

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TRABZON İLİNİN BİYOKLİMATİK KONFOR AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

İlknur ZEREN ÇETİN

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç.Dr. Hakan ŞEVİK
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Doç.Dr. Burak ARICAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

İlknur ZEREN ÇETİN tarafından hazırlanan "**Trabzon İlinin Biyoklimatik Konfor Açısından Değerlendirilmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman


Doç. Dr. Hakan ŞEVİK
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Burak ARICAK
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Bartın Üniversitesi



24/01/2019

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

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



İlknur ZEREN ÇETİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRABZON İLİNİN BİYOKLİMATİK KONFOR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

İlknur ZEREN ÇETİN
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç Dr. Hakan ŞEVİK

Bu araştırmada Trabzon ilinin biyokonfor durumu, termal ısı adası değişimlerinde doğal elementlerin (arazi örtüsü, su, bitkiler gibi) rolü ve mevcut kentsel arazi kullanımı (kentsel arazi kullanımı) incelenmiştir. Veri analizi için, Landsat 5, 7, 8 uydularında bulunan 10 ve 11 görüntü bantları, OLI1 ve TIRS2 cihazları ve meteorolojik yer ölçüm istasyonları kullanılmıştır. Trabzon ilinin konfor değer alanlarında ara sıcaklık dağılımını incelemek ve kentsel ısının yerel etkilerini belirlemek için tek bantlı görüntülerin sınıflandırmaları yapılmıştır. Çalışma kapsamında Normalleştirilmiş Fark Bitkisel Bitki Örtüsü, Normalleştirilmiş Fark Bina Dizini, Normalleştirilmiş Fark Çıplak arazi İndeksi ve Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi ile kentsel ısı adası arasındaki korelasyonun varlığını veya yokluğunu araştırmak için arazi yüzey sıcaklığı (LST) üzerinde uzamsal korelasyon testi yapılmıştır. Trabzon ilinin konfor değerleri durumu yıl bazında ele alındığında anlamlı bir korelasyona sahiptir. Çalışmada yapılan İmge analizi sonuçlarına göre kentin kentsel adalarının etkileyen faktörlerin kentin kuzey bölgelerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu faktörler sanayinin ve yapılaşmanın yoğunluğu ile topografyanın dağlık oluşudur. Çalışma sonuçlarına göre arazi yüzey sıcaklığı ile Trabzon'un bitki örtüsü endeksi arasında bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre azaltılmış bitki örtüsü, şehrin yüzey sıcaklığının artmasına neden olur.

Anahtar Kelimeler: Biyoklimatik konfor; kentsel planlama; Trabzon

2019, 55 sayfa

Bilim Kodu: 1214

ABSTRACT

MSc.

THE EVALUATION IN TERMS OF BIOCLIMATIC COMFORT OF THE PROVINCE OF TRABZON

İlknur ZEREN ÇETİN
Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources

Supervisor: Assoc Prof. Dr. Hakan ŞEVİK

In this research, the bioclimatic status of the metropolis of Trabzon was investigated and the role of natural elements (land cover, water, plants) and the current urban land use (urban land use) were investigated in thermal heat island changes. Satellite image bands 10 and 11 and OLI1 and TIRS2 devices on Landsat 7, 8, and meteorological ground measurement stations were used for data analysis. Single band classes were used to examine the intermediate temperature distribution in the comfort value areas of the province of Trabzon and to determine the local effects of urban heat.

After that, we used the spatial correlation test on Land Surface Temperature (LST) to investigate the presence or absence of the correlation between Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built up Index (NDBI), Normalized Difference Bareness Land Index (NDBaI), and Normalized Difference Water Index (NDWI) and the urban heat island. A significant correlation was found between the urban comfort values and the results of Trabzon's urban comfort values. As a result of evaluating image analysis showed that the city's urban islands are affected by the presence of industrial cities, dense structures, unstructured urban development and mountain topography in the northern regions of the city. In addition, there is a relationship between land surface temperature and Trabzon's vegetation index that reduced vegetation is thought to cause an increase in the surface temperature of the city.

Key Words: Bioclimatic comfort; Urban planning; Trabzon

2018, 55 pages

Science Code: 1214

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca yaptığı danışmanlık, rehberlik, içten yol göstericiliği ve sağladığı çok değerli tavsiyeler için ve ayrıca, bir araştırmacı bilim insanı olma yönünde gelişimime sağladığı katkılardan dolayı Doç. Dr. Hakan ŞEVİK'e özel olarak minnettarlığımı ifade etmek istiyorum.

Ayrıca, çalışmamdaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL ve Doç. Dr. Burak ARICAK hocalarıma şükranlarımı sunarım. Çalışmam boyunca sağladıkları destek, teşvik ve gösterdikleri sabır için aileme ve dünyalar tatlısı oğlum Ege ÇETİN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca, çalışmalarım için Kastamonu Üniversitesine minnettarlığımı ifade etmek istiyorum.

Çalışmamın ülkem, Kastamonu ve bilim camiası için faydalı olmasını temenni ederim.

İlknur ZEREN ÇETİN
Kastamonu, Ocak, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. Biyokonfor Ve Biyokonforun Belirlenmesi Konusunda Genel Bilgiler .	4
2.2. Biyokonfor Konusunda Yapılan Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. İnceleme Alanı	9
3.2. Yöntem	12
3.3. Arazi Yüzey Dağılımının Hesaplanması	17
3.3.1. Atmosferik Geçirgenlik Kapasitesinin Hesaplanması	18
4. BULGULAR.....	24
5.SONUÇ VE TARTIŞMA	35
6. ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

FES(Pet Türkçesi)	Fiziksel sıcaklık eşik değeri
PET	Physiological equivalent temperature
WMO	Dünya Meteorolojik Organizasyonu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
OLI	Operational Land Imager
TIRS	Thermal Infrared Sensor
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
OEYS	Ortalama En Yüksek Sıcaklık
OS	Ortalama Sıcaklık



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Trabzon'un konumu.....	10
Şekil 3.2. Trabzon İlinin Meteoroloji İstasyonlarının Coğrafik Konumları	13
Şekil 4.1. Trabzon'un 1985 uydu görüntüsü analizi (7-4-2 band aralığında)	24
Şekil 4.2. Trabzon'un 1985 uydu görüntüsü analizi (7-5-3 band aralığında)	25
Şekil 4.3. Trabzon'un 1994 uydu görüntüsü analizi (7-4-2 band aralığında)	26
Şekil 4.4. Trabzon'un 1994 uydu görüntüsü analizi (7-5-3).....	27
Şekil 4.5. Trabzon'un 2005 uydu görüntüsü analizi (7-4-2).....	27
Şekil 4.6.Trabzon'un 2005 uydu görüntüsü analizi (7-5-3).....	28
Şekil 4.7. Trabzon'un 2018 uydu görüntüsü analizi (7-5-4).....	29
Şekil 4.8.Trabzon'un 2018 uydu görüntüsü analizi (7-6-4).....	29
Şekil 4.9. Uydu görüntüleri ve yer istasyonundan elde edilen sıcaklık sınıfları.	30
Şekil 4.10. Trabzon ili biyokonfor haritası	32
Şekil 4.11. Trabzon ili bağıl nem haritası	33
Şekil 4.12. Trabzon ilinin yükselti değişimi	34

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Trabzon ili meteorolojik verileri.....	11
Tablo 3.2. Band özellikleri.....	14
Tablo 3.3. Landsat 5 TM uydusu teknik özellikleri.....	14
Tablo 3.4. Landsat 7 E TM uydusu teknik özellikleri.....	15
Tablo 3.5. Landsat 8 OLI uydusunun band özellikleri.....	15
Tablo 3.6. Araştırma Operasyonel Modeli.....	20
Tablo 3.7. Normalleştirilmiş farklı vejetatif indeksi kullanarak arazi yüzey difüzyonu tahmin.....	20



1. GİRİŞ

Bugün dünya, benzeri görülmemiş bir plansız sanayileşme ve kentleşme akımına maruz kalmaktadır. Tarım ve ormancılığın geniş alanları, yerleşim ve sanayi alanlarının yanı sıra kentleşme gelişiminden kaynaklanan diğer altyapılarla yer değiştirmiştir. Başka bir deyişle, kentsel alanlar üretim, yenilikçilik ve yaratıcılık merkezleri olarak rol oynamıştır (Cetin, 2015; Sharma vd., 2016; Cetin vd., 2018a; Adegoke ve Sojobi, 2015 ; Cetin ve Zeren, 2016)

Artan kentleşme ile birlikte sanayi gelişimi, tarım arazilerinin, bitki örtüsünün ve su dağıtımının kentsel ve endüstriyel kullanımı, yaygın bir şekilde tahrip edilmesine yol açmıştır (Cetin, 2015; Sharma vd., 2016; Cetin vd., 2018a; Adegoke ve Sojobi, 2015 ; Cetin ve Zeren, 2016; Chen vd., 2006). Bir başka deyişle, kentleşmenin gelişimi, nüfus artışı, endüstriyel faaliyetler ve fabrikalar, düzensiz binaların varlığı, insan faaliyetleri ve sanayi devriminden sonra kentsel yapılaşma süreci, havada kirletici kaynakların, tozun ve ince parçacıkların salınmasına neden olmuştur. Şehir iklimini etkileyen ozon, duman, sis ve hava nemi gibi etkiler insanların konfor şartlarını da etkilemektedir (Chen vd., 2006; Zhang vd., 2012; Cetin, 2016a; Streutker, 2002; Liu ve Zhang, 2011; Cetin, 2016b)

Artan kirleticiler bazı iklim parametrelerini ve ayrıca insan sağlığı için ciddi tehdit oluşturan artan zehirli gazları ve ince parçacıklı maddelerin atmosferdeki konsantrasyonlarının artmasına sebep olur. Zaman içinde, bu değişikliklerin azalmış görünürlük, asit yağmuru ve kentsel ısı adası gibi etkileri vardır. Yapay manzara doğal peyzajın yerini aldıkça, değişen arazi yüzey malzemesi yüzey yansımada, ısı tutmada ve ısı transferinde bir dizi değişikliğe yol açabilir veya başka bir deyişle, yerel iklim üzerinde önemli etkilere yol açar (Xu ve Chen, 2017; Kaya vd., 2018; Yusuf vd., 2014; Cetin vd., 2017b; Cristóbal vd., 2018; Razzaghmanesh vd., 2016; Cetin vd., 2018b ;Gill vd., 2007).

Bu sürecin en bilinen etkilerden biri, kentlerin çoğunu, özellikle de metropoliten alanları etkileyen şehirdeki kentsel ısı adasıdır (Cetin vd., 2018b; Santamouris vd., 2015; Cetin vd., 2018b; Lin vd., 2011). Kentin kentsel adası, bitişik alanlardan

önemli ölçüde daha sıcak olan bir metropoliten bölge olup (Bokaie vd., 2016; Cetin vd., 2018b; Feng vd., 2014) kentsel çevresel ekosistem sorunlarının bir göstergesidir (Cetin, 2015b; Shahmohamadi vd., 2012; Rotem-Mindali vd., 2015; Cetin ve Sevik, 2016b).

Kentsel ısı adası oluşumu sadece daha düşük hava kalitesi, yağış ve artan kirliliğe yol açmaz (Shen vd., 2016; Yucedag vd., 2018; Norman, 1995; Toth ve Józkw, 2016), aynı zamanda vatandaşların yaşamını ve vatandaşların yaşam kalitesini de tehdit eder (Cetin vd.,2018c; Nichol, 1994; Nichol, 1994; Cetin vd., 2018b; Kaya vd., 2018). Kentsel ısı adası, bugün dünyadaki en önemli çevresel sorunlardan biridir (Kaya vd., 2018; Kato ve Yamagochi, 2005; Qin ve Berliner, 2001).

Artan kentleşme nedeniyle Trabzon ilinde ekonomik ve politik alanlarda Türkiye'nin en önemli şehirlerinden birisidir. Trabzon'da birçok kent gibi bu süreçten etkilenmektedir. Yüksek binalar ve nispeten dar sokaklar bu bölgedeki hava akışını azaltmıştır ve bölgesel olarak havanın ısınmasına sebep olmaktadır (Cetin vd., 2018e; Mallick vd., 2008; Cetin, 2017). Buna ek olarak, araçların, fabrikaların ve endüstrilerin ve klimanın ısısı, çevredeki sıcaklığın artmasına neden olmakta ve kentsel ısı adasının Trabzon'daki etkisini daha da kötüleştirmektedir (Cetin, 2017; Mallick vd., 2012; Cetin vd., 2017b; Mushore vd., 2017).

Trabzon'da da diğer pek çok şehirde olduğu gibi kentsel ısı adası eğilimlerinin gelişimi, yerel iklimi etkilemekte ve şehirdeki yerel rüzgâr modelini değiştirmektedir (Cetin vd., 2017c; Estoque vd., 2017; Wang vd., 2018; Cetin ve Sevik 2016; Li vd., 2018). Ancak bu değişimin net olarak ortaya konulması veya bu süreç içerisinde nasıl bir planlama yapılması gerektiğine ilişkin Trabzon özelinde yapılmış detaylı bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Landsat 7 8 uydu görüntüleri kullanılarak kentsel ısının mekânsal dağılımı araştırılmıştır. Bu işlem çeşitli kentsel arazi örtüsünün kentsel ısı adaları formasyonu üzerindeki etkileri analiz ederek yapılmıştır. Çalışmanın ana odağını, Trabzon kenti konfor değer durumunun araştırılması oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda Trabzon özelinde biyokonfor için uygun alanlar belirlenmiş ve planlama

alışmalarına öncülük etmek üzere, Trabzon kentindeki konfor alanlarının yoğunluğunu artırmak için pratik önlemler önerilmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Biyokonfor ve Biyokonforun Belirlenmesi Konusunda Genel Bilgiler

Termal Uzaktan Algılama, Termal Kızılötesi (TIR) ve elektromanyetik spektrumda veri işleme ve yorumlama üzerine tartışan bir uzaktan algılama dalıdır (Cetin ve Sevik 2016; Li vd., 2018; Ogashawara ve Bastos, 2012; Cetin, 2016). Önemli bir termodinamik miktarın bir türü olarak ısı, malzeme tanımlaması (Cetin vd., 2017b; Cristóbal vd., 2018; Razzaghmanesh vd., 2016; Cetin vd., 2018c; Gill vd., 2007) ve ısı transferi için kullanılabilir (Cetin vd., 2018a; Santamouris vd., 2015; Cetin vd., 2018b; Lin vd., 2011).

Hedef yüzeyden yayılan radyasyon termal uzaktan algılama yöntemleriyle ölçülebilir (Santamouris vd., 2015; Cetin vd., 2018b; Lin vd., 2011; Bokaie vd., 2016). Kentsel çalışmalarda arazi yüzeyi sıcaklığı Landsat 8 uydu bantları ile ölçülmektedir (Cetin, 2016; Asgarian vd., 2015; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd., 2016b). Birçok araştırmanın sonuçları, arazi yüzey sıcaklığının kentsel evrimle yüksek bir korelasyona sahip olduğunu göstermektedir (Cristóbal vd., 2018; Razzaghmanesh vd., 2016; Cetin vd., 2018a; Gill vd., 2007; Gill vd., 2007; Cetin vd., 2018b; Santamouris vd., 2015).

Birçok araştırmacı kentsel alanların yüzey ısısının geri kazanım teknikleri ile kategorize edildiğini ve şehir yüzey sıcaklığının analiz edilebildiğini belirtmiş (Santamouris vd., 2015; Cetin vd., 2018b; Lin vd., 2011; Bokaie vd., 2016;; Feng vd., 2014) ve kent özelliklerinin termal ısı değişimlerindeki etkilerini ortaya koyan çalışmalar yapmışlardır (Santamouris vd., 2015; Cetin vd., 2018b; Lin vd., 2011; Bokaie vd., 2016; Feng vd., 2014; Cetin, 2015b). Bu çalışmalarda uydu bilgi emisyon parametresinin elde edilmesi gerekliliği üzerinde durulmuş ve arazi örtüsü sınıflarını (Bokaie vd., 2016; Cetin vd., 2018c; Feng vd., 2014) ve enerji yükünü (Cetin, 2015b; Shahmohamadi vd., 2012; Rotem-Mindali vd., 2015) anlamak için emisyon faktörü ve yüzey sıcaklığını yararlı bir faktör olarak görmüşlerdir.

Bölünmüş Pencere Algoritması gibi çeşitli bilgi kaynaklarından dolayı arazi yüzey sıcaklığının geri kazanılması için farklı yöntemler geliştirilmiştir (Shen vd., 2016; Yuicedag vd., 2018; Norman, 1995; Toth ve Józkw, 2016) Sıcaklık / Emisivite Ayrımı (Cetin vd.,2018; Nichol, 1994; Nichol, 1994), tek Bant yöntemi (Cetin ve Sevik, 2016b; Shen vd., 2016; Yuicedag vd., 2018; Norman, 1995) ve Tek Kanal yöntemi (Shen vd., 2016; Yuicedag vd., 2018; Norman, 1995) bu yöntemlerdendir.

