



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Arazi yüzey sıcaklığı farklılaşmalarının kentsel gelişim ve planlama süreçleri açısından uzaktan algılama verileri ile değerlendirilmesi: Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı alt bölgesi örneği

Mete Korhan Özkök \*, Ezgi Tok, Hatice Meltem Gündoğdu, Göksel Demir

Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Kırklareli

### Özet

Trakya bölgesinde 1980'li yıllar ile başlayan ve 1990'lı yıllarla beraber etkisi artan sanayileşme ve kentleşme eğilimleri sonucunda hızlı bir nüfus artışı ve doğal alanlara baskı yaratan kontrolsüz bir büyüme süreci yaşanmaktadır. Bu kontrolsüz büyüme sürecinden ise en yüksek düzeyde çalışma alanını oluşturan Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı Alt bölgesi etkilenmiştir. Yoğun yapılaşma baskısı sonucunda doğal alanların imara açılması, yapıların dengesiz enerji tüketimleri, nüfus artışı ile otomobil kullanımının ve karbon monoksit gazı salınımının artması, buharlaşma ve yüzey suyu akışları sağlayan toprak yüzeylerin beton, asfalt gibi malzemelerle kaplanması yerel ve bölgesel ölçekte sıcaklık değişimlerine neden olmaktadır. Kentsel ısı adası olarak da tanımlanabilen bu olgu, yoğun yerleşim bölgelerinde sıcaklığın, kent yakınında bulunan tarım alanı, orman alanı gibi doğal alanlara göre daha fazla olması şeklinde gözlemlenmektedir. Kentsel ısı adası etkisi ise, enerji tüketiminde artış, sağlık sorunları, hava kirliliği, yüzey sularının hızlı buharlaşması ve yeraltı suyu kaynaklarında azalma gibi sonuçlara neden olabilmektedir. Çalışmanın amacı, arazi yüzey sıcaklığı etkisinin kentsel gelişim ve planlama süreçleri bazında, Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı alt bölgesinde Uzaktan Algılama verilerine dayalı olarak incelenmesidir. Bu kapsamda, MODIS-Terra uydularından elde edilen görüntülerden yararlanılarak belirlenen dönemler arasında arazi yüzeyi sıcaklık artışı incelenmiş, elde edilen veriler, CORINE Arazi Kullanım haritalarının analizleri ile elde edilen kentsel büyüme ve arazi değişim/dönüşüm bilgileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, 2005 yılı onanlı Çorlu-Çerkezköy-Murathı-Lüleburgaz Planlama Alt Bölgesi Çevre Düzeni Planı ve 2012 onanlı Tekirdağ Çevre Düzeni Planı kararları mekânsal gelişim kararları incelenmiş ve sürece olan etkileri sorgulanmıştır. Çalışma sonucunda kentsel büyüme süreçleriyle ortaya çıkan arazi kullanım değişimi ile arazi yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki tanımlanmış ve planlamanın bu süreçlere olan/olabilecek etkileri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi yüzey sıcaklığı değişimleri, mekânsal gelişim, uzaktan algılama, Trakya.

### Evaluation of land surface temperature exchanges with remote sensing data in terms of urban development and planning processes: The case of Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı sub-region

### Abstract

As a result of industrialization and urbanization tendencies in the Thrace region that started with 1980s and became increasingly influential with the 1990s, there is an uncontrolled growth process that creates rapid population growth and pressure on natural areas. In this uncontrolled growth process, Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı sub-region chosen as a study area was affected at the highest level. Dense urbanization pressures on natural areas, unbalanced energy consumption of buildings, increased use of automobiles and carbon monoxide gas emissions, coverings of soil surfaces providing evaporation and surface water flows with materials such as concrete, asphalt cause heat changes at local and regional scale. This phenomenon defined as an urban heat island is observed to be higher heat levels in the high-density urban areas than in natural areas such as agricultural areas and forest areas near the city. Urban heat island effects can result in increased energy consumption, health problems, air pollution, rapid evaporation of surface waters and reduced groundwater resources. The aim of the study is to examine the effect of land surface temperature with the urban development and planning processes based on Remote Sensing data in Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı sub-region. The land surface temperature increase was examined between the determined periods by

\* Sorumlu yazar:

Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Kırklareli

Tel.: 0(282) 214 17 40

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: metekorhanozkok@gmail.com

using images from MODIS-Terra satellites, the obtained data was correlated with the urban growth and land change / transformation information obtained from the analysis of CORINE Land Cover Maps. In addition, 1/25.000 scale Çorlu-Çerkezköy-Muratlı-Lüleburgaz Sub-Region Environmental Plan approved at 2005, and 1/25.000 scale Tekirdağ Environmental Plan approved in 2012 were examined based on decisions about spatial development, and the effects of planning on the process were questioned. As a result of this study, the relationship between land use change and land surface temperature generated by urban growth processes was defined, and the effects of planning on these processes were discussed.

**Keywords:** Land surface temperature exchanges, spatial development, remote sensing, Thrace.

© 2017 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

## Giriş

Arazi kullanımı ve arazi örtüsünü (LULC) algılama ve haritalama kentsel planlama, iklim değişikliği ve çevresel izleme de dahil olmak üzere birçok disiplinle alakalıdır. Arazi kullanım değişimleri bitki örtüsünün/tarım alanlarının geçirimsiz yüzeylere dönüştürülmesi gibi (Yaghobzadeh ve Akbarpour, 2011; Ogashawara ve Brum Bastos, 2012) arazi kullanım değişimleri, yüzey sıcaklığının artışına neden olmaktadır. Bu değişiklikler karasal yüzey ile atmosfer arasındaki enerji alışverişini etkilediği görülmüştür; güneş radyasyonunun, albedo'nun, yüzey sıcaklığının, buharlaşma oranlarının, toprağa sıcaklığın iletimi, ısının depolanması, rüzgâr türbülansını ve şehirler üzerindeki yüzeye yakın atmosfer koşullarını büyük ölçüde değiştirebildiği ve aynı zamanda birçok çevresel süreçte hayati bir rol oynadığı bilinmektedir (Chen ve ark., 2006; Mallick ve ark., 2008; Pal ve Akoma, 2009). Dolayısıyla hızlı nüfus artışı nedeniyle kentsel alanların genişlemesi, arazi kullanım değişimlerinin olması, yerel iklim ve çevrede belirgin değişikliğe neden olmaktadır (Weng ve Schubring, 2004; Rinner ve Hussain, 2011; Dehua ve ark., 2012; Ogashawara ve Bastos, 2012; Roberts ve ark., 2015).

Kentler ve çevrelerindeki alanlarda ölçülen meteorolojik değişkenlerde görülen farklılıklar birçok yöntemle çalışılabilmekte, her yöntem bu farklılığın değişik yönleri ile ilgili bilgi sunmaktadır. Arazi kullanım değişimlerinin arazi yüzey sıcaklığıyla korelasyonu (Li ve ark., 2013; Almazroui ve ark., 2013; Sobrino ve Jimenez-Munoz, 2014) uzaktan algılama kullanmadan geniş alanlar üzerinde ölçmek zordur. Uydulardan elde edilen termal görüntülerin ortaya çıkmasıyla artık zamansal yüzey sıcaklığı değişikliklerini izlemek ve arazi kullanım- arazi örtüsü değişimlerini karşılaştırmak mümkündür (Rinner ve Hussain, 2011; Ding ve Shi, 2013; Feng ve ark., 2014). Uzaktan algılama verileriyle yüzey sıcaklığı değişimlerinin mekânsal olarak tespitinde sıklıkla Landsat TM/ETM+, MODIS (Orta Çözünürlüklü Spektro-radiometre Görüntüleme), AVHRR (Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre) ve SPOT sensörleri kullanılmaktadır (Amiri ve ark., 2009; Ding ve Shi, 2013; Nutini ve ark., 2013; Feng ve ark., 2014).

