

## ARAŞTIRMA / ARTICLE

# Bursa Örneğinde Kentsel Büyümenin Yerel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi

## *The Urban Growth Effects Over the Local Climate Change in the Case of Bursa*

Mortaza Moradi, Nilgün Görer Tamer

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara

### ÖZ

Günümüzde, kentsel büyüme ve yayılma, insan kaynaklı sera gazı salımlarının artışına neden olan faktörler arasında gösterilmektedir. Bu çerçevede çalışmanın amacı, Bursa Kenti'nin 1984–2014 yılları arasındaki mekânsal gelişiminin, yerel iklim değişikliği üzerinde etkili olup olmadığını ortaya koymaktır. Uydu görüntüleri ve iklim parametreleri bu çalışmanın temel veri kaynaklarıdır. İklim parametrelerinin analizi ve değerlendirmesi Eşli Örneklem t-Testi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 1984–2014 yılları arasında kent nüfusu iki buçuk kat artarken kent yerleşim alanı altı kat büyümüştür. Kentsel alanın büyümesi ile orman ve tarım alanlarında azalma olmuştur. Holdren Modeli uygulaması sonucunda, 1995–2003 dönemindeki büyümenin %65,5 oranında kentin yayılmasından kaynaklandığı saptanmıştır. Aynı dönemde yerel iklim parametrelerinden ortalama aylık minimum sıcaklıklarda 1,36°C artış izlenmiştir. Bu değişimde Bursa Ovası'nın kentsel gelişmeye açılmasının önemli bir payı olduğu söylenebilir. Sonuç olarak bu çalışma, yerel iklim değişiminde bir yandan kentsel büyümenin ve yayılmanın etkili olduğunu ortaya koyarken diğer yandan da mekânsal planlama kararlarının bu süreçteki rolüne dikkat çekmektedir.

Anahtar sözcükler: Arazi örtüsü değişimi; Bursa; kentsel yayılma; yerel iklim değişikliği.

### ABSTRACT

Today, urban growth and sprawl are cited among the factors causing the increase of human-induced greenhouse gas emission. Within this framework, the purpose of the study is to determine whether the spatial development of Bursa City between 1984 and 2014 has an effect on local climate change or not. Satellite images and climatic parameters were the data sources used in the study. The analysis and evaluation of the climate parameters were made by using Paired Samples t- Test. According to the results obtained from the study, the urban settlement grew sixfold between 1984 and 2014 while the urban population revealed an increase of two and a half. With the growth of the urban area, a reduction occurred in forests and agricultural land. As a result of the application of the Holdren Model, it was determined that the growth during 1995–2003 stemmed from the 65% urban sprawl. During the same period, an increase of 1.36°C in monthly minimum temperatures was observed from the local climate parameters. It may be said that the opening of the Bursa Plain to urban development has played a major role in this change. In conclusion, this study suggests on the one hand that urban growth has an effect on local climate change and, on the other hand that it draws attention to the role of spatial planning decisions in this process.

Keywords: Land cover change; Bursa; urban expansion; local climate change.

Bu makale 2016 yılında Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı'nda hazırlanan "Kentleşme ve İklim Değişikliği Bursa Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Geliş tarihi: 07.11.2016 Kabul tarihi: 03.03.2017

Online yayımlanma tarihi: 06.03.2017

İletişim: Nilgün Görer Tamer. e-posta: gorer@gazi.edu.tr



TMMOB  
Şehir Plancıları Odası

## I. Giriş

Science Dergisi 20 Mayıs 2016 tarihli *Kent Gezegeni* başlıklı özel sayısında, 21. Yüzyılda Dünya'nın geri dönüşü olmayan kaçınılmaz iki büyük sorun ile karşı karşıya olduğunu öne sürmektedir. Bu sorunlar insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliği ve sınırlanamayan kentsel yayılmadır. Dünya nüfusunun yarısı kentlerde yaşamaktadır ve bu oran hızla artmaktadır. Ancak kentsel alanlar, nüfus artışından daha hızlı bir şekilde çevrelerindeki tarım ve doğal alanları yutarak yayılmaktadır. Bu nedenle kentler, yer küredeki yaşamı tehdit eden küresel bir sorun olarak tanımlanan iklim değişikliğinin, hem kaynağı hem de olası etkilerinin azaltımı ve uyumu için geliştirilecek politikaların bir uygulama alanı olarak öne çıkmaktadır.

Son dönemde iklim değişikliği konusunda kentlerin rolü, HABITAT III Raporu ile Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli dördüncü ve beşinci değerlendirme raporlarında öne çıkarılarak; kentlerin iklim değişikliğine karşı uyum ve savunma eylem planları bir kentsel politika alanı olarak yer almıştır. Bu raporlarda arazi örtüsü değişimi ve kentsel arazi örtüsünün insan kaynaklı iklim değişikliğine olan etkisi üzerinde durularak, 1951–2010 döneminde ortalama küresel sıcaklık artışlarına neden olan sera gazı salımlarının yarıdan fazlasının insan kaynaklı olduğu vurgulanmaktadır (IPCC, 2014). İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra teknolojik ilerleme, nüfus patlaması, siyasi ve ekonomik değişimler dünyanın ikliminde ve atmosferinde değişikliklere neden olan önemli faktörler olarak değerlendirilmektedir (Miller ve Small, 2003).

Atmosferdeki karbondioksit, metan gibi sera gazlarının miktarını arttıracak faaliyetlerin yer aldığı kentler aynı zamanda doğal arazi örtüsü ve kullanımında yarattıkları değişimler nedeniyle de iklim değişikliğini etkilemektedir. Küresel çevrenin değişimine yol açan bu yıkıcı dönüşümün arkasında, hızla artan nüfus ve ekonomik faaliyetler ile tüketim odaklı bir yaşam biçiminin olduğu söylenebilir (Grimond, 2007). İnsan kaynaklı sera gazı salımlarının %78'i kentsel alanlarda ekonomik ve sosyal faaliyetlerden dolayı oluşmaktadır (Moriarty ve Honnery, 2014). Bugün kentlerin biryandan iklim değişikliği üzerindeki etkileri, diğer bir yandan da bu etkilerin azaltılmasındaki rolleri (Balaban ve Tamer-Görer, 2012; Seto ve Shepherd, 2009) birlikte ele alınarak değerlendirilmektedir.

Yaşadığımız gezegenin arazi örtüsü insan kaynaklı ve doğal olaylar ile hızlı bir şekilde değişime uğramaktadır (Mölders, 2012). Kentleşmenin geçtiğimiz yüzyılda, arazi kullanımı ve değişiminde önemli bir rolü olduğu kabul edilmektedir (UNFPA, 2007). Arazi kullanımı/örtüsü değişiklikleri çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlere yanıt olarak ortaya çıkan dinamik süreçlerdir. Bu süreç kent ve kentleşme ile bağlantılı, insan

ve çevre arasındaki ilişkileri değiştirmektedir. Kentsel büyüme "bir kentin, belli bir ya da birkaç özek çevresinde, belli bir düzen tasara göre ya da tasarsız olarak nüfusça ve alanca büyümesi" (Keleş, 1998: 76) olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla kentsel büyüme, yapılaşmış alanlar ve nüfus artışıyla ilişkili olarak gerçekleşmektedir. Araştırmacılar, kentleşmenin yerel arazi örtüsü ve kullanımında değişime yol açtığını, bu durumun yerel iklim parametrelerini etkileyen önemli bir bileşen olduğunu vurgulamaktadır (Dale, 1997; Stone ve diğerleri, 2013).

