

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

KENTSEL ARAZİ YÜZEY DEĞİŞİKLİKLERİNİN KENTSEL İKLİME OLAN
ETKİSİ: TRABZON ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Semra ÖGÇE

EKİM 2023

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

**KENTSEL ARAZİ YÜZEY DEĞİŞİKLİKLERİNİN KENTSEL İKLİME
OLAN ETKİSİ: TRABZON ÖRNEĞİ**

Semra ÖGÇE

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" YÜKSEK ŞEHİR VE BÖLGE PLANCISI"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 / 09 / 2023

Tezin Savunma Tarihi : 25 / 10 / 2023

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cenap SANCAR

Trabzon 2023

ÖNSÖZ

“Kentsel Arazi Yüzey Değişikliklerinin Kentsel İklim Olan Etkisi: Trabzon Örneği” isimli bu tez Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı’nda hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca hiçbir desteğini esirgemeyen ve bilim insanı olma yolundaki ilk adımlarımı atarken kıymetli bilgileriyle ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cenap SANCAR’a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, yapıcı eleştirileri ve önerileri ile tezime büyük katkıları bulunan saygıdeğer hocalarım Sayın Prof. Dr. Yelda AYDIN TÜRK’e ve Sayın Prof. Dr. Süleyman TOY’a, eğitim öğretim hayatımda katkısı olan tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecinde bana desteklerini esirgemeyen Şehir ve Bölge Planlama Bölümü’ndeki ders aldığım tüm değerli hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, iklim verilerini sağladıkları için Trabzon Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’ne teşekkür ederim.

Son olarak, doğduğum günden beri elimi hiç bırakmayan, hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve her kararında arkamda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan annem Sultan PALA ve Müslim PALA’ya teşekkür eder, minnettarlığımı sunarım. Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Hüseyin ÖGÇE’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının bundan sonraki çalışmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Semra ÖGÇE

Trabzon 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans olarak sunduğum “Kentsel Arazi Yüzey Değişikliklerinin Kentsel İklima Olan Etkisi: Trabzon Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Cenap SANCAR’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 25/10/2023

Semra ÖGÇE

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Kavramsal Çerçeve.....	1
1.2. Literatür Özeti.....	9
1.3. Tezin Amacı.....	15
1.4. Literatüre Katkısı.....	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1. Çalışma Alanı.....	17
2.1.1. Ortahisar ve Akçaabat İlçeleri Kıyı Bandının CORINE Land Cover Verileri ile 2000-2018 Arası Arazi Kullanımının İncelenmesi.....	19
2.2. Yöntem.....	23
2.2.1. Uzun Vadeli İklim Verilerinin Analiz Edilmesi.....	25
2.2.2. Detay Analizler İçin Uygun Yıl Aralığının Seçilmesi.....	25
2.2.3. Verilerin İstatistiğinin Yapılması.....	26
2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	28
3. BULGULAR.....	29
3.1. Akçaabat ve Ortahisar İlçelerinin 2000-2018 Yılları Arası Arazi Kullanım Değişimleri ve Güncel Kentsel Doku Durumu.....	29
3.2. Ortahisar ve Akçaabat İlçelerinin Uzun Dönem İklim Durumu.....	36
3.3. 2014-2021 Arası Aylık Ortalama Sıcaklık (°C) Durumu.....	37
3.4. 2014-2021 Arası Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C) Durumu.....	42
3.5. Seçilen İstasyonlara Ait Günlük Maksimum Sıcaklığın 30 °C ve Üzeri Olduğu Gün Sayısı Frekansları (°C).....	46
3.6. 2014-2021 Arası Aylık Ortalama Rüzgâr Durumu (m/sn).....	47

4. TARTIŞMA	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
6. KAYNAKLAR	59
7. EKLER.....	68
ÖZGEÇMİŞ	



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KENTSEL ARAZİ YÜZEY DEĞİŞİKLİKLERİNİN KENTSEL İKLİME OLAN ETKİSİ: TRABZON ÖRNEĞİ

Semra ÖGÇE

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Cenap SANCAR
2023, 80 Sayfa, 6 Sayfa Ek