Arazi yüzey sıcaklığı değişimi (AYSD), kentsel iklim, enerji verimliliği gibi konular açısından planlama çalışmalarına yön gösterecek niteliğe sahip bileşenlerden biridir. Bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalar tüm planlama ölçeklerinde (küresel/bölgesel/kentsel/mahalle) etkili stratejiler üretilmesine katkı sağlayabilecek niteliktedir. Ayrıca özellikle gelişim süreçleri ile etkisinin izlenip değerlendirilebilmesi açısından bölgesel, kentsel ve mahalle ölçeklerinde büyük bir öneme sahiptir. Kentleşme süreçleri doğal peyzaja olan etkisi nedeniyle arazi yüzey sıcaklığında değişikliklere sebep olabilmektedir. Örneğin; yapılar ve asfalt malzemeler ile yapılan yol kaplamaları bir başka deyişle doğal zemin üzerine yapılan yapay kaplamalar yüksek düzeyde güneş radyasyonunun emilimine ve ısının yüzey içinde gece-gündüz arasında farklar olmadan tutulmasına neden olmaktadır (İbrahim ve ark., 2012). Bu durum ise, kentsel alan içinde ve yakın çevresinde sıcaklık değişimine bağlı olarak su, bitki örtüsü gibi biyofiziksel kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Coutts ve ark., 2008; İbrahim ve ark., 2012). Ayrıca günümüzde ön plana çıkan küresel ısınma etkileri ile birlikte değerlendirildiğinde, arazi yüzey sıcaklığı değerlerinin incelenmesi ve kontrol edilmesi; sürdürülebilir kentsel gelişimi sağlamak açısından planlama literatürü içinde ele alınmaya başlayan konulardan biridir. Coutts ve ark. (2008) çalışmasında, şehir planlama ile iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi incelemiş ve aktif kullanımın görüldüğü donatı alanları ile kentsel gelişim bölgelerinde sıcaklık artışlarının yüksek, yoğunluğun ve taşıt kullanımının az olduğu, aktif kullanımın görülmediği bölgelerde sıcaklık değişimlerinin düşük olduğunu tespit etmiştir. 2030 yılı esas alınarak yapılan projeksiyon sonuçlarında ise sıcaklık değişimlerinin özellikle kentsel gelişim bölgelerinde artacağı belirlenmiş ve yeşil alanların arttırılması, kentsel yoğunluğun dengeli dağılımı gibi kentsel gelişim süreçlerine yönelik stratejiler önerilmiştir. Alcoforado ve ark. (2009) tarafından hazırlanan çalışmada, yüksek yoğunluklu yerleşim bölgelerinde yakın çevresine göre yüzey sıcaklık değişimlerinin daha yüksek olduğu ve yüksek katlı yapıların kent içinde hava sirkülasyonunu engellemesinden ötürü ısının kent içinde kalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Buna yönelik olarak ise, planlamayı ve kentleşme süreçlerini yönlendirecek topoğrafya- yapı

yükseklikleri- yapı yoğunlukları özelinde stratejiler geliştirilmiştir. İbrahim ve ark. (2012; 2016) hazırladıkları çalışmada diğer örneklerle benzer şekilde sanayi, konut, ticaret-donatı alanları ve yollarda ısı değişiminin ve radyasyon birikiminin çevresine göre yüksek olduğunu tespit etmiştir. Aynı çalışmada kentte bulunan yeşil alanlarda sıcaklık değişim oranlarının düştüğünü tespit etmiş bu nedenle kent içinde oluşan ısı adalarını engellemek için yeşil koridorlar oluşturulması gerekliliği önerilmiştir. Wardana (2015) çalışmasında, özellikle yüksek yoğunluklu konut alanlarının yüksek yüzey sıcaklığından en çok etkilenen alan olduğunu belirtmiştir. Wardana aynı çalışmasında kentlerde bulunan yeşil alanların, bitki örtüsünün kompozisyonu ve konfigürasyonu özellikleri bakımından yüzey sıcaklığı üzerinde güçlü bir etkiye ve soğutma özelliğine sahip olduğunu tespit etmiştir. Ancak bu etkinin yüksek yoğunluklu ağaçların bulunduğu yeşil alanlarda olduğu tespit edilmiş bu nedenle yüksek yoğunluklu kentsel alanların yakınlarında yüksek ağaç yoğunluğuna sahip yeşil alanların planlanması gerektiğini ve bu sayede yüzey sıcaklığı artışlarının engellenebileceğini savunmuştur. Kumar ve ark. (2012), Tran ve ark. (2017) çalışmalarında, arazi kullanım türü (konut, sanayi, tarım, orman vb.) ile arazi yüzey sıcaklık değerleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve aralarındaki ilişkinin yüksek düzeyde olduğunu belirlemiştir. Buna göre, kentsel alanların (sanayi, konut, ticaret, donatı alanları) tarım ve orman alanlarına göre daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Bonafoni ve ark. (2016) kentsel ve mahalle ölçeğinde yaptıkları çalışmada, çatı malzemelerinin ısı değişimlerinde etkili olduğunu tespit etmiş ve detay ölçeklerde incelemelerin yapılmasına yönelik bir yöntem önerisinde bulunmuştur.

Bu çalışmada yapılan araştırmalardan farklı olarak, Trakya bölgesinin 1970'lerden sonraki gelişim özellikleri göz önüne alınarak, çalışma alanının mevcut durum arazi kullanım verilerinin yanı sıra, planlama süreci, üst ölçek plan kararları ve kentsel gelişim özellikleri değişimi ile arazi yüzey sıcaklığının farklılaşma nedenleri arasındaki ilişki araştırılmıştır.

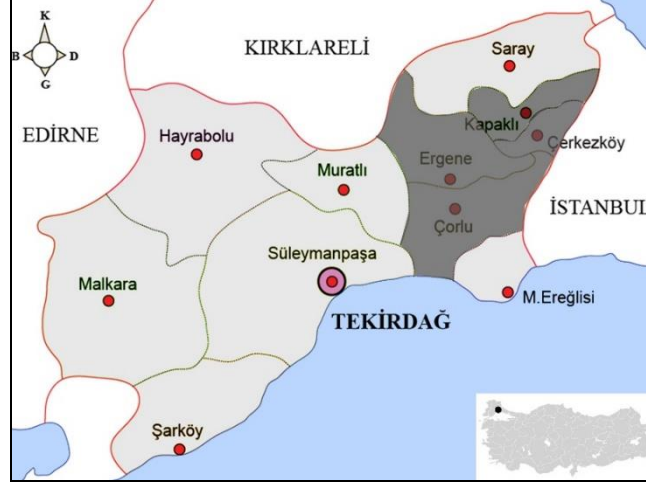
Trakya, 1970'li yıllarla başlayan ve 1980'li yıllarla beraber hızlanan bir sanayileşme sürecine girmiştir. Bu sanayileşme süreci esas olarak bölgedeki iç dinamiklerle gelişme niteliğini değil, İstanbul ana merkezinin sanayi sorunlarının çözümlenememesi sonucu, kaynak tüketimi yoğun olan sanayinin Trakya bölgesine göçü niteliğini taşımaktadır. D-100 karayolu bağlantısı, doğal kaynak potansiyeli, 1980'li yıllardan sonra verilen sanayi teşvikleri ile beraber Trakya sanayiciler ve diğer yatırımcılar için önemli bir bölge haline gelmiştir (Özkök, 2016).