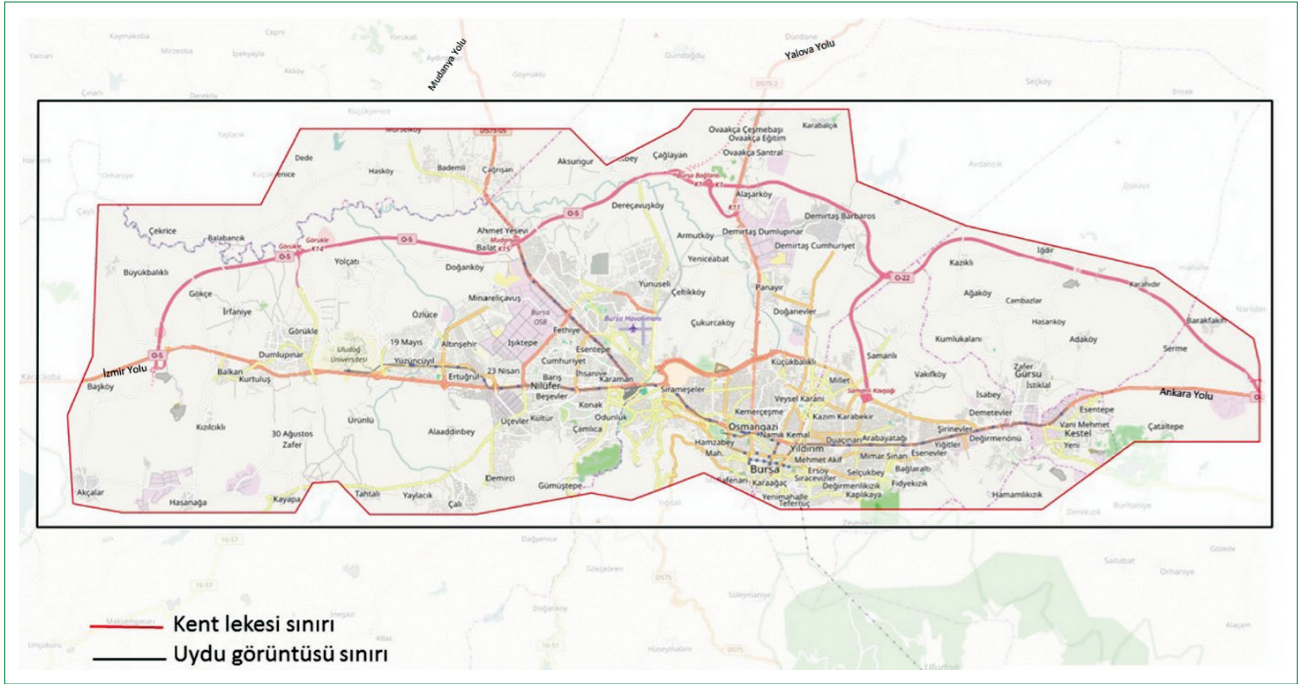
Bu bağlamda, arazi örtüsü/kullanımı değişimi ile yerel iklim değişiminin ilişkisini birçok araştırmacı, kentlerdeki sıcaklık ve diğer iklim parametreleri, nüfus artışı, nüfus yoğunluğu ilişkileri üzerinden incelemiştir<sup>1</sup>.

Son dönemde yapılan bilimsel çalışmalar hızlı kentleşmenin, yerel ve bölgesel iklim üzerinde etkileri olduğunu göstermiştir. Kentleşmenin ve kentsel nüfus artışının olumsuz etkileri, iklim değişikliğini hızlandırmakta ve küresel döngülerin bozulmasına neden olmaktadır (Grimm ve diğerleri, 2008).

Alanyazındaki çalışmalara referansla, kentsel büyüme ile yerel iklim değişikliği arasındaki ilişki bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışma alanı, Türkiye'nin ilk beş büyük ili arasında yer alan, Marmara Bölgesi'nde sanayileşmeden ve nüfus artışından etkilenmiş olan Bursa Kenti'dir. Bununla birlikte Kentin seçilmesinde iki önemli neden daha vardır. Bunlardan ilki alanyazında, Bursa Kenti ve bulunduğu bölge için yerel iklim parametrelerinde değişim olduğunu ortaya koyan çalışmaların olmasıdır (Vardar ve diğerleri., 2011; Abi, 2010; Öztürk, 2010; Acar, 2010). İkinci neden de Bursa'nın, Türkiye'de iklim duyarlı bir yerel yönetim olarak kentsel iklim eylem planı hazırlayan ilk büyükşehir belediyelerinden biri olmasıdır.

Türkiye'de kentleşme ve iklim değişikliği ilişkisi konusunda alanyazında, az sayıda araştırma olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda ise konu dar bir çerçevede ve tek yönlü olarak ele alınmaktadır. Başvurulan yöntem ve kullanılan araçlar benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada ise Bursa için yapılan yerel iklim araştırmalarının ortaya koyduğu bulgulardan hareket edilmektedir. Bursa için yapılan iklim değişikliği çalışmalarında, 1990'ların ikinci yarısında kentin sıcaklık parametrelerinde değişim olduğu vurgulanmaktadır. Yapılan çalışma, yerel iklim faktörlerinin 30 yıl içinde değişen arazi örtüsü ve kentsel büyümeye bağlı olarak etkilendiğini göstermektedir. Bulgular aynı zamanda, kent planlama kararları ve bu kararları etkileyen, yasal ve yönetsel mevzuattaki değişimlerin arazi kullanım kararlarını nasıl etkilediğini; dolayısıyla yerel iklim değişikliği sürecinde kamunun rolünü de ortaya koymaktadır.

<sup>1</sup> Tayanç ve Toros, 1997; Chen ve diğerleri, 2006; Hale ve diğerleri, 2006; Crawley, 2008; Seto ve Shepherd, 2009; Kishawal ve diğerleri, 2010; Roshan ve diğerleri, 2010; Gu ve diğerleri, 2011; Liu ve Deng, 2011; Li Yan ve diğerleri, 2013; Ahmed ve diğerleri, 2013; Zhan, 2013; Zhang ve diğerleri, 2013; Shi ve diğerleri, 2015; Baur ve diğerleri, 2015).



Şekil 1. Çalışma alanı.

## 2. Materyal ve Metot

Marmara Bölgesi içinde bulunan ve 1970'lerden itibaren sanayileşen, nüfusu artan ve göç alan Bursa Kenti'nin büyüme eğilimini izlemek için 1984 yılına ait uydu görüntüsü baz alınmıştır. Çalışma alanı, kuzeyde Bursa Ovası'nı sınır alan çevre yolu, güneyde Uludağ eteklerine dayanan kentsel yerleşimleri, doğuda ve batıda çevre yolu bağlantıları ile sınırlı kentin 2014 lekesini içine almaktadır (Şekil 1). Alanyazında, 90'lı yıllara işaret eden Bursa kentindeki iklim değişikliği olgusunun, eş zamanlı olarak kentin fiziksel büyümesi ile ilişkisi olup olmadığının sorgulanabilmesi için, üç dönemli bir karşılaştırmaya olanak verecek şekilde (8–11 yıllık farklar içeren) dört uydu görüntüsü seçilmiş ve sıcaklık ölçümleri de bu dönemlere referansla dört alt dönemde (1974–1984; 1985–1994; 1995–2004; 2005–2014) sorgulanmıştır.

Yukarıda çizilen çerçeve içerisinde, kentsel büyüme ve yayılmanın yerel iklim parametreleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak üzere iki grup veri kullanılmıştır.

Birinci grup veri, arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi için kullanılmıştır. Bursa Kenti'nin 1984, 1995, 2003 ve 2014 yıllarına ait Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntülerinden yararlanılmıştır<sup>2</sup>. Uydu görüntüleri Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS)'nin web sitesinden alınmıştır. Uydu görüntüsü 74229,39 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Coğrafi olarak tanımı, (sol üst köşesi) boylam 40.300421°, enlem 28.750381° ve (alt sağ köşe) boylam

40.159280°, enlem 29.299868° arasında yer almaktadır. Bu çalışma uydu görüntüsü işleme programı olarak İDRISI Selva bilgisayar yazılımı ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılmıştır. Görüntü düzeltme, zenginleştirme ve sınıflandırma işlemleri bu yazılımla gerçekleştirilmiştir. Uzaktan algılamaya görüntüleri arazi örtüsü değişimini ve niteliğini izlemek üzere kullanılırken, kentsel arazi örtüsünün yayılmasının ne kadarının nüfus artışı etkisinde ne kadarının ise kentin kontrolsüz büyümesinden kaynaklı olduğunu belirlemek üzere Holdren Modeli uygulanmıştır.

İkinci grup veri, Türkiye Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Bursa Merkez Meteoroloji İstasyonunun 1974–2014 yıllarını kapsayan sinoptik gözlemle elde edilen sıcaklık ölçümleridir<sup>3</sup>. Bursa Meteoroloji İstasyonu'na ait 1974–2014 dönemini içeren aylık bazda ortalama sıcaklık, minimum sıcaklıkların ortalaması, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklıkların minimum değerleri dört alt dönem için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Tek istasyon verisine dayalı sıcaklık değerleri için alt dönemler, kente ait 1984 tarihli uydu görüntüsünden on yıl öncesine ait (1974) dönemi içine almak üzere 1974–1984; 1985–1994; 1995–2004 ve 2005–2014 arasında farklılıkların ortaya konması amacıyla dönemler ikili olarak karşılaştırılmıştır. Bu verilerin analizi eşleştirilmiş örneklem t-Testi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada verilerin analizinde en uygun yöntemi seçmek için ilk olarak Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi yöntemi kullanılarak iklim verilerinin normallik testi yapılmıştır. Verilerin normallik dağılımı sınılandıktan sonra çalışmanın amacına uygun olması nedeniyle, Paramet-

<sup>2</sup> Görüntü tarihleri: 1984/06–12; 1995/06–11; 2003/09–21; 2014/10-21

<sup>3</sup> Bursa İstasyon numarası 17116, bulunduğu enlem 40.2308 K ve boylam 29.0133 D, yükselti 100 m.

