

## **ANTALYA KENTİNDE ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA YEŞİL ALTYAPININ YERİ VE ÖNEMİ**

**Arzu Özlem ALPASLAN\*\* Veli ORTAÇEŐME\***

\*\*Antalya Büyükşehir Belediyesi ANTALYA

\*Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

\*\*aopalpaslan@antalya.bel.tr

**Özet:** Enerji etkin planlama, kentsel alanların planlanmasında kentsel doku, yapı yükseklikleri ve konumlarının çevresel ve iklimsel faktörlere göre belirlenmesini sağlayan bir planlama yaklaşımıdır. Kentsel alanlardaki yapıların yükseklikleri, konumları ve yönlerinin; yapı çevresinde ve kentte açık ve yeşil alan varlığı ve büyüklüğü gibi faktörlerin enerji etkin ölçütlere uygun olmaması kentlerdeki hava akımı üzerinde olumsuz etkilere neden olmakta, kent merkezlerinde ısı salınımı yavaşlamakta, dolayısıyla kentin ısı dengesi değişmekte ve kent merkezlerinde sıcaklıklar artmaktadır. Bu sıcaklık artışı, kentsel alanlar ve çevresindeki kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkları ölçülerek gözlemlenebilmektedir. Yeşil altyapının yeri ve önemini Antalya kentinde enerji etkin planlama yaklaşımı kapsamında incelemeyi amaçlayan bu çalışmada, 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 görülmüştür. Bunun ana nedeninin kırsal ve yarı kırsal alanlarda arazi örtüsü değişimlerinin ve bitki örtüsü yoğunluğunun azalması olduğu görülmüştür. Çalışmada ayrıca kesimlerde denizin, iç kesimlerde ise yeşil alanlar ve su yüzeylerinin etkisiyle ısı adası etkisinin 6 - 9 °C arasında hafiflediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji etkin planlama, açık ve yeşil alan, yeşil altyapı, Antalya

### **THE IMPORTANCE OF GREEN INFRASTRUCTURE WITHIN THE SCOPE OF ENERGY EFFICIENT PLANNING IN ANTALYA**

**Abstract:** Energy efficient planning is a planning approach that enables the determination of urban texture, building heights and locations according to environmental and climatic factors in urban planning. The fact that the height, location and direction of buildings in urban areas as well as the presence and size of open and green spaces around the buildings and in the whole are not in accordance with the energy efficient planning principles, causes negative heat island effect in cities. If there is no air flow, the heat balance of the city changes and the temperatures increases in the city centers. This temperature increase can be observed by measuring the temperature differences between urban areas and surrounding rural areas.

This study aims to examine the importance of green infrastructure in the context of energy efficient planning approach in Antalya city. According to the results of year-round climatic measurements in Antalya and surface temperature analysis in August, both surface heat island and urban heat island effects were identified in the whole city, including rural and semi-rural areas. The main reason for this was found to be the land cover changes and the reduction of vegetation densities. In addition, the results of the study indicated that the presence of the sea in the coastal parts and the green areas and water surfaces in the inland areas had a positive cooling effect on the surface temperatures between 6 - 9 °C.

**Keywords:** Energy efficient planning, open and green spaces, green infrastructure, Antalya

## 1. Giriş

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 etkilenen 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.

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).

Bu çalışmanın amacı, Antalya kentinin büyümesine bağlı olarak arazi kullanım ve yüzey örtüsü değişimleri; imar planlarında verilmiş olan yapılaşma haklarının artırılması; planlama araç ve kamu erklerinin etkin kullanılmaması nedeniyle kentsel yeşil alanların gerçekleşmemesi ve mevcut nüfusa göre yetersiz kalması gibi nedenlerle oluşan ısı adası varlığı, etkileri, sebep ve sonuçlarının araştırılarak, etkilerin azaltılmasında yeşil alanların rolünü değerlendirmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyali ülkemizin güneyinde yer alan bir kıyı kenti olan ve yaklaşık 138.000 ha büyüklüğündeki Antalya kentinin 2004-2014 yıllarında geçerli olan 5216 sayılı Büyükşehir Yasası kapsamındaki Antalya Büyükşehir Belediyesi idari sınırlarıdır. Çalışmanın genelinde incelenen 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 raporlar, lisansüstü tezler, bilimsel makaleler, bildiriler, kitaplar, web kaynaklı