Bu çalışma, Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve çevresinin arazi yüzey değişimlerinin kentsel ısı adasına (KIA) etkisini değerlendiren bir araştırmayı içermektedir. Araştırma, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama minimum sıcaklık, günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri olduğu gün sayısı ve aylık ortalama rüzgâr hızı gibi tüm değişkenler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 2000-2018 yılları arasında Akçaabat ve Ortahisar ilçelerinde arazi kullanım değişimleri incelenmiştir. Trabzon kent merkezi ve Akçaabat ilçesinin neredeyse birleştiği ve kentsel dokunun sürekli hale geldiği tespit edilmiştir. Seçilen meteoroloji istasyonlarının çevresi, 2000-2018 yılları arasındaki arazi kullanım değişikliklerinden etkilenmiştir. Bu etki genellikle yapay yüzeylerin artmasına bağlı olarak doğal alanların azalması şeklinde kendini göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çalışma alanında bulunan Trabzon Bölge, Trabzon Limanı Ana Mendirek ve Trabzon Havaalanı istasyonları ile Akçaabat İstasyonu, KIA etkisinin belirgin olduğu bölgeler olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle Ağustos ayında bu istasyonlar arasında 0.64°C'ye varan sıcaklık farkları gözlenmiştir. Bu durum, kentsel arazi kullanımının KIA oluşumundaki etkisini göstermektedir. Trabzon'daki kentsel arazi kullanım değişiklikleri, kent iklimi üzerinde belirgin etkilere yol açmıştır. Trabzon kentinin KIA sorunu ile karşı karşıya olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kentsel ısı adası, Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği, Kent iklimi, İklim değişikliği.

SUMMARY

Master's Thesis

THE IMPACT OF URBAN LAND SURFACE CHANGES ON URBAN CLIMATE: TRABZON EXAMPLE

Semra ÖGÇE

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
City and Regional Planning Graduate Program
Supervisor: Prof. Cenap SANCAR (PhD)
2023, 80 Pages, 6 Pages Appendix

This study examines the impact of land surface changes of the city center and surroundings of Ortahisar and Akçaabat districts of Trabzon province on urban heat island (UHI). The research is conducted based on variables such as monthly average temperature, monthly average minimum temperature, the number of days with daily maximum temperatures above 30 °C, and monthly average wind speed. In the study, land use changes in Akçaabat and Ortahisar districts between 2000 and 2018 were examined. It has been determined that Trabzon city center and Akçaabat district almost merged, and the urban texture became continuous. The locations and surroundings of selected stations have been influenced by land cover change activities between 2000 and 2018. The effect has primarily manifested itself as an increase in artificial surfaces and a decrease in natural areas. According to the research results, Trabzon Bölge, Trabzon Limanı Ana Mendirek, and Trabzon Havaalanı meteorology stations, located in study areas, have emerged as regions where the UHI effect is prominent, compared to Akçaabat Station, which is defined as rural. Particularly in August, temperature differences of up to 0.64°C were observed between urban and rural areas. This situation demonstrates the impact of urban land use on the formation of the UHI. The urban land use changes in Trabzon have had significant effects on the urban climate, with the city center suffering from the UHI effect.

Key Words: Urban heat island, Land use land cover change, Urban climate, Climate change

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Temsili kentsel ısı adası profili.....	7
Şekil 2. Anahtar kelimelerin başlıklar ve özetler içerisindeki görülme sıklıkları.....	10
Şekil 3. Scopus makalelerinin yer aldığı konu alanları.....	10
Şekil 4. Makalelerinin yıl bazlı değişimi (Scopus, 2023).....	11
Şekil 5. Scopus veri tabanında taranan makalelerinin yer aldığı üniversiteler/enstitüler (Scopus, 2023).....	12
Şekil 6. Scopus'ta taranan ilgili makalelerde en çok yayın yapan yazarlar (Scopus, 2023).....	13
Şekil 7. Anahtar kelimelerin birbirleriyle kurdukları ağ haritaları (Eck & Waltman, 2023).....	14
Şekil 8. Anahtar kelimeleri içeren yayınların kelime yoğunluk haritası (Eck & Waltman, 2023).....	14
Şekil 9. Çalışma alanının fiziksel konumu.....	17
Şekil 10. Çalışma alanının topoğrafyası.....	18
Şekil 11. Tezin yazım süreci.....	24
Şekil 12. Kentsel ısı adasına neden olan faktörler.....	24
Şekil 13. Seçilen İstasyon Bilgilerinin konumu.....	26
Şekil 14. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2000 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018).....	31
Şekil 15. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2006 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018).....	31
Şekil 16. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2000-2006 yılları arası arazi örtüsü değişimi (CORINE, 2018).....	32
Şekil 17. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2012 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018).....	33
Şekil 18. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2006-2012 yılları arası arazi örtüsü değişimi (CORINE, 2018).....	33
Şekil 19. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2018 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018).....	34
Şekil 20. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2012-2018 yılları arası arazi örtüsü değişimi (CORINE, 2018).....	34
Şekil 21. Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu ve yakın çevrelerinin kentsel doku durumu.....	35

