent merkezi, çoğunlukla 26-28 °C sıcaklık aralığında kalmaktadır. En yüksek sıcaklığı temsil eden 30-35 °C sıcaklık aralığı; çalışma alanının kuzeyinde tarımsal alanlar ve yapay bölgelerin yoğun olduğu alanlarda ve doğusunda yine tarımsal alanların yoğun olduğu bölgelerle Antalya havaalanı çevresinde görülmektedir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Arazi kullanım/örtüsü ve yüzey sıcaklık haritaları

Yüzey sıcaklık haritası ve bitki örtüsü haritası (NDVI) ilişkilendirildiğinde, kentin yüksek yüzey sıcaklığı yansıtan alanları olan çalışma alanının kuzeyinde tarımsal alanlar ve yapay bölgelerin yoğun olduğu alanlarda (Döşemealtı) ve doğusunda yine tarımsal alanların yoğun olduğu bölgelerle Antalya havaalanı çevresinde (Aksu), bitki örtüsü yoğunluğu da az olan alanlardır. Çalışma alanında en düşük sıcaklık aralığını temsil eden 0-19 °C aralığı, Konyaaltı ilçesinde kentin batısında ve kısmen kuzey batısında yüksek, dağlık alanlarda görülmüştür. Kent merkezi içinde görülen en düşük sıcaklık aralığı, en sık görülen 23-25 °C ve nadir görülen 21-23 °C sıcaklık aralıklarıdır. Kentsel alanlar içerisinde görülen düşük sıcaklıklar, su yüzeyleri çevresinde yer almaktadır (Şekil 6.2). Kent içinde yer alan yeşil alanların en az 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmüştür. Antalya kent merkezinin özellikle kıyı kesiminin, kentin kuzeyindeki kırsal alanlardan daha düşük yüzey sıcaklıklar yansıtmasının sebebi de bir kıyı kenti olmasıdır.



Şekil 6.2. Yüzey sıcaklıkları ve bitki örtüsü yoğunluk haritaları

Üç istasyon arasında ekinoks ve gündönümlerine göre Mart ayında en yüksek sıcaklık Döşemealtı, düşük rüzgâr hızı Döşemealtı, hissedilen sıcaklık en düşük Döşemealtı, en düşük güneş ışınımı Muratpaşa'da; Haziran ayında en yüksek sıcaklıkDöşemealtı, en düşük nem oranı Döşemealtı, en düşük rüzgar hızı Döşemealtı, hissedilen sıcaklık en düşük Kepez ve Döşemealtı, en düşük güneş ışınımı Muratpaşa'da; Eylül ayında en yüksek sıcaklık Muratpaşa, en düşük nem oranı Döşemealtı, en düşük rüzgar hızı Döşemealtı, hissedilen sıcaklık en düşük Döşemealtı, en düşük güneş ışınımı Muratpaşa'da; Ocak ayında en yüksek sıcaklık Döşemealtı, en düşük rüzgar hızı Döşemealtı, en yüksek nem oranı Döşemealtı, hissedilen sıcaklık en düşük Döşemealtı, en düşük güneş ışınımı Muratpaşa'da olduğu görülmüştür.

İklim zonlarının belirlenmesi için ele alınan 48 noktada yüzey sıcaklıkları ve hava sıcaklığı arasındaki fark (ΔT) hesaplanması sonucu, hava sıcaklığının yüzey sıcaklığı arasındaki farkın en yüksek olduğu (ortalama 6 $^{\circ}$C) alanlar en fazla Muratpaşa bölgesinde yer alan kentsel konut alanları ve kentsel yeşil alanlardır. Bu da Muratpaşa bölgesinin kentsel ısı adası etkisinin diğer bölgelere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bir diğer ısı adası ölçüm çalışmasına göre ise kent (Muratpaşa) ve kır (Döşemealtı) arasında günlük en yüksek sıcaklık farkı 3,80 $^{\circ}$C, banliyö (Kepez) ve kır (Döşemealtı) arası günlük en yüksek sıcaklık farkı ise 2,60 $^{\circ}$C'dir. Kent ve banliyö arası günlük en yüksek sıcaklık farkı ise 1,70 $^{\circ}$C'dir.

Kentsel iklim zonlarında yapılan yapılaşma analizlerine göre Muratpaşa ilçesi kent merkezinde yoğun yapılaşma olduğu, yapılaşma yoğunluğu korunduğu halde enerji etkin kriterlere göre planlamaya izin vermediği, yeşil alan sisteminin ve rüzgar koridorlarının bulunmadığı; yeşil alan yoğunluğunun ve gökyüzü görüşünün ve albedonun düşük olduğu, kentsel kanyonların çok olduğu, yapıların birbirlerinin güneşini engellediği, ada, parsel ve yapı yönlenmelerinin Antalya kenti konumundaki güneş açılarına göre olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışma aşamalarında kırsal yerleşme özellikleri gösteren Döşemealtı ilçesi kentsel iklim zonunda ise; kentin gelişme yönündeki imarlı alanlardan olduğu, imar planına göre yapılaşması halinde yapıların birbirinin güneşini engellediği, gökyüzü görüşünün yüksek olduğu ancak bitki örtüsünün olmadığı, yüzeyin geçirgen olduğu ancak

albedosunun düşük olduğu, rüzgar şiddetinin etkisiz olduğu, nem oranının diğer bölgelere göre düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yarı kırsal/banliyö özellikleri gösteren Kepez ilçesinde yer alan yapılaşma adalarında ise, mevcut haliyle bakı, yön, gökyüzü görüşü, albedo, bitki varlığı, geçirgenlik, pürüzlülük ve kanyon etkisi açılarından olumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak günümüzde bu bölgede kentsel dönüşüm projesi gerçekleşmektedir. Projenin gerçekleşme aşamasında veya gerçekleşmesi dahilinde alınacak önlemler belirtilmiştir.

Tüm bu iklimsel değerlendirmeler ve kentsel iklim zonları kapsamında yapılan yapılaşma ve güneş analizleri sonucunda ise kentsel iklim zonlarına göre enerji etkin yapılaşma kriterleri ortaya konulmuş ve buna göre 4 farklı yapılaşma modeli üretilmiştir (Şekil 6.3).

Yapılaşma modelleri örnek niteliğinde olup, geliştirilen yapılaşma modeli kritelerine göre her 3 bölgede farklı tasarımlar elde etmek mümkündür. Ancak sunduğu doğal ve kültürel özellikler nedeniyle yaşamak için oldukça fazla tercih edilen Antalya kentinin daha antropolojik etkenlerden daha az etkilenmesi ve daha konforlu bir yaşama ortamı sağlayabilmesi için, bu enerji etkin kriterleri her bölge için, parselin konumuna, büyüklüğüne ve yapılış amacına özgü tek bir doğru bulunmadığından, tasarım yaparken yeniden değerlendirilmelidir.

Antalya kenti özelinde yapılan enerji etkin planlama kapsamındaki bu yöntem yaklaşımının; bulundukları iklim sınıfına göre belirlenmiş genel enerji etkin kriterlerin çalışılacak kentin ısı adası ve mikroiklim araştırmaları sonucunda özelleştirilmesiyle yöreye ve talep edilen amaca özgü belirlenecek özel kriterlere yönelik diğer kentlerin enerji etkin planlama ve tasarım çalışmalarında da yararlı olacağı düşünülmektedir.

<table>
<tr><th colspan="2">Tasarım kriterleri</th><th>Döşemealtı (Z1)</th><th>Kepez (Z2)</th><th>Muratpaşa (Z3)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Bina yönlenmeleri</td><td>Güneşe göre</td><td>Optimum yön:
G-D 18°,
iyi yönler:
G-D 40°'dir.</td><td>Optimum yön:
G-D 3°,
iyi yönler:
G-D 19°,</td><td>Optimum yön:
G-D 3°,
iyi yönler:
G-D 19°,
G-B 10°'dir.</td></tr>
<tr><td>Rüzgara göre</td><td>Hakim rüzgar yönünden ventilasyonu sağlamalı. (GD)</td><td>Hakim rüzgar yönünden ventilasyonu sağlamalı. (K)</td><td>Hakim rüzgar yönünden ventilasyonu sağlamalı. (GD)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Bina aralıkları</td><td rowspan="2">Güneşten kaçınma</td><td>1 1/2 - 2 1/2 H (m)</td><td>1 1/2 - 2 1/2 H (m)</td><td>1 1/2 - 2 1/2 H (m)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Soğutmanın istendiği dönemin karakteristiğine göre gölgelenme oranı ile oynanır. Bitkisel tasarım. Güney ve batı cephelerde yaprak döken ağaçlar.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Rüzgardan yararlanma</td><td>5– 7H<DX (m)</td><td>5– 7H<DX (m)</td><td>5– 7H<DX (m)</td></tr>
<tr><td>Rüzgar az: Mesafe fazla olmalıdır.</td><td colspan="2">Nemli: rüzgarı yerleşmeye almak için binalar arasındaki mesafeler fazla olmalıdır.</td></tr>
<tr><td>Kışın güneşten yararlanma</td><td colspan="3">Kış aylarında güneşlenme saatini arttıracak yönüne göre ısıtmanın istendiği dönemin karakteristiğine göre gölgelenme oranı azaltılmalı.</td></tr>
<tr><td>Bina formu</td><td>Genel</td><td colspan="3">Karşılıklı havalandırmadan en etkili şekilde yararlanmak için derinliği az, uzun cepheler.
Açık planlama anlayışı ile mekan içinde rüzgarın engelsiz bir şekilde sirkülasyonunu sağlanmalı.
Ayrık nizam, geniş saçaklı, verandalı tek katlı yapılar ve balkonlu çok katlı yapılar yapılabilir.
Binaların toplam ısı kazanç/kayıpları dış yüzey alanının büyüklüğü ile orantılıdır.
Bina formunun, plan düzlemindeki biçimlenişine, kabuğun dokusuna göre güneş ışınımı ve rüzgara göre performans değişim göstereceğinden, birim alandaki ısı kayıp/kazançlarına göre bina formu seçilmelidir.
Döşemealtı için: Avlulu kompakt yapılar daha uygundur. Avluya bakan cephelerde ana mekanlar düzenlenmelidir. Mevsimsel kullanıma bağlı olarak K ve G'e bakan cephelerdeki pencere kullanım oran ve boyutları farklılık gösterir.
Kepez ve Döşemealtı için; Bitişik nizam 1-2 katlı yapılar uygundur. Çok kullanılan mekanlar uygun yönlere yönlendirilerek ısı kazanç/kayıpları minimize edilmelidir.</td></tr>
<tr><td>Bina çevresi</td><td>Bitkisel tasarım</td><td>Güney cephede kışın yaprak döken yüksek ağaçlar, kışın güneşi alma, yazın gölge sağlama ve ağacın taç ve gövdesi arası doğal ventilasyon sağlama. Hafif yapılı ışığı geçiren hem gölge sağlayan ağaçlar.</td><td>Güney ve batı cephesine yaprak döken, kuzey cephesine her dem yeşil, yaprak dökmeyen ağaçlar, Hafif yapılı ışığı geçiren hem gölge sağlayan ağaçlar. Cephelerde sarılıcı ve tırmanıcı bitkiler, çatı bahçeleri</td><td>Güney ve batı cephesine yaprak döken, kuzey cephesine her dem yeşil, yaprak dökmeyen ağaçlar.</td></tr>
</table>

Şekil 6.3. Antalya kenti Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa iklim bölgeleri için enerji etkin tasarım kriterlerine göre planlama ve tasarım ilkeleri

Nemin problem olduğu bölgelerde rüzgarı yerleşmeye almak için binalar arasındaki mesafeler fazla olmalı, dolayısıyla yerleşme dağınık ve yaygın bir forma sahip olmalıdır. Rüzgârdan maksimum faydalanmak için binalar arasında (5–7H<DX) formulü kullanmak hedef alınmıştır. Rüzgara karşı olan ilk binanın yüksekliği (H) olmak üzere; rüzgarın bu binaya çarpıp, binanın yüksekliğini aşıp tekrar aynı şiddete ulaşması için optimum mesafe, en az 5H ile 7H yüksekliği kadar olmalıdır.Ancak bu mesafenin sağlanılamadığı kentsel iklim zonlarında (Muratpaşa, Kepez) yapı kütlelerinde rüzgar hareketine izin verecek boşluklarla ventilasyon sağlanılmaya çalışılmıştır.

Yaz koşullarının tasarımı şekillendirdiği sıcak kuru iklim bölgelerinde binalar birbirine yakın tasarlanarak, güneşe maruz kalan yüzey alanı küçültülmeye çalışılır. Bu nedenle yerleşmeler kompakt bir forma sahiptir. Güneşten kaçınmak için ise binalar arasındaki mesafe (1 1/2 - 2 1/2 H) formulü ile hesaplanmaktadır. Yani iki bina arasındaki mesafe, güneşe engel olan bina yüksekliğinin (H) 1,5 ila 2,5 katı kadar olmalıdır. Güneşten kaçınmak için rüzgardan faydalanılacak ise bu mesafe engel bina yüksekliğinin (H) 1,5 ila 2 katı kadardır.