Araştırmacılar çalışmalarında ayrıca, görüntü işleme yöntemini kullanmaktadırlar. ERDAS3 uydu görüntüleri yazılımı mekânsal modelleme aracı ve ana uydu görüntülerinden arazi yüzey sıcaklığının elde edilmesinin karmaşık olduğu ve basitçe süreçleri gerçekleştirebilen basit ve sistematik bir model gerektirdiği sonucuna varmıştır (Yuicedag vd., 2018; Norman, 1995; Toth ve Józkw, 2016; Cetin vd.,2018c). Yapılan çalışmalar, arazi yüzey sıcaklıkları konusunda farkındalığın, arazi yüzey sıcaklığı tahminleri için önemli olduğunu, böylece emisyonların, uydu termal bilgisinden kaynaklanan arazi yüzey sıcaklığı hatasını azaltabileceğini göstermiştir (Nichol, 1994; Cetin vd., 2018b; Weng, 2001; Kaya vd., 2018; Kato ve Yamagochi, 2005).

Araştırmacılar, 2017 yılında ilk kez “geleneksel yansıtıcı” olarak adlandırılan yeni ve entegre bir yaklaşım sunmuşlardır (Nichol, 1994; Cetin vd., 2018d; Weng, 2001; Kaya vd., 2018; Kato ve Yamagochi, 2005; Qin ve Berliner, 2001; Sobrino vd., 2004). Bu yöntemde, bitki örtüsünün özelliklerini ve Landsat 7, 8, 10 ve 11. uydu bantlarını kullanarak kentsel ısı adasının oluşumundaki rolünü incelemişlerdir. Araştırmacıların hesaplamaları, bu yöntemdeki uydu görüntülerinin doğruluk oranının yaklaşık % 89.33 olduğunu göstermiştir (Shen vd., 2016; Yuicedag vd., 2018; Norman, 1995; Toth ve Józkw, 2016; Cetin vd., 2018c; Nichol, 1994; Nichol, 1994).

Uydu görüntüleri ve istatistiksel hesaplamalar kullanılarak dünyada 2017 yılında kentsel ısı adası modellemesi gerçekleştirilmiştir. Kentsel yeşil alanların penetrasyon katsayısı ve kentsel yeşil alanların gelişimi hesaplanarak kentsel otoyollar, bina yükseklikleri, kentsel bina alanlarının karmaşıklığı gibi kentsel unsurlar arasındaki

ilişkiler belirlenmiştir (Kaya vd., 2018; Kato ve Yamagochi, 2005; Qin ve Berliner, 2001; Sobrino vd., 2004).

Kentsel hızlı büyüme, sıcaklık oluşumu ve kentsel sünme oluşumları arasındaki ilişki "destek vektörü makine metodu", sayısal hesaplamalar ve değişim aralığını belirleyen bir yöntem kullanılarak hesaplanmaya çalışılmıştır (Cetin ve Sevik, 2016b; Shen vd., 2016; Yucedag vd., 2018; Norman, 1995; Toth ve Józskó, 2016; Cetin vd., 2018b). Bu çalışmalar ile yeni bir uydu görüntü analizi yöntemi sunarak, yüzey ısı yoğunluğunun ölçülmesinde önceki yöntemlerin problemlerini çözerek yüzeysel şehir ısı adası yoğunluğunu ölçmek için yeni yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır (Norman, 1995; Toth ve Józskó, 2016; Cetin vd., 2018b; Nichol, 1994; Nichol, 1994).

Bu yöntemlerle arazi yüzey sıcaklığı ile geçirimsiz yüzey arasındaki ilişkiyi kullanarak yüzde 90'dan fazla hassasiyet faktörü ile kentin sıcaklık değişimleri ölçülmüş ve piksel yoğunluğu büyüklüğüne sahip lineer denklemler hesaplanmıştır (Cetin vd., 2018b; Sobrino vd., 1996; Cetin vd., 2018d ;Sun vd., 2010; Cetin vd., 2018e; Mallick vd., 2008; Cetin, 2017; Mallick vd., 2012; Cetin vd., 2017b). Bütün bu yöntemler Landsat uydularının görüntülerine dayanmaktadır; görüntüler zaman içinde işlenir ve geliştirilen Landsat uydularına (Sobrino vd., 1996; Cetin vd., 2018c; Sun vd., 2010; Mallick vd., 2008; Cetin, 2017) ve genellikle algoritmik hesaplamalar kullanılarak gerçekleştirilen yeni görüntü işleme tekniklerine dayanır (Nichol, 1994; Cetin vd., 2018c; Weng, 2001; Kaya vd., 2018; Kato ve Yamagochi, 2005; Qin ve Berliner, 2001).

Kentsel ısı adasının, esas olarak, arazi yüzey sıcaklığının mekânsal dağılımında ortaya çıktığı, yüzey sıcaklık akımları tarafından yönetildiği ve kentleşmeden etkilendiği düşünüldüğünde (Cetin vd., 2018b; Sobrino vd., 1996; Cetin vd., 2018d; Sun vd., 2010; Mallick vd., 2008; Mallick vd., 2012; Cetin, 2017;) sonuç olarak, arazi yüzey sıcaklıklarının elde edilmesi, kentin ısı değişimini analiz etmede temel ve önemli bir adımdır.

Termal uzaktan algılama teknolojisinin gelişmesi nedeniyle arazi yüzey sıcaklığı kolayca analiz edilebilir (Sun vd., 2010; Cetin vd., 2018c; Mallick vd., 2008; Cetin, 2017; Mallick vd., 2012; Cetin vd., 2017b). Bu çalışmada, Landsat 7, 8 uydu görüntüleri kullanılarak kentsel ısının mekânsal dağılımı araştırılmıştır. Bu işlem, çeşitli kentsel arazi örtüsünün kentsel ısı adaları formasyonu üzerindeki etkileri analiz edilerek yapılmıştır.

Bu çalışma; Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri sonuçlarına göre daha doğru ve hızlı bir şekilde sonuç almayı hedeflemiştir. Biyo-iklimsel konfor durumunun belirlenmesinde etkin kullanım amaçlanmıştır. Biyo-iklimsel konfor durumunu göz önünde bulundurarak yapılacak planlama, oluşabilecek ısı adalarının oluşturacağı olumsuz koşulların etkilerini büyük oranda engelleyebilir.

2.1. Biyokonfor Konusunda Yapılan Çalışmalar

Biyokonfor, son yıllarda öne çıkan ve üzerinde çalışma yapılan konulardan birisidir. Bundan dolayı konu ile ilgili çalışma sayısı nispeten sınırlı ve oldukça yakın geçmişte yapılmış çalışmalardır. Konu ile ilgili yapılmış çalışmaların bir kısmı özetlenmeye çalışılmıştır.

Cetin vd., (2010) Kütahya ili için biyoklimatik konfor alanlarını, peyzaj mimarlığı mesleği doğrultusunda incelemişler ve peyzaj planlama kriteri doğrultusunda, peyzaj aktiviteleri için uygun alanları belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada: Kastamonu il merkezi peyzaj aktiviteleri için uygun biyoklimatik konfor alanları belirlenmiştir (Cetin, 2010).

Cetin (2018) yaptığı çalışma ile iklim verileri ve atlık haritaları kullanarak, formüller ve RayMan 1.2 programını yardımıyla Karabük ilinin biyokonfor haritasını üretmiş ve il genelinde biyokonfor için uygun alanları belirlemiştir.

Çetin (2016c) Kastamonu ilinin kuzey kıyı şeridinde bulunan Cide ilçesi için biyoklimatik konfor haritalarını oluşturduğu çalışmasında bu biyoklimatik konfor haritalarının benzer kıyı alanlar için altlık olarak kullanılmasını hedeflemiştir. Bu

hedefle Cide ilçesinin bulunduğu alanın iklim verisi olarak fizyolojik eşdeğer sıcaklık endeksi kullanılarak biyoklimatik konfor haritaları oluşturulmuştur.

Cetin vd., (2018e) yaptığı çalışma ile Elazığ ili biyoklimatik konfor haritalarını oluşturulmuşlardır. Çalışmada iklim verileri ve atlık haritalar kullanılarak formüller ve CBS Programları yardımıyla Elazığ il geneli için biyokonfor haritaları oluşturulmuştur.

Cetin vd., (2018f) yaptığı çalışmada farklı kıyı bölgelerinin biyoklimatik değerlerini hesaplamayı hedeflemişlerdir. Yapılan çalışma Manisa ilinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında öncelikle Manisa iline ait termal bant analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında sıg alanlardaki termal adaları tanımlamanın yanı sıra, Manisa ilinin kentsel alanlarının termal ısı yüzeylerini belirlemek için uydu görüntüleri kullanmışlardır. Bu nedenle Landsat TM uydu görüntüsünü kullanarak yüzey sıcaklık haritasını üretmeyi hedeflemişlerdir. Çalışma alanı için USGS'den Landsat 5 görüntülerini temin etmişlerdir.

Cetin vd., (2018g) yaptığı çalışmada Aydın ilinin termal konfor bakımından ideal yerler oluşturmayı ve sürdürülebilirlik üzerine çalışmışlardır. Aydın ilinin iklimi üzerine odaklanan bu çalışmada, biyoklimatik bakımından en uygun alanlar belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında Aydın ili için iklim değerleri toplam 22 meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Oluşan iklim değişikliğini belirtmek için 11 ila 871 m arasındaki rakımlarda bulunan istasyonları kullanmışlardır. Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) yazılımı kullanılarak toplanan veriler dahil her bir istasyonun ortalama sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızı temin edilmiştir. Daha sonra elde edilen verilerden GIS haritaları oluşturulmuş ve Aydın şehri çevresinde en uygun konfor alanları belirlenmiştir (Cetin vd., 2018g)

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. İnceleme Alanı

Trabzon, Karadeniz bölgesinde kıyı şehri şeklinde gelişmiştir. Yüzölçümü 4664 km² dir. 41°00' Kuzey enlem ve 39°44' doğu boylamları arasında yer almaktadır. 18 ilçesi bulunmaktadır. Nüfusu 2017 verilerine göre 758.237 kişidir. Trabzon, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz bölümünde yer alan merkezi bir şehirdir. Karadeniz sahili ile Zigana Dağları arasında yer almaktadır. Batısında Giresun'a bağlı Eynesil ilçesi, güneyinde Gümüşhane'ye bağlı Torul ilçesi ve Bayburt, doğusunda da Rize'ye bağlı İkizdere ve Kalkandere ilçeleri, kuzeyi Karadeniz ile çevrili Antik Çağ'dan beri varlığı bilinen il ve il merkezinin adıdır (URL-1, 2018; URL-2, 2018; URL-3, 2018; URL-4, 2018; URL-5, 2018; URL-6, 2018) Trabzon ilinin konumu harita üzerinde Şekil 3.1.'de verilmiştir.





Şekil 3.1 Trabzon'un konumu

Sahil şeridinin ardında denize dikey uzanan dağlık bir araziye sahip olan ilin merkezi Boztepe (Antik Minthrion tepesi) üzerine kurulmuştur. İl topraklarının % 22,4 yayla, %77,6'sı ise tepelerden oluşmaktadır. Trabzon iklimi yazın sıcak kışın ise normal soğukluktadır. Yaz aylarının ortalama sıcaklığı +32 derece dolaylarındadır. Kışın en soğuk günlerinde sıcaklık -6 dereceye kadar düşmektedir. İlkbahar ayları genellikle yağmurlu ve sislidir. Sonbahar ayları ise oldukça güzel geçer (URL-1, 2018; URL-2, 2018; URL-3, 2018; URL-4, 2018; URL-5, 2018; URL-6, 2018) .İlin genel iklim verileri; ortalama güneşlenme süresi (OGS), ortalama yağışlı gün sayısı (OYGS),

aylık toplam yağış miktarı ortalaması (ATYM), en yüksek sıcaklık (EYS) ve en düşük sıcaklık (EDS) değerleri tablolar halinde sunulmuştur (URL, 1). Çalışmaya konu şehirlerden Trabzon ilinin ortalama meteorolojik verileri Tablo3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Trabzon ilinin meteorolojik verileri

BARTIN	OC	ŞU	MT	Nİ	MY	HZ	TE	AĞ	EY	EK	KA	AR	YILLIK
Son İklim Periyoduna (1929-2017)													
OS (°C)	7.3	7.2	8.3	11.7	15.9	20.3	23.1	23.4	20.3	16.6	12.8	9.5	14.7
OEYS (°C)	10.7	10.7	11.8	15.5	19.1	23.1	25.8	26.5	23.6	20.0	16.4	12.9	18.0
OEDS (°C)	4.5	4.3	5.3	8.6	12.8	16.9	19.8	20.3	17.3	13.6	9.9	6.6	11.7
OGS (saat)	2.7	3.2	3.4	4.2	5.5	7.0	5.9	5.6	4.9	4.5	3.6	2.7	53.2
OYGS	11.5	11.8	12.6	12.4	12.1	10.3	7.5	8.3	10.6	11.9	11.4	12.1	132.5
ATYM (mm)	82.0	63.8	58.1	57.2	51.6	50.4	35.5	45.1	78.5	115.0	99.1	83.3	819.6
EYS (°C)	25.9	30.1	35.2	37.6	38.2	36.7	37.0	38.2	36.7	33.8	32.8	26.4	38.2
EDS (°C)	-7.0	-7.4	-5.8	-2.0	4.2	9.2	11.0	13.5	7.3	3.4	-1.6	-3.3	-7.4

Trabzon nemli bir iklime sahip olup nem oranı zaman zaman %99'lara kadar çıkmaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 800-850 kg/m²'dir. İç kesimlere doğru çıkıldıkça yağmur oranı da artmaktadır. En az yağmur yağın aylar Temmuz ve Ağustos ayları olup en çok kar ise Şubat ayında yağmaktadır. En soğuk aylar Ocak ve Şubat aylarıdır. Bu özellikleri ile birlikte Trabzon'un ikliminin ılık ve yumuşak olduğu söylenebilir. Sahilden içe doğru gidildikçe havanın ve suyun daha temiz olduğu görülür. Yıllık deniz suyu sıcaklığı ortalaması 16.1°C olup, Ağustos ayında 27.5°C' ye ulaşır. En düşük değer ise, Mart ayında 6.0°C 'dir (URL-1, 2018; URL-2, 2018; URL-3, 2018; URL-4, 2018; URL-5, 2018; URL-6, 2018).

Bitki çeşitliliği bakımından, Türkiye genelinde yetişen 2500 bitki türünün yetişmesine elverişli olmakla birlikte bölgeye has 440 çeşit bitki türü de mevcuttur. İl ve bölge sınırları dahilinde bulunan ormanlık alanlarda; şahin, doğan, kartal gibi yırtıcı kuşlar ile kurt, çakal, tilki, boz ayı, domuz, çengel boynuzlu dağ keçisi ve karaca gibi hayvan türlerine sıkça rastlanır. Ormanlarda, ladin, göknar, kayın, sarıçam, kızılğaç, kestane gibi ağaç çeşitleri yetişebilmektedir. Trabzon ve çevresi;

ormanlar, yeşil alanlar, bitki türleri ve yaban hayatı bakımından oldukça zengin bir coğrafyaya sahiptir. Hemen hemen her türlü ağaç ve bitki türünün yetişmesi ve yaban hayvanlarının barınabilmeleri için elverişlidir. Orman örtüsü deniz kenarından başlayarak 2000 m yükseltiye kadar ulaşmaktadır (URL-1, 2018; URL-2, 2018; URL-3, 2018; URL-4, 2018; URL-5, 2018; URL-6, 2018)

Kentin geniş alanı nedeniyle Trabzon kentsel mekân karakteristikleri üzerinde önemli etkileri vardır. Bugün, Trabzon, ilk şehir ve politik, ekonomik ve yönetim merkezi rolünü oynayan bir mega kent ve Türkiye'nin büyükşehirlerinden birisi haline gelmiştir. Şehirde çok sayıda konut ve sanayi çekirdeği oluşturulmuştur.(URL-1, 2018; URL-2, 2018; URL-3, 2018; URL-4, 2018; URL-5, 2018; URL-6, 2018).