Şekil 22.	Trabzon Havaalanı ve Trabzon Bölge istasyonları ve yakın çevresi kentsel doku durumu.....	35
Şekil 23.	Trabzon Akçaabat istasyonu ve yakın çevresi kentsel doku durumu	36
Şekil 24.	Uzun dönemli ortalama sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklık grafiği.....	36
Şekil 25.	Uzun dönemli yıllık ortalama rüzgâr hızı (m/sn) grafiği.....	37
Şekil 26.	İstasyon verilerinin ocak ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık enterpolasyon haritası.....	40
Şekil 27.	İstasyon verilerinin ağustos ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık enterpolasyon haritası.....	41
Şekil 28.	İstasyon verilerinin 2014-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık enterpolasyon haritası	41
Şekil 29.	İstasyon verilerinin ocak ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama minimum enterpolasyon haritası.....	44
Şekil 30.	İstasyon verilerinin ağustos ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama minimum enterpolasyon haritası.....	45
Şekil 31.	İstasyon verilerinin 2014-2021 yılları arası aylık ortalama minimum enterpolasyon haritası	45
Şekil 32.	İstasyon verilerinin 2014-2021 yılları arası günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri olduğu toplam gün sayısı frekansları (°C)	47

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. CORINE Ana Arazi ve Alt Arazi Sınıfları	23
Tablo 2. Seçilen İstasyon Bilgileri.....	26
Tablo 3. Trabzon il geneli, Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri 2000-2018 Yılları Arası Arazi Kullanım Değişimi (CORINE, 2018)	30
Tablo 4. Seçilen istasyonların 2014-2021 aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)	37
Tablo 5. İstasyonlar arasındaki aylık ortalama sıcaklık farkları (°C)	38
Tablo 6. Aylık ortalama sıcaklıkların Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	38
Tablo 7. Aylık ortalama sıcaklıkların ANOVA testi sonuçları.....	38
Tablo 8. En sıcak aylara ait yıllık ortalama sıcaklık farkları	39
Tablo 9. Seçilen istasyonların 2014-2021 aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri (°C)	43
Tablo 10. İstasyonlar arasındaki aylık ortalama minimum sıcaklık farkları (°C).....	43
Tablo 11. Aylık ortalama minimum sıcaklıkların Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	43
Tablo 12. Aylık ortalama minimum sıcaklıkların ANOVA testi sonuçları	43
Tablo 13. Seçilen istasyonların 2014-2021 yılları arası aylık ortalama rüzgâr değerleri (m/sn).....	48
Tablo 14. İstasyonlar arasındaki aylık rüzgâr farkları (m/sn).....	48
Tablo 15. Aylık ortalama rüzgâr Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları	48
Tablo 16. Aylık ortalama rüzgâr ANOVA testi sonuçları	48

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AK/AÖ	: Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü
EC	: Avrupa Komisyonu
EEA	: Avrupa Çevre Ajansı
°C	: Derece santigrat
CH ₄	: Metan gazı
CLCC	: CORINE Arazi Örtüsü Değişiklikleri
CO ₂	: Karbondioksit gazı
COP	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
GMES	: Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme
ha	: Hektar
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
KAKS	: Kat alanı kat sayısı
KIA	: Kentsel ısı adası
MÖ	: Milattan önce
MS	: Milattan sonra
m	: Metre
m/sn	: Metre/saniye
mm	: Milimetre
MWh	: Megawatt
ppb	: Milyardaki partikül oranı
TAKS	: Taban alanı kat sayısı
tCO _{2e}	: Toplam sera gazı emisyonunun ton cinsinden karbondioksit eşdeğeri ölçüsü
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
yy	: Yüzyıl
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Kavramsal Çerçeve