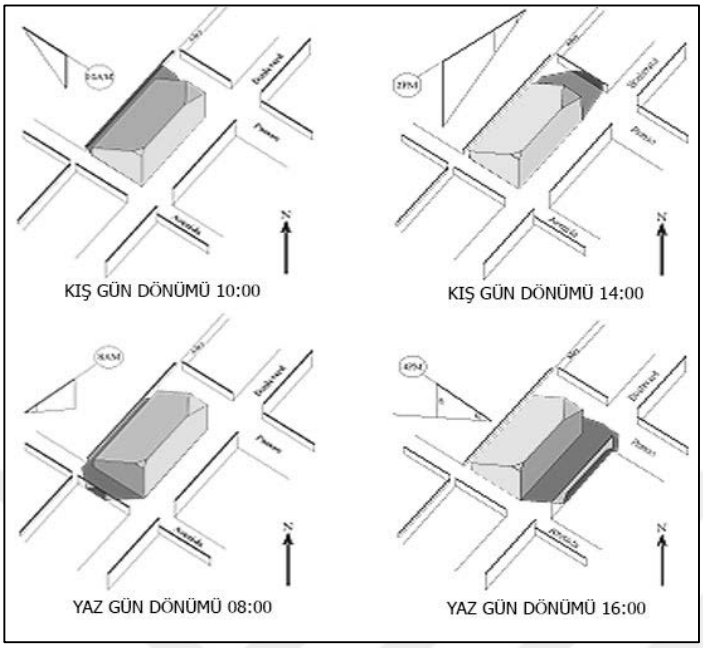
Döşemealtı KİZ'nda daha önce de ifade edildiği gibi imar planına göre yapılaşma süreci tamamlanmamış; imar planına göre yapılaşan parsellerin yanında henüz mevcut kırsal yapısını koruyan parseller de bulunmaktadır. Öneri model, imar planındaki yapılaşma hakkını aşmadan gerçekleşebilmektedir.

Kepez KİZ'nda daha önce bahsedildiği gibi yeni imar planına göre yapılaşma devam etmektedir. Çalışmanın esas alındığı andaki yapılaşma durumuna göre bahçeli ve kırsal nitelikteki yapılar, imar planında verilen yapılaşma hakkının ancak 1/7'sini oluşturmaktadır. Öneri model, imar planındaki yapılaşma hakkını aşmadan gerçekleşebilmektedir.

Muratpaşa KİZ'unda yer alan her iki ada imar planındaki yapılaşma hakkını aşarak gerçekleşmiştir. Bu nedenle oluşan fiili durumdan kaynaklı imar hakkı öneri modelle gerçekleşememektedir. Öneri modelin gerçekleşebilmesi için daha geniş açık alana ihtiyaç vardır. Daha geniş açık alanlar olması durumunda kat yükseklikleri artırılarak dikeyde kompakt bir yapılaşma öngörülebilir veya seçilen ada ve çevresindeki tüm adalarda yoğunluğun azaltılarak en uygun enerji etkin koşulları sağlayabilir.

Kentsel alanlara güneş erişimi yedi faktöre bağlıdır. Bunlardan dördü, yapıların konumları, yönlenimleri, şekilleri ve uygun malzeme kullanımıyla yerel iklime adaptasyonlarının sağlanmasıdır. Yapıların yüksekliği, sokak genişlikleri, sokak yönlenmeleri de diğer faktörlerdir. Kentsel çevrelerde rüzgâr kullanımı için ise rüzgâr koşulları faktörünün konum faktörünün yerine geçmesiyle yine aynı faktörler geçerlidir. Pasif güneş tasarımı ile ilgili araştırmalar 1970'lerde tekil yapılar üzerinden olsa da, Ralph Knowles 40 yıl boyunca güneş yönelimli kentlere ilişkin araştırmalar yapmıştır. Knowles nüfus yoğunluğu ve güneş erişimi arasındaki en uygun dengeyi sağlayan bir yöntem olan "güneş kabuğu" kavramını geliştirmiştir. Bu kavram bir yapının, arsa içinde güneş hareketine göre düzenlenmesine olanak veren ve gölgesinin çevre yapılara üzerine düşmediği sanal bir sınırdır. Güneş kabuğu olan yapılar, günün ve yılın kritik enerji alım dönemlerinde komşu yapılara gölge düşürmez ve çevre yapıların güneş erişimine izin

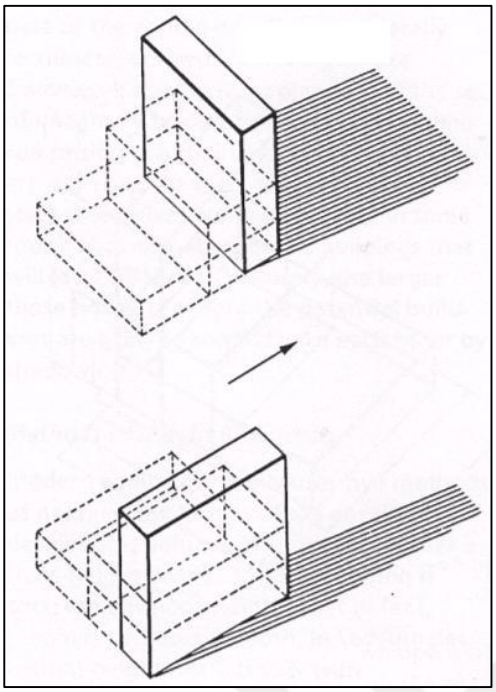
verirler (Şekil 6.4) (https://www.lowtechmagazine.com/2012/03/solar-oriented-cities-1-the-solar-envelope.html).



Şekil 6.4. Bir yapının yaz ve kış gündönümlerindeki güneş kabuğu incelemesi.

Güneş kabuğu kavramı, mimarlara güneş ışığıyla tasarım yapmalarında hareket serbestliği sağlamaktadır. Aynı zamanda günün belirli zamanlarında gölge yapmayan büyük bir "boşluk kutusu" tanımlamak sureti ile yüksek yoğunluklarda kentsel gelişmelere izin vermektedir. Güneş kabuğu, yapılacak binanın maksimum yükseklik, genişlik ve derinliğini tespit ederek ve yapı alanını kapsayan hayali sınırlar oluşturarak mevcut planlama pratiklerinin basitçe değiştirilmesidir. Geleneksel planlama yaklaşımında en katı yaklaşım; maksimum bina yüksekliklerinin (hmaks) metre veya kat olarak veya her ikisi olarak tanımlanmasıdır. Daha esnek bir yaklaşım; emsal yaklaşımıdır. KAKS/TAKS=6 demek, 6 katlı bir yapıyı taban alanı alanı kadar üstüste 6 tane koymak demektir. Ancak Emsal (E) yaklaşımıyla, taban alanını yarıya indirgeyip 12 kat yapılabilir. İki planlama yaklaşımı da kente bir miktar güneş erişimi sunar ve güneş etkisi düşünülmeden tasarım yapıldığı için bunlar optimalden oldukça uzaktır.

Örneğin geniş cepheleri doğu ve batıya bakan bir gökdelen, küçük bir gün ortası kış gölgesi oluşturacaktır. Geniş cepheleri kuzey ve güneye bakan bir gökdelen ise, daha geniş bir gölge alanı oluşturacaktır. Yönlenmeyi hesaba katmak, bina çevresindeki yapılar için güneş erişimini nüfus yoğunluğunu azaltmaya gerek kalmadan iyileştirebilir (Şekil 6.5) (https://www.lowtechmagazine.com/2012/03/solar-oriented-cities-1-the-solar-envelope.html).



Şekil 6.5. Yüksek katlı yapılarda bina yönlenmesinin gölgesine etkisi.

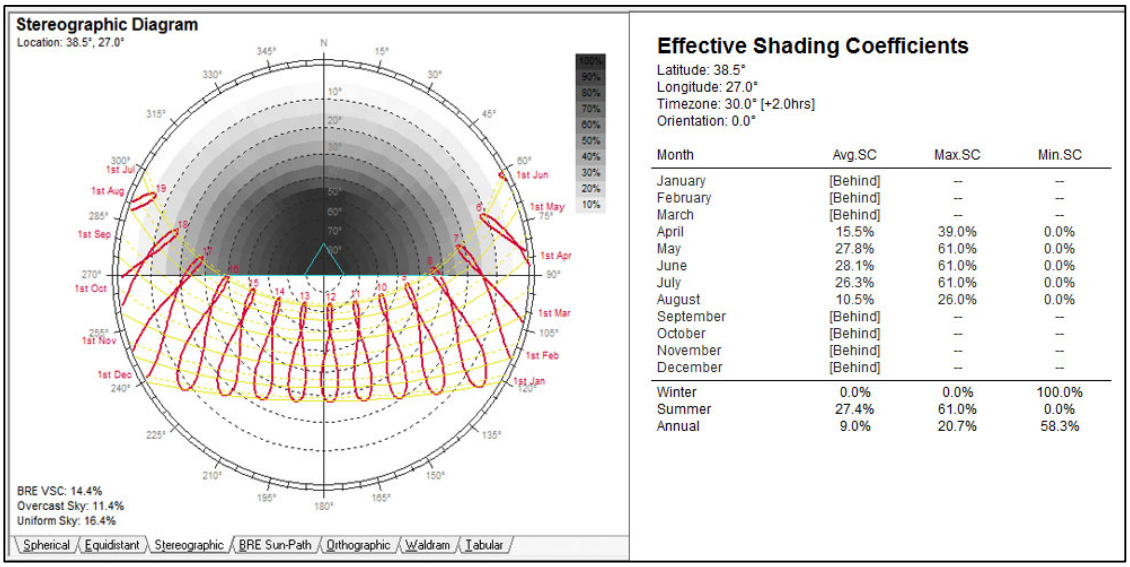
Yukarıda bahsedilen enerjinin kritik olduğu yılın önemli mevsim geçişleri olan bahar ve sonbahar ekinoksları ve yaz ve kış gün dönümlerinin Antalya kenti için önemli gün ve saatleri Çizelge 6.1'de yer almaktadır.

Çizelge 6.1. Antalya için mevsim hesaplayıcı (Bahar ekinoksları, yaz ve kış gün dönümü saatleri (https://www.timeanddate.com/calendar/seasons.html)

Yıllar	**Mart ekinoksu** (Gece ve gündüz eşitliği)		**Haziran gündönümü** (En uzun gün)		**Eylül ekinoksu** (Gece ve gündüz eşitliği)		**Aralık gündönümü** (En kısa gün)	
2013	20 Mar	13:01 EET	21 Haz	08:03 EEST	22 Eyl	23:44 EEST	21 Ara	19:11 EET
2014	20 Mar	18:57 EET	21 Haz	13:51 EEST	23 Eyl	05:29 EEST	22 Ara	01:03 EET
2015	21 Mar	00:45 EET	21 Haz	19:37 EEST	23 Eyl	11:20 EEST	22 Ara	06:47 EET
2016	20 Mar	06:30 EET	21 Haz	01:34 EEST	22 Eyl	17:21 TRT	21 Ara	13:44 TRT
2017	20 Mar	13:28 TRT	21 Haz	07:24 TRT	22 Eyl	23:01 TRT	21 Ara	19:27 TRT
2018	20 Mar	19:15 TRT	21 Haz	13:07 TRT	23 Eyl	04:54 TRT	22 Ara	01:22 TRT
2019	21 Mar	00:58 TRT	21 Haz	18:54 TRT	23 Eyl	10:50 TRT	22 Ara	07:19 TRT
2020	20 Mar	06:49 TRT	21 Haz	00:43 TRT	22 Eyl	16:30 TRT	21 Ara	13:02 TRT
2021	20 Mar	12:37 TRT	21 Haz	06:32 TRT	22 Eyl	22:21 TRT	21 Ara	18:59 TRT
2022	20 Mar	18:33 TRT	21 Haz	12:13 TRT	23 Eyl	04:03 TRT	22 Ara	00:48 TRT
2023	21 Mar	00:24 TRT	21 Haz	17:57 TRT	23 Eyl	09:50 TRT	22 Ara	06:27 TRT

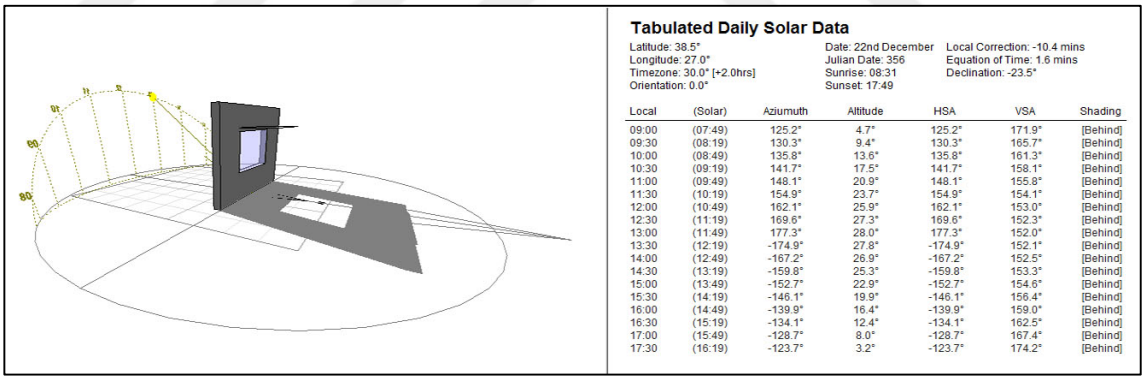
Antalya yerel saatine göre hazırlanmıştır. TRT: Türkiye saati, EET: Doğu Avrupa saati EEST: Doğu Avrupa yaz saati

Şekil 6.6, Antalya kentinde bir yapının güney cephesi için güneş hareketi ve açısına göre yıllık gölgelenme faktörünü göstermektedir. Buna göre yaz aylarında ortalama gölgelenme % 27.4 iken Ağustos ayında bunun ortalama % 10.5'e düştüğü görülmektedir. Kış ve sonbahar aylarında ise gölgelenme oranı % 0'dır.