Sanayi faaliyet yer seçimlerinin 1960'lı yıllarda Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ merkez ilçelerinde yoğunlaştığı görülürken özellikle 1970'li yıllardan sonra Çorlu, Çerkezköy, Lüleburgaz ve Babaeski gibi diğer D-100 karayolu aksında bulunan ilçelerde yer seçmeye başladığı görülmektedir. 1970'li yıllarda Çerkezköy'de görülen hızlı sanayileşme, 1990 sonrasında D-100 karayolunun etkisi ile beraber Çorlu-Büyük Karıştıran-Lüleburgaz aksına doğru ilerlemiş ve yatırımlar bu bölgede yoğunlaşmıştır. Günümüzde ise, Trakya'nın sanayi bölgesi olarak tanımlanabilecek Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı (ÇÇEK) alt bölgesi aynı zamanda ekonomik yapı ve ilişkiler bakımından İstanbul Metropoliten Bölgesinin bir alt bölgesi haline gelmiştir. Bu süreçte sanayinin göç ettiği merkezlerde hem ulaşım açısından önemli düğüm noktalan olmaları, hem de tarımsal alanların yoğun olduğu yerler olmaları nedeniyle arazi kullanımında konut, çalışma ve ticaret bölgeleri, lojistik merkezleri, sanayi alanları ve tarımsal kullanım arasında koruma-kullanma dengesi giderek bozulmuştur (Özkök, 2016). 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı "On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" kapsamında 2014 yılında Tekirdağ ili büyükşehir statüsü kazanmış ve mülki sınırlarında değişiklikler olmuştur. Çorlu İlçesinden Sağlık Mahallesi, Yeşiltepe Mahallesi, Marmaracık, Misinli Ulaş ve Velimeşe Beledesi ile Ahımeşmet, Bakırça, Esenler, İğneler, Karameşmet, Kırkgöz, Paşaköy, Pınarbaşı, Vakıflar ve Yulaflı Köyü ayrılarak Marmaracık Beldesi Merkez olmak üzere Ergene ilçesi, Çerkezköy ilçesine bağlı olan Uzunhacı, Karlıköy, Bahçeagül, Yanıkağıl ve Pınarca köylerinin ve Karaağaç Beldesinin bağlanması ile Kapaklı ilçesi kurulmuştur. Çalışma bölgesi ise bu dört ilçeyi kapsamaktadır (Şekil 1).

Bu bakımdan çalışmanın ele aldığı temel hipotez, önceki bölümlerde aktarılan kentsel gelişim süreçleri ile arazi yüzey sıcaklığı değişimleri ilişkisi çerçevesinde ÇÇEK alt bölgesinde 1970'li yıllar sonrası dönüştürülen mekân ele alındığında arazi yüzey sıcaklığında ciddi değişimlerin olduğu ve arazi kullanım yapısı ile yüzey sıcaklığı değerleri arasında bir ilişkinin olduğudur.

Çalışmanın amacı, arazi yüzey sıcaklığı farklılaşmasının kentsel gelişim ve planlama süreçleri bazında, Çorlu/Çerkezköy/Ergene alt bölgesi kentsel gelişim ve planlama süreçleri açısından ele alınması ve uzaktan algılama verilerine dayalı olarak incelenmesidir. MODIS-TERRA uydularından elde edilen görüntülerden

yararlanılarak 2000-2012 yıllarına ait aylık arazi sıcaklığı (LST) değişimleri incelenmiş ve elde edilen veriler, CORINE 2000-2012 Arazi Kullanım haritalarının analizleri ile elde edilen veriler, arazi değişim/dönüşüm bilgileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, 2005 yılı onanlı Çorlu-Çerkezköy-Muratlı-Lüleburgaz Planlama Alt Bölgesi Çevre Düzeni Planı ve 2012 onanlı Tekirdağ Çevre Düzeni Planı kararları mekânsal gelişim, bu çerçevede alınan kararlar bazında incelenmiş ve sürece olan etkileri sorgulanmıştır. Çalışma sonucunda kentsel büyüme süreçleriyle ortaya çıkan arazi kullanım değişimi ile yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki tanımlanmış ve planlamanın bu süreçlere olan/olabilecek etkileri tartışılmıştır.



Şekil 1. Çalışma Bölgesi Konumu ve Yakın Çevresi.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan MODIS/TERRA MOD11A2 ürünü bir jeofiziksel üründür ve zamansal ve mekânsal verilerin toplanmasına dayalıdır. MODIS veri arşivleri 2000'den günümüze kadar uzanmaktadır ve açık kaynaklıdır. MODIS araçları, arazi örtüsü / arazi kullanımı değişikliği, orman yangını tespiti, bitki indeksleri ile bitkilerin incelenmesi, ısı adalarının ortaya koyulması, emissivite değerleri ve yüzey sıcaklığı gibi bir dizi çevresel ürünleri sağlar. Diğer uydulara nazaran daha geniş bir alanı taraması sayesinde özellikle meteorolojik amaçlı uygulamalarda çok kullanışlıdır. Çalışmada kullanılan 2000 ve 2012 yıllarına ait günlük MODIS LST (MOD11A2) görüntüleri web sitesinden indirilmiştir (NASA, 2017). İndirilen görüntüler, 1 km mekânsal çözünürlükte açık gökyüzü koşullarında 8 günlük ortalama LST'leridir.