İnsanoğlunun bugüne kadar geliştirdiği en komplike yerleşim yeri olan kentler, doğası gereği devingenliğine bağlı yaşayan birimlerdir. Ayrıca birbirinden farklılıkları kentin büyüklüğü, coğrafyası, iklimi gibi özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği gibi, ekonomik, teknolojik, sosyolojik ve doğal değişiklikler ile savaşlar ve doğal afetler (deprem, yangın, taşkın, iklim değişikliği gibi), doğal olaylardan kaynaklı kentlerin değişim ve dönüşüm sürecine girmesine neden olur. Bir sosyal ve mekânsal planlama ile şekillenen kentler dinamik yapısı içerisinde zaman içinde değişen teknoloji, talepler, doğal değişimler, beklenmedik ulusal veya uluslararası talepler, politik nedenler gibi gerekçelerle kendini yenilemek zorundadır. Canlı bir organizma gibi hayatiyetini devam ettirebilmesi için hücrelerini ve dolayısıyla dokularını yenilemek zorunda olması gibi şehirlerin de varlıklarının devamı için bütün veya parça parça olarak kendilerini yenilemeleri bir zorunluluktur (Aydın, 2013).

Tarih boyunca, dünyamızı şekillendiren pek çok doğal afet yaşanmış ve toplulukları olumsuz etkileyerek kavimleri ve toplumları ortadan kaldırmıştır. Günümüzde ise deprem, sel, tsunami, fırtına, kasırga, heyelan, volkanik patlamalar, iklim değişikliği gibi doğal olaylar, insanların arazi kullanımı ve yapılaşmasındaki hatalar nedeniyle can ve mal kayıplarına yol açmakta ve yerleşim alanlarını yaşanmaz hale getirmektedir. Bu tür doğal felaketlerin can ve mal kayıplarını en aza indirmeye, yaşanabilir bir çevre oluşturma ve toplulukların sürekli olarak gelişebilmesi için, özellikle kentlerin kendilerini yeniden inşa etmeleri gereklidir (Aydın, 2013; Sılaydın Aydın vd., 2017).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizi tehdit eden en önemli doğal olaylardan biri de iklim değişikliği ve bu değişikliğin kentler üzerinde yarattığı olumsuzluklardır. Bu gerçekle yaşamak, doğa ile savaşmak yerine önlem almak ve uyum sağlamak gelecekte karşılaşılabilecek daha büyük sonuçları önlemek ve azaltmak için zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle kent merkezlerinin yoğun yapılaşmanın olması, kamusal alanların kısıtlılığı ve kullanılan malzeme seçimleri, son dönemlerde iyice kendini hissettiren iklim değişikliğine bağlı olarak kentlerde yaşanan farklı sorunlar ve özellikle ısı adalarının en yoğun karşılaşıldığı alanlar olarak görülmektedir. Bu gerekçelerle özellikle yoğun kentsel mekanlarda oluşan kentsel ısı

adalarının olumsuz etkilerinden kaçınmak ve bu etkileri en aza indirmek için alınması gereken önlemlerin gözden geçirilmesini zorunlu hale getirmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğine karşı dirençli kentler oluşturmanın temel şartlarının neler olması gerektiği konusunun da incelenmesi gerekmektedir.

İklim değişikliği son 30 yılda sıcaklık artışı ve yağış rejiminin değişmesi ile daha belirgin bir hal almıştır. Nitekim iklim değişikliği, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tahmin edilen verilere göre yılda 150.000'den fazla can kaybına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak çeşitli hastalıklar ortaya çıkmakta ve ek olarak mahsul kıtlığına ve dolayısıyla yetersiz beslenme sorunlarına neden olmaktadır (Patz vd., 2005).

İklim, dünya üzerindeki herhangi bir yerde görülen hava olaylarının uzun yıllar ortalamasıdır (en az 30 yıl) (WMO, 2023). Bir başka deyişle iklim, bir yerde veya belirli bir bölgede uzun bir süre boyunca atmosferik ve hava süreçlerinin tipik temsili olmakla birlikte frekansların, ortalama ve aşırı meteorolojik değerlerin dağılımı ile karakterize edilir (Matzarakis & Endler, 2010).

İklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden biri olarak fosil yakıtlar gösterilmektedir. Bunun en somut ve güncel kanıtları, küresel ortalama sıcaklığın 1880'den 2022'ye yaklaşık 1.1 °C artması, atmosferdeki karbondioksit oranınının 421 ppm'e ulaşması, buzulların kapladığı alanın 1979'dan beri %12.6 azalması ve deniz seviyesinin yaklaşık 10 cm yükselmesidir (NASA, 2023). Fosil yakıtların kullanılması ile atmosfere salınan sera gazı, toplumsal yaşam, çevre ve doğal kaynaklar üzerinde önemli derecede olumsuz etkiler yaratmaktadır (Yıldırımçakar & Saydan, 2022). Örneğin atmosferdeki metan gazı oranı (CH₄) 1990'dan günümüze artış göstermiş ve 1923 ppb (parts per billion) değerine ulaşmıştır (NASA, 2023). Bu değişimler çeşitli insan faaliyetlerden kaynaklanmış ve doğal süreçleri etkilemiştir (UN-Habitat, 2014; UN-HABITAT, 2023).