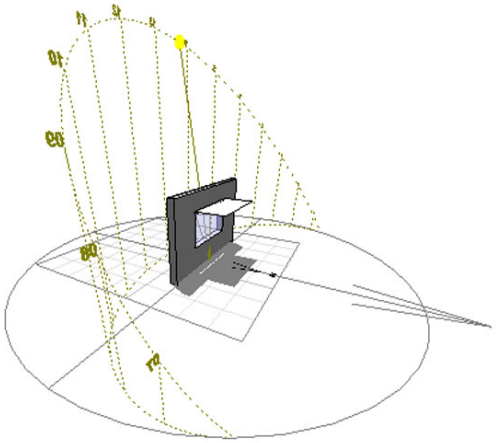


Şekil 6.6. Antalya kenti için aylık gölgelenme oranları

Şekil 6.7, Şekil 6.8, Antalya kentinde bir yapının güney cephesine olan 22 Aralık ve 22 Haziran günlerindeki güneş açılarına göre yatay gölgelenme açısı (HSA), dikey gölgelenme açısı (VSA) ve gölgelenme açılarını göstermektedir. Mevcut ve öneri yapılaşma modellerine ilişkin güneş analizleri, 22 Haziran ve 22 Aralık gün dönümlerine; yani en uzun ve en kısa gün için hesaplanan gölge oranları ve güneşlenme saatlerine göre yapılmıştır.



Şekil 6.7. Bir yapının güney cephesine 22 Aralık'ta düşen güneşe göre cephedeki gölgelenme durumu



Tabulated Daily Solar Data

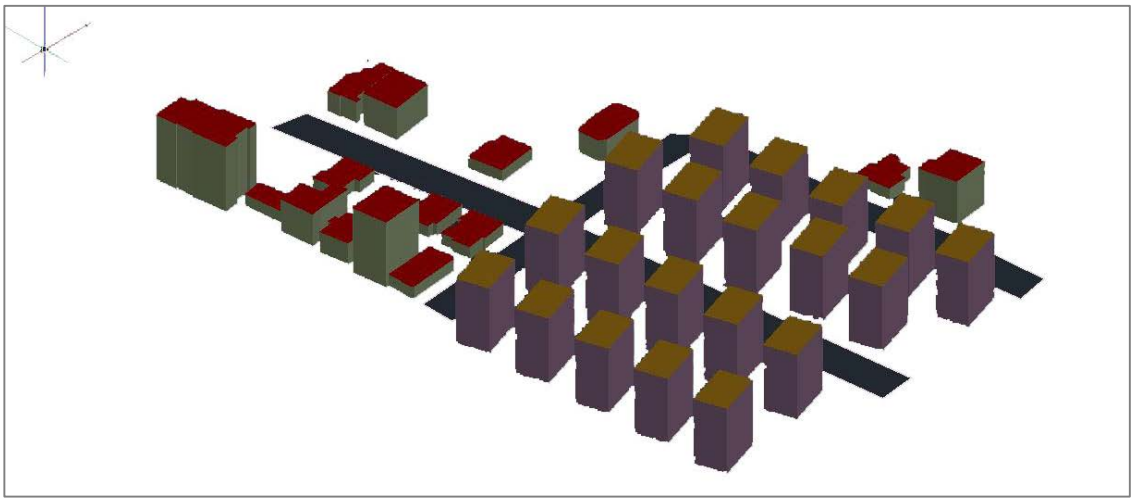
Latitude: 38.5° | Date: 22nd June | Local Correction: -13.8 mins
Longitude: 27.0° | Julian Date: 173 | Equation of Time: -1.8 mins
Timezone: 30.0° [+2.0hrs] | Sunrise: 05:53 | Declination: 23.4°
Orientation: 0.0° | Sunset: 20:34

Local	(Solar)	Aziumuth	Altitude	HSA	VSA	Shading
06:00	(04:46)	60.5°	1.2°	60.5°	2.4°	0%
06:30	(05:16)	65.0°	6.4°	65.0°	14.8°	6%
07:00	(05:46)	69.3°	11.8°	69.3°	30.6°	15%
07:30	(06:16)	73.5°	17.4°	73.5°	47.8°	28%
08:00	(06:46)	77.6°	23.0°	77.6°	63.3°	38%
08:30	(07:16)	81.8°	28.8°	81.8°	75.5°	48%
09:00	(07:46)	86.1°	34.7°	86.1°	84.4°	61%
09:30	(08:16)	90.6°	40.5°	90.6°	90.7°	[Behind]
10:00	(08:46)	95.6°	46.4°	95.6°	95.3°	[Behind]
10:30	(09:16)	101.3°	52.2°	101.3°	98.6°	[Behind]
11:00	(09:46)	108.1°	57.9°	108.1°	101.0°	[Behind]
11:30	(10:16)	116.7°	63.3°	116.7°	102.8°	[Behind]
12:00	(10:46)	128.4°	68.2°	128.4°	103.9°	[Behind]
12:30	(11:16)	145.1°	72.3°	145.1°	104.7°	[Behind]
13:00	(11:46)	168.0°	74.7°	168.0°	105.0°	[Behind]
13:30	(12:16)	-165.9°	74.5°	-165.9°	105.0°	[Behind]
14:00	(12:46)	-143.5°	72.0°	-143.5°	104.6°	[Behind]
14:30	(13:16)	-127.3°	67.9°	-127.3°	103.9°	[Behind]
15:00	(13:46)	-115.9°	62.9°	-115.9°	102.6°	[Behind]
15:30	(14:16)	-107.5°	57.4°	-107.5°	100.9°	[Behind]
16:00	(14:46)	-100.8°	51.7°	-100.8°	98.4°	[Behind]
16:30	(15:16)	-95.2°	45.9°	-95.2°	95.0°	[Behind]
17:00	(15:46)	-90.3°	40.0°	-90.3°	90.3°	[Behind]
17:30	(16:16)	-85.7°	34.2°	-85.7°	83.8°	58%
18:00	(16:46)	-81.5°	28.3°	-81.5°	74.6°	48%
18:30	(17:16)	-77.3°	22.6°	-77.3°	62.2°	39%
19:00	(17:46)	-73.2°	16.9°	-73.2°	46.4°	27%
19:30	(18:16)	-69.0°	11.4°	-69.0°	29.2°	16%
20:00	(18:46)	-64.7°	6.0°	-64.7°	13.7°	8%
20:30	(19:16)	-60.1°	0.8°	-60.1°	1.5°	0%

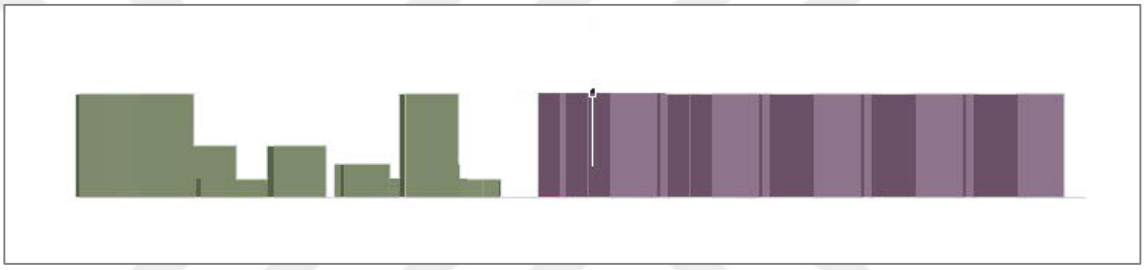
Şekil 6.8. Bir yapının güney cephesine 22 Haziran'da düşen güneşe göre cephedeki gölgelenme durumu

Döşemealtı KİZ'da mevcut yapılaşmada yapı adası doğrultularının kuzey-güney olmaları nedeniyle yapı cepheleri doğu-batı doğrultusundadır (Şekil 4.36). Bu durum yapıların güney cepheden gelen yazın rüzgâr serinliği ve kışın ise güneş stresi yaratmadan dolaylı ısınma etkisini azaltmaktadır. Bitki örtüsünün azlığı ise hem yazın serinletme hem de kışın da ısıtma etkisi oluşturmamaktadır.

Sıcak kuru iklim bölgesi niteliğinde olan Döşemealtı KİZ'da rüzgâr etkisinin az olması nedeniyle yapı adası tasarımı güneşe göre yapılmıştır. Bu noktada en büyük karar, amacın yazın güneşten korunma mı yoksa kışın güneşe yönlenme mi olduğu saptanarak ihtiyaca yönelik tasarım yapılmasıdır. Döşemealtı KİZ'unda mevcut yapılaşma genel olarak kat yükseklikleri düşük ve ayrık nizam bahçeli villa niteliğinde (dağınık/yaygın) yapılar olsa da araştırma bölgesinde seçilen adada 1 emsal, ayrık nizam, 5 kat yapılaşma koşulları görülmekte ve adaların çevresindeki yol genişlikleri 7-8 m (Şekil 4.35, 4.36), olması nedeniyle kompakt bir yapılaşma durumu sergilemektedir. Mevcut yapılaşmanın kompakt olması nedeniyle yapıların birbirine yaz aylarında gölge yapma koşulunu sağlıyor olması göz önüne alınarak (Şekil 4.37, Şekil 4.38) kışın soğuk havalarda ısınma maliyetini düşürme hedefi için bir model üretilmiştir (Şekil 6.9, Şekil 6.10).