sunumlar, internet sayfaları materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında kentsel ısı adası etkisini ölçmek amacıyla arazi kullanım/razi örtüsü tespiti ve karşılaştırılmaları, bitki örtüsü yoğunluğu indisi (NDVI) tespiti ve karşılaştırılmaları amaçlarıyla 26/08/1987 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü, 24/06/2002 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü, 19/06/2006 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü, 25/08/2010 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü ve yüzey sıcaklığı analizi yapmak amacıyla 30/08/2012 tarihli LANDSAT- 7 ETM uydu görüntüsü kullanılmış; örnek yapı adalarının ve ulaşım akslarının seçimi için Antalya kentindeki seçilen bölgelere ait Antalya Büyükşehir Belediyesi imar plan arşivinden temin edilen çeşitli ölçekteki çevre düzeni ve imar planlarından yararlanılmıştır.

İklimsel verileri elde etmek üzere araştırma kapsamında 3 adet Davis Vantage Pro2 kablosuz sabit hava istasyonu kurulmuştur.

### 2.2. Yöntem

Araştırma, her birinin içinde farklı analizlerin ve değerlendirmelerin yapıldığı 5 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın birinci aşamasında çalışma alanının arazi örtüsü/razi kullanım analizi, yüzey sıcaklığı analizi, bitki örtüsü (NDVI) analizi ve arazi örtüsü/kullanım değişim analizi olmak üzere 4 ayrı analiz yapılmıştır. Bu aşamada Erdas Imagine 2014 ve ArcMap10.5 yazılımları ile 1987, 2002, 2006, 2010 yılları için çalışma alanının ait arazi kullanım/razi örtüsü belirlenmiştir. Erdas Imagine 2014 yazılımı ile görüntüler mozaiklenmiş, georeferanslandırılmış 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 indisi (NDVI) haritaları oluşturulmuştur. 30/08/2012 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü ile yüzey sıcaklık haritası oluşturulmuştur.

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/razi 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

kümelenen 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.

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.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, kentsel ısı adası etkisi, ilk aşamada ölçülen yüzey sıcaklıkları ve üçüncü aşamada ölçülen hava sıcaklıklarının ikinci aşamada tespit edilen yerel iklim zonları (YİZ) arasındaki farklara göre tespit edilmiştir. Yüzey örtüsü ve kent çevresi ısı adalarının tespiti iklim istasyonları ile ölçülen sıcaklıklar 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 bölgelerde imar 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 kümelerden 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.Bulgular

#### 3.1. Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimi

Araştırma alanı için yapılan arazi örtüsü sınıflandırmasına göre 1987-2010 yılları arasında geçen 23 yıllık süreçte, yerleşim alanlarında 18.175 ha'lık bir artış olmuştur. Bu artışın sadece yerleşim alanları olarak belirlenen 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. Bununla birlikte tarım alanları 11.915 ha; orman ve yarı doğal alanlar ise 20.853 ha azalmıştır. 2002-2006 yılları arasında açık yüzeylere dönüştürülen orman alanları, 2006-2010 yılları arasında % 3 oranında tarım alanları ile birlikte yerleşim alanına dönüştürülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1: 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
	<b>Ara toplam</b>	<b>18.264</b>	<b>12,8</b>	<b>26.663</b>	<b>19,1</b>	<b>41.772</b>	<b>29,9</b>	<b>51.032</b>	<b>36,6</b>
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 Örtüsü Doğal Alanlar	14.523	10,4	15.700	11,2	17.625	12,6	12.283	8,8
	<b>Ara toplam</b>	<b>77.673</b>	<b>55,7</b>	<b>77.447</b>	<b>55,5</b>	<b>62.173</b>	<b>44,6</b>	<b>56.820</b>	<b>40,7</b>
Tarım Alanları	Tarım Alanları	43.581	31,5	35.408	25,4	35.573	25,5	31.666	22,7
<b>Genel Toplam</b>		<b>139.518</b>	<b>100,0</b>	<b>139.518</b>	<b>100,0</b>	<b>139.518</b>	<b>100,0</b>	<b>139.518</b>	<b>100,0</b>