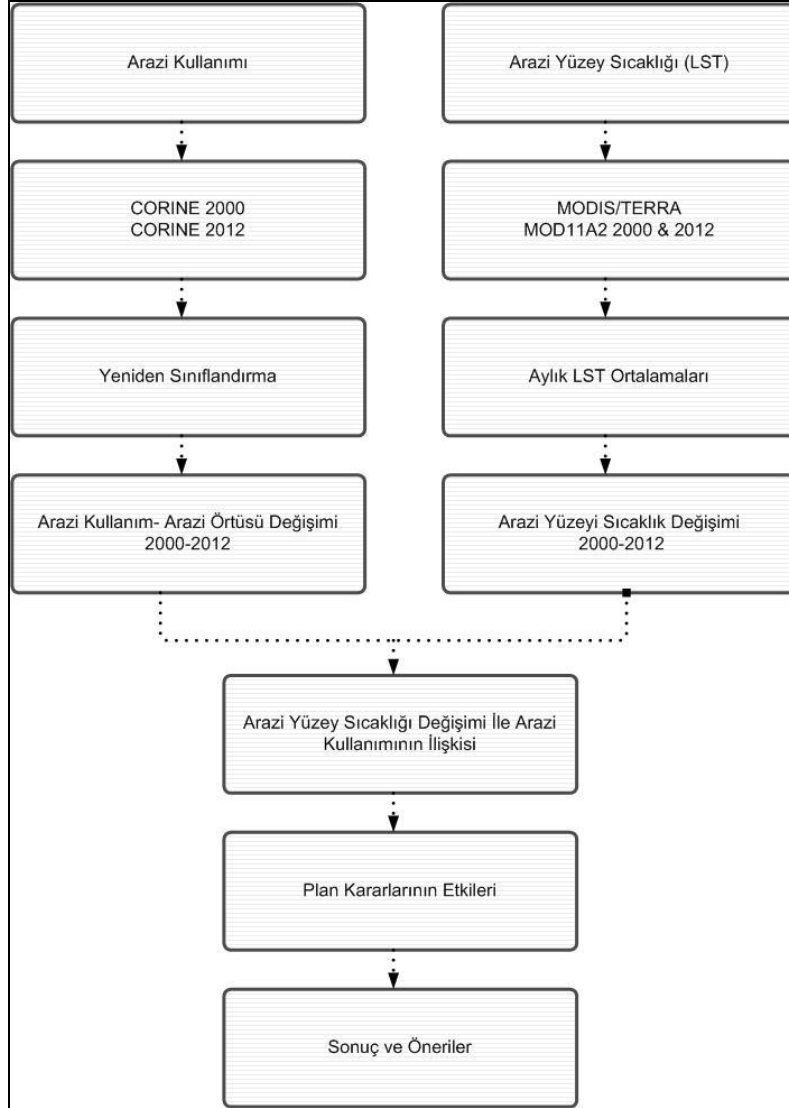
CORINE, çevre ile ilgili öncelikli konularda (hava, su, toprak, arazi örtüsü, kıyı erozyonu, biyotoplar) Avrupa Birliği için bilgi toplamayı amaçlayan 1985 yılında başlatılmış bir programdır. 1994 yılından itibaren Avrupa Çevre Ajansı- AÇA (European Environment Agency-EEA) CORINE'i kendi programına dahil etmiştir. CORINE Projesi'nin temel amacı; Avrupa Çevre Ajansı kriterlerine göre uydu görüntüleri kullanılarak çevre koruma amaçlı, çevrenin izlenmesine yönelik, arazi örtüsü / arazi kullanımındaki değişikliklerin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla tespit edilerek arazi kullanım haritalarının oluşturulmasıdır. Ülkemizde ise CORINE Projesi çalışmaları, 2001 yılında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (ilgili dönemdeki adı ile Devlet İstatistik Enstitüsü) tarafından başlatılmış sonrasında ise Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na devredilmiştir (OSİB, 2016). Trakya bölgesindeki arazi kullanım yapısını ve önceki bölümlerde aktarılan ekonomik gelişim sürecinin bölgede yarattığı değişimlerini izlemek için mevcut arazi varlığı, CORINE uydu görüntülerinin işlenmesinde kullanılan kategoriler uyarınca altı ana başlık altında toplanmıştır. Kentsel Alan başlığı altında, inşaat sahaları, sürekli/kesikli şehir yapısı, kırsal yerleşim alanları, donatı alanları, limanlar gibi yapay bölgeler ele alınmıştır. Doğal bitki örtüsü bulunan tarım alanları ve 4342 sayılı Mera Kanunu'nda, kullanımı ve korunması gerekli olduğu belirtilen mera alanları tarım alanları başlığı altında; orman alanları, çayırliklar, sahiller, kumsallar, kumluklar orman ve yarı doğal alanlar başlığı altında; bataklıklar ise sulak alanlar başlığı altında gösterilmiştir. Suyolları, barajlar, göletler, kıyı lagünleri ise su yapıları başlığı altında gösterilmiştir. (OSİB, 2016). Bölgenin arazi kullanım değişimleri CORINE 2000 ile 2012 veri setlerinden temin edilmiştir. Veri setleri tekrar sınıflandırılmış ve düzenlenmiştir. Yeniden sınıflandırılmış ve düzenlenmiş formatta değişim analizleri yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda 2000-2012 yıllarına ait arazi kullanım-arazi-örtüsü değişimleri elde edilmiştir. Arazi yüzey sıcaklık değerleri (LST) MODIS/TERRA görüntülerinden elde edilmiştir. Her ayın tüm görüntüleri indirilip, aylık LST değerlerinin ortalamaları alınmıştır. İndirilen görüntüler coğrafik koordinatlara oturtulmuş ve çalışılan bölge kesilmiştir. Görüntüler

raster veri formatından vektör veri formatına dönüştürülmüştür. Bu nedenle grid veri setleri oluşmuştur. Her bir gridin LST (°C) değeri hesaplanmıştır. Her bir grid için 2000-2012 yılında her aya ait ortalama LST (°C) değerlerinin farkları alınmıştır. Her grid için ortalama LST değerinden sıcaklık değeri (Celsius) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$LST (°C) = DN \times 0.02 - 273.15$  (Wan ve ark., 2002; Wan, 2008).

Ölçek faktörü = 0.02, DN (Piksel dijital değeri) = Her piksele ait olan ve temsil edilen alandan gelen ortalama ışınımı veren değer.

Yapılan çalışmanın özet akış diyagramı ise şekildeki gibidir (Şekil 2):



Şekil 2. Çalışma Özet Akış Diyagramı.

## Bulgular ve Tartışma

2000-2012 yılları arasında ay bazlı yapılan arazi yüzey sıcaklık farkı analiz sonuçları (Şekil 3, Şekil 4) ilerleyen bölümlerde özet halinde sunulacaktır.

İlgili analizler doğrultusunda;

- Şubat ayında 2000-2012 yılları arasında bölge genelinde arazi yüzeyi sıcaklığı en düşük -1, en yüksek -12 santigrat derecedir. En yüksek değerler kuzey kesimlerde (Kapaklı ve Çerkezköy bölgesi) gözlemlenmiştir.
- Mart ayında 2000-2012 yılları arasında bölge genelinde arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük +1, en yüksek +9 santigrat derecelik artışlar göstermektedir.

- Nisan ayında 2000-2012 yılları arasında bölge genelinde arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük +1, en yüksek +8 santigrat derecelik artışlar göstermektedir.
- Mayıs ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük -6, en yüksek +1 santigrat derecedir. Sıcaklık artışının kuzey kesimlerde (Kapaklı ve Çerkezköy bölgesi) +1 santigrat derece olduğu gözlemlenmiştir.
- Haziran ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük -2, en yüksek +5 santigrat derecedir. Sıcaklık artışının kuzeybatı ve kuzey kesimlerde (Ergene ve Kapaklı bölgesi) +4, +5 santigrat dereceler arasında olduğu gözlemlenmiştir.
- Temmuz ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük -3, en yüksek +3 derecedir. Sıcaklık artışının güney kesimlerde (Çorlu ilçesi) +2, +3 derece, düşüşün ise kuzeydoğu kesimlerde (Çerkezköy ilçesi) -2, -3 derece olduğu gözlemlenmiştir.
- Ağustos ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük 3-, en yüksek +2 derecedir. Sıcaklık düşüşünün kuzey kesimlerde (Kapaklı ve Çerkezköy bölgesi) -2, -3 santigrat derece olduğu gözlemlenmiştir.
- Eylül ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük -4, en yüksek +4 derecedir. Sıcaklık artışının kuzey, kuzeydoğu ve güney kesimlerde (Çorlu ve Çerkezköy bölgesi) +1-+4 santigrat derece arasında, sıcaklık düşüşünün ise kuzey, kuzeydoğu kesimlerde (Kapaklı ve Ergene bölgesi) -1, -4 derece arasında olduğu gözlemlenmiştir.
- Ekim ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı ben düşük 0, en yüksek +9 derecedir. Sıcaklık artışı bölge genelinde gözlemlenmekle beraber en fazla artış kuzeydoğu (Çerkezköy ilçesi) kesimindedir.
- Kasım ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük -11, en yüksek -4 derecedir.
- Aralık ayında 2000-2012 yılları arasında bölgede arazi yüzey sıcaklığı farkı en düşük -6, en yüksek +2 derecedir. Sıcaklık düşüşünün güney kesimlerde (Çorlu ilçesi) -4, -6 derece arasında olduğu gözlemlenmiştir.