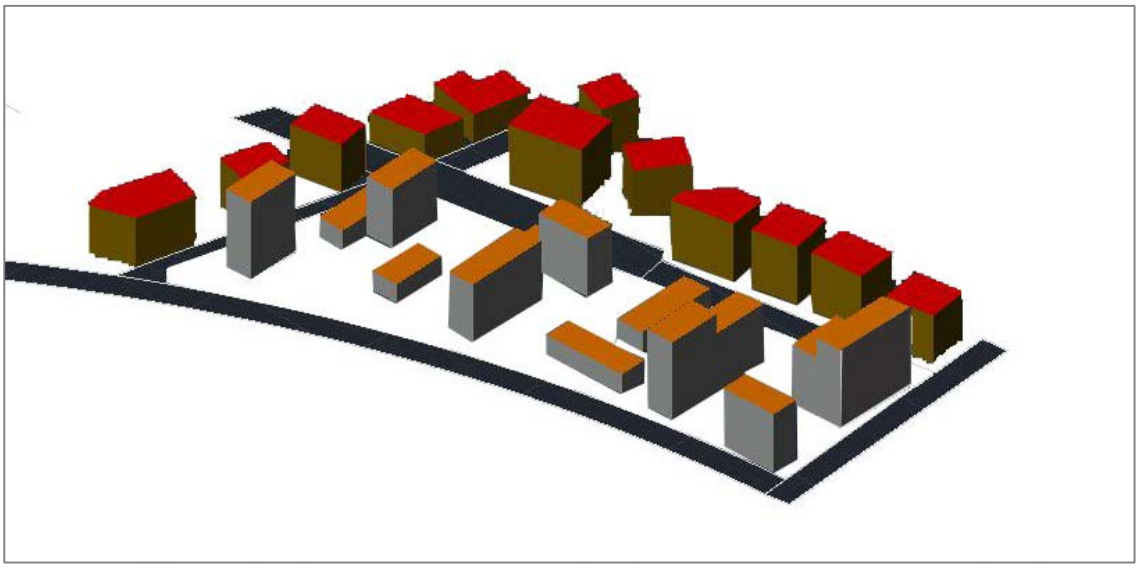


Şekil 6.9. Döşemealtı KİZ (Z1) öneri enerji etkin yapılaşma modeli

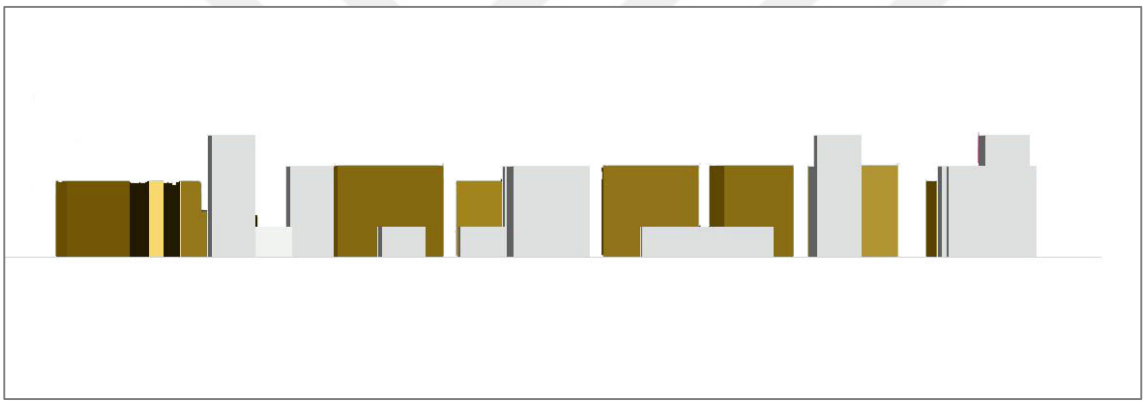


Şekil 6.10. Döşemealtı KİZ (Z1) öneri yapılaşma modeli batıdan görünüş

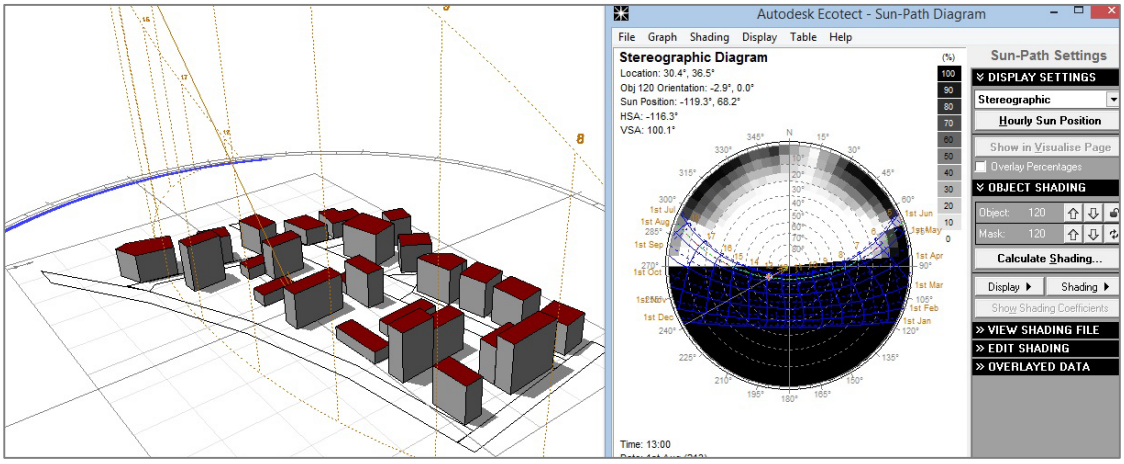
Muratpaşa Sinan mahallesi KİZ (3-1)'unda modellenen yapı adalarında rüzgar ventilasyonu ve güneşlenme en önemli iki kriterler arasındadır. Bu nedenle yapılar, güneyden doğuya doğru 3 derecelik açıyla yönlendirilmiş, bina formları yaklaşık (1:2) oranında ince ve uzun tutulmuştur. Yapı mesafeleri Şekil 6.3 'deki formüle göre belirlenmiştir. Bu bölgede modelde görünmese de bina zemin katları ayaklar üzerinde boşluklu olarak tasarlanmıştır (Şekil 6.11, Şekil 6.12).



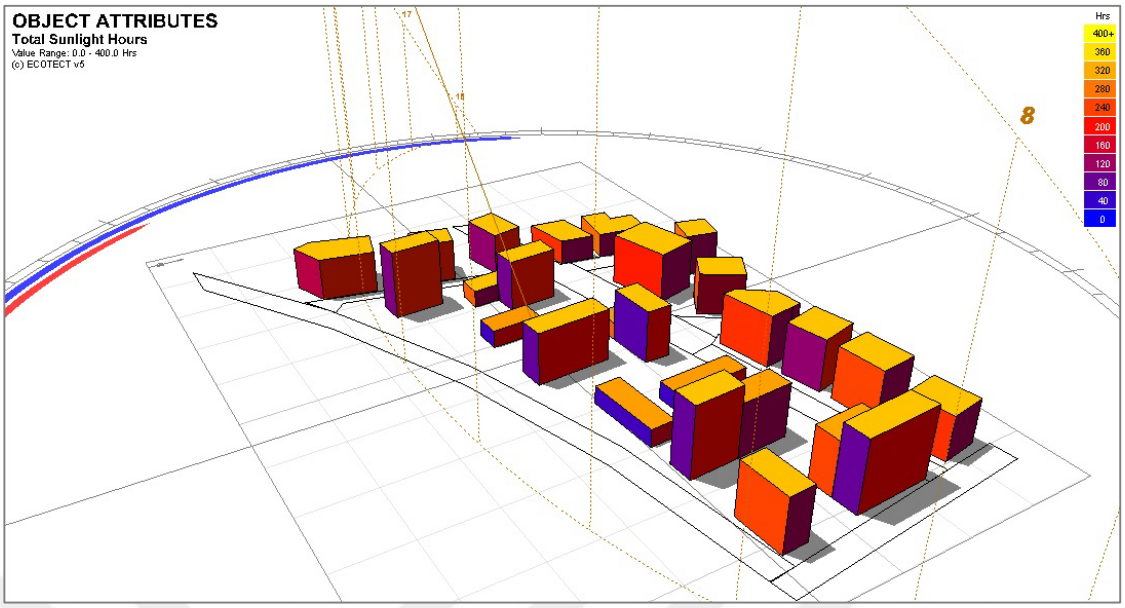
Şekil 6.11. Muratpaşa KİZ (Z3) öneri enerji etkin yapılaşma modeli



Şekil 6.12. Muratpaşa KİZ (Z3) öneri yapılaşma modeli ön görünüş (Güneyden bakış)

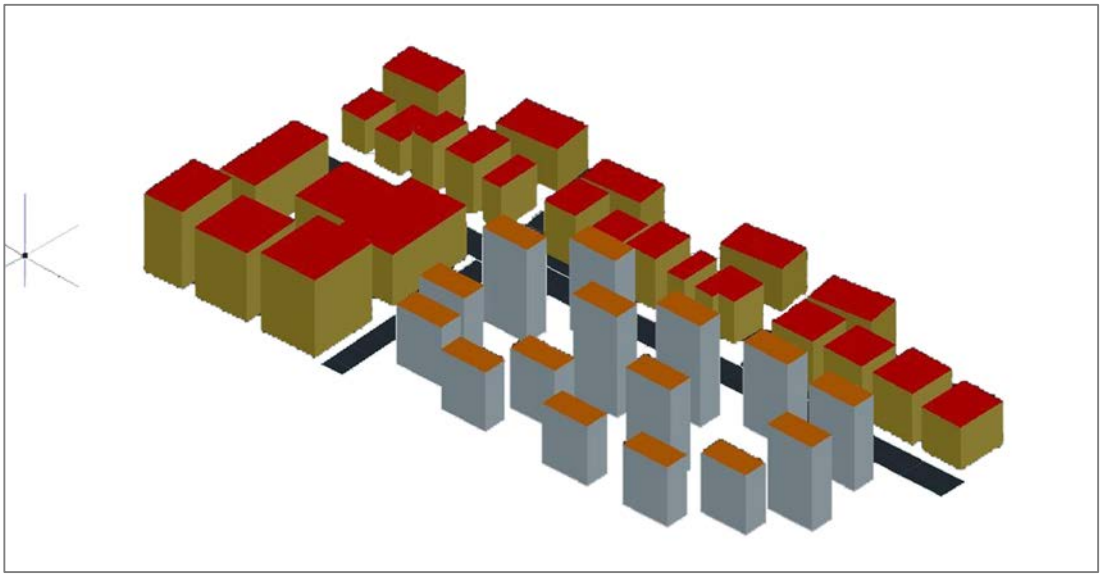


Şekil 6.13. Muratpaşa KİZ (Z3) gölge analizi

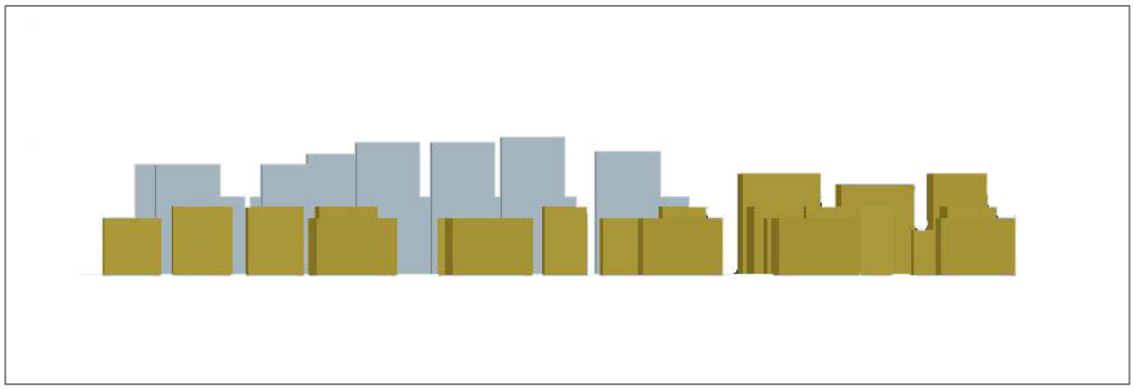


Şekil 6.14. Muratpaşa KİZ (Z3) güneşlenme analizi

Bahçelievler mahallesinde seçilen yapı adası, denize paralel kıyıda yer alması nedeniyle Antaya'nın tipik kıyı yerleşimine örnek teşkil edecek şekilde modellenmiştir. Yaz aylarında görülen nem etkisinin sıcaklık indisini en fazla etkilediği bu bölgede öncelikli düşünülen kriter deniz melteminin iç kesimlere girmesini önlemeyecek bir ada ve yapı formuna sahip olması gerekliliğidir. Deniz meltemine duvar etkisi önlenecek şekilde yani ventilasyon etkisi birinci planda düşünülmüştür (Şekil 6.15, Şekil 6.16).



Şekil 6.15. Bahçelievler KİZ (Z4) öneri enerji etkin yapılaşma modeli



Şekil 6.16. Bahçelievler KİZ (Z4) öneri yapılaşma modeli ön görünüş (Güneyden bakış)

Kent merkezinde yer alan yeşil alan ve akarsuların; geniş ulaşım akslarında yer alan ağaçların; kent merkezindeki yoğun ısıtıcı etmenlere rağmen hava ve yüzey sıcaklıklarını düşürmesi, kentlerde yeşil alanların ve yeşil aksların belli bir sistem dahilinde gerçekleştirmesi gereğini vurgulamaktadır. Kent merkezinde bitki örtüsünün yoğun olduğu ancak yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu durumlarda ise düşük yüzey yansıma değerleridir (albedo). Bu da kentlerde altyapı ve kentsel tüm kullanımlarda yansıma oranı yüksek malzemelerin kullanımın artırılmasını gerektirmektedir. Örneğin asfalt yolun yansıma oranı 0.05 iken beton yol 0.3-0.5 arasında yansıma oranı göstermektedir.

Enerji etkin tasarım kriterlerine göre yapı ve çevresini bitkilendirme ilkeleri doğrultusunda izlenecek yol öncelikli olarak o yöreye özgü doğal bitki türlerini kullanmak olmalıdır. Çünkü doğal bitkiler genellikle doğal yağışlar dışında ek bir sulama gerektirmezler. Genellikle ek bir gübrelemeye gerek duymadan hastalık ve zararlılara karşı dayanıklıdırlar. Yapının yakın çevresindeki bitki örtüsünün bilinçli bir şekilde kullanımıyla rüzgâr kontrolü, gürültü kirliliğinin azaltılması, havadaki toz parçacıklarının filtrelenerek temizlenmesi sağlanır. Bitkisel materyalleri doğru bir şekilde seçerek ve yerleştirerek gölge, soğuk esinti kanalı, kış rüzgarı bariyeri yaratabilir ve güneş gibi faktörleri kontrol altına alabilir (Zolnoun 2013).

Bitkisel tasarımda istenilen enerji etkin kritere göre uygun bitki seçimi yapılarak doğru yer seçimiyle birlikte uygulanmalı; kent merkezlerinde yer alan yapılarda yeşil çatı (çatı bahçeleri), yeşil duvar uygulamaları, kentsel ve bölgesel kullanımlarda ise açık ve yeşil alan çeşitliliğini artırmak ve yeşil alan kullanımını cazip kılan, kamusal alanlarda veya parklarda tarımsal üretime izin veren kentsel tarım, hobi bahçeleri, kent ormanları, orman bahçeleri gibi uygulamalara yer verilebilecek düzenlemeler yapılmalıdır.

Çalışmanın en önemli sonuçlarından biri Antalya kentinin yaz aylarında kıyı kenti olması avantajı olan denizin soğutucu etkisine rağmen ısı adası bulunmasının, ısı adasının kentin saçak ve gelişme alanlarında kadar genişlemiş olmasının, hatta bu alanlarda yüzey sıcaklıklarının daha yüksek olmasının en büyük sebebi; saçak ve gelişme alanlarında arazi örtüsü değişimi, kent merkezinde de yeşil alanların yetersizliği ve sistemsizliğidir.