3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında öncelikle Trabzon iline ait eş yükselti eğrili haritalar, vejetasyon haritası ve Farklı meteoroloji istasyonlarının konumları ile bu meteoroloji istasyonlarından elde edilen uzun süreli iklim verileri elde edilmiştir. Çalışmaya konu iklim verilerinin elde edildiği meteoroloji istasyonlarının konumları Şekil 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Band Özellikleri

Sensors	Tarih	Path/row	Bands	Resolution metre
Landsat7 ETM	15.07.1985	127/45	742	30
			6	60*30
	15.05.1994		742	
			6	
	15.07.2005		742	
			6	
Landsat 5	14.07.1985	127/45	753	30
			6	120*30
	10.07.1994		753	
			6	
	14.07.2005		753	
			6	
Landsat 8 OLI	13.07.2018	127/45	754	30
			10	100*30
	8.07.2018		764	
			10	

Araştırmada kullanılan görüntülerin özellikleri Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Landsat 5 TM uydusu teknik özellikleri

UYDU ÖZELLİKLERİ	
İşletmeci	US Geological Survey (USGS)
Fırlatılma Tarihi	1 Mart 1984
Yörünge Yüksekliği	705 km
Tasarım Ömrü	5 Yıl
Yörünge Özellikleri	Dairesel
	Yaklaşık Polar
	Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 °
Yörünge Periyodu	16 Gün
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8212.5 Mhz
Veri İletim Hızı	85 Mbit/sn (TM)
	15 Mbit/sn (MSS)
Algılayıcılar	Tematik Haritalayıcı (TM)
	Çok Spektrumlu Tarayıcı (MSS)

Tablo 3.4. Landsat 7 E TM uydusu teknik özellikleri

UYDU ÖZELLİKLERİ	
İşletmeci	US Geological Survey (USGS)
Fırlatılma Tarihi	15 Nisan 1999
Yörünge Yüksekliği	705 km
Tasarım Ömrü	5-6 Yıl
Yörünge Özellikleri	Polar
	Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 °
Yörünge Periyodu	16 Gün
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8082.5 Mhz
	8212.5 Mhz
	8342.5 Mhz
Veri İletim Hızı	105 Mbit/sn
Algılayıcılar	Gelişmiş Tematik Haritalayıcı (ETM+)

Tablo 3.5.Landsat 8 OLI uydusunun band özellikleri

Şerit Genişliği (km)	185	
Radyometrik Çözünürlük (bit)	8 TIR – 12	
Spektral Band (µm=mikron) (VNIR = visible and near infrared) (SWIR = shortwave infrared) (TIR = thermal infrared) (OLI = Coastal/Aerosol + VNIR + SWIR + PAN + CIRRUS)	Coastal/Aerosol VNIR SWIR PAN CIRRUS TIR	Band 1 - 0.43-0.45 Band 2 - 0.45-0.51 Band 3 - 0.52-0.60 Band 4 - 0.63-0.68 Band 5 - 0.84-0.88 Band 6 - 1.56-1.66 Band 7 - 2.10-2.30 Band 8 - 0.50-0.68 Band 9 - 1.360-1.390 Band 10 - 10.60-11.19 Band 11 - 11.50-12.51
Yersel Çözünürlük (m) (PAN = siyah beyaz)	PAN - 15 OLI - 30 TIR – 100	

Çalışma kapsamında kullanılan verilerde mekânsal çözünürlük farklıdır. Tek bantlı görüntüleri çoklu bant görüntüye birleştirmek, ERDAS Imagine 9.1 yazılımında istifleme aracı kullanılarak yapılmıştır. Geometrik düzeltme, 1:25.000 topoğrafik harita ile referans ve eşleştirme yoluyla ve yol ve sokak kavşağı dahil 16 yer kontrol noktası kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmada, RMS hatası, standartlardan dolayı tamamen kabul edilebilir olan yarım pikselden (0.480) azdır. Ayrıca, görüntü koordinat sistemi eliptik UTM WGS-84, Kuzey Bölgesi 39'dur. Daha sonra, çalışma alanını kesmek için resim alt kümesi aracı kullanılmıştır. Ön işlemden sonra, çalışma alanı görüntüsü veri işleme ve kentsel ısı adası analizi için kullanılmıştır. Sayısal görüntüler, arazi yüzey sıcaklığını geri kazanmak için spektral radyasyona ve Planck fonksiyonu kullanılarak istenen uydu sensörünün aydınlatma sıcaklığına dönüştürülmüştür. Yüzey emiliminin bilinmesi, arazi yüzey sıcaklık ölçümü için önemli olduğundan, Normalize Farklı Bitki Örtüsü İndeksi kullanılarak bir sonraki aşamada arazi yüzeyi emisyonu hesaplanmıştır.

(NDVI) sınıflandırması, daha sonra su buharı kapasitesi kullanılarak atmosferik geçirgenlik kapasitesi belirlenmiş ve ortalama atmosfer sıcaklığı (Qin ve Berliner, 2001; Sobrino vd., 2004) tarafından sağlanan denklemler kullanılarak belirlenmiştir. Son olarak, çalışma alanının yüzey sıcaklığı tek bantlı Kuadratik Denklem 6 kullanılarak belirlenmiştir.

Yüzey sıcaklığını çıkarmak için aşağıdaki adımlar atılmıştır:

- Spektral Radyasyona Dijital Sayı dönüşümü:

Dijital sayının 10 ve 11 OLI ve TIRS sensörleri, Landsat 8 uydusunun bantlarından dönüştürülmesi için, denklemin (1) spektral radyasyonu yazılabilir (Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018c; Kaya vd., 2018; Canturk 2018).

$$Li = Lmin + (Lmax-Lmin) Qdn / Qmax \quad (3.1)$$

Burada L_i sensör spektral parlaklıktır ($MW \cdot cm^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$), L_{max} maksimum sensör spektral parlaklıktır (15/303), L_{min} minimum sensör spektral parlaklıktır (1/238), Q_{max} maksimumdur pikselin DN değerleri (225) ve Q_{dn} , pikselin DN değerleridir.

- Sensör parlaklık sıcaklığına spektral radyasyon dönüşümü:

Planck'ın fonksiyonu, spektral radyasyonları sensör parlaklığı sıcaklığına dönüştürmek için kullanılabilir (Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018c; Kaya vd., 2018; Canturk 2018).

Bu denklemde, Denklem (2), Planck fonksiyonu nedeniyle ve Landsat 8 uydu verileri için K_1 ve K_2 'nin iki parametresini dikkate alarak kullanılabilir:

$$T_6 = K_2 / \ln (1 + K_1 / L_6) \quad (3.2)$$

$$K_1 = 60.776 MW \cdot cm^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$$

$$K_2 = 1260,56 K$$

T_6 , uydu sensörü parlaklık sıcaklığı ve Landsat 8 kalibrasyonunun nerede olduğunu gösterir.

Landsat 8 uydu sensörü spektral radyanları. Ayrıca, Landsat 8 uydusunu temel alan Trabzon karasal yüzey sıcaklık dağılım haritasını sağlamak için aşağıdaki yöntem kullanılmıştır.

3.3. Arazi Yüzey Dağılımının Hesaplanması

Yakın kızılötesi (TIR) bandı ve kırmızı bandın kesirini hesaplayın (Landsat'ta R bandı veya bant 4) bitki örtüsü bilgilerini gösterebilir. Emisyonlar NDVI (Denklem 3) kullanılarak hesaplanabilir (Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018c; Kaya vd., 2018; Canturk 2018). Kara yüzey emisyon tahmin metodu yıllar arasında NDVI

aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Cetin vd., 2018a; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018c; Kaya vd., 2018; Canturk 2018).

$$NDVI = (p(\text{band4}) - p(\text{bant3})) / (p(\text{bant4}) + p(\text{bant3})) \quad (3.3)$$

3.3.1. Atmosferik Geçirgenlik Kapasitesinin Hesaplanması

Atmosferik geçirgenlik kapasitesi su buharı kapasitesi kullanılarak tahmin edilebilir. Su buharı kapasitesini hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$W_i = 0,0981 \times \{10 \times 0,6108 \times \exp [17,27 \times (T_0 - 273,15) / (237,3 + (T_0 - 273,15))] \times RH\} 0,1697 \quad (3.4)$$

W_i , 2.45'e eşit olan su buharı kapasitesidir (g/cm^2), T_0 yüzeye yakın hava sıcaklığıdır.

K ve RH 'de bağıl nemi gösterir (Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018c; Kaya vd., 2018; Canturk 2018). Yakın yüzey sıcaklığı ve bağıl nem saha gözlemlerinden elde edilir. Meteorolojik istasyonun ortalama yüzey sıcaklığı ve istasyonun bağıl nemi haritaları kullanılmıştır.

Landsat uydu atmosferik geçirgenlik kapasitesini tahmin etmek için Landsat uydu verileri kullanılmış ve aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Sobrino vd., 1996; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018; Kaya vd., 2018; Canturk, 2018).

$$\tau_6 = 1.031412 - 0.11536 \times w_6 \quad (3.5)$$

Burada, τ_6 Landsat uydu atmosferik geçirgenlik kapasitesi ve denklem (3) kullanılarak elde edilebilen su buharı kapasitesini gösterir; çünkü, w_6 3-6 ve eşittir 2.45, τ_6 eşittir (4) ile elde edilen 0.9217 eşittir.

- Ortalama atmosfer sıcaklığının hesaplanması

Orta enlemlerde bulunan alanlar için ortalama atmosferik sıcaklık denklemi kullanılabilir. Ortalama atmosfer sıcaklığını hesaplamak için yaz aylarındaki değerler kullanılabilir (Cetin vd.,2018).

Bu nedenle söz konusu değer 39.4 °C olduğundan Denklem (6) yardımıyla hesaplanan ortalama atmosfer sıcaklığı 32.34 °C'dir.

$$T_a = 16.01101 + 0,92621 \times T_0 \quad (3.6)$$

Kuadratik denklemi kullanarak tek bant kullanarak arazi yüzeyi sıcaklık geri kazanımının hesaplanmasında tek bantlı ikinci dereceden denklem Denklem (7) kullanılabilir. Denklem ve denklemde kullanılan üç değişken (emisyon, dispersiyon ve etkili atmosfer sıcaklığı) aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$T_s = \{a (1-C-D) + (b (1-C-D) + C + D) T_i - DT_a\} / C \quad (3.7)$$

$$a = -67,355351$$

$$b = 0.458606$$

$$C = \epsilon_i \times \tau_i \quad (3.8)$$

$$D = (1-\tau_i) \times (1 + (1-\epsilon_i) \times \tau_i) \quad (3.9)$$

Burada, Kelvin, Kelvin veya Santigrat'ta toprak yüzey sıcaklığıdır, τ_i parlaklık derecesidir. Denklem (2) ile hesaplanan santigrat hesaplanabilen ve sınıflandırılabilen emisyonudur.

NDVI tarafından kullanılan τ_i atmosferik geçirgenlik kapasitesidir; denklem (4) ile hesaplanır ve T_a ortalama atmosfer sıcaklığını gösterir.

Ayrıca, bu çalışmada, Normalize Farklı Vejetasyon İndeksi (NDVI), Fark Oluşturma İndeksi (NDBI) (Denklem 10), Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi (NDWI) (denklem 11) ve Normalize Fark Çıplak arazi Endeksi (NDBaI) (Denklem 12) bant 3 (yeşil), bant 4 (kırmızı), bant 5 (yakın kızılötesi) ve bant 6 (kısa dalga boyu) kullanılarak

hesaplanmıştır. Kızılötesi, Trabzon kentsel ısı adasını incelemek amacıyla Landsat 8 uydusu verileri ve aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$NDBI = (d(\text{band5}) - d(\text{band4})) / (d(\text{band5}) + d(\text{band4})) \quad (3.10)$$

$$NDBaI = (d(\text{band5}) - d(\text{band6})) / (d(\text{band5}) + d(\text{band6})) \quad (3.11)$$

$$NDWI = (\rho(\text{band4}) - \rho(\text{band5})) / (\rho(\text{band4}) + \rho(\text{band5})) \quad (3.12)$$

Son olarak, araştırma geçmişini gözden geçirdikten ve konunun kuramsal literatürünü gözden geçirdikten sonra, bu araştırmanın akış şeması Tablo 3.6.'da gösterildiği gibi çizilmiştir.

Tablo 3.6. Araştırma Operasyonel Modeli

Uydu görüntülerinin alınması	Bantları 10 ve 11 TIRS, OLI Sensörleri Landsat 8 için Uydu görüntüleri
Ayırma ve çalışma alanına ait kesilmiş görüntülerin elde edilmesi	
Ön işlem ve geometrik düzeltmeler	
Çalışılan dizinlerin sınıflarını tanımlamak ve görüntü işleme	
Uydu görüntülerinin sayısallaştırılması	
Yer istasyonları kullanarak doğruluk kontrolleri	
Endekslerin mekânsal korelasyonunu araştırmak kentsel ısı adası durumunun belirlenmesi	
Son haritanın algılanması	Pratik çözümlerin sağlanması Kentsel ısı adası mekânsal - zamansal yaklaşımı

Normalleştirilmiş farklı vejetatif indeksi kullanarak arazi yüzey difüzyonu tahmininde kullanılan değerler Tablo 3.7.'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Normalleştirilmiş farklı vejetatif indeksi kullanarak arazi yüzey difüzyonu tahmin

Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI)	Arazi yüzey difüzyonu: Lsd (ϵ)
$>NDVI-0.185$	0.995
$<0.157 \leq NDVI-0.185$	0.970
$0.727 \leq NDVI \leq 0.157$	$1.0094+0.047 \times \ln(NDVI)$
$>0.727 NDVI$	0.990

Kullanılan formüller:

$$L_i = L_{\min} + (L_{\max} - L_{\min}) Q_{dn} / Q_{\max} \quad (3.13)$$

L_i sensör spektral parlaklıktır (MW. Cm-2. Sr-1. μm^{-1}),

L_{\max} maksimum sensör spektral parlaklıktır (15/303),

L_{\min} minimum sensör spektral parlaklık (1/238),

Q_{\max} maksimum piksel DN- değerler (225)

Q_{dn} piksel DN- değerler

Landsat 8 uydu verileri için K1 ve K2: (3.14)

$$T_6 = K_2 / \ln(1 + K_1 / L_6)$$

$$K_1 = 60.776 \text{ MW.cm-2.sr-1.}\mu\text{m-1}$$

$$K_2 = 1260.56 \text{ K}$$

T_6 uydu sensörü parlaklık sıcaklığıdır ve Landsat 8 kalibrasyonu gösterir

Landsat 8 uydu sensörü spektral radyanları

$$NDVI = (\rho(\text{band4}) - \rho(\text{band3})) / (\rho(\text{band4}) + \rho(\text{band3})) \quad (3.15)$$

$$NDBI = (d(\text{band5}) - d(\text{band4})) / (d(\text{band5}) + d(\text{band4}))$$

$$NDBaI = (d(\text{band5}) - d(\text{band6})) / (d(\text{band5}) + d(\text{band6}))$$

$$NDWI = (\rho(\text{band4}) - \rho(\text{band5})) / (\rho(\text{band4}) + \rho(\text{band5}))$$

Çalışma alanında LULC dağılımını elde etmek için karar stratejisi kullanılmıştır. Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM + 'daki Landsat 8, (7, 5, 3)' de bantların (7, 6, 4) yanlış renk bantı kombinasyonu ile kompozit görüntüleri, kent ortamlarının daha iyi görüntülenmesi için kullanılmıştır. Her bir LULC türü için eğitim örnekleri, yanlış renk kompozisyonu görüntüleri, Google Earth bilgileri ve yerinde bilgi karşılaştırılarak belirlenmiştir. Altı kategoride on bir LULC sınıfında yer alan sınıflandırma: bitki örtüsü, tarım (yüksek yoğunluklu ekim alanı, düşük yoğunluklu ekim alanı ve sulak alan), turizm (yüksek yerleşim alanı, düşük yerleşim bölgesi, endüstriyel ve ticari arazi ve geçirimsiz yüzey), boş arazi, su ve kıyı alanları şeklinde sınıflandırılmıştır (Zaeemdar ve Baycan, 2017; Norman, 1995; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd., 2018c; Kaya vd., 2018; Canturk 2018).