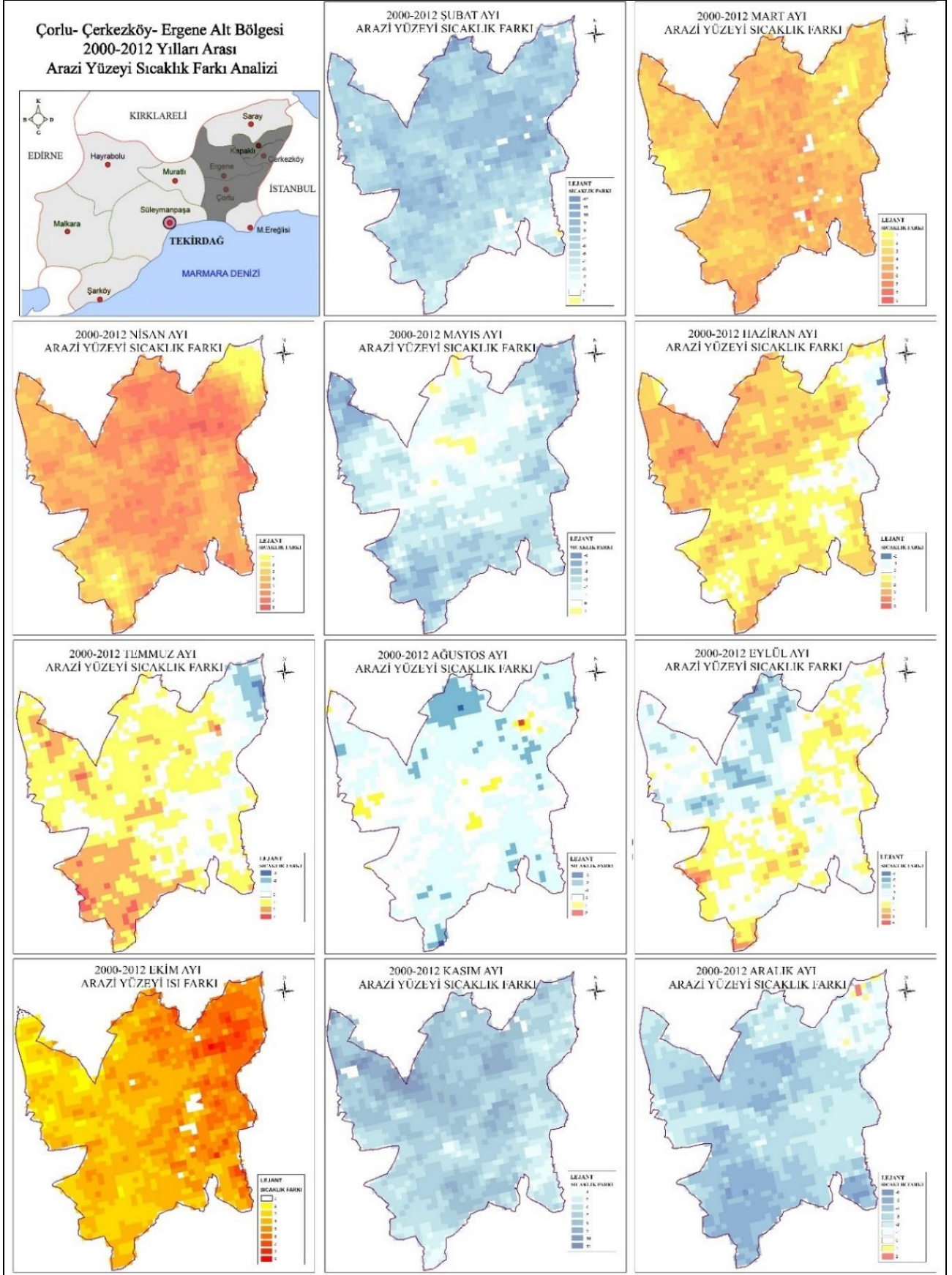
2000-2012 yılları arasında bölgenin arazi kullanım değerlerindeki değişim ise CORINE verilerine göre şu şekildedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2000-2012 Yılları Arası Çalışma Alanı Özelinde Arazi Kullanım Büyüklükleri\*.

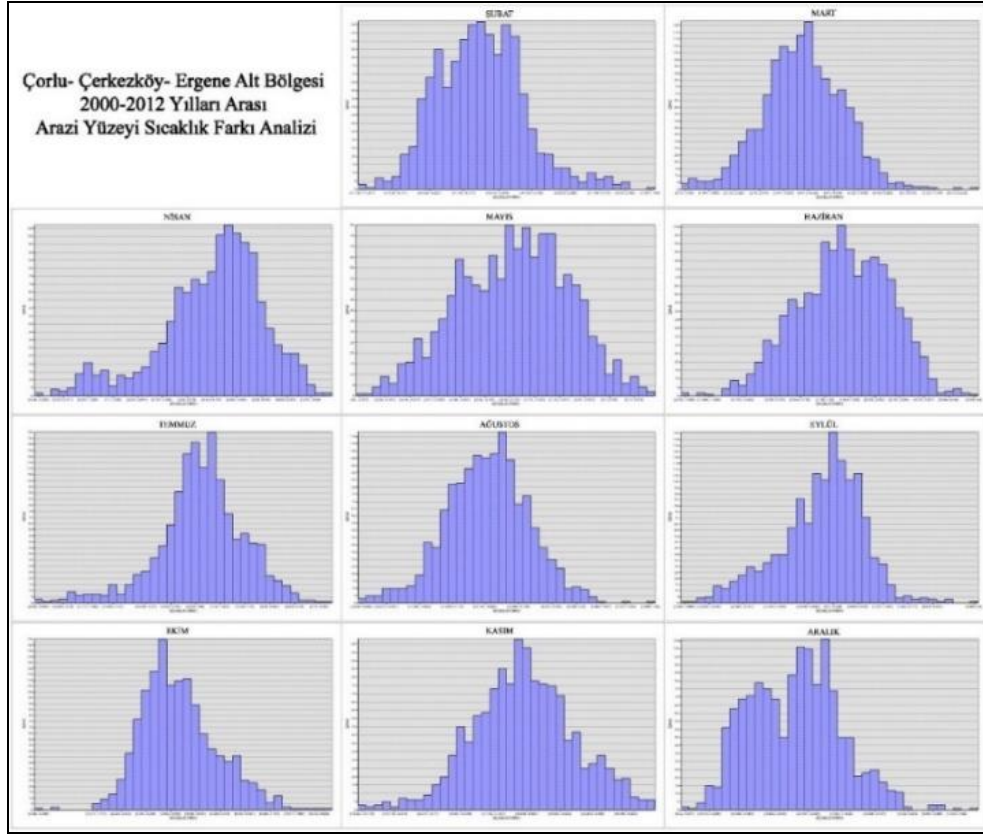
Arazi Kullanım Türü	2000 Yılı Büyüklük (ha)	2012 Yılı Büyüklük (ha)	Yıllar Arası Fark (ha)
Kentsel Alan	5984	6762	+778
Endüstriyel ve Ticari Birimler	4634	4692	+59
Maden Çıkarım Alanları	378	373	-5
Tarımsal Alanlar	93734	92976	-758
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	7766	7703	-63
Sulak Alanlar	77	64	-13
Su Kütleleri	36	39	+3

\* OSİB, 2016 kaynağından elde edilen verilerden derlenerek hazırlanmıştır.