Bu kapsamda Manavoğlu (2013)'ün çalışmasının sonucunda ortaya çıkarılan "Antalya Kenti Yeşil Alanları Planlama Stratejileri ve Eylemleri"nin tarım alanlarını korumak ve geliştirmek, orman alanlarını korumak ve geliştirmek, ekolojik değerleri korumak ve geliştirmek, planlı kent gelişimi, kentin gelişimini planlarla yönlendirmek, yeşil alanları kent ekolojisine ve kent mikroklimasına katkı sağlayacak şekilde tasarlamak hedeflerine ait stratejilerin enerji etkin planlama kapsamında da uygulanması gerekmektedir.

Tüm bu değerlendirmeler sonucunda Antalya kentinde kentsel ısı adasının kent merkezinde ciddi boyutlarda olduğu, yüzey ısı adası varlığının sadece kent merkezi değil; kent merkezinin saçakları olan Kepez, Döşemealtı ve Aksu ilçelerinde de yoğunlaştığı; yüzey sıcaklıkları yüksek alanların arazi kullanım/örtüsü değişmiş alanlar olduğu, bu değişimlerin özellikle orman alanlarından tarım alanlarına ve/veya tarım alanlarından yerleşme alanlarına dönüşen alanlarda gerçekleştiği ve Antalya kentinin 2019 yılı itibarı ile Türkiye'nin nüfusu en hızlı artan ili olması gerekçeleri ile; kentin sürdürülebilirliği, küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı dayanıklılığının artması için öncelikle arazi kullanım politikalarını gözden geçirerek, kentin gelişme alan ve yönlerini belirleyen üst ölçekli planlarından sapmaması, planlı gelişiminin sağlanması, imar planı ve buna bağlı yapılaşmaların enerji etkin kriterler dikkate alınarak yapılması, yürürlükteki imar planlarında yer alan ancak henüz gerçekleşmemiş açık ve yeşil alanların gerçekleştirilmesi, plan değişiklikleri ile kent merkezinde yoğunluk artışı değil, yoğunluk azaltılmasının sağlanması, kentin ulaşım akslarının ağaçlar ve yeşil refüjlerle güçlendirilmesiyle yol enkesitlerinin genişletilmesi, yeşil alan sisteminin ekolojik ve enerji etkin kriterler göz önüne alınarak kurgulanması gerekmektedir.

İklim değişikliği eylem planlarının gerçekleştirilmesinde kentlere düşen rollerden biri enerji etkin kriterlere göre planlanarak iklimsel dayanıklılık ve ekolojik sürdürülebilirliği korumaktır. Yerel yönetimlerde günümüzdeki en hızlı ve etkili araç kentsel dönüşüm çalışmalarıdır. Gerekçesi ne olursa olsun, kentsel dönüşüm çalışmaları, imar planı revizyonları, kentsel yenileme, sağlıklaştırma gibi değişen kent dokusunun günümüze uyarlanması kapsamındaki kent ve peyzaj planlama çalışmaları, o yörenin iklimine uygun enerji etkin kriterler dikkate alınarak yapılmalıdır. Antalya kentinin 2. derece olan deprem sınıfına göre kentsel dayanıklılığı, yapı stoğunun kentin deprem master planı ve kentsel dönüşüm master planı araştırmalarına göre % 70'inin yıprandığı, kent nüfusunun hızla arttığı, yeşil ve doğal alanların azaldığı, ısı adasının genişlediği düşünüldüğünde kentin sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı kapsamında bu çalışma teoride kentler için bir enerji etkin planlama yöntemi, uygulamada ise yerel yönetimler ve kentleri inşa eden meslek grupları için bir rehber niteliğindedir. Ayrıca kentlerin enerji eylem planını uygulama sürecinde çalışmada geliştirilen enerji etkin yöntem yaklaşımının tüm kentlerde yerel yönetimler ve tasarımcılar için bir araç olacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

Akbari, H., Pomerantz, M., Taha, H. 2001. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70: 295-310.

Akbari, H. and Rose, L.S. 2008. Urban surfaces and heat island mitigation potentials. *Journal of the Human-Environmental System*,11/2: 85–101.

Akbari, H., Surabi M., Arthur R. 2009. Global cooling: increasing world-wide urban albedos to offset CO2. *Climatic Change*, 94 (3): 275-286.

Aksoy, U.T. 2002. İklimsel konfor açısından bina yönlendirilmesi ve bina biçimlendirilmesinin ısıtma maliyetine etkisi. Doktora tezi. Fırat Üniversitesi, Elazığ, 193 s.

Alam, M.S. 2006. Economic growth with energy, Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper, No: 1260, Munich.

Alexandri, E. 2002. The effect of green roofs on the urban climate - A Quantitative Approach PLEA, p 311-316, 23-25 July, Toulouse.

Amado, M., Poggi F., Amado A.R. 2016. Energy efficient city: A model for urban planning. *Sustainable Cities and Society*, 26: 476-785.

Anonim 1987. Our Common Future: report of the World Commission on Environment and Development, United Nations, Brutland, 247 p.

Anonim 2006. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü, Metinler ve Temel Bilgiler. Bölgesel Çevre Merkezi. REC Türkiye. Ankara.

Anonim 2006. http://tuikapp.tuik.gov.tr/DIESS/SiniflamaSurumDetayAction.do?surumId=94&turId=6 [Son erişim tarihi:15.02.2013].

Anonim 2010a. http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Turkiye_Iklim_Degisikligi_Strateji_Belgesi.pdf [Son erişim tarihi: 22.03.2013].

Anonim 2010b. http://www.eoearth.org/article/Albedo?topic=54300 [Son erişim tarihi:15.02.2013].

Anonim 2012. Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011–2023. Çevre ve Sehircilik Bakanlığı, Ankara.

Anonim 2013a. http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/IDKK.aspx?sflang=tr [Son erişim tarihi:12.03.2013].

Anonim 2013b. Antalya'nın karbon ayakizi envanteri ve sürdürülebilir enerji eylem planı, Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı tarafından finanse edilen TR61/13/DFD referans numaralı 2013 yılı doğrudan faaliyet destek programı, Antalya

Anonim 2014. Türkiye iklim değişikliği stratejisi 2010-2023 https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/Turkiye-Iklim-Degisikligi-stratejisi.pdf

Anonim 2015. Yeni senaryolar ile Türkiye iklim projeksiyonları ve iklim değişikliği. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Matbaası. Ankara.

Anonim 1. Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi Eylem Planı 2011-2023.

Anonim 2. Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirim Raporu, s.169

Anonim 3. https://yenibirdunyaicinkimya.wordpress.com/sera-sonuc/

Anonim 4. http://data.mongabay.com/igapo/2005_world_city_populations/2005_city_population_01.html, https://www.theglobalist.com/world-million-people-cities-china/

Anonim 5. http://www.urbanheatislands.com/

Anonim 6. https://www.epa.gov/heat-islands

Anonim 7. https://www.lowtechmagazine.com/2012/03/solar-oriented-cities-1-the-solar-envelope.html

Anonim 8. http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-Iklim_Degisikligi_Risk_Yonetimi.pdf

Anonim 9. http://ekonomi.haber7.com/gundem-veriler/haber/973265-elektrik-tuketimi-2012de-yuzde-51-artti

Anonim 10. Antalya Büyükşehir Belediyesi 1/25000 ölçekli Nazım İmar Plan Raporları.

Arnfield, A.J. 2003. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23: 1-23.

Asiltürk, E.N. 2006. Çok katlı yapılarda yenilenebilir enerji kullanımı, International Congress of City and Health, ss. 247-248, Haziran, Bursa.

Ayday, C. 2004. Uzaktan Algılama (UCS 501) Ders Notları, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir.

Barış, M., 2005. Kent planlaması, kent ekosistemi ve ağaçlar, *Planlama. TMMOB Şehir Plancıları Odası Dergisi*, 4: 156- 163.

Bayçelebi, S. 2011. Orman Genel Müdürlüğü Orman Harita ve Fotogrametri Müdürlüğü İklim Değişikliği ve Biyoenerji Çalışma Grubu raporu, Ankara.

Becker, F., Li, Z. L., 1995. Surface temperature and emissivity at various scales: definition, measurement and related problems. *Remote Sensing Reviews*, 12: 225-253.

Berköz, B., Yılmaz, Z., Koçlar Oral, G. ve diğerleri, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak Proje No: İntag 201, İ.T.Ü., İstanbul.

Bonacquisti,V., Casale, G. R., Palmieri, S., Siani, A. M. 2006. A Canopy layer model and its application to Rome. *Science of the Total Environment* 364:1-13.

Canan, F. 2017. Kent geometrisine bağlı olarak kentsel ısı adası etkisinin belirlenmesi: Konya örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3): 69-80.

Chun-Ming, H. ve Huang, H.C. 2016. Mitigating urban heat islands: A method to identify potential wind corridor for cooling and ventilation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 57:130–143.

Çelik, S. Özalp, Y. 2011. Sıcak yıllar, meteorolojik kaynaklı afetler ve 2010 yılı. https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/metkay-afetler.pdf, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Çiçek, İ. ve Doğan, U. 2005. Ankara'da şehir ısı adasının incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3(1): 57-72.

Demireli, E. ve A. Hepkorucu 2010. Çevre finansmanı: kavramsal bir yaklaşımla karbon finans borsası. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(2):37-48

Ellefsen, R., 1990/91. Mapping and measuring buildings in the urban canopy boundary layer in ten US cities. *Energy and Buildings*, 15-16:1025-1049.

Gerçek, D., Güven, İ.T., Oktay, İ.Ç. 2016. Analysis of the intra-city variation of urban heat island and its relation to land surface/cover parameters. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume III-8, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.

Goldreich, Y. 2006. Ground and top of canopy layer urban heat island partitioning on an airborne image. *Remote Sensing of Environment*, 104:247-255.

Goulding, J. R., Lewis, O.J. and Steemers, T.C. 1992. Energy Conscious Design, a Primer for Architects. London.

Göksu, Ç. 1993. Güneş ve Kent. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını, Ankara.

Gray, K.A., Finster, M.E. 1999. The Urban Heat Island, Photochemical Smog, and Chicago: Local Features of the Problem and Solution. Northwestern University, Evanston, IL.

Grover, H. 2006. Planning for mitigating climate change risk to metropolitan areas. Master of science thesis. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University, USA.

Gulyas, A., Unger, J., Matzarakis, A. 2006. Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements. *Building and Environment*, 41:713–722.

Gülbay Tuğaç, Ç. 2003. Enerji etkin planlama yaklaşımının kentlerin ekolojik planlanması ve tasarımı süreçlerinin etkisi-Güney Ankara Ahiboz koridoru örneği. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 171 s.

Gülbay Tuğaç, Ç. 2018. Türkiye iklim değişikliğine dayanıklı kentsel planlama modeli önerisi: eko-kompakt kentler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32 (4): 1047-1068.

Gülten, A. 2007. Kent dokusunda günes ışınımından yararlanmak için cadde-bina ilişkisinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 86 s.

Gümüş, A. E. 2015. Ankara kenti ısı adası oluşumunun saptanması ve değerlendirilmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, 127 s.

Günel, Ö., 2004. Sürdürülebilir bina tasarımında iklim verilerinin değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 99 s.

Hafner, J., Kidder, S.Q. 1999. Urban heat island modeling in conjunction with satellite derived surface/soil parameters. *Journal of Applied Meteorology,* 38: 448-465.

Hisarlıgil, H. 2009. Enerji etkin planlamada konut adası tasarımı: hipotetik konut adalarının Ankara örneğinde mikroklima analizi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 300 s.

Işın, A. 2016. Konut ve yerleşmelerin ön tasarımında enerji etkinliğine ilişkin bir model önerisi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 171 s.

Kadıoğlu, S., Dokumacı, O. 2009. İklim değişikliği ve Türkiye. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. www.kureselisinma.org

Kadiroğlu, E. 2011. Türkiye'de enerji etkin yapı üretimi için tasarım kriterleri. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 113 s.

Kahraman, S., Şenol, P. 2018. İklim değişikliği: Küresel, bölgesel ve kentsel etkileri. *Akademia Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel sayı (1): 354-370.

Karaca, M. 2008. Toplu konutlarda enerji etkinliği; Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) toplu konut projesi üzerinden bir inceleme. Yüksek lisans tezi, Gazi Üiversitesi, Ankara, 282 s.

Karaca, M., Tayanç, M., Toros, H. 1995. Effects of urbanization on climate of İstanbul and Ankara", *Atmospheric Environment*: 3411-3421.

Karakaya, E., Sofuoğlu, E. 2015. İklim değişikliği müzakerelerine bir bakış: 2015 Paris İklim Zirvesi. International Symposium on Eurasia Energy Issiues, 28-30 May 2015, İzmir, Turkey.

Karakaya, E. 2016. Paris iklim anlaşması: İçeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme". *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1): 1-12.

Kato, S.,Yamaguchi, Y. 2005. Analysis of urban heat-island effect using ASTER and ETM Data: Separation of anthropogenic heat discharge and natural heat radiation from sensible heat flux. *Remote Sensing of Environment* 99:44-54.

Koca, Ö. 2006. Sıcak kuru ve sicak nemli iklim bölgelerinde enerji etkin yerleşme ve bina tasarım ilkelerinin belirlenmesine yönelik yaklaşım. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 136s.