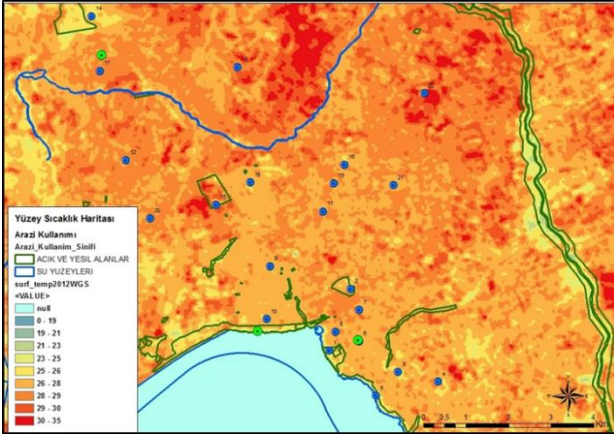
#### 3.2. Bitki Örtüsü (NDVI) Analizleri

Aynı yıllarda yapılan bitki örtüsü yoğunluğu (NDVI) analizlerine göre, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu 1 değerine yakın olan Aksu, Döşemealtı, Kırcaami, 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. 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.

### 3.3. Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi

Yüzey sıcaklıkları haritasına göre Antalya kent merkezi ve çevresi 26-29 °C sıcaklık aralığında iken; kentin doğusunda Aksu ve kuzeyinde Döşemealtı ilçesinde sıcaklık aralığı çoğunlukla 29-35 °C arasındadır. Kentin doğusunda bulunan Antalya Havaalanı, idari olarak Muratpaşa ilçesinde yer alan Lara Kumulları da 30-35 °C sıcaklık aralığında olup en yüksek sıcaklık yansımaya sahip olan bölgelerdendir (Şekil 1).



Şekil 1: Yüzey sıcaklık değerleri °C (2012)

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.

### 3.4. Yerel İklim Zonlarının Belirlenmesi

Stewart ve Oke 2010, yerel iklim zonlarını 102-104 metrelik yatay düzlemdeki yüzey ve hava sıcaklığı dağılımını benzeştiren bölgeler olarak tanımlamıştır. 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

Stewart ve Oke (2010)'nin yerel iklim zonunu belirlemede kullanılan sınıflar	Sınıf Kodu	Seçilen noktanın			
		Adı	Nokta No	İlçe No	Sınıf ***
	16	Deniz M., Dokuma M., Teomanpaşa M.	10, 15, 21	2, 3	5
	15	Sinan M., Doğu Garajı, Memurevleri M., Konuksever M., Karşıyaka Kültür M.	6, 7, 9, 11, 19, 20	3	5
	14	Kaleiçi	8	3	6
	13	Masa dağı, Varsak Karşıyaka,	13, 24	2	6
	12	Çıplaklı site, Atatürk Cad. Konut, Sakarya Parkı, Döşemealtı Sağlık Döşemealtı Merkez,	38, 39, 40, 41, 16	1, 2	6
	11	Çıplaklı Tarım 1, Menderes M., Varsak M., H. Karakaş M.	33, 26, 23, 22	1, 2	6
	10	Gaziler Başköy, Kcs. Burdur Yolu Konut	25, 34, 42	1, 2	6
	9	Kepez	17	2	6
	8	OSB, Kömürçüler	37, 47	1	3
	7	Kırcami, Çalkaya, Yamaşmaz, Çıplaklı Tarım 2, Yeşilbayır Orman	4, 30, 35, 36	2, 3	6
	6	Yeşilbayır Tarla 2, Yeşilbayır Tarla 3	44, 45	1	2
	5	Yeşilbayır Tarla 1, Yeşilbayır Tarla 4	43, 43	1	2
	4	Havaalanı Pist, Karain Pist	31, 48	1	4
	3	Hipodrom, Çıplaklı Tarım 1	32, 33	1	1
	2	Karaoğlu Parkı, Falez Parkı, Dokuma Fabrikası, Sakarya Parkı, Çumlek, Lara Kumul Andızlı Mezarlık, Narenciye, Vakıf Zeytinlik, Kent Ormanı,	33, 5, 15, 16, 27, 29	3, 2	1
	1		2, 3, 12, 14	3, 2	1