2000-2012 yılları arasındaki arazi kullanım büyüklükleri incelendiğinde; Çorlu-Çerkezköy-Ergene-Kapaklı bölgesinde kentsel alan genelinde 778 hektarlık, endüstriyel alanlarda 59 hektarlık toplamda yapay alanlarda 837 hektarlık bir artış görülmektedir. Tarım alanlarında 758 hektarlık, orman alanlarında 63 hektarlık, sulak alanlarda ise 13 hektarlık toplamda doğal ve yarı doğal alanlarda 834 hektarlık bit azalma görülmektedir. Bu bakımdan tarım, orman ve yarı doğal alanlarda görülen azalmanın yaklaşık %95'lik bir kısmının kentsel alana dönüştüğünü söylemek mümkündür. Sonuç olarak 2000-2012 yılları arasında, kontrolsüz büyümenin arazi kullanımındaki yayılcı etkilerinin çalışma alanında yaşandığı görülmektedir. Bu bakımdan bölgedeki gelişim sürecinin doğal-yapay denge bakımından sürdürülebilir bir yapıda olmadığını savunmak mümkündür. Bir ön sonuç olarak, çalışma alanı bütününde arazi yüzeyi sıcaklığı değişimi yaşanmıştır. Aşağıdaki grafikte çalışma alanında arazi yüzeyi sıcaklık farklarına ait grid sayılarının histogramı bulunmaktadır (Şekil 5). Grafiğe göre 30 ile 40 santigrat değerleri arasında yoğunlaşma vardır. Tablo sıcaklık farkı değerlerinin mutlak değerleri toplamına göre oluşturulmuştur. Arazi yüzeyi sıcaklığı değişimine uğramamış alan bulunmamaktadır.



Şekil 3. 2000-2012 Yılları Arası Ay Bazlı Arazi Yüzeği Sıcaklık Farkı Haritaları



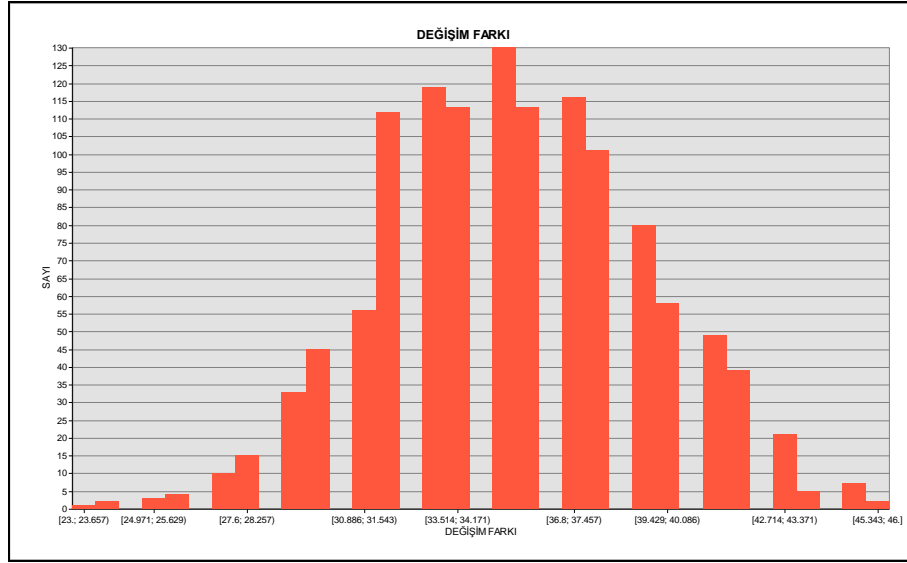
Şekil 4. 2000-2012 Yılları Arası Ay Bazlı Arazi Yüzey Sıcaklık Farkı Grafik Gösterimleri.

Arazi kullanım türü ile toplam sıcaklık değişim haritası verileri birlikte değerlendirildiğinde (Şekil 6); konut ve donatı alanlarında (CORINE veri sınıflamasına göre kentsel alan şeklinde gruplandırılmıştır) sıcaklık değişiminin 34-39 santigrat derece arasında olduğu tespit edilmiştir. Bölge genelinde tarım alanlarında sıcaklık değişimi ise farklılık göstermekte olup, en yüksek değişim (40-46 santigrat derece) Ergene-Kapaklı ilçelerinde bulunan ve şehir-sanayi koridoru içinde kalan kuzey, kuzeybatı kesimindeki tarım alanlarındadır. Coutts ve ark. (2008) çalışmasında, kırsal alanlarda soğuma ve güneş radyasyonu emilim süreçlerinde rüzgâr yönü, şiddeti ve bulut miktarının önemli parametreler olduğunu savunmaktadır. Kestens ve ark. (2011) çalışmasında, arazi yüzey sıcaklığı düzeylerinde rüzgâr yönünün ve şiddetinin soğutucu etkileri açısından önemli bir etmen olduğunu belirtmektedir. Çalışma bölgesine ait rüzgâr şiddeti ve verileri değerlendirildiğinde (Çizelge 2) hâkim rüzgâr yönünün kuzeybatı ve kuzey yönleri olduğu görülmektedir. Ancak toplam sıcaklık değişimini gösterir harita ele alındığında ise en yüksek değişimin kuzeybatı ve kuzey yönlerinde olduğu görülmektedir (Şekil 6). Bu bakımdan hâkim rüzgârın soğutucu etkilerinin bölgede görülemediğine dair bir ön çıkarım yapılabilmektedir. Ancak bu çıkarım, basit bir veri karşılaştırması niteliğinde olup, kesin sonuç niteliği taşımamaktadır.

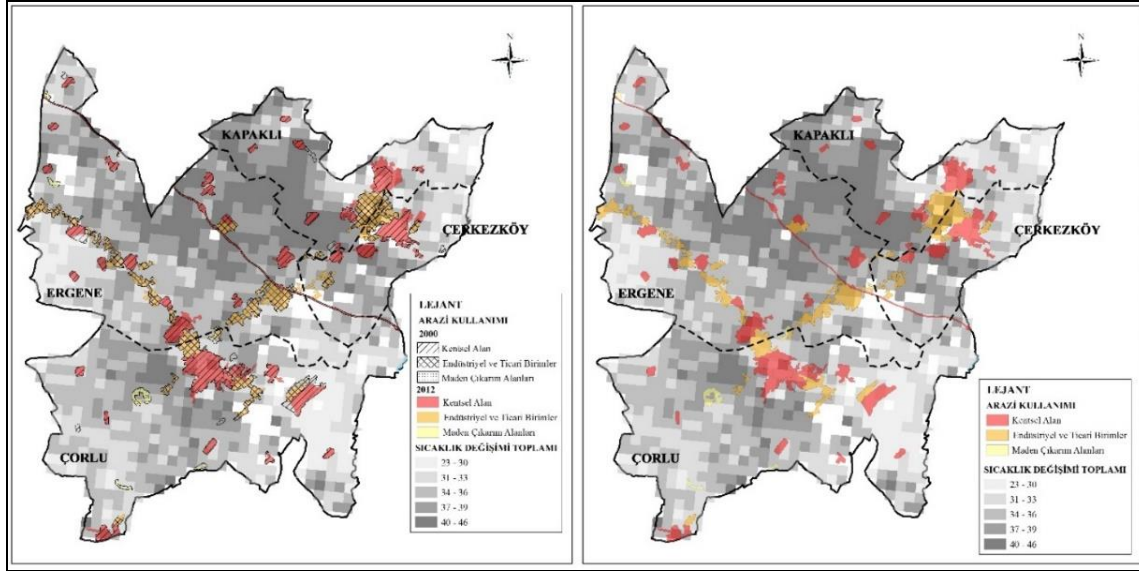
Çizelge 2. 2000-2012 Yılları Arası Tekirdağ İli Rüzgâr Verileri (WO, 2017).