Kocabaş, A. 2013. "The transition to low carbon urbanization in Turkey: Emerging policies and initial action". *Habitat International* 37, s:80-87.

Kolokotroni, M., Giannitsaris, I., Watkins, R. 2006. The effect of the London urban heat island on building summer cooling demand and night ventilation strategies. *Solar Energy*, 80: 383-392.

Koçak, K. 2012. https://web.itu.edu.tr/~kkocak/iklim.html [Son erişim tarihi: 15.05.2012]

Kohler, N. 1999. The relevance of green building challenge: An observer's perspective. *Building Research & Information*, 27: 4-5.

Kovancılar, B. 2001. Küresel ısınma sorununun çözümünde karbon vergisi ve etkinliği. *Yönetim ve Ekonomi* 8(2): 7-19

Kusaka, H., Kondo, H., Kikegawa, Y., Kimura, F. 2001. A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: Comparison with multi-layer and slab models. *Boundary-Layer Meteorology*,101: 329-358.

Kuşçu, Ç. 2010. "Landsat TM verileri üzerinden yüzey sıcaklığı haritasının oluşturulması ve yersel ölçümler ile ilişkisinin incelenmesi". I. Ulusal Planlamada Sayısal Modeller Sempozyumu, 24-25-26 Kasım 2010, İTÜ Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Taşkışla. s:423-435, İstanbul.

Kuşçu Şimşek, Ç. ve Şengezer, B. 2011. Determination of heat islands from landsat tm data: relationship between surface temperature and urbanization factors in Istanbul. 10-15 April 2011, 34th Int. Symposium for Remote Sensing of Environment Sydney, Australia

Kuşçu Şimşek, Ç. ve Şengezer, B. 2012. İstanbul metropoliten alanında kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. *Megaron* 2012;7(2) s:116-128.

Kuşçu Şimşek, Ç. 2016. Orta ölçekli parkların mikro iklimsel etki alanlarının araştırılması: Gezi parkı, Maçka parkı ve Serencebey parkı örneği. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 33(2): 1-17.

Lechner, N. 1991, Heathing, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects. John Wiley & Sons Inc., USA, 620 p.

Lin, T. P., Matzarakis, A., Hwang, R. L. 2010. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort, *Building and Environment* 45:213-221.

Manavoğlu, E. 2009. Antalya kenti'nin geçmişten günümüze mekansal gelişimi ve planlama çalışmalarının değerlendirilmesi. *Planlama dergisi* 2009(2): 19-30.

Manavoğlu, E. 2013. Antalya kenti yeşil alanlarinin çok ölçütlü analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. Doktora tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 287 s.

Manavoğlu, E. ve Ortaceşme, V. 2015. Antalya kenti yeşil alanlarının çok ölçütlü analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1): 11-19.

Marsh, W.M. 1991. Landscape Planning: Environmental Applications. John Wiley& Sons, Inc, Toronto, Canada, 425 p.

Masson, V. 2000. A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorology*, 94:357-97.

Matzarakis, A. and Mayer, H. 2000. Atmospherıc conditions and human thermal comfort in urban areas. 11th Seminar on Environmental Protection Environment and Health, 20-23 November 2000, pp 155-166, Thessaloniki, Greece.

Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. 2007. "Modelling Radiation Fluxes In Simple And Complex Environments-Application Of The Rayman Model" *International Journal of Biometeorology*, 51:323–334.

Mertens, 1999. Bioclimate and City Planning-Open Space Planning, *Atmospheric Environment*, 33. s:4115-4123.

Mirzaei, P.A. and Haghighat, F. 2010. Approaches to study Urban Heat Island: Abilities and limitations, *Building and Environment*, 45: 2192-2201.

Murphy, D.J., Hall, M.H., Hall, C.A.S., Heisler, G. M., S.V. S. and Anselmi-Molinac, C. 2011. The relationship between land cover and the urban heat island in Northeastern Puerto Rico, *International Journal Of Climatology*, 31:1222–1239.

Nichol, J., Hang, T. P. 2011. Temporal characteristics of thermal satellite sensors for urban heat island analysis. Earth observation, urban monitoring theme. http://www.earthzine.org/2011/07/08/temporal-characteristics-of-thermal-satellite-sensors-for-urban-heat-island-analysis/

Oke, T.R. 1973. City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*, 7: 769-779.

Oke, T.R. 1974. Review of Urban Climatology, 1968–1973. WMO Technical Note No.134, World Meteorological Organization (WMO), Geneva, 383 p.

Oke, T. R. 1982. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108:1-24.

Oke, T.R. 1987. Boundary Layer Climates. New York: Routledge.

Oke, T. R. 1988. The urban energy balance. *Progress in Physical Geography*, 12: 471-508.

Oke, T. R. 1995. The heat island characteristics of the urban boundary layer: Characteristics, causes and effects. *Wind Climate in Cities, Netherlands: Kluwer Academi,* pp. 81-107.

Oke, T.R. 2006. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. Instruments and Observing Methods Report (8). World Meteorological Organization. WMO/TD-No. 1250

Olgyay, V. 1963, 2016. Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 224 p.

Ortaçeşme, V., Karagüzel, O. Atik, M., Sayan S. 2000. Antalya kentinde aktif yeşil alan varlığı üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*,13(1):11-22.

Örüklü, E. 1988. Uzaktan Algılama. Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları Sayı:198, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.

Özcan ve Kayman 2004. Enerji tüketimindeki değişimin küresel ısınmaya etkisi ve ABD, AB ülkeleri, Japonya, Çin ve Türkiye karşılaştırması: 1980-2004. http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/Ozcan_Kayman.pdf. Erişim Tarihi: 10.02.2013

Özdemir, B., B. 2005. Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması. Yüksek lisans tezi, İ.T.Ü. İstanbul, 135 s.

Özözen Kahraman, S. 2015. Göç, gecekondulaşma ve entegrasyon: Antalya örneği. http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/semp5_17.pdf

Öztürk, S. ve Özdemir, Z. 2013. Kentsel açık ve yeşil alanların yaşam kalitesine etkisi "Kastamonu Örneği" Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(1): 109-116.

Öztürk, B. 2004. Kentsel açık ve yeşil alan sistemi oluşturulması: Kayseri kent bütünü örneği. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 194 s.

Paramita, B. ve Fukuda H. Heat intensity of urban built environment in hot humid climate region, *American Journal of Environmental Sciences* 10 (3): 210-218.

Parham, A. M. ve Haghighat, F. 2010. Approaches to study urban heat island abilities and limitations. *Building andEnvironment* 45: 2192-2201.

Qin, Z., Karnieli A., Berliner, P. 2001. A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. *Remote Sensing*, 2001, 22(18): 3719-3746.

Santamouris, M. 2007. Heat island research in Europe-state of the art. *Advances in Building Energy Research*, 1: 123-150.

Sesören, A. 1999, 2016. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. İstanbul, 128 s.

Shimazaki, Y., Yoshida, A., Suzuki, R., Kawabata, T., Imai, D., Kinoshit., S., 2011. Application of human thermal load into unsteady condition for Improvement of outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 46: 1716-1724.

Sınmaz, S. 2015. Enerji verimliliği temasının Türkiye şehir planlama sistemine entegrasyonu: Lapseki kenti için bir yaklaşım. *Planlama*, 15(2): 195–204.

Souza, L., Rodrigues, D. S., Mendes, J. F. G. 2003. Sky view factors estimation using a 3D-GIS extension, Eighth International IBPSA Conferance, Eindhoven, Netherlands.

Steinecke, K. 1999. Urban climatological studies in the Reykjavik subarctic environment, Iceland. *Atmospheric Environment*, 33: 4157-4162.

Stewart, I ve Oke, T. 2010. Thermal differentiation of local climate zones using temperature observations from urban and rural field sites. https://www.researchgate.net/publication/228420685

Stone, B. 2001. A remote sensing analysis of residential land use, forest canopy distribution, and surface heat island formation in the Atlanta Metropolitan Region. Ph.D thesis. Georgia Institute of Technology, Atlanta, ABD, 258 p.

Stone, B., Vargo, J., Habeeb, D. 2012. Managing climate change in cities: Will climate action plans work? *Landscape and Urban Planning* 107: 263– 271.

Şensoy, S., ve Ulupınar, Y. 2007. İklim sınıflandırmaları. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Şensoy, S., Shahin, L., Yılmaz, E., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Darende, V., Yazıcı, B. 2016. Antalya yüzey ısı adası özelliklerinin uydu verileri ile analizi, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye http://uzalmet.mgm.gov.tr/tammetin/17.pdf

Thorsson, S., Lindberg, F., Eliasson, I. and Holmer, B. 2007. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. *International Journal Of Climatology* 27: 1983–1993

Tıkansak, T.E. 2013. Konutlarda enerji etkinliği, *International Journal of Architecture and Planning*, 1(2): 189-200.

Tunçer, M., Ercoşkun Yalçıner Ö. 2007. Kentsel rant baskısıyla şekillenen Antalya için ekolojik planlama, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, ss: 102-110, Antalya.

Türkeş, M., 2003. Sera gazı salımlarının azaltılması için sürdürülebilir teknolojik ve davranışsal seçenekler. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, ss: 267-285, Çevre bilim ve teknoloji küreselleşmenin yansımaları bildiriler kitabı, Ankara.

Türkeş, M. ve Kılıç, G. 2004. Avrupa Birligi'nin iklim degisikligi politikaları ve önlemleri (European Union policies and measures on climate change). *Çevre, Bilim ve Teknoloji*, 2: 35-52.

Türktaş, M. H. 2014. Sıcak nemli iklim bölgesi için iklimsel tasarım parametrelerinin ısıl performansa etkisini değerlendirme: Bir konut örneği. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 144 s.

Ping Lin, T., Matzarakis, A., Hwang R.L. 2010. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 45: 213-221.

Uğurlu, Ö., ve Örçen, İ. 2007. Türkiye'de küresel ısınmanın enerji kaynakları üzerine etkisi. TMMOB 6. Enerji Sempozyumu, ss:5, Ekim, Ankara.

Xiao, X. D., Dong, L., Yan H., Yang, N. Xiong, Y. 2018. The influence of the spatial characteristics of urban green space on the urban heat island effect in Suzhou Industrial Park. *Sustainable Cities and Society*, 40: 428–439.

Voogt, J.A. 2000.http://www.epa.gov/hiri/resources/pdf/EPA_How_to_measure_a_UHI

Voogt, J. A., ve Oke, T. R. 2003. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*,86: 370-384.

Voogt, J.A. 2004. Urban heat island: Hotter cities. American Institute of Biological Sciences. An Actionbioscience.org original article.

Yang, L., Qian, F. Song, D. Zheng, K. 2016. Research on urban heat-island effect. *Procedia Engineering*, 169: 11-18

Yalçın, G., Demircan M., Ulupınar Y., Bulut E. 2005. Klimatoloji-1. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, DMİ yayınları: 2005 / 1

Yapraklı, S. ve Bayramoğlu, T. 2017. Türkiye'de enerji kullanımı ve iklim değişikliği: 1990-2030 dönemine ilişkin tanımsal bir uygulama. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19/2: 430-453.

Yavuz, V. Çavuş P.C., Özen, C. 2015. Türkiye'de hortum vakalarının zamansal ve mekansal analizi. VII. Atmospheric Science Symposium, İstanbul.

Yaz, H.F. 2014. Çok değişkenli istatistiksel tekniklerden kümeleme analizi; SPSS ile bir uygulama, 22 s.

Yılmaz, Z. 2006**.** Türkiye ve İrlanda'daki Binaların Enerji Etkin Tasarım ve Yapımı İçin Sürdürülebilirlik Stratejileri, İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: 30657 Sonuç Raporu Cilt I-II-III, İstanbul.

Yılmaz, E. 2015. Landsat görüntüleri ile Adana yüzey ısı adası. Coğrafi Bilimler Dergisi CBD 13(2): 115-138.

Yurtsev, A. A. 2015. Sürdürülebilir mimarlık kapsamında enerji etkin peyzaj tasarım Yaklaşımları. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, 118 s.

Yücesu, Ö., Korkut, A. Kiper, T. 2017. Kırklareli kent merkezinin açık ve yeşil alanların analizi ve bir sistem önerisi. *Artium,* 5 (2): 22-37.

Yüksel Ü. 2005. Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi üzerinde bir araştırma. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Ankara, 209 s.

Yüksel, Ü., ve Yılmaz, O. 2008. Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak.Dergisi*, 23(4): 937-952.

Zeren, L., 1987 Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli'ne İlişkin Çalışma, Arşt. Projesi, İTÜ Uyg-Ar Merkezi, İstanbul.

Zolnoun, S. 2013. Peyzaj mimarlığında enerji etkin tasarım yaklaşımları. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 114 s.

8. EKLER

8.1. İstasyonlar arasındaki ölçüm değerlerinin istatiksel analizleri

Yapılan ölçümlerden sıicaklık (TempOut), yüksek sıcaklık (HiTemp), düşük sıcaklık (LowTemp), dış ortam nemi (OutHum), rüzgâr hızı (WindSpd), sıcaklık indisi (HeatIndex), rüzgâr serinliği (WindChill) ve güneş ışınımı (SolarRad) değerleri aylar bazında ölçülmüş ve istasyonlardan alınan değerler arasındaki farklılaşma Anova analizi ile ortaya konumuştur.