**Tablo 1.** Bursa arazi örtüsü değişimi (1984–2014)

Arazi örtüsü sınıfları	1984 tarihli uydu görüntüsü içindeki büyüklük ha.	Uydu görüntüsü içindeki yüzdesi %	1995 tarihli uydu görüntüsü içindeki büyüklük ha.	Uydu görüntüsü içindeki yüzdesi %	2003 tarihli uydu görüntüsü içindeki büyüklük ha.	Uydu görüntüsü içindeki yüzdesi %	2014 tarihli uydu görüntüsü içindeki büyüklük ha.	Uydu görüntüsü içindeki yüzdesi %
Kent	2.970,45	4,01	5.874,57	7,93	13.156,26	17,75	18.247,24	24,60
Tarım	52.413,48	70,69	49.914,35	67,34	43.230,35	58,32	39.012,27	52,60
Orman	18.762,34	25,30	18.328,64	24,73	17.742,24	23,93	16.874,62	22,80
Uydu görüntüsü alanı ha.	74.229,34	100,00	74.229,34	100,00	74.229,34	100,00	74.229,34	100,00

rik testlerden olan Eşli Örneklem t-Testi<sup>4</sup> (Paired Samples t-Test) kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi, p değerinin 0,05 kritik değerinden küçük olduğu durum olarak kabul edilmiştir.

### 3. Araştırmanın Bulguları

Arazi örtüsündeki değişim ve kentsel büyüme deseninin 30 yıl içinde nasıl bir değişim izlediği, sonrasında ise uydu görüntülerinin karşılaştırıldığı dönemler içinde (1984–1995; 1995–2003 ve 2003–2014) sıcaklık eğilimlerinde bir değişim olup olmadığı sorgulanmaktadır. Ayrıca, kentsel arazi örtüsündeki değişimi ve kentsel büyümeyi yönlendiren planlama eyleminin iklim değişikliği açısından kentleri biçimlendirici bir araç olarak rolüne vurgu yapılmaktadır.

#### 3.1. Bursa arazi örtüsündeki değişim ve kentsel büyüme deseninin değerlendirilmesi (1984–2014)

Kentsel çevre açısından önem taşıyan konulardan biri, kentlerin nüfus artışının gerektirdiği alanın çok üzerinde bir sahayı kaplayarak çevrelerine doğru yayılmalarıdır. Kentsel yayılma sonucunda, büyük miktarda alan tüketiminin yanında kent ekolojisi açısından önemli olan doğal peyzajlar kadar orman alanlarının ve tarım topraklarının da yapılaşmadan dolayı kaybı söz konusudur. Bu çerçevede Bursa örneğinde 30 yılı kapsayan (1984–2014) üç alt dönemde (1984–1995; 1995–2003 ve 2003–2014), uydu görüntülerinde orman, tarım alanı ve kentsel arazi örtüsü tespit edilerek yıllara göre değişimleri karşılaştırılmıştır.

Buna göre 1984 yılında 2970,45 hektar olan kentsel arazi örtüsü 1995 yılında 5874,57 hektar 2003 yılında 13156,26 hektar ve 2014 yılında 18247,24 hektar büyüklüğüne ulaşırken, Bursa Kenti, çevresindeki tarım alanları ve orman alanları üzerinde, yayılarak, yatayda büyümüştür. Tarımsal nitelik gösteren arazi örtüsünde 1984 yılında 52413,48 hektar olan büyüklüğün 1995 yılında 49914,35 hektara, 2003 yılında 43230,35 hek-

tara ve 2014 yılında 39012,27 hektara düşmüş olduğu tespit edilmiştir. Görüntü alanı içinde yer alan orman nitelikli arazi örtüsü ise 1984 yılında 18762,34 hektar, 1995'de 18328,64 hektar, 2003'de 17742,24 hektar ve 2014'de 16874,62 hektar olarak ölçülmüştür. Kentin çevresindeki orman niteliğindeki alanlar, doğal alanlar da azalmıştır.

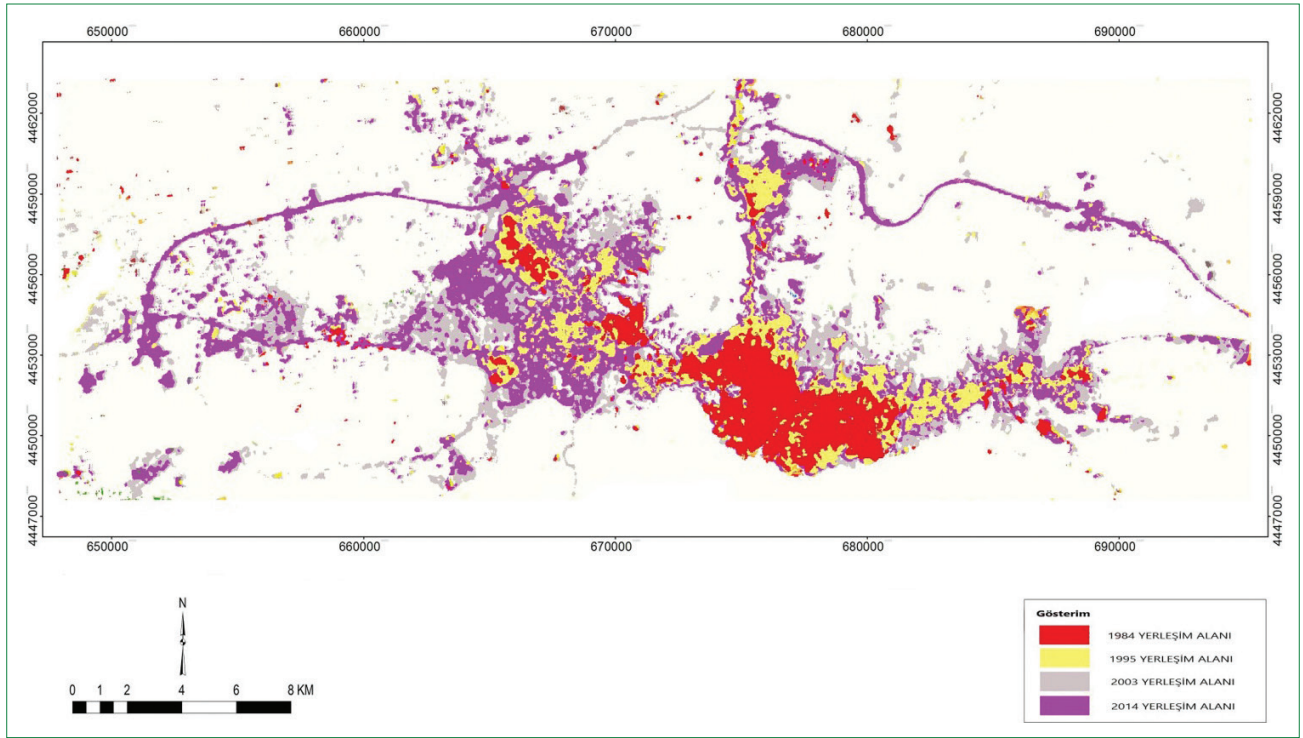
Başka bir anlatımla, Bursa çevresindeki tarımsal nitelikli arazi örtüsü 1984 yılında uydu görüntü alanının %70,61'ini, 2014 yılında %52,60'nı kapsamıştır. Orman arazi örtüsü ise, 1984 yılında toplam uydu görüntüsü içindeki alanın %25,28'ini, 2014 yılında %22,80'nini oluşturmuştur (Tablo 1).

Diğer bir değişle, 1984 yılındaki görüntüde arazi örtüsünün %4,00'ünü kentsel arazi örtüsü oluştururken bu oran 1995 yılında %7,91'e, 2003 yılında %17,72'ye yükselmiş ve, 2014 yılında uydu görüntüsü içindeki alanın %24,60'ını kapsar hale gelmiştir. Kentsel arazi örtüsündeki bu büyümede kentin en hızlı gelişen bölgelerinin batı ve kuzey kesimleri olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Uydu görüntüsü analizlerinin sonuçlarına göre kent lekesindeki yayılmanın önemli bir kısmı Bursa Ovası üzerinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada nüfus artışının kentin yatay gelişimine (yayılması) etki oranını belirlemek için Holdren Modeli kullanılmıştır. Kentsel yayılmanın iki nedeni vardır. Bunlar kişi başına brüt kentsel toprak kullanımında ve kentsel nüfusta artış olmasıdır. Kişi başına kentsel toprak kullanımındaki artış arazi kullanım planlamasının; yerel ve merkezi yönetimlerin sübvansiyonlarının, kentsel politikaların; konut yoğunluklarını belirleyen konut piyasasındaki arzın, çeşitliliğin, bireysel tüketim kararlarının, birleşik etkilerini içerir. Bu yöntem ile kentin yayılmasının ne kadarının nüfus artışından ne kadarının da kişi başına brüt kentsel toprak kullanımından olduğu, ortaya konulmaktadır (Camarot ve diğerleri., 2003). Holdren Modeli'ne uyarlanan

<sup>4</sup> Alanyazında iklim çalışmalarında yaygın olarak Mann Kendal istatistik metodu kullanılmakla birlikte bu çalışmada t-Testi tercih edilmiştir. İklim verilerini değerlendiren araştırmalarda, iki yöntem arasında sonuçları etkileyen bir fark olmadığını ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Önöz ve Bayazit 2003; Ghalhari ve diğerleri 2012). Bu araştırmada ayrıca dönemlerin birbirlerinden farklı olup olmadığı sorgulandıktan Eşli Örneklem t-Testi uygulanmıştır.