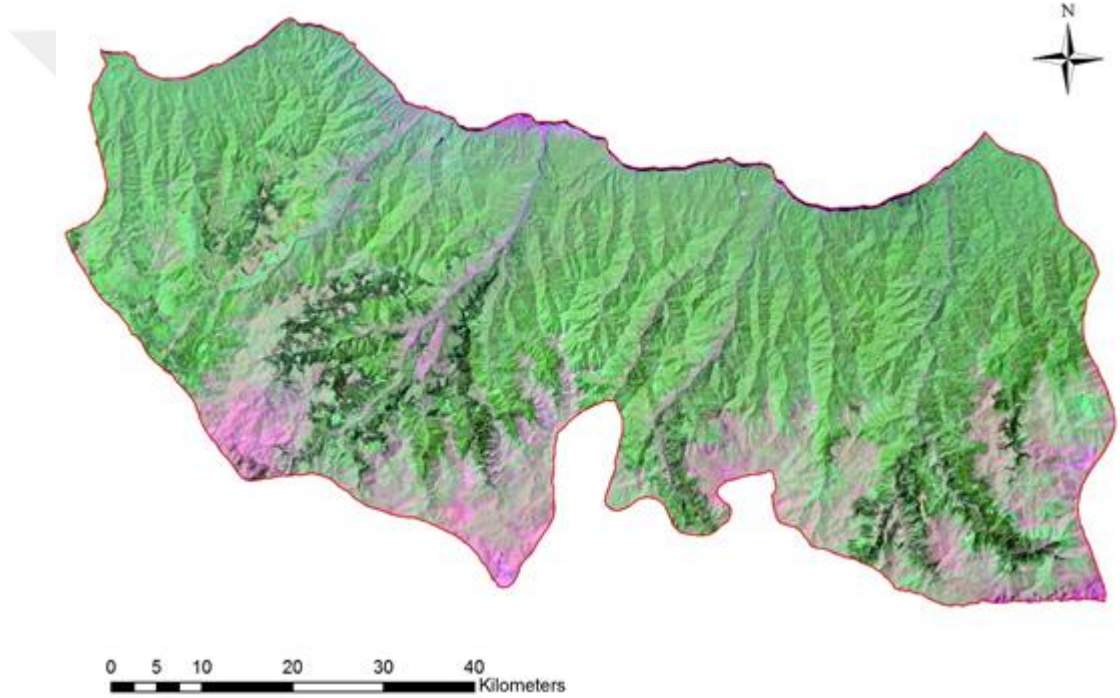
Sınıflandırma sonuçlarını iyileştirmek için iki aşamalı bir sınıflandırma stratejisi uygulanmıştır. Birinci aşamada yanlış sınıflandırılmış pikselleri kaldırmak için bir çoğunluk filtresi uygulanmış ve 2. Aşamada daha doğru su ve kıyı alanı verileri (başka yöntemlerle edinilmiş) filtrelenmiş görüntüye entegre edilmiştir. Özellikle, su alanları normalize edilmiş farklı su endeksi (NDWI; Kato & Yamagochi 2005; Sobrino et al, 2004; Bokaie vd., 2016; Feng vd., 2014; Cristóbal vd., 2018; Gill vd., 2017) kullanılarak belirlenirken, kıyı alanları elle tespit edilmiştir. Her bir sınıflandırmanın doğruluğu, benzerlikleri karşılaştırmak için her sınıflandırılmış görüntüden Google Earth Pro'ya 350 puan yüklenerek değerlendirilmiştir. Google Earth Pro'daki "görüntülü görüntüleme" aracı, her yıl için mümkün olan en iyi referans verilen resmi bulmak için kullanılmıştır. Buna bağlı olarak, genel doğruluk (tüm sınıflar için örneklenen tüm piksellerden doğru sınıflandırılmış piksellerin yüzdesi), üreticinin doğruluğu (zemindeki belirli bir LULC tipinin yüzdesi haritaya doğru olarak sınıflandırılır), kullanıcının doğruluğu (haritadaki yerdeki ilgili sınıfa uyan bir sınıfın yüzdesi) ve kappa indeksi (arasındaki eşleşme derecesi) sınıflandırma doğruluğunu değerlendirmek için referans veri seti ve sınıflandırma) hesaplanmıştır. Tasnif edilmiş görüntüler daha sonra elde edilen görüntü tarihlerine kadar arazi kullanım değişimini değerlendirmek için ArcGIS'deki bindirme aracı kullanılarak derlenmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntemin tamamı veya bir kısmı bu güne kadar pek çok çalışmada kullanılmıştır (Shahmohamadi vd., 2012; Rotem-Mindali vd., 2015; Cetin ve Sevik, 2016b; Shen vd., 2016; Yuçedag vd., 2018; Norman, 1995; Toth ve Józskó, 2016; Cetin vd.,2018; Cetin vd.,2018; Nichol, 1994; Nichol, 1994; Cetin vd., 2018; Kaya vd., 2018; Kato ve Yamagochi, 2005; Qin ve Berliner, 2001; Sobrino vd., 2004; Zaeemdar ve Baycan, 2017; Cetin vd.,2018; Kaya vd., 2018; Canturk, 2018).



4. BULGULAR

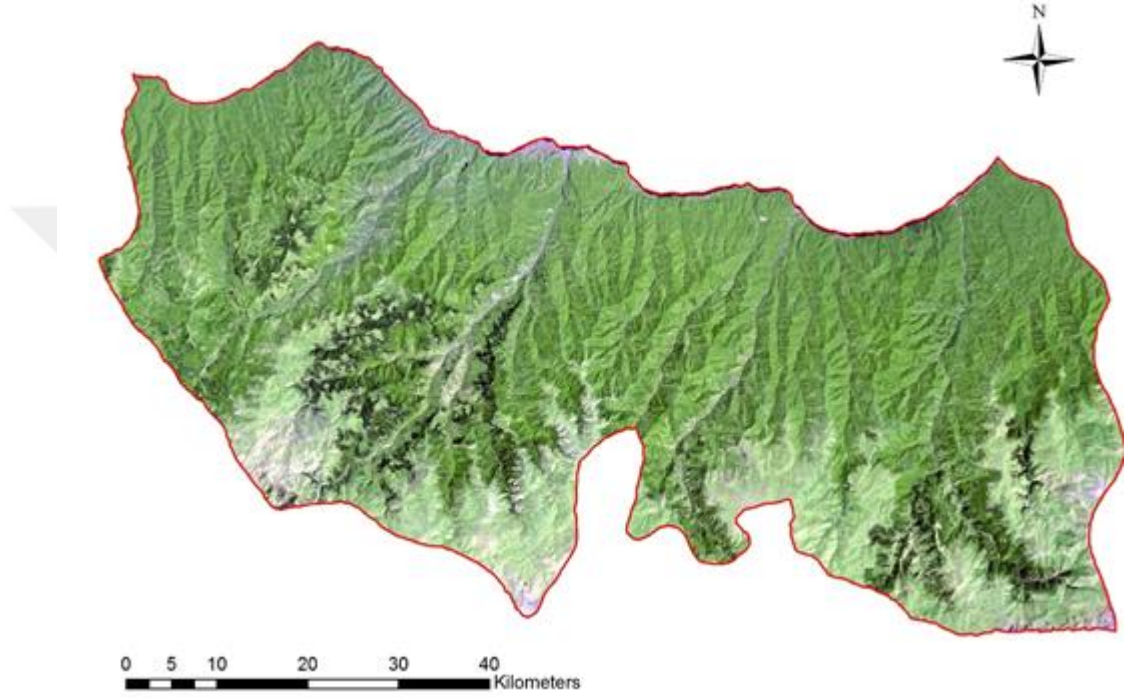
Çalışma kapsamında biyokonfor haritalarının üretilmesi aşamasına kadar çok sayıda ara harita üretilmiştir. Üretilen bu haritalardan birisi de vejetasyon haritasıdır. Trabzon ili için vejetasyon haritaları farklı band aralıklarında ve farklı yıllar için üretilmiş olup 7-4-2 band aralığında üretilen 1985 yılı uydu görüntüsü Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Trabzon'un 1985 uydu görüntüsü analizi (7-4-2 band aralığında)

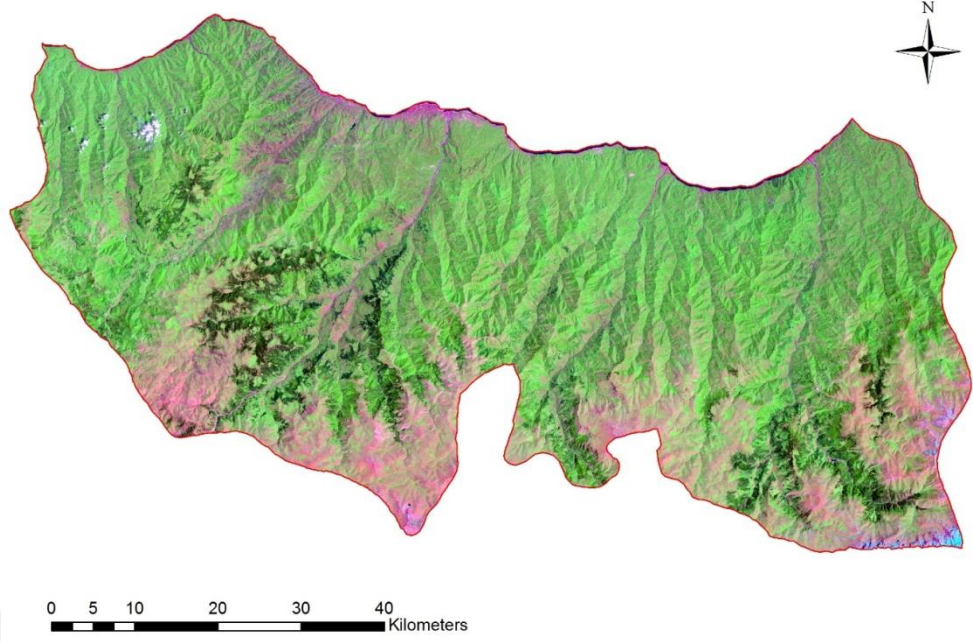
Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere 1985 yılında Trabzon ilinin büyük bölümü vejetasyon ile kaplıdır. Fakat kuzeyden güney bölümlere ilerledikçe bitki örtüsünün genel olarak önce gürleştiği daha sonra ise ortadan kalktığı görülmektedir. Bu durumun genel olarak yükselti ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. 1985 yılında Trabzon kent merkezinin ilin kuzey orta bölümünde oldukça sınırlı bir alanı kapsadığı görülmektedir. Trabzon ili geneline bakıldığında kuzeyden güneye doğru denize paralel dağların oluşturduğu engebeli araziden dolayı sulu ve kuru tarım için elverişli olmayışı fakat bunun zıttına fındık ve çay yetiştiriciliği yoğun bir şekilde

görülmektedir. Bu nedenden dolayı arazi yapısından dolayı yerleşim alanlarının dağınık ve sınırlı büyüklükte olduğu uydu görüntülerinin incelenmesi ile belirlenmiştir. 7-5-3 band aralığında üretilen 1985 yılı uydu görüntüsü Şekil 4.2.'de verilmiştir.



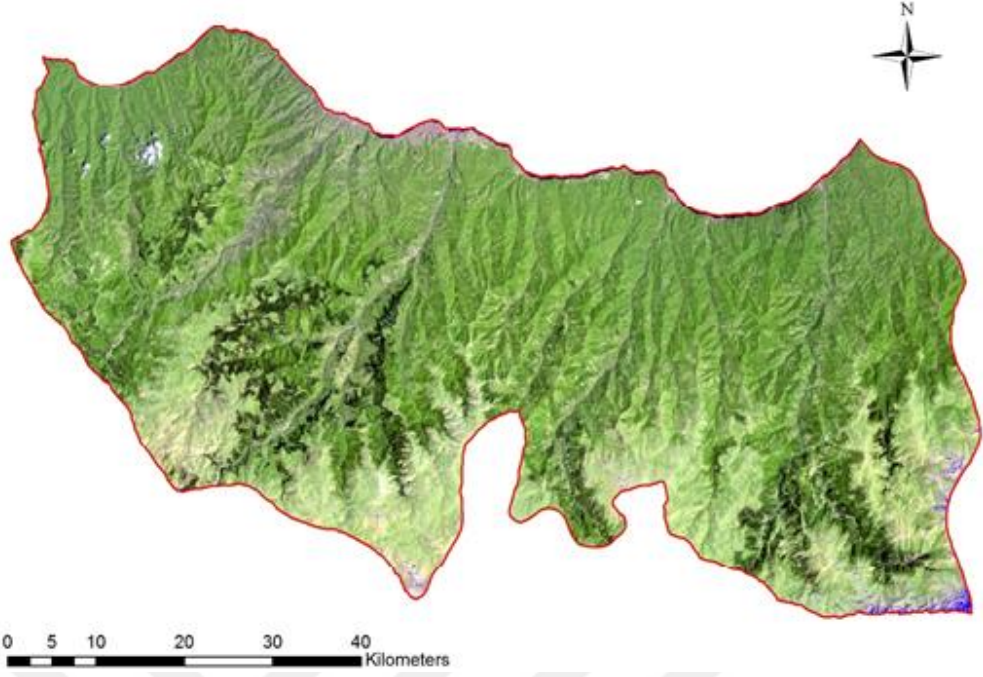
Şekil 4.2. Trabzon'un 1985 uydu görüntüsü analizi (7-5-3 band aralığında)

Şekilde 7-5-3 band aralığında üretilen 1985 yılı Trabzon uydu görüntüsü incelendiğinde vejetasyonun il genelindeki değişimi daha rahat görülebilmektedir. İlin 1994 yılına ait 7-4-2 band aralığında üretilen uydu görüntüsü Şekil 4.3.'de verilmiştir.



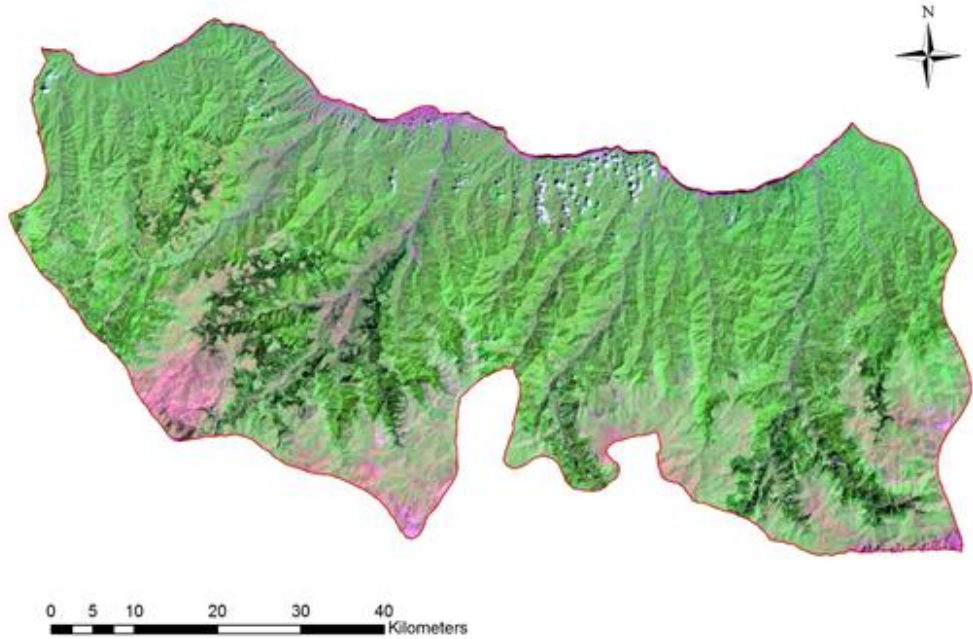
Şekil 4.3. Trabzon'un 1994 uydu görüntüsü analizi (7-4-2 band aralığında)

Trabzon'un 1994 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde genel olarak 1985 yılı ile arasında önemli bir farklılık bulunmadığı ancak, kent merkezinin az da olsa genişlediği görülmektedir. Özellikle il merkezinin doğu yönünde ve çoğunlukla batı yönünde genişlediği görülmektedir. Bunun en önemli sebebi ilin güney kısımlarının eğim artışının aşırı olmasından kaynaklanmaktadır. İlin 1994 yılına ait 7-5-3 band aralığında üretilen uydu görüntüsü Şekil 4.4.'de verilmiştir.



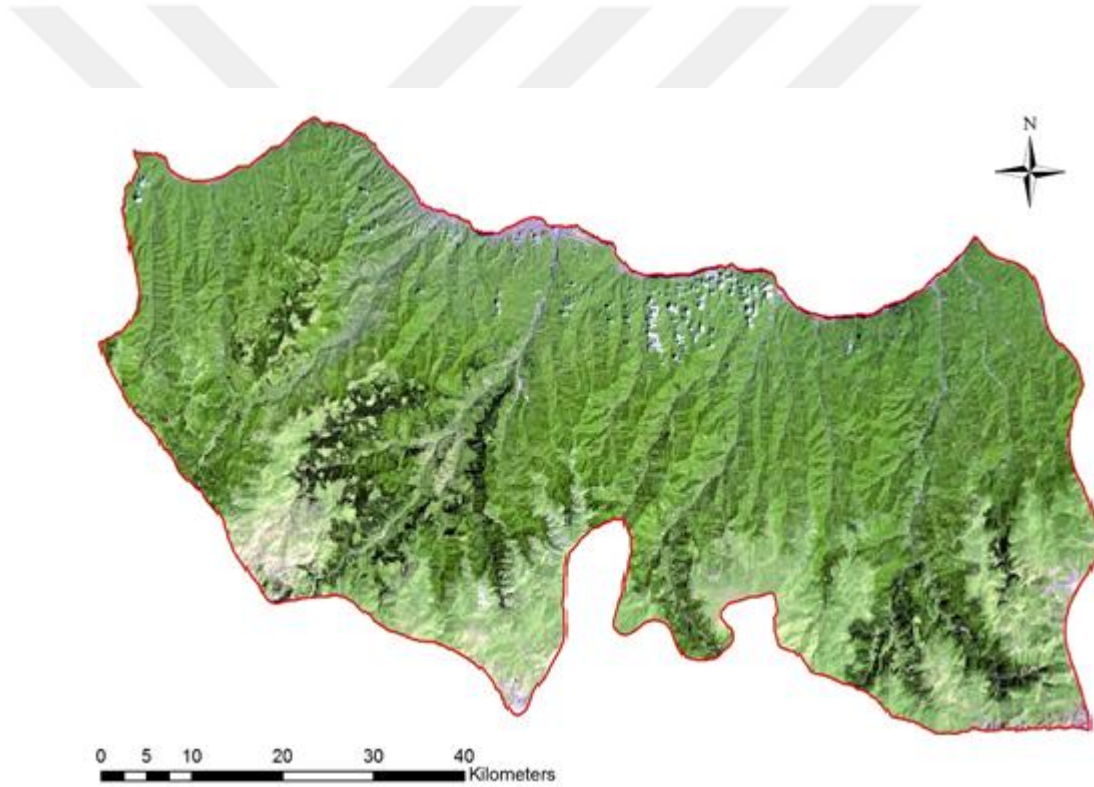
Şekil 4.4. Trabzon'un 1994 uydu görüntüsü analizi (7-5-3)

Trabzon ilinin 1994 yılına ilişkin 7-5-3 band aralığında üretilen uydu görüntüsü incelendiğinde 1985 yılından itibaren önemli ölçüde bir değişiklik göstermediği görülmektedir. Çalışma alanınının 7-4-2 band aralığında üretilen 2005 yılı uydu görüntüsü Şekil 4.5' de verilmiştir.