Ölçüm yapılan her üç istasyon bağımsız değişken, ölçüm değerleri ise bağımlı değişken olmak üzere yapılan regresyon analizinde her ay bazında elde edilen sonuçlar aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Mart 2012 Dönemi

Yapılan istatistiksel analizler Mart 2012 ayında üç istasyonun ölçüm değerlerinden, nem oranı (OutHum) dışındaki tüm iklimsel değerler arasında istatistiksel anlamda farklılığın olduğunu ortaya koymuştur.

Ortam sıcaklığı (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,6007)=26,640$ $p\leq0,001$. Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=13,52) ve Muratpaşa ($\overline{x}$=13,52) istasyonunda ölçülen değerlerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=12,72)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,6007)=23,857$ $p\leq0,001$). Ölçülen en yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =13,76) ve Muratpaşa ($\overline{x}$=13,67) istasyonunda ölçülen değerlerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =12,89)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,6007)=29,719 p\leq0,001$). Ölçülen endüşük sıcaklık(LowTemp) değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=13,54) ve Muratpaşa ($\overline{x}$=13,37) istasyonunda ölçülen

değerlerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=12,55)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nem (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır: (F (2,6007)=0,381p>0,05). Mart ayı içerisinde istasyonlar arasında, ortam nemi değeri açısından bir değişme yoktur. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre de Kepez ($\overline{x}$=54,97), Muratpaşa ($\overline{x}$=54,49) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=55,1) istasyonlarında ölçülen değerler arasında anlamlı farklılaşmaya bağlı olarak bir gruplanma gözlenememiştir.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,6007)=2556,386p≤0,001). Ölçülen rüzgâr hız (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=6,41)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=2,50) istasyonunda ölçülen değere ve Muratpaşa ($\overline{x}$=2,50)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,42)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,6007)=32,946 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =12,84) ve Kepez ($\overline{x}$=12,68) istasyonunda ölçülen değerlerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =11,87)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinlik (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,6007)=18,595p≤0,001).Ölçülen rüzgâr serinlik (WindChill) değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=13,58)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=13,16) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=13,56)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=12,72)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınım (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,6007)=

110,395p≤0,001). Ölçülen güneş ışınım (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=207,03) ve Kepez ($\overline{x}$=203,89) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=95,35)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Nisan 2012 Dönemi

Ortam sıcaklığı (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7631)=91,587 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =17,61)'nın Kepez ($\overline{x}$=16,82)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=16,82) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=16,36)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 7631)=82,729 p≤0,001). İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=17,73)'nın Kepez ($\overline{x}$=16,95)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=16,95) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =16,53)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F (2,7631)=101,145 p≤0,001. Ölçülen LowTemp değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=17,50)'nın Kepez ($\overline{x}$=16,66)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=16,66) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=16,20)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Dış ortam nemi (OutHum) %

Dış nem (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F (2, 7631)=22,705 p≤0,001). Ölçülen OutHum değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=69,66)'nın Kepez ($\overline{x}$=67,88)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=67,88) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =66,77)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7631)=1642,768 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =4,88)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=2,03) istasyonunda ölçülen değere göre ve Muratpaşa ($\overline{x}$=2,03)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=1,02)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,7631)=139,229 p≤0,001. Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =17,44)'nın Kepez ($\overline{x}$=16,47)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=16,75) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=15,98)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark var olduğu söylenebilir: (F(2,7631)=93,162 p≤0,001). Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=17,61)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=16,75) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$ =16,75)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=16,36)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (Solar) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7631)=67,156 p≤0,001). Işınım (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan istasyona göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=225,22) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=214,88) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=138,83)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Mayıs 2012 Dönemi

Ortam sıcaklığı (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7677)=87,177

p≤0,001). Sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=21,37)'nın Kepez ($\overline{x}$=20,49)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=20,49) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=20,19)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7677)=78,231 p≤0,001). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=21,49)'nın Kepez ($\overline{x}$=20,65)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=20,65) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=20,36)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucundaistasyonlar arasında anlamlı bir farkolduğu söylenebilmektedir: (F(2,7677)=96,491 p≤0,001). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=21,25)'nın Kepez ($\overline{x}$=20,34)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=20,34) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=20,02)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir F(2,7677)=27,876 p≤0,001. Bir başka değişle ölçülen OutHum değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=70,91) ve Kepez ($\overline{x}$=70,53) istasyonunda ölçülen değerlerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=67,95)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7677)=2031,893p≤0,001. Ölçülen rüzgâr (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=5,16)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=2,01) istasyonunda ölçülen değere göre ve Muratpaşa ($\overline{x}$=2,50)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=1,15)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,7677)=159,581 p≤0,001. Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=21,76)'nın Kepez ($\overline{x}$ =20,68)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=20,68) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =20,18)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,7677)=88,194 p≤0,001. Ölçülen Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=21,37)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=20,46) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$ =20,46)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=20,19)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Günes ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Işınım (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. F(2,7677)=58,232 p≤0,001. Ölçülen ışınım (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=239,98) veDöşemealtı $\overline{x}$ =230,46) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=158,53)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Haziran 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark var olduğu söylenebilir: F(2,3997)= 5,175 p<0,05. Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=27,85)'da ölçülen değer Kepez ($\overline{x}$=27,24) istasyonunda ölçülen değere göre daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu istasyonlarda ölçülen değerler iki farklı grup oluştururken, Muratpaşa ($\overline{x}$=27,63)'da ölçülen değer her iki grupta da gözlemlenmektedir.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

İstasyonlar arasında en yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonların arasında anlamlı bir farkın var olduğu söylenebilir:(F(2,3997)=5,313 p≤0,005). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp)

değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=28,21)'da ölçülen değer Kepez ($\overline{x}$=27,57) istasyonunda ölçülen değere göre daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu istasyonlarda ölçülen değerler iki farklı grup oluştururken, Muratpaşa ($\overline{x}$=27,90)'da ölçülen değer her iki grupta da gözlemlenmektedir.

En düşük sıcaklık (LowTemp)

En düşük sıcaklıklar (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3997)=5,201$ $p<0,05$). Ölçülen en düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=27,50) ve Muratpaşa ($\overline{x}$=27,37) istasyonunda ölçülen değerlerin, Kepez ($\overline{x}$=26,91)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Dış nem (OutHum) %

Dış nem (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3997)$ 127,096= $p\leq0,001$). Ölçülen (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=61,91)'nın Kepez ($\overline{x}$=59,92)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=59,92) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =50,16)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3997)=1282,075$ $p\leq0,001$). Ölçülen rüzgâr hız (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =4,83)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=2,21) istasyonunda ölçülen değere göre ve Muratpaşa($\overline{x}$=2,21)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,99)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ^{o}C

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3997)=19,947$* $p\leq0,001$. Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =29,31) istasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=28,24) ve Döşemealtı ($\overline{x}$ =28,18)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,3997)=5,179 p<0,05. Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=27,85)'da ölçülen değer Kepez ($\overline{x}$=27,24) istasyonunda ölçülen değere göre daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu istasyonlarda ölçülen değerler iki farklı grup oluştururken, Muratpaşa ($\overline{x}$=27,63)'da ölçülen değer her iki grupta da gözlemlenmektedir.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonrasında, istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4048)=1,031 p>0,05. Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=309,89) ve Kepez ($\overline{x}$=305,26) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=208,60)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Temmuz 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır: F(2,4048)=1,031 p>0,05. Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre de Döşemealtı ($\overline{x}$=31,60), Muratpaşa ($\overline{x}$=31,43) ve Kepez ($\overline{x}$=31,41) istasyonlarında ölçülen değerlerin arasında anlamlı farklılaşmaya bağlı olarak bir gruplanma gözlenememiştir.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. (F(2,4048)=2,062 p>0,05). Ölçülen en yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre de Döşemealtı ($\overline{x}$=31,96), Kepez ($\overline{x}$=31,73) ve Muratpaşa ($\overline{x}$=31,68) istasyonlarında ölçülen değerlerin arasında anlamlı farklılaşmaya bağlı olarak bir gruplanma gözlenememiştir.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. (F(2, 4048)=0,509 p>0,05). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu

bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre de Döşemealtı ($\overline{x}$=31,25), Muratpaşa ($\overline{x}$=31,17) ve Kepez ($\overline{x}$=31,1) istasyonlarında ölçülen değerlerin arasında anlamlı farklılaşmaya bağlı olarak bir gruplanma gözlenememiştir.

Ortam nemi (OutHum) %

Nem (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. (F (2, 4048)=130,028 p≤0,001). Ölçülen OutHum değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=53,28)'nın Kepez ($\overline{x}$=44,45)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=40,63) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$ =50,16)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. F(2,4048)=1384,401 p≤0,001. Ölçülen rüzgâr (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=5,44)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=2,42) istasyonunda ölçülen değere göre ve Muratpaşa($\overline{x}$ =2,42)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,88)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2 4048)=102,212 p≤0,001. Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =34,60)'da ölçülen değerinKepez ($\overline{x}$=32,79) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=32,79)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=32,31)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır: (F(2,4048)=1,031 p>0,05). Ölçülen rüzgâr (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre de Döşemealtı ($\overline{x}$=31,60),

Muratpaşa ($\overline{x}$=31,43) ve Kepez ($\overline{x}$=31,41) istasyonlarında ölçülen değerlerin arasında anlamlı farklılaşmaya bağlı olarak bir gruplanma gözlenememiştir.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonrasında, istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2, 4048)=56,678$ $p\leq0,001$). Ölçülen ışınım (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=263,76) ve Kepez ($\overline{x}$=255,69) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=12,55)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ağustos 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. $F(2,3874)=7,605$ $p\leq0,001$. Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=31,87) istasyonunda ölçülen değerinin, Döşemealtı ($\overline{x}$=31,87) ve Kepez ($\overline{x}$=31,49)'de ölçülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3874)=4,995$ $p<0,05$). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=32,10)'da ölçülen değer Döşemealtı ($\overline{x}$=31,64) istasyonunda ölçülen değere göre daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu istasyonlarda ölçülen değerler iki farklı grup oluştururken, Kepez ($\overline{x}$=31,78)'da ölçülen değer her iki grupta da gözlemlenmektedir.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

İstasyonlar arasındaen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2, 3874)=10,674$ $p\leq0,001$). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=31,65) istasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=31,20) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=30,93)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nem (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,3874)=44,039 p≤0,001). Ölçülen nem (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=44,87)'nın Kepez ($\overline{x}$=40,12)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=40,12) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=37,59)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,3874)=1632,191 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr hız (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa($\overline{x}$ =5,69)'de ölçülen değerin Kepez($\overline{x}$=2,50) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=2,50)'da ölçülen değerin Döşemealtı($\overline{x}$=0,42)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 3874)=116,535 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =33,50)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=31,93) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=31,93) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=31,31)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,3874)=7,606 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=31,87)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=31,49) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$ =31,49) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=31,31)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 3874)= p≤0,001). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu

bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=263,76) ve Kepez ($\overline{x}$=255,69) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=147,36)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Eylül 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4317)=10,960 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=27,61) istasyonunda ölçülen değerlerin, Kepez ($\overline{x}$=27,08) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=26,95)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp)

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4317)=6,595 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=27,83) istasyonunda ölçülen değerlerin, Kepez ($\overline{x}$=27,37) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=27,33)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4317)=16,972 p≤0,001). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =27,41) istasyonunda ölçülen değerlerin, Kepez ($\overline{x}$=26,79) ve Döşemealtı ($\overline{x}$ =26,58)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz soucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4317)=89,978 p≤0,001). Ölçülen nem (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=57,76)'nın Kepez ($\overline{x}$=51,85)'e göre ve Kepez ($\overline{x}$=51,85) istasyonunda ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=48,04)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4317)=1605,561 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =4,80)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=1,59) istasyonunda ölçülen değere göre ve Muratpaşa ($\overline{x}$=2,50)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,79)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4317)=96,189p≤0,001). Ölçülen sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=28,79)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=27,43) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=27,43)'de ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=26,80)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (Windchill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4317)=10,968 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =27,61)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=27,08) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=26,95)'nda ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4317)=74,956 p≤0,001). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$ =217,18) ve Kepez ($\overline{x}$=208,46) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$ =110,74)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ekim 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4348)=16,507p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan

alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=22,73) istasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=21,97) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=21,88)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4348)=12,764 p≤0,001). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=22,93) istasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=22,24) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=22,19)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucundaistasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4348)=21,335 p≤0,001). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=22,54) istasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=21,71) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=21,57)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4348)=8,244 p≤0,001). Ölçülen nem (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre de Kepez ($\overline{x}$=66,83) ve Muratpaşa ($\overline{x}$=66,59) istasyonlarında ölçülen değerlerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=64,21) istasyonunda ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4348)=1284,422 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =1,94)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=0,65) istasyonunda ölçülen değere göre ve