Şekil 2: Seçilen örnek noktaların Stewart ve Oke (2010)'ye göre sınıflandırılması \*\*\* Arazi kullanım/doku/yoğunluk sınıfları, \*\* 1:Döşemealtı, 2:Kepez, 3:Muratpaşa

yüzey özellikleriyle birbirinden ayrılan 16 sınıf oluşturur (Şekil 2).

2012 tarihli Landsat TM7 görüntüsü üzerinde işaretlenen ve numaralandırılan 48 nokta, yüzey örtüsü sıcaklıkları, hava sıcaklıkları, bitki örtüsü indislerine (NDVI) göre karşılaştırılarak Stewart ve Oke (2010)'un sınıflandırmasına göre yerel iklim zonları istatistiksel olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Yerel iklim zonlarını mikro ölçekte incelemek amacıyla ilk % 15 oranında benzerlik gösteren üç kümeyi temsil eden Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde bir yıl gözlem yapmak üzere sabit meteorolojik ölçüm istasyonu kurulmuştur.

### 3.5. Hava Sıcaklığının Belirlenmesi

Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde kurulan üç istasyonda ölçülen dış ortam sıcaklık (TempOut) ortalamalarının aylara göre dağılımına göre, yaz aylarında üç istasyonda ölçülen günlük ortalama sıcaklık değerleri yaklaşık aynı iken, kış aylarında değişkenlik göstermektedir. Muratpaşa istasyonu, en soğuk ay olan Ocak ayında, diğer istasyonlara göre en yüksek değeri (11.93 °C)

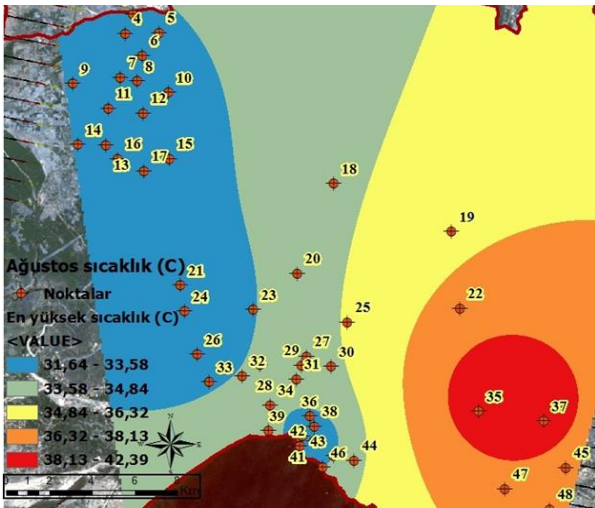


göstermektedir. Sadece hava sıcaklığı olarak bakıldığında, iklimsel konfor ve enerji etkinlik açısından kış aylarında en uygun bölge olurken, yaz aylarının en sıcak ayı olan Ağustos ayında da en yüksek değer (31.87 °C) ile en uygun olmayan bölgedir. Döşemealtı ilçesi Ağustos ayında 31.31 °C iken, Ocak ayında 9.98 °C ile en serin yer olarak görülmektedir (Döşemealtı bölgesinde en yüksek sıcaklıklar Temmuz ayında ölçülmüştür). Kepez ilçesi ise, Ağustos ayında 31.49 °C ve Ocak ayında 11.12 °C 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.