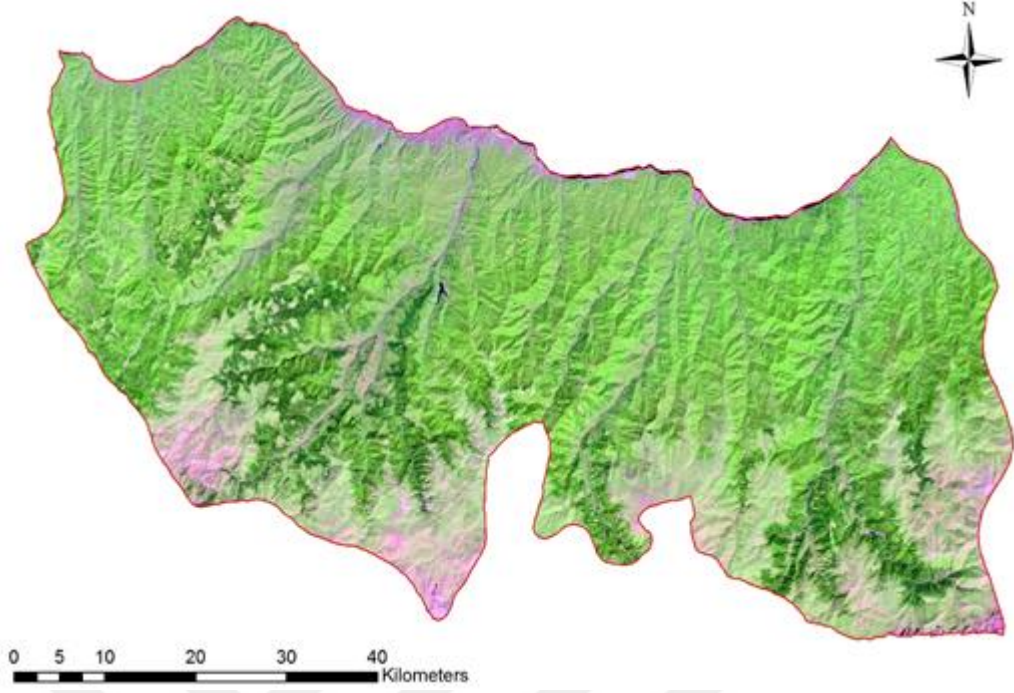
Şekil 4.5. Trabzon'un 2005 uydu görüntüsü analizi (7-4-2)

Çalışma alanının 7-4-2 band aralığında üretilen 2005 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde vejetasyonda önemli bir değişiklik göze çarpmamakla birlikte özellikle kıyı kesiminde yapılaşmanın arttığı görülmektedir. İnsanların şehir stresinden uzaklaşmak istemeleri ve nefes alamak için yaylaları tercih etmesinden dolayı butik oteller ve bir çok yeme içme alanlarının yayla ve çevresinde yoğun bir şekilde görülmektedir. Özellikle yerli halkın dışında yerli ve yabancı turistlerin Trabzon ilinde yer alan yayla ve doğal alanları ziyaret etmektedirler. Çalışma alanının 7-5-3 band aralığında üretilen 2005 yılı uydu görüntüsü Şekil 4.6.'de verilmiştir.



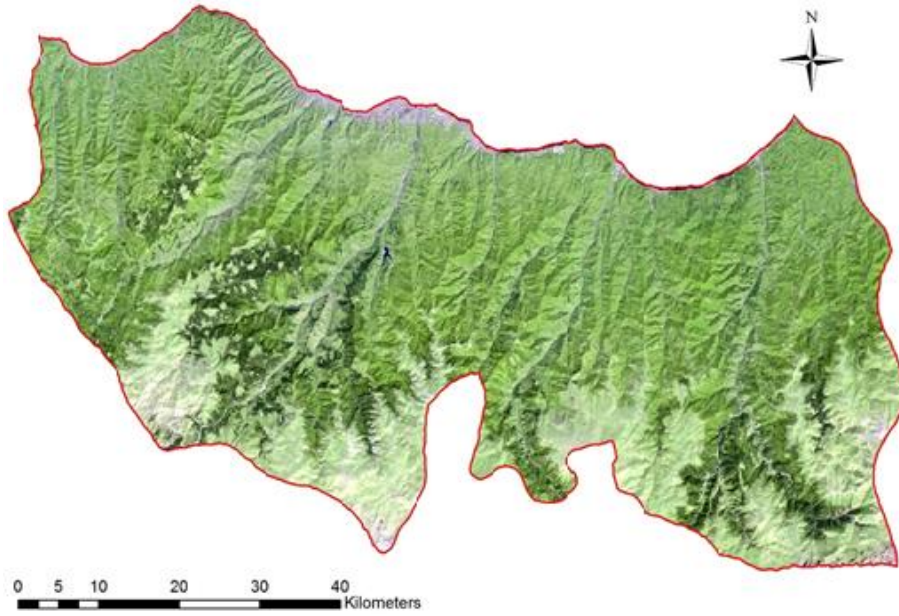
Şekil 4.6.Trabzon'un 2005 uydu görüntüsü analizi (7-5-3)

Çalışma alanının 7-5-3 band aralığında üretilen 2005 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde vejetasyon bakımından 1994 yılında hatta 1985 yılında üretilen uydu görüntüleri ile arasında önemli düzeyde farklılık olmadığı söylenebilir. İlin 2018 yılına ait 7-5-4 band aralığında üretilen uydu görüntüsü Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Trabzon'un 2018 uydu görüntüsü analizi (7-5-4)

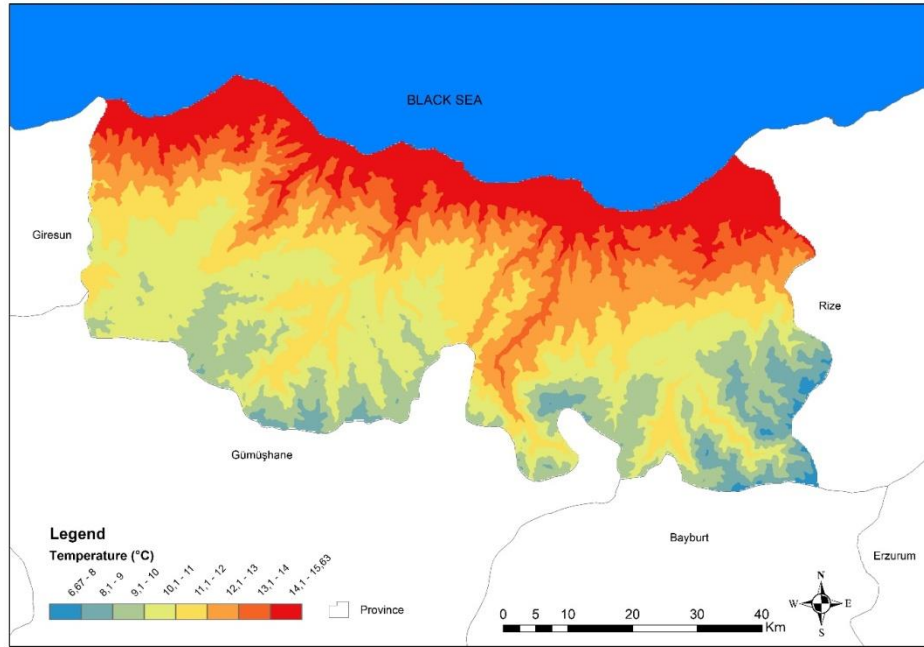
Trabzon ilinin 2018 yılı için 7-5-4 band aralığında üretilen uydu görüntüsü incelendiğinde 2005 yılı uydu görüntüsü verilerine göre özellikle kent merkezinde ciddi oranda bir artış olduğu görülmektedir. Çalışma alanının 7-6-4 band aralığında üretilen 2018 yılı uydu görüntüsü Şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8.Trabzon'un 2018 uydu görüntüsü analizi (7-6-4)

Çalışma alanının 7-6-4 band aralığında üretilen 2018 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde de özellikle kent merkezinde sahil bandında meydana gelen değişim net olarak görülebilmektedir. Özellikle 2007 yılında kullanıma açılan sahil yolunun ve sahil şeritinin düzenlenmesi ile birlikte Trabzon ilinin gelişimine büyük katkı sağlamıştır. İl merkezinde bulunan üniversite şehrin gelişimine büyük katkı sağlamakta ve yeni açılan üniversite ile şehrin yoğun bir genişleme ve gelişme yaşamaktadır.

Çalışma kapsamında Trabzon kara yüzey sıcaklık dağılım haritası, Landsat 8 uydu görüntülerine dayanarak üretilmiş ve Şekil 4.9.'de verilmiştir.



Şekil 4.9. Uydu görüntüleri ve yer istasyonundan elde edilen sıcaklık sınıfları

Yüzey sıcaklık dağılımını ve konfor değerlerini bulmak belirlemek amacıyla sekiz sınıfa bölünmüştür. Tüm Trabzon kentsel alanın ortalama arazi yüzey sıcaklığı 47.36 °C, standart sapması 4.77, en düşük 25.12 °C ve en yüksek 56.43 °C olarak hesaplanmıştır. 1. sıcaklık sınıfı en havalı alanları gösterir; Kuzey dağlık alanların büyük bir kısmını ve güney tarım alanlarının küçük bir bölümünü kapsamaktadır. Kentin kuzey dağlık kısımları, etkili rüzgâr akışı ve yoğun bitki örtüsü ile nehir vadileri içerir. Trabzon 1. ve 2. bölgeleri bu sıcaklık sınıfında yer almaktadır. 3. ve 4. sıcaklık sınıfı, doğu ve batı dağlık bölgeleri kapsar ve şehir merkezlerinin dağıtılmış

parçaları kentsel parklarla uyumludur. 3. sıcaklık sınıfı şehir merkezinde yer alır ve sınır tabakasında ve diğer alanlarda sınıf 1 ve 2 civarında bulunur ve güneye bağlanır. 4.5.6 sıcaklık sınıfı, Trabzon'un arka plan sıcaklığı paternidir ve şehir merkezini batıya bağlar. 7. ve 8. sıcaklık sınıfı şehrin batı kesimindedir; Bu bölgelerdeki endüstrilerin varlığı nedeniyle olabilir. Daha sonra bu sıcaklık sınıfında doğu ve güney-doğu dağlık alanlar yer almaktadır.

Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Normalleştirilmiş Fark Bina Dizini (NDBI), Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi (NDWI) ve Normalize Fark Çıplak arazi Kentsel ada fenomeni oluştururken yüzey sıcaklığının farklı uygulamaları arasındaki ilişkiyi belirlemek için İndeks (NDBaI) tabakaları incelenmiştir.

Kuadratik indeks haritası çıkarıldığında, sıcak ve soğuk mevsimlere göre indeksler ve kara yüzey sıcaklığı (LST) arasındaki korelasyon belirlenmiştir. Sıcak mevsimde mekansal otokorelasyon analiz sonuçları, bitki örtüsünün arazi yüzey sıcaklığını azalttığını ($R = -0,42$) ve kentsel ısı adası fenomenini önlemede önemli bir rol oynadığını, yerleşim alanlarının ise Trabzon kara yüzey sıcaklığını artırdığını göstermektedir ($r = 0.58$).

Ek olarak, su ve çıplak yüzeyin iki değişkenindeki uzamsal korelasyon testinin sonuçları göstermiştir ki; Trabzon'daki büyük su kaynağı faktörünün sıcaklık modifikasyonu ile ilgisi yoktur. Ayrıca, su ve çıplak arazi değişkenleri üzerindeki mekansal korelasyon testi sonuçları, Trabzon'daki büyük su kaynaklarının yokluğundan, ancak Trabzon'un kuzey kesimlerinde çeşitli barajlar ve doğal göller ve nehirler ile faktörün sıcaklık modifikasyonunda rol almadığını göstermiştir. LST ve NDWI arasında anlamlı bir korelasyon vardır. Diğer bir deyişle, NDWI artışı ile LST azalır. Yani aralarında negatif bir ilişki var.

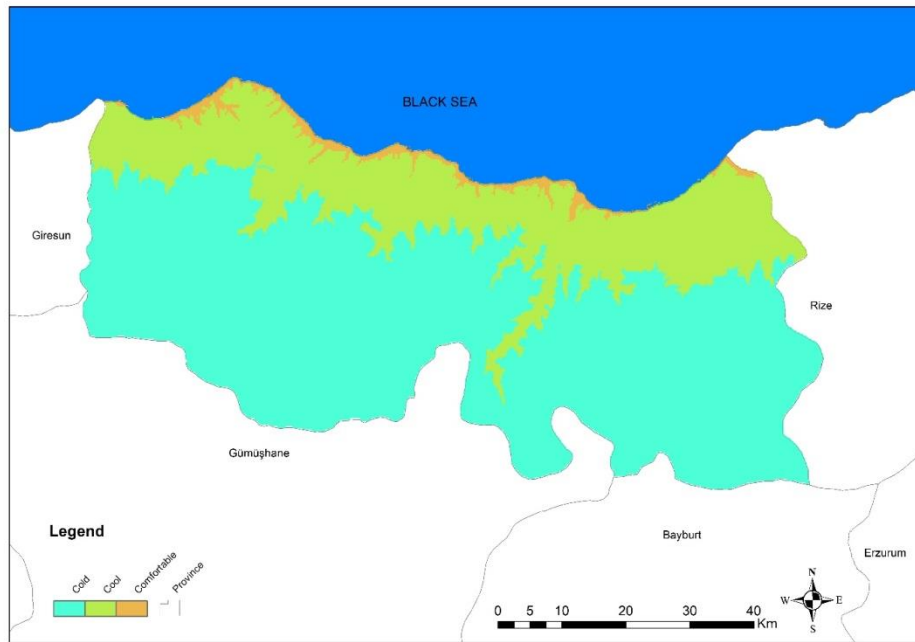
Su kaynaklarının sıcaklık üzerindeki ılımlı rolü nedeniyle NDWI ve LTS ayrıca, arazi yüzeyinin çıplak arazi endeksi, test sonuçları nedeniyle su endeksi ile yakın ilişki içerisinde. Yeryüzünün yüzeyi, su kaynaklarının eksikliğinden dolayı bitki örtüsünü çıplak bırakır, bunun bir sonucu olarak Trabzon sıcaklık değerleri artar.

Arazi yüzey sıcaklığı ile dört mevsimsel soğuk mevsim indeksi arasındaki ilişki üzerine mekânsal oto korelasyon testi sonuçları elde edilmiştir.

NDVI, NDBI, NDBaI ve NDWI ile LST arasındaki korelasyon istasyon için ortalama veriler soğuk mevsimde mekânsal oto korelasyon testinin sonuçları aynı koşulları ve dört endeksin sıcaklıkla korelasyonunu göstermiştir. Ancak korelasyon sıcak mevsime göre farklıdır.

Trabzon meteoroloji istasyonlarının verileri uzmanları tarafından özetlenmiştir ve bu verilerin ortalaması, Trabzon'un yüzey sıcaklığının ve bağıl neminin bir göstergesi olarak yayınlanmaktadır. Trabzon şehri uydu görüntüsünde yer almaktadır, bu nedenle bu çalışmada Trabzon meteorolojik istasyonu tarafından sağlanan ortalama sıcaklık yeterlidir ve ayrı bir analiz yapılmasına gerek yoktur.

Uydu görüntü işlemenin doğruluğunu sağlamak ve dört Doğrulama Süreci olarak adlandırılan dört endeks ve sıcaklık arasındaki mekânsal korelasyonun (anlamlılık) varlığını doğrulamak için meteorolojik ve uydu görüntüleri karşılaştırılarak oluşturulan konfor değer alanları belirlenmiş ve Trabzon için biyokonfor haritası oluşturularak Şekil 4.10.'de verilmiştir.