Şekil 2. Bursa Kentsel Büyüme Deseni (1984–2014).

**Tablo 2.** Holdren Modeline göre Bursa'da kentsel büyümenin dönemler için karşılaştırılması

Dönem	Nüfus kaynaklı büyüme oranı (%)	Yayılma kaynaklı büyüme oranı (%)
1984–1995	60,00	40,00
1995–2003	34,50	65,50
2003–2014	83,00	17,00

durumda ele alınan kaynak toprak özelinde kentsel büyüme baskısı altında kalan kırsal alanlar ve tarım topraklarıdır<sup>5</sup>.

$$\ln\left(\frac{q}{w}\right) + \ln\left(\frac{e}{r}\right) = \ln\left(\frac{y}{s}\right)$$

Denklemden,  $q$  dönem sonu nüfus,  $w$  dönem başı nüfus,  $e$  dönem sonu kişi başına düşen brüt kentsel toprak,  $r$  dönem başlangıcı kişi başına düşen brüt kentsel toprak,  $y$  dönem sonu kentsel alan ölçümü,  $s$  dönem başlangıcı kentsel alan ölçümü olarak adlandırılmaktadır.

Diğer bir deyişle, dönem sonundaki nüfusun dönem başındaki değere oranının doğal logaritması ( $\ln$ ) ile dönem sonundaki brüt kişi başına kentsel toprak kullanımının dönem başındaki değere oranının doğal logaritması toplamları, dönem sonun-

daki kentsel alanın dönem başındaki kentsel alana oranının doğal logaritmasına eşittir.

Bir kentin yayılma ve büyüme yüzdesi, yüzde nüfus artışı ve kişi başına brüt kentsel toprak kullanım yüzdesidir. Kişi başına kentsel toprak kullanımı, nüfus yoğunluğunun matematiksel tersidir. Kişi başına kentsel toprak kullanımı arttıkça nüfus yoğunluğu düşer.

Holdren Modeli kullanılarak, Bursa'nın kentsel büyüme dinamiklerini etkileyen nüfus artışı ve kişi başına kentsel toprak kullanımı üç dönem için analiz edilmiştir.

1984–1995 döneminde, Bursa için kentsel büyümenin %60 oranında nüfus artışına ve %40 oranında brüt kişi başına kentsel toprak kullanımına bağlı olduğu saptanmıştır. 1995–2003 döneminde ise Bursa için kentsel büyümenin nüfus artışından çok (%34,50) kişi başına kentsel toprak kullanım oranının artmasına bağlı (%65,50) olarak Kentin yatayda büyümesinden kaynaklı olduğu; 2003–2014 döneminde Bursa için kentsel büyümenin büyük oranda nüfusa bağlı (%83,00) olduğu görülmektedir (Tablo 2). Bursa Kent lekесinin büyümesinde nüfus artışının etkisinin oransal olarak azaldığı dönem 1995–2003 yılları arasıdır. Kişi başına brüt kentsel toprak kullanım payının artmış olması önemli bir bulgudur. Bu bulgu, kentin özellikle saçaklanarak yayılmasını işaret eden 1995–2003 yıllarına ait uydu görüntüleri ile de örtüşmektedir.

<sup>5</sup> John P. Holdren tarafından geliştirilen Model, kaynak kullanımındaki artışların payını, nüfus artışı ile kişi başına kaynak tüketimindeki (alışkanlıkların değişimine bağlı) artış arasında bölüştürmektedir. Holdren (1991) çalışmasında, örnek olarak enerji kaynakları üzerindeki tüketim baskını nüfus ve kişi başına enerji tüketimi faktörleri üzerinden ele almıştır.

**Tablo 3.** Bursa Kenti nüfus ve yerleşim alanı değişimi (1984–2014)

Yıl	Nüfus	Nüfus değişim oranı %	Yerleşim alanı büyüklüğü ha.	Yapılmış alan değişim oranı %
1984	748358	–	2970,45	–
1995	1126364	50,51	5874,57	97,77
2003	1488180	32,12	13156,26	124,07
2014	1957247	31,51	18247,24	38,69

**Tablo 4.** Aylık ortalama sıcaklık değerleri eşli örneklem t-Testi sonuçları

Dönem karşılaştırması	Aylık ortalama sıcaklık değerleri Çift farklılıkları					t	SD	Anlamlılık (iki kuyruklu) (p)
	Ortalama	Std. sapma	Ort. Std. hata	%95 güven aralığı				
				Alt	Üst			
1974–1984/1985–1994	,0215917	,8798522	,2539914	-,5374397	,5806231	,085	11	,934
1974–1984/1995–2004	-,3350750	,7634828	,2203985	-,8201688	,1500188	-1,520	11	,157
1974–1984/2005/2014	-,8837833	,8568368	,2473475	-1,428191	-,3393752	-3,573	11	,004
1985–1994/1995–2004	-,3566667	,6652728	,1920477	-,7793608	,0660275	-1,857	11	,090
1985–1994/2005–2014	-,9053750	,5619243	,1622136	-1,262404	-,5483453	-5,581	11	,000
1995–2004/2005–2014	-,5487083	,4595031	,1326471	-,8406627	-,2567540	-4,137	11	,002

**Tablo 5.** Aylık minimum sıcaklıkların ortalaması eşli örneklem t-Testi sonuçları

Dönem karşılaştırması	Aylık minimum sıcaklıkların ortalaması Çift farklılıkları					t	SD	Anlamlılık (p)
	Ortalama	Std. sapma	Ort. Std. hata	%95 güven aralığı				
				Alt	Üst			
1974–1984/1985–1994	-,0720417	,8102959	,2339123	-,5868791	,4427958	-,3080	11	,764
1974–1984/1995–2004	-,6487083	1,018753	,2940887	-1,2959933	-,0014234	-2,206	11	,050
1974–1984/2005–2014	-1,189541	1,0348281	,29872914	-1,8470400	-,5320432	-3,982	11	,002
1985–1994/1995–2004	-,5766667	,5615554	,1621042	-,9334556	-,2198777	-3,557	11	,004
1985–1994/2005–2014	-1,117500	,6350680	,18332834	-1,5210029	-,71399704	-6,096	11	,000
1995–2004/2005–2014	-,5408333	,3734959	,10781900	-,77814135	-,30352531	-5,016	11	,000

Bursa Kenti, 1984'den 2014'e 30 yıl içinde nüfus ve kentsel arazi örtüsü yayılımı açısından hızlı bir büyüme sergilemiştir. Bu dönemde kentin nüfusu iki buçuk kat artmış (%261,53) ve kent lekesi 6 kat (%614,37) büyümüştür (Tablo 3). Kısaca, Holdren Modeli'nin yerleşim alanı nüfus ilişkisi açısından ortaya koyduğu en önemli sonuç, Bursa Kenti'nin 1990'lı yılların ikinci yarısı ve 2000'li yılların ilk yarısında nüfus artışının etkisinden bağımsız bir mekânsal büyüme dinamiği sergilemiş olduğu yönündedir.

Bursa Kenti'nin bu şekilde yayılarak büyümesi başta işyeri konut arasındaki ulaşım taleplerini ve yolculuk sürelerini etkilemiştir. Bir yandan kentin arazi kullanımındaki değişim ile artan

fosil yakıt tüketimi, sera gazı salımlarını çoğaltırken; diğer yandan tarım ve orman alanları gibi kentin çevresindeki önemli yutak alanlar (arazi örtüsü) yapılaşarak azalmıştır. Bu iki yönlü değişim, yerel iklimi etkilemiş ve ölçülen sıcaklıklarda artma eğilimi gözlenmiştir.

### 3.2. Bursa sıcaklık parametreleri analizi (1974–2014)

Yerel iklim değişikliği ile ilişkili olarak en çok çalışılan iklim parametresi sıcaklıktır. Özellikle minimum sıcaklıklardaki artış, kentlerin oluşturdukları ısı adası etkisini ortaya koyması açısından önemlidir.

**Tablo 6.** Aylık minimum sıcaklık değerleri eşli örneklem t-Testi sonuçları

Dönem karşılaştırması	Aylık minimum sıcaklık değerleri Çift Farklılıkları				t	SD	Anlamlılık (p)	
	Ortalama	Std. sapma	Ort. Std. hata	%95 güven aralığı				
				Alt				Üst
1974–1984/1985–1994	-,0238667	1,049132	,302858	-,6904538	,6427204	-,079	11	,939
1974–1984/1995–2004	-,4263667	1,121093	,323631	-,1,138675	,2859418	-,1,317	11	,214
1974–1984/2005–2014	-,1,3632167	1,476471	,426220	-,2,301322	-,4251113	-,3,198	11	,008
1985–1994/1995–2004	-,4025000	1,073305	,309836	-,1,084445	,2794456	-,1,299	11	,220
1985–1994/2005–2014	-,1,3393500	1,333582	,384972	-,2,186668	-,4920320	-,3,479	11	,005
1995–2004/2005–2014	-,9368500	,765711	,221042	-,1,423360	-,4503399	-,4,238	11	,001

Bursa Meteoroloji İstasyonuna ait 1974–2014 dönemini içeren aylık bazda ortalama sıcaklık, minimum sıcaklıkların ortalaması, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklıkların minimum değerleri ile on yıllık dönemler için yapılan eşli örneklem t-Testi analiz sonuçları aşağıda verilmektedir.