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. 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.

### 3.6. Kentsel İklim Zonlarının Belirlenmesi

Kurulan 3 iklim istasyonu ve Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün Muratpaşa ilçesi Bahçelievler Mahallesi ve Havalimanı istasyonları ile birlikte toplam 5 istasyondan ölçülen Ağustos ve Ocak ayı sıcaklık değerleri, istasyon konumlarına ait noktalarına atanarak çalışma alanına ait hava sıcaklığı haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).



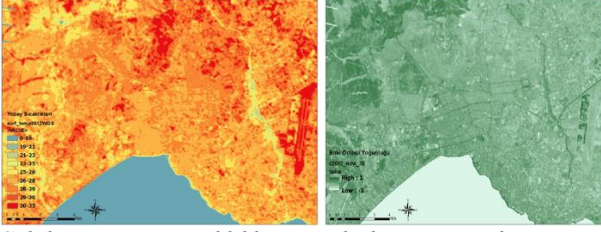
Şekil 3: Hava sıcaklıkları dağılımı

No	Nokta adı	CORINE 2. düzey arazi kullanım durumu	Yüze Sıcaklık (°C) (LST)	İstasyon (hava) Sıcaklık (°C)	NDVI indisi	ΔT (h-y) °C	
1	Karaalioglu 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	Vakıf 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	Kcut 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/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/çok 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 konut alanı	8	26,5	31,7	0,2	5,2
39	Döşemealtı-merkez	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	11	29,3	31,6	0,2	2,3
40	Çıplaklı site	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	27,6	31,7	0,2	4,1
41	AtatürkCad_konut	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	7	29,3	31,6	0,3	2,3
42	Burdur_yolu_konut	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	30,9	31,8	0,2	0,9
43	Yeşilbayır_tarla1	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	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 konut alanı	9	31,2	31,6	0,1	0,4
47	Kömürçüler	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

Şekil 4: Seçilen 48 noktada arazi kullanım durumuna göre yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve bitki örtüsü ile ilişkisi

Arazi kullanımlarına göre 48 nokta hesaplanan yüzey sıcaklıkları, bitki örtüsü indis değerlerine ve ölçülen hava sıcaklıklarına göre değerlendirilmiştir (Şekil 4).

Antalya kentinin kentsel, kırsal ve yarı kırsal alanlar arasından arazi kullanım sınıflarına göre seçilen farklı yoğunluklarda konut alanları (şehir yapısı/konut alanları), yoğun kentsel doku arasında kalmış açık ve yeşil alanlar (yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar), açık/boş alanlar, inşaat/hafriyat alanları, kırsal alanlarda tarımsal nitelikteki açık ve yeşil alanlar (karışık tarımsal alanlar, ekilebilir alanlar), açık/boş alanlar, inşaat/hafriyat alanları, kentsel doku arasında kalmış bitki örtüsü yoğun açık ve yeşil alanlar (orman alanları) vb. (Şekil 5) 48 farklı kullanım arasında yapılan incelemeye göre yoğun kentsel alanlarla tarımsal ve diğer yeşil alanlar arasında 2.30 °C'lik anlamlı sıcaklık farkı ortaya çıkmıştır.



Şekil 5: Yüzeysel sıcaklıkları ve bitki örtüsü indisi

Yüzeysel sıcaklık haritası ve bitki örtüsü haritası (NDVI) ilişkilendirildiğinde, kentin yüksek yüzeysel 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. Kent içinde yer alan yeşil alanların en az 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmüştür.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

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 mekânı tasarlarken o yörenin iklimsel ve topoğrafik özelliklerine duyarlı olmayı gerektirmektedir.

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.