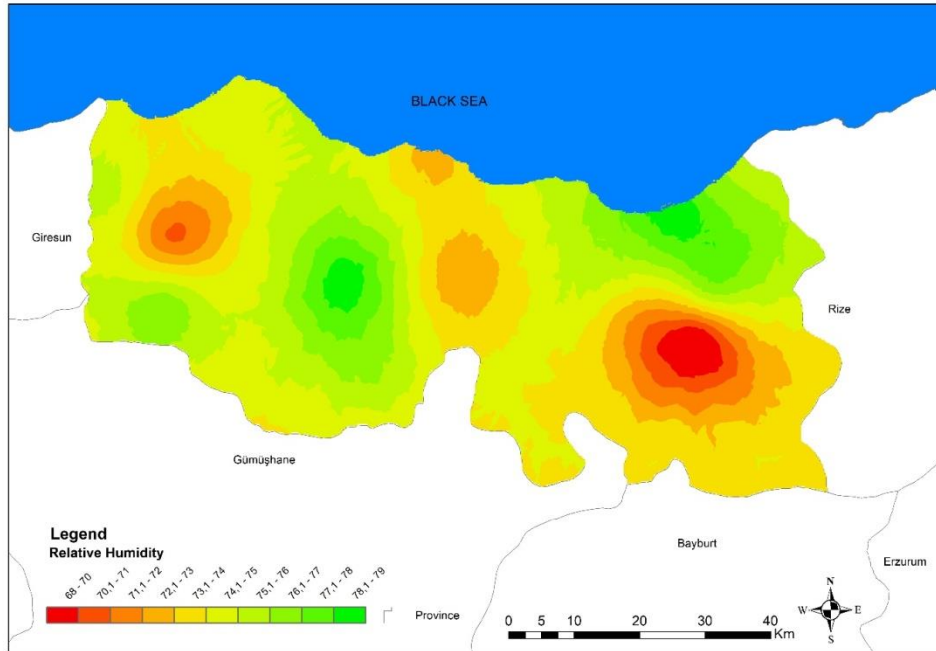


Şekil 4.10. Trabzon ili biyokonfor haritası

Trabzon ili biyokonfor haritasına göre, sıcak mevsimlerde sıcak kümeler oluşmakta ve soğuk mevsimde yok olmaktadır. Başka bir deyişle, yeşil renkle işaretlenmiş alanlar, Trabzon'un batı ve güneybatısındaki sıcak ve soğuk mevsimler arasında şekillenmiş veya güçlendirilmiş sıcak kümeler oluşturmaktadır. Öte yandan, mavi renkle işaretlenmiş alanlar, sıcak kümelerin kaybolduğu veya zayıfladığı alanları temsil eder. Haritaya göre, şehir merkezi, ısı adası ana odağını korumaktadır. Ayrıca, batı ve güneybatı civarında yeni sıcak kümeler ortaya çıkmaktadır.

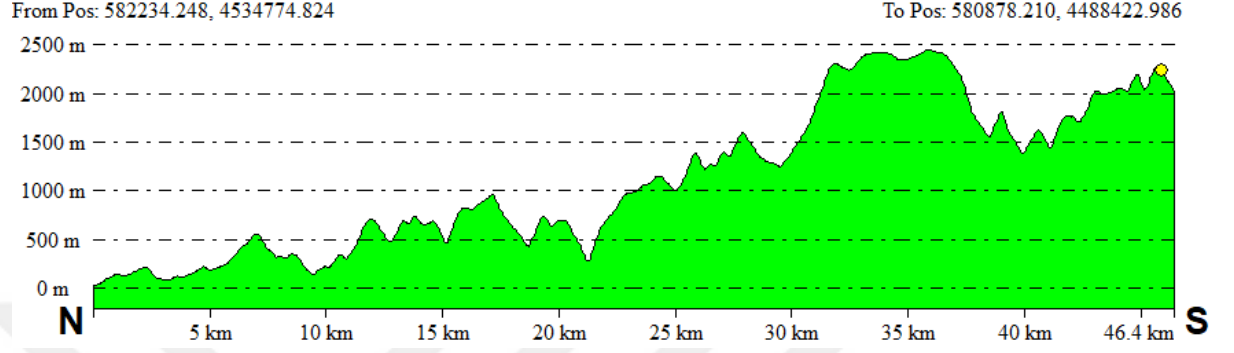
Ayrıca, yaz mevsimi ve kış mevsimi ile örtüşen bitki örtüsünün karşılaştırılması, Trabzon'daki güçlendirilmiş ve genişletilmiş kentsel ısı adasının ve azalan serin alanların, soğuk mevsimlerde vejetasyon örtüsüyle ve sıcak mevsimlerde vejetasyon yenilenmesiyle uzlaşmaz bir uyuma sahip olduğunu göstermektedir.

Biyokonfor temelde meteorolojik verilerle ilişkilidir ve bu bileşenlerin en önemlilerinden birisi bağıl nemdir. Konforlu alanlar ile bağıl nem arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla Trabzon ili bağıl nem haritası ayrıca oluşturulmuş ve Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Trabzon ili bağıl nem haritası

Trabzon ili bağıl nem haritası incelendiğinde, bağıl nem ile konforlu alanlar arasında doğrudan bir ilişkinin bulunmadığı göze çarpmaktadır. Konforlu alanlar ile yükselti arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla alanın profil detayı çıkartılmış ve kuzeyden güneye yükselti değişimi Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Trabzon ili yükselti değişimi

Çalışma alanının yükselti değişimi incelendiğinde kuzeyden güneye önemli ölçüde artış olduğu görülmektedir. bilindiği üzere yükselti arttıkça sıcaklık düşmektedir ve bundan dolayı yükselti ile konforlu alanlar arasında önemli ölçüde bir ilişki bulunabilmektedir. Nitekim Trabzon ili için biyokonfor haritası ile yükselti değişimi incelendiğinde önemli ölçüde örtüştüğü görülmektedir.

5.SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışma sonuçları Trabzon ilinde 2005 yılından itibaren hızlı bir kentleşme meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Trabzon kentindeki kentleşmenin, son 30 yılda önemli ölçüde arttığı, 1985 de % 21'den 2018'de% 43'e çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında, arazi örtüsü, iklim ve arazi yüksekliğinin kentle nasıl ilişkili olduğu gösterilmiştir. Trabzon kentinde bölgesel ve yerel ölçekteki ısının değişimi incelendiğinde, çeşitli arazi örtüsü sınıfları arasındaki ortalama LST4 farkı, her seferinde ortalama 5.70 °C 'dır. Ayrıca, çeşitli arazi örtüsü sınıfları için ortalama LST, 1985'den 2018'e kadar ortalama 6.46 °C'den fazladır. Ayrıca sonuçlar, NDTA 5 ortalamalarının, ortalama arazi yüksekliğinin ve ortalama iklimin, Trabzon'un iç bölgelerinde şehir dışına oranla LST' nin azaltılmasında daha etkili olduğunu göstermiştir.

Metropoller yapay yapılar, geçilmez yüzeyler, yüksek trafikli araçlar, yüksek nüfus yoğunluğu ve karmaşıklık nedeniyle gelişmiş yapılara sahiptir. Genellikle, insan faaliyetlerinin kentsel çevre üzerindeki etkisinin ciddiyeti, çevrenin insani kullanımının en yoğun olduğu alanlar olarak, hava koşullarında geniş çaplı değişikliklere yol açmaktadır. Daha önce bahsedildiği gibi, büyükşehirlerin kentsel yapı unsurları, tarımsal arazilerin tahrip edilmesi, meralar, geniş inşaat, kentsel kirlilik, artan sera gazı emisyonları ve parlaklık yansımaları gibi farklı yollarla kentsel ısı adası fenomeni oluşumuna yol açmaktadır (Weng, 2001).

Kentsel ısı adası artan şehir sıcaklığına, azaltılmış hava kalitesine, çeşitli ruhsal ve psikolojik hastalıklara, vatandaşların yaşam kalitesinin düşmesine, hastalıkların görülme sıklığına, göç, nüfus dağılımına, yerel rüzgâr paternlerindeki değişikliklere ve benzeri sorunlara yol açar (Topay 2012; Topay 2013; Topay ve Parladir 2015;Zaeemdar ve Baycan, 2017; Norman, 1995; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018; Kaya vd., 2018; Canturk 2018; Cetin vd., 2010; Cetin 2015; Cetin 2016; Cetin ve ark 2018a,b,c, d)

Bu nedenle, kentsel ısı adaları, meteoroloji, hidroloji, ekoloji, jeoloji, tıp bilimleri, ulaşım ve konut ağı tasarımı ve çok çeşitli çevre, mühendislik ve insan çalışmaları

gibi çok çeşitli bilimsel çalışmalar için önemli bir konudur. Uydu görüntüleri gibi uzaktan algılama teknolojisini kullanmak, sanayileşmenin ve kentleşmenin olumsuz etkilerini kontrol etmek için yöneticilere ve mühendislere çok fazla beceri ve fırsat sağlar (Kaya vd., 2018) Bu nedenle, fenomen tanıma ve analiz kentsel planlama için önemlidir (Kato ve Yamagochi, 2005).

Bu çalışma, lineer regresyon, doğrusal olmayan regresyon, biyokonfor peyzaj analizi ve ULAT kullanılarak biyokonfor peyzaj analizini ve Getis Ord Gi istatistiklerini kullanarak, LULC değişimi ile konfor ve UHI etkileri arasındaki ilişkiyi inceleyen kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, UHI'yi tanımlamak için etkili bir yöntem sağlamakta ve sürdürülebilir peyzaj planlama ve yönetim için bilimsel bir temel sağlayarak politikacılar ve halk için önemli etkilere sahiptir.

LST ve NDVI, NDBI arasındaki her bir LULC tipi arasındaki ilişki incelenerek, Korelasyonun her zaman doğrusal olmadığı belirlenmiştir. Çünkü her LULC tipi arasında farklılık gösterebileceği gibi coğrafi konum ve mevsime de bağlı olabilir. Bu bulgu önceki UHI çalışmalarıyla tutarlıdır (Ogashawara ve Bastos 2012; Wang vd., 2018; Sobrino vd., 1996; Sun vd., 2010; Kato ve Yamagochi 2005; Sobrino vd, 2004; Norman 1995; Lin vd., 2011).

Verilerin analizi, LULC ve LST arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, gelecekteki LST'yi tahmin etmek için KRR ve LULC tipi değişkenleri kullanarak lineer olmayan regresyon uygulanmıştır. Bu yöntem, UHI tahmininde ümit verici bir performans sergilemektedir. Öngörülen LST, konfor büyümenin sıcak alanı genişleterek UHI paternini ciddi şekilde etkilediğini doğrulamaktadır. Çalışmamız LST tahmin performansının kararlılığa güçlü bir şekilde bağlı olduğunu doğrulamaktadır. Bu araştırmada, LST'yi tahmin etmek için regresyon algoritmalarının yeterliliğine olan etkisine biraz ışık tutmaya çalışmıştır. Bu durum önceki çalışmalarda da ele alınmıştır (Bokaie vd., 2016; Feng vd., 2014; Cristóbal vd., 2018; Gill vd., 2017; Liu ve Zhang 2011; Amawa 2017) .

Sıcak nokta veya soğuk nokta alanlarının böyle bir yöntemle tanımlanması, ortalama yüzey sıcaklığının yüksek veya düşük olmasına bağlı değildir. Dolayısıyla farklı LST

değerlerinin zaman içindeki etkisi azalır. Genel olarak, peyzaj konfor alanları alanının% 20'den fazlası her zaman daha sıcakken, ekser alanının% 10'undan daha azı, ortalama bölgesel LST'den daha soğuktur. Sıcak noktalar zamanla artma eğilimindedir ve kentsel genişleme ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Topay 2012; Topay 2013; Topay ve Parladiir 2015; Zaeemdar ve Baycan, 2017; Norman, 1995; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018; Kaya vd., 2018; Canturk 2018; Cetin vd., 2010; Cetin 2015; Cetin 2016; Cetin ve ark 2018a,b,c, d) .

ULAT kullanarak yapılan peyzaj analizinin yenilikçi bir yöntem olduğu önerilmektedir. Turizmin UHI üzerindeki etkisini araştırmak uygulamada oldukça fazla işe yarayabilir. Yöntemin uygulanması oldukça basit olmakla birlikte, UHI'nın peyzaj kompozisyonundan ciddi şekilde etkilendiği görölmektedir (Topay 2012; Topay 2013; Topay ve Parladiir 2015;Zaeemdar ve Baycan, 2017; Norman, 1995; Van de Griend ve Owe, 2003; Cetin vd.,2018; Kaya vd., 2018; Canturk 2018; Cetin vd., 2010; Cetin 2015; Cetin 2016; Cetin ve ark 2018a,b,c, d).

Arazi kullanımı planlaması ve turizm yönetim perspektifinden, planlamacıların ve politika yapıcılarının, LULC yapılarında kamusal alanın, yeşil alanların ve suyun oranını muhafaza eden gelecekteki arazi kullanım politikalarına ciddi bir dikkat göstermeleri tavsiye edilmektedir. Benzer bulgulara başka çalışmalarda da ulaşılmıştır (Hang ve Rahman 2018; Keeratikasikorn ve Bonafoni 2018; Scharsich vd., 2017; Fan vd., 2018; Zhang vd., 2006; Van de Griend ve Owe 2003; Asgarian vd., 2015).

Yapılan çalışmalar, UHI etkisinin aynı zamanda turizmin gelişimini de oldukça etkilediğini göstermektedir (Ogashawara ve Bastos 2012; Wang vd., 2018; Sobrino vd., 1996; Sun vd., 2010; Kato ve Yamagochi 2005; Sobrino vd, 2004; Matzarakis vd., 1999; Matzarakis vd., 2007; Matzarakis vd., 2010; Cetin vd., 2018; Kaya vd., 2018; Sobrino vd., 2004).

Bu araştırmada konunun önemi göz önüne alındığında, uydu görüntüleri analiz edilerek Trabzon alanının kentsel ısı adası durumu analiz edilmiştir. Bu araştırma için Landsat uydu görüntüsü kullanılmış ve sonuçlar uydu ve özellikle TIRS ve OLI

bantları, şehrin termal koşullarının araştırılmasında yüksek verimliliğe sahip olduğunu göstermiştir (Qin ve Berliner, 2001)

Yüksek kaliteli verilerin elde edilmesini sağlamak için Meteoroloji İstasyonu, verileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Landsat uydu görüntülerinin yüksek performansını doğrulamış ve uydu görüntüleri ve Trabzon meteorolojik yer istasyonu ısı ile ölçülen ısı arasında -112.1600 oC olduğunu göstermiştir. Farkın, enerji yansıma akışını engelleyen atmosferik kirliliğe bağlı olduğu düşünülen sıcaklık ve emisyon üzerindeki yüzey pürüzlülüğü etkilerinden kaynaklanmaktadır (Sobrinho vd., 2004). Bu bağlamda (uydu ve yer istasyonları ile ölçülen sıcaklık arasındaki fark) ayrıca, araştırma sonuçları, uydu ve yer istasyonları ölçümleri arasında bir fark olduğunu göstermiştir (Sun vd., 2010; Cetin vd., 2018e;) Buna göre Trabzon sıcaklık farkının ana nedeninin şehirdeki yüksek kirletici konsantrasyonları olduğu düşünülmektedir.

Biyokonfor son yıllarda gündeme gelen ve önemini gittikçe artıran bir konudur. Bundan dolayı özellikle son yıllarda çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalarda Çetin (2016) Cide ilçesi için elde edilen biyokonfor haritalarının analizi sonucu ilçe genelini %40.5'inin biyoklimatik konfor için uygun olduğunu ortaya koymuştur. biyoklimatik konfor için negatif alanlar ise çoğunlukla ilçenin kuzeydoğu ve güney kesimlerinde olduğunu belirlemiştir.

Bir başka çalışma Karabük'te yapılmış ve çalışma kapsamında elde edilen haritaların analizi sonucunda Karabük ilinini biyokonfor için uygun alanın toplam 211 km² olarak belirlense, bu alanın yaklaşık %80'lik kısmı olan 183 km²'lik alan biyo konfor için ayrılabilir alan olarak hesaplanmıştır. Bu 183 km² alanın 28 km² kısmı en fazla nitelikli biyokonfor alanı olarak belirlenmiştir (Çetin, 2018).

Cetin vd. (2018) bir başka çalışmada; Elazığ'da yaz aylarında dağlık alanlar ve yoğun olarak 1000-2000 m aralığındaki alanların biyokonfor açısından uygun alanlar olduğunu belirtmişlerdir. Elazığ ili için her ay aylık bazda PET endeksi ile analiz edildiğinde, biraz serin, rahat ve hafif ılıman hissedilen ay aralığı Haziran ve Ağustos ayları arasında belirlenmiştir.

Cetin vd., (2018) yaptıkları çalışmada Manisa'nın büyük bir kısmının üretilen haritalara göre biyoklimatik konfor açısından uygun olduğunu belirlemişlerdir. Arazi kullanımındaki hızlı değişimler sonucu, kırsal ekosistemler ve yaşam kalitesinin bozulduğunu ortaya koymuşlardır. Artan bina yoğunluğundan dolayı, insanların huzurlu ve rahatça yaşam faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için doğal ve kültürel kaynakların detaylı olarak analiz edilmesi gerekliliğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, kırsal bölgeler için en uygun arazi kullanım planlaması yapılması gerektiğini önermişlerdir.

Cetin v.d (2018) yaptığı çalışmanın sonucunda Aydın ilinin biyoklimatik konfor bölgesi için uygun aralıkta olduğunu belirlemişlerdir. Biyo-iklimsel konfor aralığı ortalama 17 °C olması gerekirken, Aydın şehri 14 - 19 °C arasında bir konfor aralığı göstermiştir. Sonuç olarak, Aydın kentinin biyoklimatik rahatlık için uygun bir alan olduğu tarafından ortaya konulmuştur.