Muratpaşa($\overline{x}$=0,65)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,29)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4348)=35,440p≤0,001). Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=23,11) istasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=22,15) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=21,86)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4348)=16,551 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=22,73) stasyonunda ölçülen değerin, Kepez ($\overline{x}$=21,97) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=21,88)'nda ölçülenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4348)=85,833 p≤0,001). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=148,94) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=140,92) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$=60,94)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kasım 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=77,685 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=18,39)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=17,64) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$ =17,64)'de ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=16,75)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: F(2,4282)=65,709 p≤0,001). Ölçülen en yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=18,55)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=17,88) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$ =17,88)'de ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=17,03)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=91,331 p≤0,001). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =18,23)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=17,40) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=17,40)'de ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=16,47)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=5,392 p≤0,005). Ölçülen nem (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=67,01)'nda ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=65,58) ve Muratpaşa($\overline{x}$=65,16)'nda ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=1389,215 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr hız (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =3,96)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=1,35) istasyonunda ölçülen değere ve Muratpaşa ($\overline{x}$=1,35)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,20)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=76,481 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda

oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =18,15)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=17,36) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=17,36)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=17,44)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=77,301 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =18,39)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=17,61) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=17,61)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=16,75)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4282)=105,555 p≤0,001). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$ =108,94) ve Kepez ($\overline{x}$=107,76) istasyonunda ölçülen değerlerin, Muratpaşa ($\overline{x}$ =36,172)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Aralık 2012 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=130,646 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=13,25)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,65) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$ =12,65)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,10)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=115,391 p≤0,001). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =13,40)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,86) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez

($\overline{x}$=12,86)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,84)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,4458)=147,650$ $p\leq0,001$). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =13,10)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,44) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=12,44)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,36)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi(OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2, 4458)=7,177$ $p\leq0,001$). Ölçülen nem (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=72,96)'nda ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=70,99) ve Kepez ($\overline{x}$=70,36)'de ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,4458)=1312,167$ $p\leq0,001$). Ölçülen rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =3,97)'de ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=1,33) istasyonunda ölçülen değere ve Muratpaşa ($\overline{x}$=1,33)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,17)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex)

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,4458)=129,346$ $p\leq0,001$). Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =12,87)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,27) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez

($\overline{x}$=12,27)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,28)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

İstasyonlar arasında WindChill değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=121,911 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=13,24)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,46) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=12,46)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,60)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4458)=86,301 p≤0,001). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =79,09) ve Kepez ($\overline{x}$=78,01) istasyonunda ölçülen değerlerin Döşemealtı ($\overline{x}$ =28,85)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ocak 2013 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=132,196 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=11,93)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=11,12) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$ =11,12)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=9,988)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=122,109 p≤0,001). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=12,10)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=11,34) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=11,34)'de ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=10,21)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=141,984 p≤0,001). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=11,77)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=10,92) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=10,92)'de ölçülen değerin, Döşemealtı ($\overline{x}$=9,77)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=14,267 p≤0,001). Ölçülen ortam nemi (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=72,85)'nda ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=69,73) ve Muratpaşa($\overline{x}$=69,32)'da ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 4458)=905,671 p≤0,001). Ölçülenrüzgar hızı (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=5,037)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=2,219) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=2,219)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,514)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=115,202 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık indis (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =11,57)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=10,79) istasyonunda ölçülen değere göre ve Kepez ($\overline{x}$=10,79)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=9,72)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=105,822 p≤0,001). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$

=11,84)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=10,64) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=10,64)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=9,98)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Güneş ışınımı (SolarRad) watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,4458)=86,579 p≤0,001). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=87,99) ve Döşemealtı ($\overline{x}$=84,29) istasyonunda ölçülen değerlerin Muratpaşa ($\overline{x}$=30,66)'de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Şubat 2013 Dönemi

Sıcaklık (TempOut) ºC

Sıcaklık (TempOut) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2, 3192)=128,493 p≤0,001). Ölçülen sıcaklık (TempOut) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$=13,93)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,57) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$ =12,57)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,50)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek sıcaklık (HiTemp) ºC

En yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlararasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,3192)=115,704 p≤0,001). Ölçülen yüksek sıcaklık (HiTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =14,09)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,81) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez $\overline{x}$=12,81)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,76)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

En düşük sıcaklık (LowTemp) ºC

En düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: (F(2,3192)= 141,287 p≤0,001). Ölçülen düşük sıcaklık (LowTemp) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =13,76)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,32) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=12,32)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,24)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ortam nemi (OutHum) %

Ortam nemi (OutHum) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3192)= 9,195$ $p\leq0,001$). Ölçülen nem (OutHum) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Döşemealtı ($\overline{x}$=73,21)'da ölçülen değer Kepez ($\overline{x}$=70,37) istasyonunda ölçülen değere göre daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu istasyonlarda ölçülen değerler iki farklı grup oluştururken, Muratpaşa ($\overline{x}$=71,91)'da ölçülen değer her iki grupta da gözlemlenmektedir.

Rüzgar hızı (WindSpeed) km/sa

Rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3192)=872,398$ $p\leq0,001$). Ölçülen rüzgâr hızı (WindSpeed) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$ =4,97)'da ölçülen değerin Muratpaşa ($\overline{x}$=2,14) istasyonunda ölçülen değere ve Muratpaşa ($\overline{x}$=2,14)'da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=0,66)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıcaklık indisi (HeatIndex) ºC

Sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3192)=146,194$ $p\leq0,001$). Ölçülen sıcaklık indisi (HeatIndex) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =13,92)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,32) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=12,32)'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,17)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Rüzgar serinliği (WindChill) ºC

Rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2, 3192)=118,559$ $p\leq0,001$). Ölçülen rüzgâr serinliği (WindChill) değerleri ölçüm yapılan alana göre anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testinin sonuçlarına göre Muratpaşa ($\overline{x}$ =13,92)'da ölçülen değerin Kepez ($\overline{x}$=12,32) istasyonunda ölçülen değere ve Kepez ($\overline{x}$=12,32'de ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=11,50)'nda ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Güneş ışınımı (SolarRad) Watt/m^2

Güneş ışınımı (SolarRad) değerleri bakımından yapılan analiz sonucunda istasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir: ($F(2,3192)=35,654$ $p\leq0,001$). Ölçülen güneş ışınımı (SolarRad) değerleri ölçüm yapılan alana göre

anlamlı bir şekilde değişmektedir. İstasyonlar arasındaki farkların hangi alanlarda oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan Tukey testi sonuçlarına göre Kepez ($\overline{x}$=127,83) ’da ölçülen değerin Döşemealtı ($\overline{x}$=118,97) istasyonunda ölçülen değere ve Döşemealtı ($\overline{x}$=118,97) istasyonunda ölçülen değerlerin Muratpaşa ($\overline{x}$=44,38)’de ölçülen değere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.lçülen değere göre daha yüksek duğu görülmüştür.

	İst No	Mar.12	Nis.12	May.12	Haz.12	Tem.12	Ağu.12	Eyl.12	Eki.12	Kas.12	Ara.12	Oca.13	Şub.13	Ort.
TempOut	1	12,72 b***	16,36 c***	20,19 c***	27,85 a*	31,60	31,31 b***	26,95 b***	21,88 b***	16,75 c***	11,60 c***	9,988 c***	11,50 c***	19,90
	2	13,52 a***	16,82 b***	20,49 b***	27,24 b*	31,41	31,49 b***	27,08 b***	21,97 b***	17,64 b***	12,65 b***	11,12 b***	12,57 b***	20,34
	3	13,65 a***	17,61 a***	21,37 a***	27,63 ab*	31,43	31,87 a***	27,61 a***	22,73 a***	18,39 a***	13,25 c***	11,93 a***	13,93 a***	20,96
HiTemp	1	12,89 b***	16,53 c***	20,36 c***	28,21 a**	31,96	31,64 b*	27,33 b***	22,19 b***	17,03 c***	11,84 c***	10,21 c***	11,76 c***	20,17
	2	13,67 a***	16,95 b***	20,65 b***	27,57 b**	31,73	31,78 ab*	27,37 b***	22,24 b***	17,88 b***	12,86 b***	11,34 b***	12,81 b***	20,57
	3	13,76 a***	17,73 a***	21,49 a***	27,90 ab**	31,68	32,10 a*	27,83 a***	22,93 a***	18,55 a***	13,40 a***	12,10 a***	14,09 a***	21,13
LowTemp	1	12,55 b***	16,20 c***	20,02 c***	27,50 a*	31,25	30,93 b***	26,58 b***	21,57 b***	16,47 c***	11,36 c***	9,77 c***	11,24 c***	19,62
	2	13,37 a***	16,66 b***	20,34 b***	26,91 b*	31,10	31,20 b***	26,79 b***	21,71 b***	17,40 b***	12,44 b***	10,92 b***	12,32 b***	20,10
	3	13,54 a***	17,50 a***	21,25 a***	27,37 a*	31,17	31,65 a***	27,41 a***	22,54 a***	18,23 a***	13,1 a***	11,77 a***	13,76 a***	20,78
OutHum	1	54,49	66,77 c***	67,95 b***	50,16 c***	40,63 c***	37,59 c***	48,04 c***	64,21 b***	67,01 a**	72,96 a***	72,85 a***	73,21 a***	59,66
	2	54,97	67,88 b***	70,53 a***	59,92 b***	44,45 b***	40,12 b***	51,85 b***	66,83 a***	65,58 b**	70,36 b***	69,73 b***	70,37 b***	61,05
	3	55,1	69,66 a***	70,91 a***	61,91 a***	53,28 a***	44,87 a***	57,76 a***	66,59 a***	65,16 b**	70,99 b***	69,32 b***	71,95 ab***	63,13
WindSp	1	0,42 c***	1,02 c***	1,157 c***	0,99 c*	0,884 c***	0,86 c***	0,793 c***	0,29 c***	0,20 c***	0,17 c***	0,514 c***	0,66 c***	0,67
	2	6,41 a***	4,88 a***	5,16 a***	4,83 a*	5,44 a***	5,69 a***	4,80 a***	1,94 a***	3,96 a***	3,974 b***	2,219 b***	4,97 a***	4,53
	3	2,50 b***	2,03 b***	2,01 b***	2,21 b*	2,42 b***	2,36 b***	1,59 b***	0,65 b***	1,35 b***	1,33 a***	5,037 a***	2,14 b***	2,14
HeatIndex	1	11,87 b***	15,98 c***	20,18 c***	28,24 b***	32,31 c***	31,31 c***	26,80 c***	21,86 b***	16,44 c***	11,28 c***	9,72 c***	11,17 c***	19,77
	2	12,68 a***	16,47 b***	20,68 b***	28,18 b***	32,79 b***	31,93 b***	27,43 b***	22,15 b***	17,36 b***	12,27 b***	10,79b c***	12,17 b***	20,41
	3	12,84 a***	17,44 a***	21,76 a***	29,31 a***	34,60 a***	33,50 a***	28,79 a***	23,11 a***	18,15 a***	12,87 a***	11,57 a***	13,59 a***	21,46
WindChill	1	12,72 c***	16,36 c***	20,19 c***	27,85 b***	31,60	31,31 c***	26,95 b***	21,88 b***	16,75 c***	11,60 c***	9,98 c***	11,50 c***	19,90
	2	13,16 b***	16,75 b***	20,46 b***	27,24 ab***	31,41	31,49 b***	27,08 b***	21,97 b***	17,61 b***	12,46 b***	10,64 b***	12,32 b***	20,22
	3	13,58 a***	17,61 a***	21,37 a***	27,63 a***	31,43	31,87 a***	27,61 a***	22,73 a***	18,39 a***	13,24 a***	11,84 a***	13,92 a***	20,94
SolarRad	1	207,03 a***	214,88 a***	230,46 a***	305,26 a***	295,37 a***	263,76 a***	217,18 a***	140,92 a***	108,94 a***	25,85 b***	84,29 a***	118,97 b***	184,41
	2	203,89 a***	225,22 a***	239,98 a***	309,89 a***	297,74 a***	255,69 a***	208,46 a***	148,94 a***	107,76 a***	78,01 a***	87,99 a***	127,83 a***	190,96
	3	95,35 b***	138,83 a***	158,53 b***	208,60 b***	184,19 b***	147,36 b***	110,74 b***	60,94 b***	36,172 b***	79,09 a***	30,66 b***	44,38 c***	102,91

ÖZGEÇMİŞ



ARZU ÖZLEM ALPASLAN

alpaslan.ozlem@gmail.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2007-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya
Yüksek Lisans 2002-2006	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya
Lisans 1994-1999	Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Ankara

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Şube Müdürü 2007-Devam Ediyor	Antalya Büyükşehir Belediyesi Nazım Plan Şube Müdürlüğü
Araştırma Görevlisi 2002-2007	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya

ESERLER

1- Alpaslan A.Ö., Ortaçeşme V. (2009). Side-Manavgat kıyı kesimi alan kullanımlarının kıyı planlaması ve yönetimine yönelik değerlendirilmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2009, 22(2), 169-178.

2- Alpaslan A. Ö. (2009). Antalya kıyı bölgesi planlama sürecinin kıyı alanlarına etkileri: Side-Manavgat örneği", Planlama dergisi, TMMOB SPO yayını. 2009/2, 67-71.