2000-2012 Yılları Arası Rüzgâr Verileri					
Rüzgâr Yönü		Rüzgâr Hızı (km/h)			
Kuzey	23%	Ocak	9,5	Eylül	9,2
Kuzeydoğu	16%	Şubat	9,9	Ekim	9,4
Kuzeybatı	21%	Mart	9,6	Kasım	8,7
Güney	10%	Nisan	8,2	Aralık	9,7
Güneydoğu	7%	Mayıs	8,2		
Güneybatı	4%	Haziran	8,6		
Doğu	8%	Temmuz	9,7		
Batı	11%	Ağustos	10,3		
Ocak 2000-Aralık 2012 arası ortalama rüzgâr hızı 9,2 km/h					





Şekil 5. 2000-2012 Yılları Arası Toplam Arazi Yüzey Sıcaklık Farkı Değişim Grafiği.



Şekil 6. 2000-2012 Yılları Arası Toplam Arazi Yüzey Sıcaklık Farkı Değişim ve Arazi Kullanım Değişim Haritası (solda)/ 2000-2012 Yılları Arası Toplam Arazi Yüzey Sıcaklık Farkı Değişim ve Mevcut Arazi Kullanım Haritası (sağda).

Bir diğer sonuç olarak, bölgedeki arazi yüzey sıcaklık değişimi ve arazi kullanım türünde görülen dönüşüme planlama kapsamında incelemeler yapılmıştır. Çalışma alanını etkileyen planlama çalışmalarının ilki, 2004 yılı onanlı 1/100.000 ölçekli Trakya Alt Bölgesi Ergene Havzası Çevre Düzeni Planı kapsamında hazırlanan 2005 yılı onanlı Çorlu-Çerkezköy-Muratlı-Lüleburgaz Planlama Alt Bölgesi Çevre Düzeni Planı'dır. Plan kapsamı incelendiğinde, bölgenin sanayi, lojistik ve hizmet kimliğinin devamlılığı öngörülmüş ancak arazi kullanım üzerinde görülen yayılcı ve baskıcı etkilerin önlenmesi ve tarım alanlarının korunması öngörülmüştür. Ayrıca bölge genelinde yoğunluk artırımına gidilmemesi ve sadece iyileştirme yapılması kararı esastır. Arazi yüzey sıcaklık değişimi özelinde bakıldığında ise, doğrudan bir atıf yapılmadığı görülmektedir. Ancak arazi kullanım yapısı ile ilgili getirilen, sanayiye kontrol eden, yayılcı etkileri engelleyen, tarım alanlarını koruyan ve bölgesel yeşil alan kullanım koridorları oluşturmayı öngören kararların arazi yüzey sıcaklık değişimlerine olumlu etki sağlayabilecek nitelikler taşıdığını söylemek mümkündür (TÜ, 2004). Ancak ilgili plan kararları tam olarak uygulanamamış ve 2006 yılında revizyon bölge plan çalışmaları başlamıştır.

Bölgeyi etkileyen planlama çalışmalarının ikincisi ise, 2009 yılı onanlı 1/100.000 ölçekli Trakya Alt Bölgesi Ergene Havzası Revizyon Çevre Düzeni Planı kapsamında hazırlanan 2011 yılı onanlı 1/25.000 ölçekli Tekirdağ Çevre Düzeni Planı'dır. Plan kapsamı incelendiğinde, Tekirdağ Merkez ilçe dışındaki ilçe

merkezlerinin, potansiyelleri ve eğilimleri doğrultusunda geliştirilmesi çerçevesinde, yeni ticaret-hizmet alanlarının oluşturulması planlanmıştır. Çorlu ve Çerkezköy ilçelerinin “2. kademe merkez” olarak geliştirilmesi kararı alınmıştır. Bu ilçeler, öncelikle sanayi gelişiminin getirdiği nüfus ve hizmet sektörü ile gelişmesi öngörülen merkezler olacaktır. Tarımsal üretimi ve su kaynaklarını korumak için koruma kuşakları belirlenmiştir. Ayrıca plansız olarak yer seçen sanayi tesislerinin “ıslah organize sanayi bölgeleri” adı altında organize edilmesi kararı getirilmiş ve organize sanayi bölgesi dışında sanayi alanı oluşturulmamıştır. Arazi yüzey sıcaklık değişimi özelinde bakıldığında ise, bu planda da doğrudan bir atıf yapılmadığı görülmektedir. Arazi kullanım yapısı ile getirilen, sanayi kullanımlarının doğurabileceği negatif etkileri minimize etmek amacıyla bölgeler arasında belli alanlarda tampon görevi yapacak rekreasyon alan önerileri, tarım ve orman alanlarına yönelik koruma kuşak kararları arazi yüzey sıcaklık değişimlerine olumlu etki sağlayabilecek nitelikler taşıdığı söylemek mümkündür (ÇŞB, 2011). Ancak ilgili plan ile yüksek projeksiyon nüfusları için getirilen ek konut alanları, hizmet alanları, sanayi ilişkilerini iyileştirmek için önerilen lojistik alan, enerji üretim tesisleri, depolama hizmet alanları vb. donatı alanları, ıslah organize sanayi bölgesi kararları açısından tarım dışı alan kullanımlarının arttığını ve arazi yüzey sıcaklığı değişimini arttıracak ek yapay bölge kullanımlarının oluşturulduğunu söylemek mümkündür.

## Sonuç

Sonuç olarak metin bütüncül şekilde değerlendirildiğinde; hipotezi doğrular şekilde bölgede arazi yüzey sıcaklıklarında değişimlerin olduğu görülmektedir. Kentsel alanda ve sanayi alanlarında 34-39 santigrat derece mutlak toplam değişim görülürken, sanayi-kentsel alan koridoru içinde kalan tarım alanlarında ise bu değer 40-46 santigrat dereceye kadar çıkmaktadır. Bu bakımdan, 2000-2012 yılları arası arazi kullanım yapısının dönüşümü ile birlikte bölgenin bütününde de arazi yüzey sıcaklığında değişim yaşanmıştır. Ayrıca bölge plan kararlarında arazi yüzey sıcaklık değişimi ile ilgili doğrudan atıf bulunmadığı ve 2011 yılı onanlı plan kararlarında getirilen kararların bu değişimi olumsuz yönde tetikleyebilecek nitelikte olduğu görülmektedir. Bu bakımdan, bölgede arazi yüzey sıcaklık değişimi ile ilgili detay çalışmalar hazırlanmalı ve kapsama uygun olacak şekilde doğrudan atıf getiren özel planlama strateji ve eylemleri hazırlanması gerekmektedir.

Bu çalışma arazi kullanım ve yüzey sıcaklığı özelinde yapılan değerlendirmeler kapsamında sonuçlar sunmakta olup; rüzgâr şiddeti, yönü, yağış miktarı, bulutlu gün sayısı ve bulut miktarı gibi iklim verileri, yapı yükseklikleri, yapı kaplamaları, baca gazı salınım düzey ve bileşenleri, taşıt kullanımı ve karbon gazı salınımı gibi kentsel veriler ele alınarak hazırlanacak detay çalışmalara altlık sağlayacak niteliktedir.