Bursa Meteoroloji İstasyonuna ait aylık ortalama sıcaklık parametresi eşli örneklem t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde, karşılaştırma yapılan üç dönem için anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. 1974–1984 ve 2005–2014 dönemleri, 1985–1994 ve 2005–2014 dönemleri ve 1995–2004 ve 2005–2014 dönemleri farklılık göstermektedir. Kırk yıllık zaman dilimi içerisinde aylık ortalama sıcaklıklardaki değişim son on yılla karşılaştırıldığında tüm dönemler için anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. 1995–2004 dönemine doğru aylık ortalama sıcaklıklarda artış eğilimi başlamıştır. Kırk yılın son on yılında (2005–2014), 1974–1984 dönemine göre aylık ortalama sıcaklıklarda 0,88°C artış olmuştur (Tablo 4).

Aylık minimum sıcaklıkların ortalaması parametresi eşli örneklem t-Testi analiz sonuçlarına göre karşılaştırma yapılan dört dönemde anlamlı farklılıklar olduğu izlenmektedir. 1974–1984 ve 2005–2014 dönemleri, 1985–1994 ve 1995–2004, 1985–1994 ve 2005–2014 dönemleri, 1995–2004 ve 2005–2014 dönemleri farklılık göstermektedir. Kırk yıllık zaman dilimi içerisinde aylık minimum sıcaklıkların ortalamasında yaşanan değişim eğilimi, son on yılla karşılaştırıldığında tüm dönemlerde geçerli bir anlamlılık düzeyi ortaya çıkmıştır. Ayrıca 1985–1994 ve 1995–2004 dönemi karşılaştırılmasında ortaya çıkan anlamlılık düzeyi, aylık minimum sıcaklıkların ortalamasındaki değişimde, aynı dönemde kentin saçaklanarak büyümesinin belirgin bir etkisi olduğu yargısını da güçlendirmektedir. Kırk yılın son on yılında (2005–2014), 1974–1984 dönemine göre aylık minimum sıcaklıkların ortalamasında 1,19°C artış kaydedilmiştir (Tablo 5).

Aylık minimum sıcaklıklar eşli örneklem t-Testinin analiz sonuçları incelendiğinde, kırk yıllık süre içerisinde sıcaklıkların

1,36°C artmış olduğu saptanmıştır. Anlamlılık düzeyi açısından 1995–2004 ve 2005–2014 dönemlerinin karşılaştırılmasında farklılaşma gerçekleşmiştir. Buna göre son 20 yıl içindeki aylık minimum sıcaklık değişimi ilk 20 yıla göre farklılık göstermektedir. Son 20 yıl içinde aylık minimum sıcaklıklarda 0,93°C artış olmuştur (Tablo 6).

Bursa Meteoroloji İstasyonuna ait aylık ortalama sıcaklıkların minimum değeri eşli örneklem t-Testi analiz sonuçları değerlendirildiğinde, 1985–1994 dönemi ile 2005–2014 dönemi arasındaki karşılaştırma diğerlerine göre anlamlılık içermektedir. Otuz yılı kapsayan bu dönemde, sıcaklık artışının ilk on yıldan farklı bir eğilim içinde olduğu 1°C yakın bir artışın gerçekleştiği saptanmıştır. Kırk yıl içinde ise aylık ortalama sıcaklıkların minimum değerinde 0,81°C üzerinde artış meydana gelmiştir (Tablo 7).

Çalışmanın iklim verilerinin istatistik analizlerinin sonuçlarına göre sıcaklık parametrelerindeki artış, 1995–2004 döneminden başlayarak 2005–2014 döneminde en yüksek dereceye ulaşmıştır. Bu sıcaklık farklılıkları kış mevsimlerinde özellikle ocak ve şubat aylarında gözlenmiştir. Aylık minimum sıcaklıkların ortalaması parametresi 1974–1985 döneminde şubat ayları için 1,04°C ve 2005–2014 döneminde 2,78°C yükselmiştir. Ortalama sıcaklıklarda 1,74°C artış yaşanmıştır. Aynı parametrenin ağustos ayı ortalamasına baktığımızda 1974–1984, dönemi için ortalama sıcaklık 15,87°C iken, 2003–2014 döneminde 19,09°C olmuştur. Bu iki dönem arasında aylık minimum sıcaklıkların ortalamasındaki fark 3,22°C'dir. Yaz aylarında sıcaklıklarda belirgin şekilde artış eğilimi yaşanmaktadır. Kentleşmeden kaynaklı ısı adası etkisi kentin soğumasını engellemektedir. Minimum ortalama sıcaklıklardaki artış eğilimi bu durumun önemli bir kanıtıdır (Moradi, 2016).

### 3.3. Bursa'nın kentsel büyüme sürecinde planlamanın iklim değişikliği üzerindeki rolünün değerlendirilmesi

Kentler, ekonomik ve sosyal faaliyetlerin yoğunlaştığı yerler

**Tablo 7.** Aylık ortalama sıcaklıkların minimum değerleri eşli örneklem t-Testi

Dönem karşılaştırması	Aylık ortalama sıcaklıkların minimum değeri Çift Farklılıkları					t	SD	Anlamlılık (p)
	Ortalama	Std. sapma	Ort. Std. hata	%95 güven aralığı				
				Alt	Üst			
1974–1984/1985–1994	,1801583	1,0303439	,2974347	-,474490	,8348076	,606	11	,557
1974–1984/1995–2004	-,2015083	1,0497494	,3030366	-,868487	,4654706	-,665	11	,520
1974–1984/2005–2014	-,8120667	1,0405387	,3003777	-1,473193	-,1509399	-2,703	11	,021
1985–1994/1995–2004	-,3816667	1,2365776	,3569692	-1,167350	,4040173	-1,069	11	,308
1985–1994/2005–2014	-,9922250	,9538394	,2753497	-1,598265	-,3861843	-3,604	11	,004
1995–2004/2005–2014	-,6105583	,7632482	,2203308	-1,095503	-,1256136	-2,771	11	,018

olarak enerji kullanımında ve buna bağlı olarak sera gazları salımlarında belirgin bir artışa yol açmaktadır (Balaban ve Tamer-Görer, 2012). Ancak, kentleri ya da kentleşme sürecini sadece sera gazı salımlarını arttıran bir olgu olarak değerlendirmek, kentlerin iklim değişikliğine katkılarında, sorunun buzdağı üzerindeki kısmını görmektir. Bir yandan kentin arazi kullanımındaki değişim, artan fosil yakıt tüketimi ve diğer kullanımların ortaya çıkardığı sera gazı salımlarını çoğaltırken diğer yandan da ova ve orman alanları gibi kentin çevresindeki önemli yutak alanlar (arazi örtüsü) yapılaşarak azalmakta, drenaj havzalarında bozulmaya geçirimsiz yüzey miktarında artışa neden olmaktadır. Kentlerin yol açtığı bu iki yönlü değişim, yerel iklim üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır.

Dördüncü Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli değerlendirme raporunda, insan faaliyetlerinin yol açtığı, atmosferdeki karbondioksit birikiminin yönetilmesini zorlayıcı iki büyük akışın var olduğu üzerinde durulmaktadır. Bunlardan ilki sanayi faaliyetlerinden ve fosil yakıtların kullanımından, ikincisi ise arazi kullanım değişikliği, özellikle arazi açma eyleminden kaynaklanmaktadır.

Son on yıldır iklim değişikliği ile ilgili tartışmaların içinde mekânsal planlama konusuna giderek daha çok önem verilmektedir. Beşinci Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli değerlendirme raporunun da temel konuları arasında kent planlama yer almıştır. Kentlerin sera gazı salımlarındaki rolü anlaşılmasına başlandığından bu yana iklim konusunun mekânsal planlama kapsamı içine girdiği görülmektedir. İklim değişikliğinin nedenlerini hem de kaçınılmaz iklim değişikliğinin etkilerini ele alması açısından, her ölçekte mekânsal planlamanın önemi artmıştır. Özetle, arazi kullanım politikaları ve mekânsal planlama kararları sera gazı salımlarının azaltılmasında önemli bir araçtır. Bu yanıyla mekânsal planlama aynı zamanda iklim siyasetinin de ayrılmaz bir parçasıdır. Alanyazında, kentsel ya-

yılmanın denetlenmesi ve bu yolla başta ulaşım sektörü olmak üzere kentlerin enerji tüketiminin azaltılmasında planlamanın etkisi vurgulanmaktadır (Bart, 2010; Seto ve diğerleri, 2014; UN-Habitat, 2014; Wilson ve Piper, 2010; Giddens, 2013; Davoudi ve diğerleri, 2009). Ayrıca, atmosferdeki azaltım kadar, akılcı arazi kullanım kararlarıyla arazi örtüsündeki değişimin de planlama aracılığıyla kontrol edilerek, bu yolla karbon yutaklarının korunması ve ısı adası etkilerinin azaltılmasının sağlanabileceği üzerinde durulmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerine uyum amacıyla yapılacak bölge, kent, mahalle, sokak ve yapı düzeyindeki planların, geliştirilecek mekânsal politikalar gibi birçok düzenleme için de önemli bir araç olduğu görülmüştür<sup>6</sup>.

Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirim Raporu, İstanbul'un içinde olduğu Marmara Bölgesi'nde, Ege ve Akdeniz bölgelerinin kıyılarında ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, istasyon bilgilerine dayanılarak, ısınma eğilimleri olan bu bölgelerde kentleşmenin hızlı ve yaygın olduğu, dolayısıyla ısı adası etkilerinin kuvvetli oluşu nedeniyle yerel iklim değişikliği eğilimlerine dikkat çekilmektedir (ÇŞB, 2013). Benzer şekilde Sertel ve Örmeci (2011) tarafından yapılan araştırmanın bulgularına göre, Marmara Bölgesinde kentleşmenin yarattığı arazi örtüsündeki değişimin sonucunda, bölgede yaz döneminde ortalama sıcaklıklarda artış meydana gelmiştir. Daha fazla beşeri faaliyetle birlikte arazi örtüsündeki değişikliklerin, bölgenin gelecekteki iklimini etkileyeceğine vurgu yapan araştırmacılar, arazi kullanım planları ile su ve doğal kaynakların korunmasına ilişkin alınacak önlemlerin, Marmara Bölgesi'nde iklim değişikliğine karşı etkili önlemler olacağını belirtmişlerdir. İklim değişikliği ile mücadele konusunda, kentsel yerleşimler ve dolayısıyla kent planlaması günümüzde daha da önem kazanmıştır. Ancak devletin müdahale araçları ve uygulamaları yerel iklim değişikliğini doğrudan etkileyen yegane unsurdur. İster merkezi yönetim düzeyinde isterse de bölgesel ve yerel düzeyde olsun, verilen her bir yatırım kararını, bir arazi kullanım kararına dönüştüren bir kamu gücüne

<sup>6</sup> Daha kapsamlı bir okuma için Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 5. değerlendirme raporunun 3. çalışma grubu tarafından hazırlanan Climate Change: 2014 Mitigation of Climate Change içinde "Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning" bölümüne bakılabilir.



sahip olan, mekânsal planlama aracılığı ile devletin iklim değişikliği üzerinde belirleyici bir etkisinin olduğu gözardı edilemez.

Bu noktadan hareketle çalışmanın bu kısmında, Bursa örneğinde, kentin 80'sonrası büyüme dinamiklerini biçimlendiren yasal, yönetsel, düzenleyici kurallar, planlama ve yatırım kararları, iklim değişikliği sürecine kamu eliyle yapılan katkılar olarak değerlendirilmektedir.

1984–2014 dönemini içeren 30 yılda, Bursa'nın çevresindeki ovaya yayılarak büyümesi kaçınılmaz olarak arazi örtüsünde önemli bir değişime yol açmıştır. Bu değişim kentin bugünkü yapısal formunu da biçimlendirmiş olduğundan kentsel büyüme beraberinde yerel iklimde gözlenen değişimlere de yol açmıştır.

Kent otomotiv sanayinin bir üssü haline gelmeye başladığı 70'li yıllardan itibaren sanayi altyapısına yapılan yatırımlar, Bursa Ovası'nı yapılaşma baskısı altına almıştır. 1976 yılında yapılan Bursa Kent Bütünü ve Yakın Çevresi 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planında tarımsal alanların korunması kararı bu baskının bertaraf edilmesi için bir adım olmuştur. Ova koruma alanı sınırları planda belirlenmiş ve 1977 yılında ilgili taraflar ile "Ova Koruma Protokolü" imzalanmıştır. Bu karar kentin doğu batı aksında lineer büyümesini öngören kararın da temelini oluşturmuştur. Kentin doğu batı aksında gelişmesini öneren Nazım Plan, 1987 yılında Bursa'nın Büyükşehir<sup>7</sup> ilan edilmesinin ardından değişime uğramaya başlamıştır. Bursa Ovası'nda bulunan köylerin belediye sınırları içine dahil edilmesi ve Yıldırım, Osmangazi ve Nilüfer olmak üzere üç merkez ilçe oluşturulması ile genişleyen belediye sınırları, kentin saçaklanarak gelişmesini de desteklemiştir. Belediye sınırlarındaki bu değişim özellikle Uludağ Üniversitesi'nin ve Beşevler Küçük Sanayi Sitesi'nin planlandığı batı aksında Nilüfer İlçesinde kentsel büyümeyi hızlandıran kararlar olmuştur (Eryılmaz ve diğerleri, 2008; TMMOB ŞPO Bursa, 2009).

1984 yılında Nazım İmar Planı tamamlandığında Ankara – İzmir Karayolu boyunca kentin batı doğu aksında lineer büyüme eğilimi, yerini bu hattı bir omurga olarak kullanan saçaklanma eğilimine bırakmıştır. Plan, Ova Koruma Protokolü kapsamında kuzeyde yer alan sulu tarım arazileri ile güneyde Uludağ eteklerinin oluşturduğu doğal sit alanlarını, gelişme baskısına karşı korunması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda planlama kararı olarak özellikle batıda, Nilüfer Çayı'ndan sonra İzmir ve Mudanya yolu boyunca uzanan alanlarda yaklaşık 500.000 kişinin yerleşmesi ve yeni sanayi alanları öngörülmüştür. İmar afları ile gecekonduların gelişme alanı içine dahil edilmesi ve sonrasında 1990 yılında 1/25000 ve 1/5000 ölçekli nazım planların revizyonu ile sanayi alanları başta olmak üzere konut kullanımları özelinde plan, yeni gelişme alanlarını belirleyecektir. Görükle bölgesinin kent merkezi ile bağlantıları artmış, kent batı aksında saçaklanarak yayılmaya başlamıştır. 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni

Planının yapılmasının ardından 1995 yılında nazım imar planı revizyonu yeniden gündeme gelmiştir. 1996 yılında Ovaakça'da termik santralin kurulması, 1997'de otoparkın Yalova yolu üzerine taşınması ve liman kararları da sanayi ve konut alanları için verilen planlama kararları kadar iklim değişikliğine neden olacak yönde, arazi örtüsündeki değişime yol açan, kentin fiziksel büyümesini tetikleyen yatırım ve arazi kullanım kararlarıdır. Bu plan kararlarının sonucunda kentin kuzeyinde liman faaliyetlerine bağlı olarak Yalova aksının önemi giderek artmıştır. Limanlar ile birlikte kurulan serbest bölge, TOKİ toplu konut alanı uygulamaları ile 2001 yılında ova üzerinde engellenemeyen kentsel gelişme sonucunda Ova Koruma Protokolü gözden geçirilmiştir. 1997–2001 döneminde Ova koruma alanının üçte biri kaybedilmiştir (Ataç, 2007; TMMOB ŞPO Bursa, 2009).

2004 yılında Belediye sınırlarında yapılan ikinci değişiklik<sup>8</sup> sonucunda Gemlik, Mudanya, Kestel ve Gürsu ilçelerinin de merkez ilçeye katılması ile kentsel alan daha da genişlemiştir. Bursa'nın, İstanbul'un etki alanına girmesi ve ulaşım ağındaki bağlantıların iyileştirilmesi kentin kuzey ve doğu yönündeki gelişmesini de hızlandırmıştır (Eryılmaz ve diğerleri, 2008; Mutlu, 2015). 2000 sonrasında çevre yolu ile kuzeyde kentsel yayılma adeta teşvik edilmiştir. 2012 tarihinde 6360 sayılı Yasa ile Bursa Büyükşehir belediye sınırlarının il sınırlarına kadar genişletilmesi karar il bütünü büyükşehir yönetim modeli uygulaması, kentsel saçaklanmaya ve arazi örtüsünde hızlı bir değişime yol açabilecek teşvikleri içermektedir. Bu durum önümüzdeki yıllarda iklim verileri üzerinde oluşacak olumsuz etkileri daha çok hissedilir hale getirecektir. Bölge ve kent planlama eyleminin iklim değişikliği ve kentsel büyüme deseni arasındaki ilişkisinde Bursa örneğinde olduğu gibi, mekânsal planlama kamu eliyle kentin iklim değişikliğine karşı kırılganlığını arttıran bir araca dönüşmüştür.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın bulguları alanyazındaki üç önemli tartışmaya ışık tutmaktadır. Bu tartışmalardan ilki arazi örtüsündeki değişimdir. Özellikle yutak alanların kaybına karşılık kentsel arazi örtüsündeki yayılma, insan kaynaklı seragazi salımlarının atmosferdeki miktarını etkilemektedir. İkincisi arazi örtüsündeki değişimle bağlantılı, kentlerin fiziksel biçimlenişinin (makro formu) saçaklanarak (boşluklu, düşük yoğunluklu, sınırsız) büyümesinin iklim değişikliği üzerinde etkilerinin olduğu konusundaki tartışmalardır. Üçüncü tartışma, iklim değişikliğinin olası sonuçlarından kaynaklanan etkilerinin azaltılması ve iklim değişikliğine uyum karşısında, yerel yönetimlerin rolünü ve kent planlama aracının önemini ortaya koyan yaklaşımları içermektedir.