Peyzaj planlamada dikkate alınması gereken en önemli konulardan biri biyokonfordur. Fakat yapılan çalışmalara bakıldığında, çalışmaların birçoğunun çok sınırlı alanlarda yapıldığı ve sadece araştırma olarak kaldığı gözlemlenmektedir. Yapılan çalışmaların uygulamaya aktarımı konusunda şimdiye denk yeterince yol alınmadığı görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmaların, kentsel planlamalarda göz önüne alınması, yapılacak planlamaya bağlı olarak oluşacak yapılaşmanın, biyokonforu nasıl etkileyeceğinin hesaplanarak planlamaların şekillendirilmesi, insanlara daha konforlu yaşam alanlarının sunulması bakımından elzemdir. (Cetin v.d 2017).

6.ÖNERİLER

Trabzon kara yüzey sıcaklıklarında Moran uzamsal oto korelasyon analizi sonuçları ve sıcak mevsim korelasyonu, bitki örtüsünün şehrin yüzey sıcaklığını azalttığını göstermiştir. Başka bir deyişle, şehrin bitki örtüsü, termal fenomenin önlenmesinde veya değiştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Mekânsal oto korelasyon analizinin bir başka sonucu, konut alanlarının, konutların olumsuz etkilerini kontrol etmek için güneş ışığı yayma ve ısıtma cihazlarının kullanımı nedeniyle kentsel ısı adası fenomenini şiddetlendirmede büyük rol oynadığı belirlenmiştir. Konutların olumsuz etkilerini kontrol etmek için konutların çatılarını bitkilendirme (yeşil çatı) yapılabilir. Çatı bahçeleri, çatılardan yansıyan güneş ışığını ve dolayısıyla radyasyonun azalmasına sebep olacak ve bundan dolayı çatıların ısı etkisi azalacaktır. Yeterli yeşil alan sağlanmaması, hatalı planlama ve yoğun arazi kullanımı biyoklimatik konfor açısından olumsuz durumlardır (Çetin vd. 2018).

Söz konusu faktörlerin Trabzon hava durumu üzerindeki etkileri, Trabzon kent merkezi bölgesinde bir kentsel ısı adası olarak görünen ve Trabzon iklim ve çevresini, sadece Trabzon'da değil, bölgesel ölçekte de ekonomik ve sosyal gelişimi değiştiren kentsel iklim denilen iklim koşullarının yaratılmasına yol açmaktadır. Bundan dolayı sokaklarda bitki yetiştirmek amacıyla daha fazla alan oluşturmanın yanı sıra parklar ve yeşil alanlar geliştirilmeli ve güneş ışığının sokak tabanına ulaştırılması önerilmektedir. Bunun yanında kentsel planlama çalışmalarında kent içerisindeki hava sirkülasyonunu sağlayacak hava koridorlarının planlanması hem hava kirliliğinin azalmasına hem de ısı adası oluşumuna önemli düzeyde engel olmaktadır. Bundan dolayı kentsel planlama çalışmalarında kent içerisindeki hava koridorları mutlaka göz önünde bulundurulmalı ve planlamaya dahil edilmelidir.

Bu çalışmanın bulguları kentsel ısı adası zayıflamasında kentsel bitki örtüsünün etkinliğini göstermiştir. Dahası, Trabzon kentinin nüfusunun sürekli arttığı ve bunun çevre üzerindeki baskıların genişlemesine ve şiddetlenmesine yol açtığı söylenebilir. Sonuç olarak, çeşitli çevre kirliliği, kaynakların bozulması, doğal alanların azaltılması ve Trabzon vatandaşlarının artan ihtiyaçlarının sağlıklı çevreye ve şehir

plancılarından beklentilerin artmasına yol açmaktadır. Nüfusun ve sanayinin kent üzerindeki çevresel baskısı, kentsel ısı adasına karşı alanın kırılabilirliğine ve dalgalanmasına yol açmaktadır.

Bu durumda çözüm olarak Trabzon'un fiziksel genişlemesinin engellenmesi, şehrin çevresinin korunması ve restore edilmesi, şehir yöneticilerinin ana planlarından olmalıdır. Trabzon'daki kentsel ısı adası fenomen etkilerini azaltmak için kentsel yöneticilerin şehir çevresindeki kenti genişletmesi ve yüzey sıcaklığının gelişmeden önce düşük olması tavsiye edilir. Trabzon'daki kentsel ısı adası fenomenini kontrol etmek için aşağıdaki stratejiler önerilmiştir:

Ulaşım yolları boyunca (sokaklar ve sokaklar, demiryolları çevresinde), halka açık yerlerde (parklar, kamu ve kentsel alanlar, okul bahçeleri, oyun alanları ve halka açık otoparklar) ve özel yerlerde (yerleşim alanları, çatılar ve duvarlar) bitki örtüsünün artırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, kentsel yeşil alanların gelişimi, yeşil mimarinin gelişimi ve yeşil binaların inşası için planlama yapılması, binaların çatılarının çiçek ve bitki dikimine tahsis edilmesi, Trabzon'daki parkların ve yeşil alanların geliştirilmesi, bakım için mali kaynaklar Yeşil alanlar, tıkanmalardan kaçınmak, yeşil şehirli tatlılık, artan yerel parklar, Trabzon'un koşullarının iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Toplu taşıma araçlarının kullanımının yanı sıra özellikle otomotiv endüstrisinin kalite ve çevre standartları denetlenmelidir. Trabzon kent merkezinde yoğun bir trafik bulunmaktadır. Bu nedenle, metro, kamu hizmetleri, yeşil taksiler, bisikletler gibi toplu taşıma altyapısının geliştirilmesi yoluyla sera gazı emisyonlarının azaltılması önerilmektedir. Ayrıca, büyük ve kirletici endüstrilerin birçoğu Trabzon'da yer aldığından dolayı, teknolojiyi modernleştirmenin yanı sıra düzenleyici standartları güçlendirerek hava kalitesi düzeyini arttırmak mümkündür.

Çoğunlukla metal çatılar olan ve güneş ışığının yoğun yansımaya neden olan eski yapıları yeniden inşa etmek ve restore etmek ve kentsel yöneticilerin planlarının önceliği olmalıdır. Trabzon'un toplam alanının yaklaşık 1/3'ü yıpranmış bir dokudan oluşmaktadır. Trabzon şehrinin, metal çatıların, duvarların, bitki örtüsüz alanların

ana özelliği, güneş ışığıny yansıtması ve nihayetinde sıcaklıkta bir artışa neden olumasıdır. Bu nedenle, aşınmış dokuların rekonstrüksiyonu ve bu binaların yeniden yapılandırılması düşünölmelidir. Ayrıca çatı bahçelerinin tesis edilmesi de bu sorunun çözümine katkıda bulunacaktır.

Kentsel mimariye ve yeşil mimarlık ilkelerine dayalı tasarım kriterlerine dikkat edilmelidir. Trabzon'un güney kısımlarındaki tıkanıklık önlenmelidir. Çünkü Trabzon'un güney kısımları dehidratasyon, kumlu toprak yapısı, kirli ve fakir mahalleler vb. nedenle, kentsel alanlardaki bina yoğunluğundan kaçınmak ve binaları uygun bir mesafede inşa etmek ve caddelerde bitkilendirmeler yapmak önemlidir.

Ayrıca, gelecekte aşağıdaki konuların araştırmacılar tarafından dikkate alınması önerilmektedir.

- Kentsel termal ısı adasının oluşumunda kent ve kent büyüklüğünün geometrik özelliklerinin rolü.
- Kuraklığın yayılması ile şehrin termal ısı adası arasındaki ilişki.
- Kentsel termal ısı adası ile Trabzon'daki yaygın hastalıkların yaygınlığı arasındaki ilişki.
- Ada ıssısı ile Trabzon'daki ekonomik, sosyal, psikolojik konular arasındaki ilişki
- Kent içerisindeki hava kirliliğinin, özellikle partikül madde ve polen kirliliğinin düzenli olarak takip edilmesi ve insan sağlığı için olumsuz etkiler oluşturabilecek seviyeye ulaşan alanların ve dönemlerin tespit edilerek alınması gereken önlemlerin belirlenmesi

Trabzon ilinde peyzajın konfor şartlarının belirlendiği bu çalışmada, 1985-2018 yılları arası uydu görüntüleri ile sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâr hızı parametreleri analizleri yapılmıştır. Türkiye'de Karadenizin en önemli kentlerinden birisi olan Trabzon tüm yıl rekreasyonel faaliyetleri için uygundur.

İl genelinde yağış miktarları yüksek seyretmektedir. Yağış miktarının çokluğu dış mekân faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemekle birlikte yıl bazında değerlendirildiğinde yağışların Ocak, Kasım ve Aralık aylarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu nedenle diğer ayların il genelinde yağış açısından dış mekân faaliyetlerine uygunluğundan bahsetmek mümkündür.

İlin iklim konforu yılın hiçbir ayında, hiçbir ilçede kabul edilebilir seviyesinin altına düşmemektedir. Bu nedenle ilin yıl boyunca turizm ve dış mekân rekreasyon faaliyetleri için uygun iklim koşullarına sahip olduğunu ifade etmek mümkündür. Ancak Kasım, Aralık ve Ocak aylarında iklim konforu seviyelerinin diğer aylara göre düşüş gösterdiği gözlemlenmiştir. Kıyı ve rekreasyon faaliyetlerine uygunluktan söz etmek mümkündür.

Bu araştırma gerçekleştirilirken temel amaç bölge ikliminin turizm ve rekreasyon faaliyetlerine uygunluğunun belirlenmesi ve potansiyellerin ortaya çıkarılmasıdır. Bir bölgede turizm ve rekreasyon faaliyetleri amaçlı yatırımlar gerçekleştirilmeden önce iklim açısından sezon uygunluğunun ve uzunluğunun belirlenmesi son derece önemlidir. Bununla birlikte bu çalışma var olan ancak kullanılmayan potansiyellerin ortaya konulmasında da faydalı olacaktır. İleriki çalışmalarda iklim konforu analizinin destinasyona yönelik farklı turizm verileri ile karşılaştırılmasının önemli sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir. Ayrıca spesifik bir turizm veya rekreasyon faaliyetinin iklim gereksinimlerinin göz önüne alındığı ve bu gereksinimleri en uygun şekilde karşılayan destinasyonların bulunmasına yönelik çalışmaların yapılması da mümkündür.

KAYNAKLAR

- Adegoke, C. and A. Sojobi.(2015)."Climate change impact on infrastructure in Osogbo metropolis, south-west Nigeria." *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences* 6(3), p. 156-167,.
- Amawa, S. (2017). "Assessment of Health Related Impacts of Urban Heat Island (UHI) in Do uala Metropolis, Cameroon." *World Journal of Applied Environmental Chemistry* 2(2), p. 54- 60.
- Asgarian, A. Amiri, B. J. & Sakieh, Y. (2015). Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach. *Urban Ecosystems*, 18(1), p. 209-222.
- Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arasteh, P. D., & Hosseini, A. (2016). Assessment of Urban Heat Island based on the relationship between land surface temperature and land use/land cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society*, 23, 94-104.
- Canturk, U., 2018. Kasatmonu ilinin alansal değişiminin belirlenmesi ve peyzaj plan kararlarının alınması. Yüksek lisans tezi.
- Cetin M., (2018). The Finding Of Suitable Biocomfort Area Mapping For Karabük City Center, *International Agricultural, Biological & Life Science Conference*, 2 – 5 SEPTEMBER, 2018, Edirne, Turkey, 2018, Page 295-299.
- Cetin, M., Sevik H., Zeren I (2017b). Chapter 7: Coastal Biocomfort Mapping for Doganyurt. OMICS, e-Books International, The Effects of Environmental Policies on Sustainability: Theory and Methods. Eds: Nurcan Kilinc-Ata, pp 51-55, USA
- Cetin, M., Yıldırım, E., Canturk U., Sevik H. (2018a). Chapter 25: Investigation of Bioclimatic Comfort Area of Elazig City Centre. In book title: Recent Researches in Science and Landscape Management, Cambridge Scholars Publishing. ISBN (10): 1-5275-1087-5, ISBN (13): 978-1-5275-1087-6, Lady Stephenson Library, Newcastle upon Tyne, NE6 2PA, UK. Page: 324-333
- Cetin M (2015b) Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(5), 420-424

- Cetin M, Cakir C, Canturk U and Sevik H. (2018c). Chapter 23: taking the decisions of the area with the geodesign of Karabuk city centre. In book title: Recent Researches in Science and Landscape Management, Cambridge Scholars Publishing. ISBN (10): 1-5275-1087-5, ISBN (13): 978-1-5275-1087-6, Lady Stephenson Library, Newcastle upon Tyne, NE6 2PA, UK. Page: 299-309
- Cetin M, Onac AK, Sevik H, Canturk U, Akpinar H (2018a). Chronicles and geoheritage of the ancient Roman city of Pompeiopolis: a landscape plan. *Arabian Journal of Geosciences*. 11:798. DOI: 10.1007/s12517-018-4170-6. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-018-4170-6>
- Cetin M, Sevik H, Canturk U, Cakir C (2018g) Evaluation of the recreational potential of Kutahya Urban Forest. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5):2629-2634.
- Cetin M. (2016a) Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: A case study of Cide Coastline, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4 (9), 800-804
- Cetin M., Adiguzel F., Kaya O., & Sahap, A. (2018d) Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin. *Environment, Development and Sustainability*, (2018) 20 (1): 361-375. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9885-5>
- Cetin M., Zeren I., Sevik H., Cakir C., Akpinar H. (2018b). A study on the determination of the natural park's sustainable tourism potential. *Environmental Monitoring and Assessment*. 190(3): 167. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6534-5>
- Cetin M., Zeren I., Sevik H., Cakir C., Akpinar H. (2018c). A study on the determination of the natural park's sustainable tourism potential. *Environmental Monitoring and Assessment*. 190(3): 167. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6534-5>
- Cetin, M. (2015). Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu city, *Environmental Monitoring & Assessment*, 187(10), 640. doi:10.1007/s10661-015-4861-3.
- Cetin, M. (2016c): Sustainability of urban coastal area management: A case study on Cide. – *Journal of Sustainable Forestry* 35: 527-541.
- Cetin, M., Sevik, H., (2016b). Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1):52 <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-015-5064-7>
- Cetin, M., Sevik, H., Saat A., (2017). Indoor Air Quality: the Samples of Safranbolu Bulak Mencilis Cave. *Fresenius Environmental Bulletin*. 26(10): 5965-5970. http://www.prt-parlar.de/download_feb_2017/

- Cetin, M., Sevik, H., Zeren, I., Canturk U., Akarsu, H., (2017a). "Chapter 6_ Assessment of the Sustainable Tourism Potential of A Natural Park For Landscape Planning: A Case Study Of The Yesilyuva Nature Park". OMICS, e-Books International, The Effects of Environmental Policies on Sustainability: Theory and Methods. Eds: Nurcan Kilinc-Ata, pp 44-50, USA
- Cetin, M., Sevik, H., Zeren, I., Canturk U., (2017c). "Chapter 8_ Potential of Ecotourism: A Case Study of Doganyurt". OMICS, e-Books International, The Effects of Environmental Policies on Sustainability: Theory and Methods. Eds: Nurcan Kilinc-Ata, pp 56-61, USA.
- Cetin, M., Kalayci O, A., Sevik, H., B., Sen B., (2018d) Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa, Air Quality, Atmosphere & Health Air Qual Atmos Health (2018). <https://doi.org/10.1007/s11869-018-00657-6>,
- Cetin, M., Sevik, H. (2016b). Chapter 5: Assessing Potential Areas of Ecotourism through a Case Study in Ilgaz Mountain National Park, Tourism - From Empirical Research Towards Practical Application. InTech, Eds:Leszek Butowski, pp.190, ISBN:978-953- 51-2281-4, Chapter pp. 81-110
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit N., (2018e). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. Environmental Monitoring and Assessment. 190: 404. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6783-3>
- Cetin, M., Topay M., Kaya, L. G., and Yılmaz, B. (2010). "Biyoklimsel Konforun Peyzaj Planlama Sürecindeki Etkinliği: Kütahya Örneği". Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2010, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 83-95, <http://edergi.sdu.edu.tr/index.php/sduofd/article/viewFile/1692/1745>
- Cetin, M., Topay, M., Kaya, L.G., Yılmaz B. (2010). Efficiency of bioclimatic comfort in landscape planning process: the case of Kutahya. Suleyman Demirel University. Journal of Faculty of Forestry, A(1), 83–95. Isparta.
- Cetin, M., Yildirim, E., Canturk, U., Sevik, H.,(2018e). Chapter 25: Investigation Of Bioclimatic Comfort Area Of Elazığ City Centre. In Book Title: Recent Researches In Science And Landscape Management (Edited By Recep Efe, Murat Zencirkiran And Isa Curebal), Cambridge Scholars Publishing. Isbn (10): 1-5275-1087-5, Isbn (13): 978-1-5275-1087-6, Lady Stephenson Library, Newcastle Upon Tyne, Ne6 2pa, Uk. Page: 324-333

- Cetin, M., Zeren I. (2016). Evaluation of the value of biocomfort for Kastamonu-İnebolu. International Conference GREDIT'2016 – Green Development Infrastructure Technology, Poster section 4: Management of Urban and Industrial Waste, Climate Change – Biodiversity – Efficiency, ISBN 978-608-4624-21-9, 31.03 and 01.04 2016, p4–35, page: 310, Skopje, Macedonia.
- Chander G., Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(11): 2674-2677
- Chen, X.L. Zhao, H.M. Li, P.X. & Yin, Z.Y. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes, *Remote Sensing of Environment*.104, p.133–146
- Cristóbal, J., Jiménez-Muñoz, J. C., Prakash, A., Mattar, C., Skoković, D., & Sobrino, J. A. (2018). An Improved Single-Channel Method to Retrieve Land Surface Temperature from the Landsat-8 Thermal Band. *Remote Sensing*, 10(3), 431.
- Çetin M, Topay M, Kaya L. G, Yılmaz B (2010). Biyoiklimsel Konforun Peyzaj Planlama Sürecindeki Etkinliği: Kütahya Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 83-95
- Çetin, M., Önaç, K., A., Çelik, A., D., Arıca, B., Şevik, H., Çalı K., (2018f) Biocomfort In Urban Planning Studies: Case Of Manisa. ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük, 28-30 Haziran 2018 Anadolu Üniversitesi – ESKİŞEHİR, pp124-131
- ESRI 2014. How Hot spot analysis: Getis-Ord Gi* (Spatial Statistics) works and density analysis, <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html> (20.02.2014).
- Estoque, R. C. Murayama, Y. & Myint, S. W. (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Science of the Total Environment* 577, p. 349-359.
- Fan, Y. Li, Y. & Yin, S. Interaction of multiple urban heat island circulations under idealised settings. *Building and Environment*, 134, p. 10-20. 2018.
- Feng, H. Zhao, X. Chen, F. & Wu, L. (2014). Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat island. *Advances in Space Research* 53(3), 463-473.
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built environment*, 33(1), 115-133.