Antalya kentinde hem kentsel hem yüzeysel ısı adası olmak üzere, ısı adasının kent merkezi olan Muratpaşa'da ciddi boyutlarda olduğu; ısı adası varlığının sadece kent merkezi değil, kent merkezinin saçakları olarak tanımlanan Döşemealtı ve Aksu ilçelerinin de yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Yüzeysel sıcaklıklarının yüksek alanlarda, arazi kullanım/örtüsü değişiminin gerçekleştiği, özellikle orman alanlarından tarım alanlarına veya tarım alanlarından yerleşim alanlarına dönüşen ya da

dönüşmek üzere düzenlenmiş alanlarda, gerçekleştiği görülmüştür. Bununla birlikte kent içinde yer alan yeşil alanların en az 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmüştür.

Çalışmanın en önemli sonuçlarından biri Antalya kentinin kıyı kenti olması avantajından denizin soğutucu etkisine rağmen ısı adası bulunmasının, ısı adasının kentin saçak ve gelişme alanlarında kadar genişlemiş olmasının ve hatta bu alanlarda yüzeysel sıcaklıklarının daha yüksek olmasının en büyük sebebi; saçak ve gelişme alanlarında arazi örtüsü değişimi, kent merkezinde de yeşil alanların yetersizliği ve sistemsizliğidir.

Ancak kentsel iklim zonlarında yapılan yapılaşma analizlerine göre, yoğun yapılaşma bölgesi olan kent merkezinde, mevcut dokunun aynı yapılaşma hakları korunarak enerji etkin kriterlere göre yapılaşır, imar haklarını sağlayamayacağı, yeşil alan sisteminin ve rüzgâr koridorlarının bulunmadığı, yeşil alan yoğunluğunun ve gökyüzü görüşünün ve albedonun düşük olduğu, kentsel kanyonların çok olduğu, yapıların birbirlerinin güneşini engellediği, ada, parsel ve yapı yönelmelerinin Antalya kenti konumundaki uygun güneş açılarına göre olmadığı tespit edilmiştir.

Kent merkezinde yer alan yeşil alan ve akarsuların, geniş ulaşım akslarında yer alan ağaçların, kent merkezindeki yoğun ısıtıcı etmenlere rağmen, hava ve yüzeysel sıcaklıklarını en az 3 °C düşürmesi, kentlerde yeşil alanların ve yeşil aksların kentsel altyapı kapsamında düşünülerek belli bir sistem dâhilinde gerçekleştirilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

#### KAYNAKÇA

- 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.
- Alexandri E (2002). The effect of green roofs on the urban climate - A quantitative approach. *PLEA*, 23-25 July, Toulouse, pp. 311-316.
- Alpaslan A Ö, (2019) Enerji etkin planlama kapsamında Antalya kenti için bir yöntem yaklaşımı. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Bariş M, (2005). Kent planlaması, kent ekosistemi ve ağaçlar. *Planlama, TMMOB Şehir Plancıları Odası Dergisi* 4: 156- 163.
- 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.
- 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. In: *SPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016. Prague, Czech Republic, Volume III-8.
- Kuşçu Şimşek Ç ve Şengezer B (2012). İstanbul metropoliten alanında kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. *Megaron* 2012 7(2):116-128.

Kuşcu Şimşek  (2016). Orta lekli parkların mikro iklimsel etki alanlarının araştırılması: Gezi parkı, Maçka parkı ve Serencebey parkı rneği. METU Journal of the Faculty of Architecture 33(2): 1-17.

Manavoğlu E ve Ortaceşme V (2015.) Antalya kenti yeşil alanlarının çok ltl analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28(1): 11-19.

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>

Yüksel  (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.

Zolnoun S (2013). Peyzaj mimarlığında enerji etkin tasarım yaklaşımları. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

---

**Sorumlu Yazar :** Arzu zlem ALPASLAN

**e-mail:** [aopalpaslan@antalya.bel.tr](mailto:aopalpaslan@antalya.bel.tr)

**Orcid:** 0000-0002-0177-491