Kentin iklim değişikliğine uyum kapasitesi, dayanıklılığı ve savunmasız nüfusun risklerden etkilenme düzeylerinin önemli ölçüde

<sup>7</sup> 3391 sayılı Bursa İli Merkezinde Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer Adıyla Üç İlçe Kurulması Hakkında Kanun 27.06.1987 tarih ve 19500 sayılı R.G.

<sup>8</sup> 5216sayılı Büyükşehir Kanunu, 10.07.2004 tarih ve 25531 sayılı R.G.

belirleyicisi, kent formu ve arazi kullanım kararları ile kentsel büyümesini biçimlendiren kent planlarıdır. Kullanımlar için yer seçimi kararları, ulaşım ağının tasarımı, kent makroformu, nüfus ve yapı yoğunlukları ile kentin enerji tüketimini azaltacak önlemlerin alınması, kamu toplu taşıma sisteminin geliştirilmesi, kentsel altyapıda çevre duyarlı yaklaşımlar, ısı adası etkisini azaltacak hem de karbondioksit salımlarını soğuracak açık alanlar ve yeşil koridorlar, su yüzeyleri ile yutak alanların oluşturulması, kentsel büyümenin çevre üzerindeki baskılarını hafifletecek sınırlayıcı kurallar ve politikaları geliştirmek gibi pek çok konuda kentlerden kaynaklı sera gazı salımlarını azaltacak düzenlemeler, kent ve çevre düzeni planlarıyla yapılabilir. Seragazi salımlarını azaltacak müdahalelere girişerek iklim değişikliğinin etkilerini azaltacak en önemli araç olarak kent planlama karşımıza çıkmaktadır. Kısaca insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliği konusunda, plancılar ve de planlama erkini elinde tutan kurumların çalışmalarından, ister merkezi ve isterse yerel yönetim düzeyinde olsun, kamunun sorumlu olduğu açıktır.

Son 30 yılda hızlı bir büyüme gösteren Bursa'nın arazi örtüsündeki değişim ve kentsel yayılma ile iklim parametreleri birlikte incelendiğinde, kentsel yayılmanın yerel iklim değişikliğine neden olabileceğini destekleyen sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre, Kent 1995–2003 yıllarını içeren dönemde, nüfus artışından bağımsız bir kentsel büyümeyi işaret etmektedir. Buna paralel olarak, iklim parametreleri de 1974–2014 yıllarını kapsayan 40 yıllık süreç içerisinde, 1995–2003 dönemi için sıcaklık artışında anlamlı bir farklılaşmanın yaşandığını göstermektedir.

Kentsel yayılma olgusunu yaşayan kentlerden biri olan Bursa, 1984–2014 arasında 15277 hektar büyümüştür. Çalışma alanına ait uzaktan algılama görüntüleri incelendiğinde, her üç dönemde de tarım arazisinde ve orman niteliğindeki alanlarda büyük kayıpların yaşandığı görülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre Bursa ve çevresindeki tarım arazisinde ve orman alanlarında en büyük kayıplar ve aynı zamanda yapılaşmış alanların artışı 1995–2003 döneminde olmuştur. Çalışma alanındaki bu yayılmanın önemli bir nedeni de kent planları ile Bursa Ovası'nın zaman içinde imara açılmasıdır. Özellikle 1990 Nazım İmar Planı ile batı yönünde kamu eliyle gerçekleştirilecek yatırımlar için yer seçilmesi, Bursa kentinin saçaklanarak büyümesine ve günümüzde ovaya yayılarak gelişmesine yol açmıştır. Kentin saçaklanma eğilimi ve sonrasında aradaki boşlukların dolmaya başlaması ile mekânsal organizasyonlardaki değişim, eş zamanlı iklim parametrelerinde izlenen farklılaşmayı da açıklamaktadır.

Kentin çevresindeki orman ve tarım alanları yaşanan kentsel büyüme sürecinden ciddi biçimde etkilenmiştir. Bursa Kenti'nin ovaya yayılarak büyümesi, çevresindeki arazi örtüsünde önemli bir değişime yol açmıştır. Sanayi ve konut alanları ile ulaşım ağının gelişmesi, dolayısıyla kentin artan enerji talebi fosil yakıt kullanımını arttırmıştır. Bu arazi örtüsü de-

şimine bağlı olarak aylık minimum sıcaklıklarda 1,36°C artış meydana gelmiştir. Bu artışların başlangıcı olan 1995–2003 döneminin, aynı zamanda kentsel büyümenin nüfusun etkisinden çok kentin kontrolsüz büyümesine bağlı olduğu, Holdren Modeli sonuçlarıyla birlikte uydu görüntüleri ile saptanan arazi örtüsü değişimleri, kentsel büyüme ve yayılmanın yerel sıcaklıkları etkilediği konusundaki görüşleri desteklemektedir.

Küresel iklim değişikliği araştırmaları ve iklim bilim bağlamında kentleşme, genellikle arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi olarak, yerel ölçekte iklimi etkileyen bir faktör olarak kabul edilmektedir (Guo-Yu, 2015). Ezber ve diğerleri (2007) İstanbul örneğinde kentleşmenin iklime etkisi konusunda yaptıkları çalışmada, kentleşmenin minimum sıcaklık parametrelerini etkilediğini, özellikle yaz aylarında minimum sıcaklıklarda kentleşme faktörünün belirgin etkisi olduğunu, nüfus artışının kentsel ısınma eğilimini tetiklediğini, kentsel yayılma ile ısı adası etkisi arasında tutarlı bir ilişkinin olduğunu, istatistikî yöntemler ve modeller aracılığıyla araştırmalarında ortaya koymuşlardır. Bursa Kenti için ortaya konulan araştırmanın bulguları da alanyazındaki çalışmaları desteklemektedir.

Ayrıca, Bursa iklim değişikliği konusunda alanyazındaki diğer çalışmalar ile benzer şekilde, 90'ların ikinci yarısından sonra Kentin sıcaklık verilerinde artış eğiliminin olduğu görülmüştür. 1995–2003 döneminde izlenen kentin kuzey ve batı yönünde yayılarak büyümesinde Bursa Ovası'nın imara açılması, planlama eliyle yapılan yerel iklime bir müdahale olarak değerlendirilebilir. Bir yandan orman ve tarım arazi örtüsündeki kayıp iklim parametrelerinde değişikliğe neden olurken, diğer yandan da doğal yutak alanların ve geçirimsiz yüzeylerin yapılaşmadan dolayı azalması; kentsel arazi örtüsündeki yayılma ve büyümenin yapı yoğunluğu, sanayi, konut, ulaşım ve diğer kullanımlardan kaynaklanan seragazi salımlarını çoğaltan tetikleyici etkileri sonucunda, yerel iklim parametrelerinde gözlenen değişimlerin meydana geldiği ifade edilebilir.

Kısaca, mekânsal planlama kararlarının iklimi etkilediği, dolayısıyla kentlerin iklim değişikliği hassasiyetine göre geliştirilmesinde planlamanın önemli bir araç olduğu konusundaki alanyazın tartışmalarını destekleyen bir sonuca varılmıştır. Kentsel iklim değişikliğinin önemli bir faktörü kentsel büyümenin yol açtığı arazi örtüsünde yaşanan değişimdir. Türkiye örneğinde arazi örtüsünde yaşanan bu değişim sürecinde, özellikle tarım alanlarının yapılaşmaya açılmasında, kentlerin idari sınırlarını genişleten yasal düzenlemelerin rolü olduğunu belirtmek gerekir. Bu açıdan il bütünü büyükşehir yönetim modeli, il içindeki tarım topraklarının kentsel arsaya dönüşüm sürecini hızlandıracak bir uygulamadır. Özellikle Bursa ölçeğindeki kentler için geliştirilecek büyüme stratejilerinde, iklim değişikliği sorunsalı ivedilikle dikkate alınmalıdır. Sürdürülebilir ve iklim duyarlı kentsel gelişme için yerel iklim eylem planlarının kent planlama sürecinin bir parçası olarak değerlendirilmesi atılabilecek en önemli adımdır.