- Hang, H. T., & Rahman, A. (2018). Characterization of thermal environment over heterogeneous surface of National Capital Region (NCR), India using LANDSAT-8 sensor for regional planning studies. *Urban Climate*, 24, 1-18.
- Kato, S. & Yamagochi, Y. (2005). Analysis of urban heat- island effect using ASTER and ETM+ Data: Separation of anthropogenic heat discharge and natural heat radiation from sensible heat flux. *Remote Sensing of Environment* 99, p. 44 – 54.
- Kaya E, Agca M, Adiguzel F, & Cetin M (2018). Spatial data analysis with R programming for environment. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1470896>
- Kaya L.G., Kaynakci-Eline Z., Yucedag C., Cetin M (2018). Environmental outdoor plant preferences: a practical approach for choosing outdoor plants in urban or suburban residential areas in Antalya, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(12):7945-7952.
- Keeratikasikorn, C., & Bonafoni, S. (2018). Urban Heat Island Analysis over the Land Use Zoning Plan of Bangkok by Means of Landsat 8 Imagery. *Remote Sensing*, 10(3), 440.
- Li, H. Zhou, Y. Li, X. Meng, L. Wang, X. Wu, S. & Sodoudi, S. (2018). A new method to quantify surface urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 624, p. 262-272.
- Li, Y.Y., Zhang, H., Kainz, W. (2012). Monitoring patterns of urban heat islands of the fast growing Shanghai metropolis, China: Using time-series of Landsat TM/ETM+ data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9: 127-138
- Lin, C.Y. Chen, W.C. Chang, P.L. & Sheng, Y.F. (2011). Impact of the urban heat island effect on precipitation over a complex geographic environment in northern Taiwan. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 50(2), p. 339-353.
- Liu, L. & Zhang, Y. (2011). Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: A case study in Hong Kong. *Remote Sens* 3(7), p. 1535-1552.
- Mallick, J. Kant, Y. & Bharath, B.D. (2008). Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat ETM+. *Journal of Indian Geophysics Union* 12(3), p. 131–140.
- Mallick, J. Kumar Singh, C. Shashtri, S. Rahman, A. & Mukherjee, S. (2012). Land surface emissivity retrieval based on moisture index from LANDSAT TM satellite data over heterogeneous surfaces of Delhi city. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 19, p. 348-358.

- Matzarakis A., Mayer H., Iziomon M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature, *Int J Biometeorol* 43, 76–84
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. (2007). Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology* 51, 323-334.
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. (2010). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology* 54, 131-139.
- Mushore, T. D. Mutanga, O. Odindi, J. & Dube, T. (2017). Assessing the potential of integrated Landsat 8 thermal bands, with the traditional reflective bands and derived vegetation indices in classifying urban landscapes. *Geocarto International* 32(8), p. 886-899.
- Nichol, J.E. A. (1994). GIS-based approach to microclimate monitoring in Singapore's high-rise housing estates. *Photogram Eng. Rem S* 60, p. 1225–1232.
- Norman, J. M., (1995), Algorithms for extracting information from remote thermal-IR observation of the earth surface. *Remote Sensing environment* 51, p. 157-168.
- Ogashawara, I., & Bastos, V. d. S. B. A quantitative approach for analyzing the relationship between urban heat islands and land cover. *Remote Sensing*, 4(11), 3596-3618, 2012.
- Qin, Z. Karnieli, A. & Berliner, P. A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from LANDSAT TM data and its application to the Israel–Egypt border region. *International Journal of Remote Sensing* 22(18), p. 3719–3746, 2001.
- Razzaghmanesh, M., Beecham, S., & Salemi, T. (2016). The role of green roofs in mitigating Urban Heat Island effects in the metropolitan area of Adelaide, South Australia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 15, 89-102.
- Rotem-Mindali, O., Michael, Y., Helman, D., & Lensky, I. M. (2015). The role of local land-use on the urban heat island effect of Tel Aviv as assessed from satellite remote sensing. *Applied Geography*, 56, p. 145-153.
- Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., & Kolokotsa, D. (2015). On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings—A review. *Energy and Buildings*, 98, 119-124.
- Scharsich, V., Mtata, K., Hauhs, M., Lange, H., & Bogner, C. (2017). Analysing land cover and land use change in the Matobo National Park and surroundings in Zimbabwe. *Remote sensing of environment*, 194, 278-286.

- Shahmohamadi, P., Cubasch, U., Sodoudi, S., & Che-Ani, A. (2012). Mitigating urban heat island effects in Tehran metropolitan area Air Pollution-A Comprehensive Perspective: InTech.
- Sharma, A. Conry, P. Fernando, H. Hamlet, A. F. Hellmann, J. & Chen, F. (2016). Green and cool roofs to mitigate urban heat island effects in the Chicago metropolitan area: Evaluation with a regional climate model. *Environmental Research Letters* 11(6), 064004.
- Shen, H., Huang, L., Zhang, L., Wu, P., & Zeng, C. (2016). Long-term and fine-scale satellite monitoring of the urban heat island effect by the fusion of multi-temporal and multisensory remote sensed data: A 26-year case study of the city of Wuhan in China. *Remote sensing of environment*, 172, p. 109-125.
- Sobrino J.A., Jimenez-Munoz, J.C., Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5, *Remote Sensing of Environment*, 90(4): 434-440
- Sobrino, J.A. Li, Z.L. Stoll, M.P. & Becker, F. (1996). Multi- channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with ATSR data. *Int J Remote Sens* 17 (11), p. 2089–2114.
- Streutker, D.R. (2002). A remote sensing study of the urban heat island of Houston, Texas. *Int. J. Remote Sens* 23, p. 2595-2608.
- Sun, Q. Tan, J. & Xu, Y. (2010). An ERDAS image processing method for retrieving LST and describing urban heat evolution: a case study in the Pearl River Delta Region in South China. *Environmental Earth Sciences* 59, p. 1047-1055.
- Topay M., Parladir M.Ö. (2015). Conformity analysis for alternative tourism activities with the help of GIS in the case of Isparta province, *Journal of Agriculture Science* , 21(2) (2015): 300-309.
- Topay, M. (2012). Importance of thermal comfort in the sustainable landscape planning, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 13(3), 1480-1487.
- Topay, M. (2013). Mapping of thermal comfort for outdoor recreation planning using GIS: the case of Isparta Province (Turkey), *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(1), 110–120.
- Toth, C. and G. Józków. (2016). "Remote sensing platforms and sensors: A survey." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 115, p. 22-36. 2016.
- Van de Griend, A.A. & Owe, M., (2003). On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. *Int. J. Remote Sens* 14, p. 1119-1131.

- Wang, S. Ma, Q. Ding, H. & Liang, H. (2018). Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images. *Resources, Conservation and Recycling* 128, p. 526-534.
- Weng, Q. A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. *Int J Remote Sens* 22, p. 1999–2014, 2001.
- Xu, D. and R. Chen. (2017). "Comparison of urban heat island and urban reflection in Nanjing City of China." *Sustainable Cities and Society* 31, p. 26-36.
- Yucedag C, Kaya LG, and Cetin M. (2018) Identifying and assessing environmental awareness of hotel and restaurant employees' attitudes in the Amasra District of Bartin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2018, 190(2): 60. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6456-7>
- Yusuf, Y. A. Pradhan, B. & Idrees, M. O. (2014). Spatio-temporal assessment of urban heat island effects in Kuala Lumpur metropolitan city using Landsat images. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 42(4), 829-837.
- Zaeemdar S, Baycan T (2017) Analysis of the Relationship between Urban Heat Island and Land Cover in Istanbul through Landsat 8 OLI. *J Earth Sci Clim Change* 8: 423. DOI: 10.4172/2157-7617.1000423.
- Zengin, M., Kopar, I., Karahan, F. (2010). "Determination of bioclimatic comfort in Erzurum–Rize expressway corridor using GIS", *Building and Environment*, 45(1), 158-164.
- Zhang, J. Wang, Y. & Li, Y. A., (2006) C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM Band 6. *Comput Geosci*. 32, p. 1796-1805.
- Zhang, Y. Yiyun, C. Qing, D. & Jiang, P. (2012). Study on Urban Heat Island Effect Based on Normalized Difference Vegetated Index: A Case Study of Wuhan City, the 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modeling, *Procedia Environmental Sciences* 13, p. 574-581,
- URL-1, Trabzon ilinin meteorolojik verileri, 10.11.2018 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?sSiral=AL&m=TRABZON> adresinden alınmıştır.
- URL-2, Trabzon hakkında genel bilg, 10.11.2018 tarihinde. <http://www.trabzon.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- URL-3, Trabzon ormanlari hakkında bilgi, 10.11.2018 tarihinde. http://trabzon.ormansu.gov.tr/Trabzon/AnaSayfa/Birimler/DKMP_Sb_Md/Milli_Parklar.aspx?sflang=tr adresinden alınmıştır.

URL-4, Trabzon ili hakkında bilgi, 10.11.2018 tarihinde. <http://www.trabzon.bel.tr/> adresinden alınmıştır.

URL-5, Trabzon ili kültürel değerleri hakkında bilgi, 10.11.2018 tarihinde. <http://www.korumakurullari.gov.tr/TR-89731/trabzon-kultur-varliklarini-koruma-bolge-kurulu-mudurlu-.html> adresinden alınmıştır

URL-6, Trabzon ili nüfus verileri, 10.11.2018 tarihinde <https://www.nufusu.com/il/2016/trabzon-nufusu>, adresinden alınmıştır.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İlknur ZEREN ÇETİN
Doğum Yeri ve Yılı : Trabzon-1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ukizeren@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Trabzon Lisesi (Fen Bilimleri)
Yüksek Okul : Amasya Üniversitesi ,Amasya Meslek Yüksekokulu, Harita
Kadastro Bölümü
Lisans : Kastamonu Üniversitesi, Orman Müh. Böl.
Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi

Mesleki Deneyim

İş Yeri :07/2009-07/2010 Tapu Kadastro Müdürlüğü/ Trabzon
Yüksekokul stajı
İş Yeri : 07/2015-08/2015 Milli parklar Genel Müdürlüğü/Kastamonu
İş Yeri : 07/2016-08/2016 Milli parklar Genel Müdürlüğü/Kastamonu

Yayınlar

Cetin M., Zeren I., Sevik H., Cakir C., Akpınar H. (2018). A Study On The Determination Of The Natural Park's Sustainable Tourism Potential. Environmental Monitoring And Assessment. 190(3): 167. <https://doi.org/10.1007/S10661-018-6534-5>

Zeren, I., Cantürk, U., Yaşar, M.O. (2017). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi 19(2): 174-182.

Zeren, I., Cesur, A., Keskin, R., Akarsu, H. (2018). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi: Samsun Örneği, Kastamonu University Journal Of Engineering And Sciences 4(1):1-10.

- Zeren, I., Cantürk, U., Yaşar M. O., (2017). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi (Change Of Chlorophyll Quantity In Some Landscaping Plants). *Journal Of Bartın Faculty Of Forestry*, 19(2): 1-6.
- Zeren, I., Cesur, A., Saleh, E.A.A., Mossi M.M.M., (2017). Variation Of Chlorophyll Amount In Some Landscape Plants: A Case Study Of Rize. *Journal Of Chemical, Biological And Physical Sciences* 7(3):807-817.
- Cetin, M., Sevik, H., Zeren, I., Canturk U., (2017). "Chapter 8_ Potential Of Ecotourism: A Case Study Of Doganyurt". OMICS, E-Books International, *The Effects Of Environmental Policies On Sustainability: Theory And Methods*. Eds: Nurcan Kilinc-Ata, Pp 56-61, USA.
- Cetin, M., Sevik, H., Zeren, I., (2017). "Chapter 7_ Coastal Biocomfort Mapping For Doganyurt". OMICS, E-Books International, *The Effects Of Environmental Policies On Sustainability: Theory And Methods*. Eds: Nurcan Kilinc-Ata, Pp 51-55, USA.
- Cetin, M., Sevik, H., Zeren, I., Akarsu, H., (2017). "Chapter 6_ Assessment Of The Sustainable Tourism Potential Of A Natural Park For Landscape Planning: A Case Study Of The Yesilyuva Nature Park". OMICS, E-Books International, *The Effects Of Environmental Policies On Sustainability: Theory And Methods*. Eds: Nurcan Kilinc-Ata, Pp 44-50, USA
- Cetin M, Canturk U, Zeren I 2017. *The Potential Of Ecotourism: A Case Study Of Doganyurt*, VIII International Agriculture Symposium "Agrosym 2017", Jahorina, 5-8 October 2017, Bosnia And Herzegovina
- Cetin M, Zeren I 2017. *Coastal Biocomfort The Mapping For Doganyurt (Turkey)*, VIII International Agriculture Symposium "Agrosym 2017", Jahorina, 5-8 October 2017, Bosnia And Herzegovina
- İlknur ZEREN, Hatice AKARSU, Hakan ŞEVİK, Mehmet ÇETİN (2016) *Assessment Of The Area Of Biocomfort For Kastamonu Forest*. International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings, 07-10 December 2016, Kastamonu/TURKEY, 1042-1046
- Zeren, İ., Akarsu, H., Şevik, H., Çetin, M., (2016) *Assessment Of The Sustainable Tourism Potential Of A Natural Park For Landscape Planning: A Case Study Of The Yesilyuva Nature Park*. International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings, 07-10 December 2016, Kastamonu/TURKEY, 1035-1041
- Cetin, M., Zeren. I., (2016). *Bioclimatic Mapping Of Rural Areas In Bozkurt, Turkey, For Recreation*, "VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, 6-9 October 2016, Bosnia And Herzegovina, Pp: 2924-2931,
DOI: 10.7251/AGRENG1607441,[Http://Www.Agrosym.Rs.Ba/Agrosym/Agrosym_2016/BOOK%20OF%20PROCEEDINGS%202016%20FINAL.Pdf](http://Www.Agrosym.Rs.Ba/Agrosym/Agrosym_2016/BOOK%20OF%20PROCEEDINGS%202016%20FINAL.Pdf)

- Zeren, I., Sevik, H., Cetin, M., (2016). Determinants Of Rural Tourism: A Case Study Of Kastamonu, Turkey, "VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, 6-9 October 2016, Bosnia And Herzegovina Pp: 2603-2609, DOI: 10.7251/AGRENG1607392, [Http://Www.Agrosym.Rs.Ba/Agrosym/Agrosym_2016/BOOK%20OF%20PROCEEDINGS%202016%20FINAL.Pdf](http://Www.Agrosym.Rs.Ba/Agrosym/Agrosym_2016/BOOK%20OF%20PROCEEDINGS%202016%20FINAL.Pdf)
- Çetin, M., & Zeren, İ., (2016). Evaluation Of The Value Of Biocomfort For Kastamonu-Inebolu. Presented At The International Conference-GREDIT 2016– GREEN DEVELOPMENT,INFRASTRUCTURE, TECHNOLOGY Poster Section 4: Management Of Urban And Industrial Waste,Climate Change – Biodiversity – Efficiency, Üsküp.
- Zeren, İ., Çetin, M., & Şevik, H. . The Investigating Of The Use Of Plastic Materials For Recycling In Landscape Planning Area In Kastamonu. Presented At The International Conference-Gredit 2016– Green Development,Infrastructure, Technology-Oral Section 5: Management Of Urban And Industrial Waste, Üsküp.
- Zeren, I., Cetin, M., Sevik, H., (2016). The Investigating Of The Use Of Plastic Materials For Recycling İn Landscape Planning Area İn Kastamonu