## Kaynaklar

- Alcoforado MJ, Andrade H, Lopes A, Vasconcelos J, 2009. Application Of Climatic Guidelines To Urban Planning. *Landscape and Urban Planning*, 90:1, 56-65.
- Almazroui M, Islam MN, Jones PD, 2013. Urbanization Effects on The Air Temperature Rise İn Saudi Arabia. *Climatic Change*, 120:1-2, 109-122.
- Amırı R, Weng Q, Alimohammadı A, Alavıpanah SK, 2009. Spatial-Temporal Dynamics of Land Surface Temperature İn Relation to Fractional Vegetation Cover and Land Use/Cover İn The Tabriz Urban Area, Iran. *Remote Sensing of Environment*, 113:12, 2606-2617.
- Bonafonı S, Annıballe R, Giolı B, Toscano P, 2016. Downscaling Landsat Land Surface Temperature Over the Urban Area of Florence. *European Journal of Remote Sensing*, 49:1, 553-569.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), 2011. 1/25000 Ölçekli Tekirdağ Çevre Düzeni Plan Raporu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Chen XL, Zhao HM, Li PX, Yin ZY, 2006. Remote Sensing İmage-Based Analysis of The Relationship Between Urban Heat İsland And Land Use/Cover Changes. *Remote Sensing of Environment*, 104:2, 133-146.
- Conrick R, Curtis NL, Staten PW, Kirkpatrick C, 2016. The Relationships Between Temperature Gradient and Wind During Cold Frontal Passages İn The Eastern United States: A Numerical Modeling Study. *Atmospheric Science Letters*, 17:5, 339-345.
- Coutts AM, Beringer J, Tapper N J, 2008. Investigating the Climatic İmpact Of Urban Planning Strategies Through the Use of Regional Climate Modelling: A Case Study for Melbourne, Australia. *International Journal of Climatology*, 28:14, 1943-1957.
- Dehua M, Zongming W, Ling L, Chunying R, 2012. Integrating Avhrr And Modis Data to Monitor Ndvı Changes and Their Relationships with Climatic Parameters İn Northeast China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18, 528-536.
- Ding H, Shi W, 2013. Land-Use/Land-Cover Change and Its İnfluence on Surface Temperature: A Case Study in Beijing City. *International Journal of Remote Sensing*, 34:15, 5503-5517.

- Feng H, Liu H, Wu L, 2014. Monitoring the Relationship Between the Land Surface Temperature Change and Urban Growth in Beijing, China. *Ieee Journal of Selected Topics In Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7:10, 4010–4019.
- Ibrahim I, Abu Samah A, Fauzi R, Noor NM, 2016. The Land Surface Temperature Impact to Land Cover Types. *Isprs-International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences*, 41:3, 871–876.
- Ibrahim I, Samah A. A, Fauzi R, 2012. Land Surface Temperature and Biophysical Factors in Urban Planning. *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 6:8, 645–650.
- Kestens Y, Brand A, Fournier M, Goudreau S, Kosatsky T, Maloley M, Smargiassi A, 2011. Modelling the Variation of Land Surface Temperature as Determinant of Risk of Heat-Related Health Events. *International Journal of Health Geographics*, 10:7.
- Kumar S, Bhaskar U, Padmakumari K, 2012. Estimation of Land Surface Temperature to Study Urban Heat Island Effect Using Landsat Etm 1 Image. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4:2.
- Lı Z, Tang BH, Wu H, Ren H, Yan G, Wan Z, Sobrino JA, 2013. Satellite-Derived Land Surface Temperature: Current Status and Perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 131, 14–37.
- Mallick J, Kant Y, Bharath BD, 2008. Estimation of Land Surface Temperature Over Delhi Using Landsat- Etm+. *J. Ind. Geophys. Union*, 12:3, 131–140.
- NASA Arazi Dataları ve Haritaları, <https://lpdaac.usgs.gov>, Son Erişim Tarihi: 25.07.2017.
- Nutini F, Boschetti M, Brivio PA, Bocchi S, Antoninetti M, 2013. Land-Use and Land-Cover Change Detection in A Semi-Arid Area of Niger Using Multi-Temporal Analysis of Landsat Images. *International Journal of Remote Sensing*, 34:13, 4769–4790.
- Ogashawara I, Bastos VSB, 2012. A Quantitative Approach for Analyzing the Relationship Between Urban Heat Islands and Land Cover. *Remote Sensing*, 4:11, 3596–3618.
- Özkök, MK, 2016. Kentsel Yerleşimin, Kentsel Politikalar Ve Sürdürülebilir Planlama Yaklaşımı Kapsamında Değerlendirilmesi: Kırklareli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pal S, Akoma OC, 2009. Water Scarcity In Wetland Area Within Kandi Block of West Bengal: A Hydro-Ecological Assessment. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 2:3, 1–12.
- Rinner C, Hussain M, 2011. Toronto's Urban Heat Island—Exploring the Relationship Between Land Use and Surface Temperature. *Remote Sensing*, 3:6, 1251–1265.
- Sobrino JA, Jiménez-Muñoz JC, 2014. Minimum Configuration of Thermal Infrared Bands for Land Surface Temperature and Emissivity Estimation in The Context of Potential Future Missions. *Remote Sensing of Environment*, 148, 158–167.
- T.C.Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB), 2016. Corine Arazi İzleme Sistem Veri Tabanı Arazi Örtüsü Haritaları ve İstatistik Veri Tabanı, <http://corine.ormansu.gov.tr/corineportal/>, Son Erişim Tarihi: 12.06.2017.
- Trakya Üniversitesi (TÜ), 2004. 1/100.000 Ölçekli Trakya Alt Bölgesi Ergene Havzası Çevre Düzeni Plan Raporu. Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Tran DX, Pla F, Latorre-Carmona P, Myint SW, Caetano M, Kieu HV, 2017. Characterizing the Relationship Between Land Use Land Cover Change and Land Surface Temperature. *Isprs Journal of Photogrammetry And Remote Sensing*, 124, 119–132.
- Wan Z, 2008. New Refinements and Validation of The Modis Land-Surface Temperature/Emissivity Products. *Remote Sensing of Environment*, 112:1, 59–74.
- Wan Z, Zhang Y, Zhang Q, Li Z, 2002. Validation of The Land-Surface Temperature Products Retrieved from Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Data. *Remote Sensing of Environment*, 83:1, 163–180.
- Wardana IK, 2015. Analysis of Urban Surface Temperature for Green Spaces Planning in Bandung City, Indonesia. Yüksek Lisans Tezi. University of Twente Faculty Of Geo-Information And Earth Observation (Itc), Hollanda.
- Weather Online (WO) Tekirdağ Hava Durumu Analizleri, <http://www.havaturkiye.com>, Son Erişim Tarihi: 30.07.2017
- Weng Q, Lu D, Schubring J, 2004. Estimation of Land Surface Temperature–Vegetation Abundance Relationship for Urban Heat Island Studies. *Remote Sensing of Environment*, 89:4, 467–483.
- Yaghobzadeh M, Akbarpour A, 2011. The Effect of Satellite Image Classification Algorithm Based on Curve Number Runoff and Maximum Flood Discharge Using Gis And Rs. *Geography and Development*, 9:22, 5–22.