## KAYNAKLAR

- Abi, K. (2010). İklim Değişikliklerinin Bursa'nın Sıcaklık Özelikleri Üzerinde Yansımaları. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Acar, D. (2005). Bursa'da şehirleşmenin yağış ve sıcaklık üzerinde etkileri. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ahmed, B., Ahmed, R. (2013). Modeling Urban Land Cover Growth Dynamics Using Multi Temporal Satellite Images: A Case Study of Dhaka, Bangladesh Geo-Information, 1(1), 3-31.
- Araç, E.(2007). "Gelişen Kentlerin Verimli Toprak Kayıpları: Bursa Ovası Örneği, Kent ve Bölge Üzerine Çalışmalar". Prof.Dr. Orhan Kuntay'a Armağan, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara, 137-150.
- Balaban, O., Tamer-Görer, N. (2012). İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Kentler. Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük, (M. Ersoy, Derleyen), İstanbul: Ninova Yayınları.
- Bart, I. L.(2010).Urban Sprawl and Climate Change: A Statistical Exploration of Cause and Effect, with Policy Options for the EU. Land Use Policy, 27(2),283-92.
- Baur, A. H., Förster, M., Kleinschmit, B. (2015). The Spatial Dimension Of Urban Greenhouse Gas Emissions: Analyzing The Influence Of Spatial Structures And LULC Patterns In European Cities. Landscape Ecology, 30(7), 1195-1205.
- Camarota, A.S., Beck, R., Kolankiewicz, L.(2003).Outsmarting Smart Growth: Population Growth, Immigration, and the Problem of Sprawl. Center for Immigration Studies.
- Crawley, D. B. (2008). Estimating The Impacts Of Climate Change And Urbanization On Building Performance. Journal of Building Performance Simulation, 1(2), 91-115.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.(2013).4.İklim Değişikliği Ulusal Raporu.
- Dale, V. H. (1997). The Relationship Between Land-Use Change And Climate Change. Ecological Applications, 7(3), 753-769.
- Davoudi, S., Crawford, J., Mehmood, A. (2009). Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners, London: Earthscan.
- Eryılmaz, S. S., Cengiz, H., Eryılmaz, Y. (2008). The Urban Sprawl Model for an Affected Metropolis: Bursa- İstanbul Example, 44<sup>th</sup> ISoCaRP Congress on Urban Growth without Sprawl-A Way Towards Sustainable Urbanization, Dailan, China 19-23 Sept. 2008. [http://www.isocarp.net/projects/case\\_studies/cases/cs\\_info.asp?ID=1339](http://www.isocarp.net/projects/case_studies/cases/cs_info.asp?ID=1339)
- Ezber, Y., Sen, Ö.L., Kindap, T., Karaca, M. (2007). Climatic Effects of Urbanization in Istanbul: A Statistical and Modeling Analysis. International Journal of Climatology, 27, 667-679. DOI:10.1002/joc.1420.
- Ghalhari, G.F., Dastjerdi, J.K., Nokhandan, M.H.(2012).Using Mann Kendal and t-Test Methods in Identifying Trends of Climatic Elements: A Case Study of Northern Parts of Iran, Management Science Letters, 2, 911-920.
- Giddens, A. (2009). The Politics of Climate Change, Polity Press, Cambridge, UK.
- Grimmond, S. (2007). Urbanization and Global Environmental Change: Local Effects Of Urban Warming. The Geographical Journal, 173(1), 83-88.
- Grimm N., Faeth S., Golubiewski N., Redman C., Wu J., Bai X., Briggs J. (2008). Global Change And The Ecology Of Cities. Science, 319, 756-760.
- Gu, C., Hu, L., Zhang, X., Wang, X., and Guo, J. (2011). Climate change and urbanization in the Yangtze River Delta. Habitat International, 35(4), 544-552.
- Guo-Yu, R. E. N. (2015). Urbanization as a major driver of urban climate change. Advances in Climate Change Research, (6)1, 1-6.
- Hale, R. C., Gallo, K. P., Owen, T. W., Loveland, T. R. (2006). Land Use/Land Cover Change Effects on Temperature Trends at US Climate Normals Stations. Geophysical Research Letters, 33(11).
- Holdren, J.P. (1991). Population and Energy Problem. Population and Environment:A Journal of Interdisciplinary Studies, 12(3),231-255.
- IPCC. (2014). Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III. IPCC Fifth Assessment Report, UK: Cambridge University Press.
- Keleş, R. (1998). Kentbilim Terimleri Sözlüğü (2.baskı).Ankara, İmge Kitabevi.
- Liu, J., Deng, X. (2011). Impacts And Mitigation Of Climate Change On Chinese Cities. Current Opinion In Environmental Sustainability, 3(3), 188-192.
- Kishtawal, C. M., Niyogi, D., Tewari, M., Pielke, R. A., Shepherd, J. M. (2010). Urbanization Signature In The Observed Heavy Rainfall Climatology Over India. International Journal of Climatology, 30(13), 1908-1916.
- Miller R. B., Small C. (2003). Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environment research and policy. Environment Science and Policy, 6, 129-137.
- Moriarty, P., Honnery, D. (2014). Future Cities In A Warming World. Futures, 66, 45-53.
- Moradi, M. (2016). Kentleşme ve İklim Değişikliği Bursa Örneği, (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mölders, N. (2012). Land-Use and Land-Cover Changes: Impact On Climate And Air Quality. ABD: Springer Science & Business Media, 23-24.
- Mutlu, E.(2015). Bursa Metropolitan Alanının Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özelliklerinin Meksansal Farklılaşması, (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Önöz, B., Bayazit, M.(2003).The Power of Statistical Tests for Trend Detection.Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 27 (4), 247-251.
- Öztürk, M.Z. (2010). Uludağ (Zirve) ve Bursa Meteoroloji İstasyonlarının Karşılaştırmalı İklimi. Türk Coğrafya Dergisi, 55, 13-24.
- Roshan, G. R., Shahraki, S. Z., Sauri, D., and Borna, R. (2010).Urban sprawl and climatic changes in Tehran. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 7(1), 43.
- Seto K. C., S. Dhakal, A. Bigio, H. Blanco, G. C. Delgado, D. Dewar, L. Huang, A. Inaba, A. Kansal, S. Lwasa, J. E. McMahon, D. B. Müller, J. Murakami, H. Nagendra, and A. Ramaswami. (2014). Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlmer, C. von Stechow, T. Zwicker and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Seto, K.C., Shepherd, M. (2009). Global Urban Land-Use Trends And Climate Impacts. Current Opinion In Environmental Sustainability, 1(1), 89-95.
- Sertel, E., Örmeci, C.(2011).Modelling Land Cover Change Impact on the Summer Climate of the Marmara Region, Turkey. Int.J.Global Warming, 3 (1-2), 194-202.
- Shi, T., Huang, Y., Wang, H., Shi, C. E., Yang, Y. J. (2015). Influence Of Urbanization On The Thermal Environment Of Meteorological Station: Satellite-Observed Evidence. Advances In Climate Change Research, 6(1), 7-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.accre.2015.07.001>
- Stone, B., Vargo, J., Habeeb, D. (2013). Managing Climate Change In Cities: Will Climate Action Plans Work?, Landscape and Urban Planning 107(3), 263- 271.
- Tayanç, M.,Toros, H. (1997). Urbanization Effects On Regional Climate Change In The Case Of Four Large Cities Of Turkey. Climatic Change, 35(4), 501-524. doi:10.1023/A:1005357915441
- TMMOB Şehir Plancıları Odası Bursa Şubesi. (2009). Bursa Kent Raporu. [www.spo.org.tr/resimler/ekler/de9264cf376ffe\\_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube...](http://www.spo.org.tr/resimler/ekler/de9264cf376ffe_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube...)
- United Nations Population Fund. (2007). UNFPA State Of World Popu-

- lation 2007: Unleashing The Potential Of Urban Growth. New York: United Nations.
- Vardar, A., Kurtulmuş, F., Darga, A. (2011). Local Indications Of Climate Changes In Turkey: Bursa As A Case Example. *Climatic Change*, 106 (2) 255-266. doi:10.1007/s10584-010-9904-8
- Wilson, E., Piper, J.(2010). *Spatial Planning and Climate Change*, NewYork: Routledge.
- Yan, Li, Zhu, L., Zhao, X., Li, Sh., Yan, Y. (2013). Urbanization Impact on Temperature Change in China with Emphasis on Land Cover Change and Human Activity. *Journal of Climate*, 26(22), 8765-8780.
- Zhan, J., Huang, J., Zhao, T., Geng, X.,Xiong,Y. (2013), Modeling The Impacts Of Urbanization On Regional Climate Change: A Case Study In The Beijing-Tianjin-Tangshan Metropolitan Area. *Advances in Meteorology*, 1-8.
- Zhang, H., Qi, Z. F., Ye, X. Y., Cai, Y. B., Ma, W. C., Chen, M. N. (2013). Analysis Of Land Use/Land Cover Change, Population Shift, And Their Effects On Spatiotemporal Patterns Of Urban Heat Islands In Metropolitan Shanghai, China. *Applied Geography*. 44, 121-133.
- <http://unhabitat.org/books/planning-for-climate-change-a-strategic-values-based-approach-for-urban-planners-cities-and-climate-change-initiative/>
- Şekil 1 için kaynak: <http://openstreetmap.org>