İklim değişikliğinin yarattığı ve yaratacağı tüm negatif etkenleri azaltmak için küresel ölçekli birçok organizasyon faaliyet göstermektedir (Baş & Partigöç, 2022; Bulkeley, 2021; Kazancı & Tezer, 2021). Bunlardan en önemlileri IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) ve COP (Taraflar Konferansı)'tur. IPCC, bilimsel, teknik ve sosyo- ekonomik bilgi ve çalışmaların değerlendirilmesi, bilimsel çıktılar ışığında iklim değişikliğiyle mücadele ve iklim değişikliğine uyum konularında karar vericilere yol göstermek amacıyla 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından kurulmuştur. IPCC düzenli olarak bilimsel raporlar yayınlamakta ve iklim değişikliği ile mücadele etmektedir. COP ise, her yıl düzenli olarak toplanmakta ve karbon emisyonları,

sürdürülebilir çevre oluşumları vb. konularda genel ve çözüm odaklı bir perspektif oluşturmak adına faaliyet göstermektedir (COP, 2023; IPCC, 2023).

Her geçen gün daha da artan heyelanlar, seller, orman yangınları, kuraklık, aşırı yağış ve aşırı sıcaklık olayları iklim değişikliğinin belirgin diğer göstergeleridir (Mortoja & Yigitcanlar, 2022). Öyle ki, mevcut ulusal hükümet taahhütlerine göre, küresel ısınmanın 2030 ile 2052 arasında 1,5°C'ye ve 2100'de yaklaşık 3°C'ye ulaşması muhtemeldir (UN-HABITAT, 2023). Bu nedenle birçok hükümet, yerel yönetim ve sivil toplum kuruluşu iklim değişikliğine uyum çalışmaları yürütmektedir (Greenpeace, 2009; Mayor of London, 2023; New York State CAC, 2022). İklim değişikliğine uyum veya iklim uyumu, iklim değişikliğinin hem mevcut hem de öngörülen etkilerine hazırlanmak ve uyum sağlamak için harekete geçmek anlamına gelir (US EPA, 2021).

Dünya nüfusu 2023 itibariyle yaklaşık 8 milyara ulaşmıştır. Nüfus bakımından dünyanın en yoğun bölgeleri Hindistan ve Çin'in de yer aldığı Doğu ve Güneydoğu Asya'dır. Bu bölgenin nüfusu yaklaşık 2.3 milyar ve toplam dünya nüfusunun %29'unu oluşturmaktadır. 2023 itibariyle dünyanın en kalabalık nüfusuna sahip olan ülke yaklaşık olarak 1.4 milyar ile Hindistan'dır (World Population Review, 2023). Dünya nüfusunun gelecekteki durumu çeşitli tahminler ve önlemler açısından önemlidir. Dünya nüfusu, 2030'da 8.5 milyar, 2050'de 9.7 milyar, 2100'de ise 10.4 milyar olarak öngörülmektedir (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2022).

Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık olarak %55'i kentlerde yaşamaktadır. Bu oranın 2050'de %68'e ulaşması öngörülmektedir (UN, 2018). Buna bağlı olarak kentlerde ve yakın çevrelerinde birçok problem ortaya çıkmaktadır ve küresel ısınmaya olumsuz bir etki sağlamaktadır (Chen vd., 2006). Dünya kentsel nüfus oranının fazla olması çeşitli nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bunlar, iş imkanlarının fazla olması, sosyal hayatın canlılığı, yaşam kalitesinin yüksek olması ve hizmetlere erişim kolaylığı olarak sıralanabilir. Bu nedenlere bağlı olarak kentleşme ve kentleşmenin yoğunlaşmaya devam ettiği göz önüne alındığında, en büyük endişelerden biri kentleşme sürecinin iklim sistemi üzerindeki baskılarının büyük bir sorun olarak büyüyeceği öngörüsüdür. Bu durum kentsel alanları dünya yüzeyinin önemli bir parçası haline getirmektedir (Du vd., 2022; IPCC, 2022; Lee & Kim, 2016; Sun vd., 2016).

Nüfusun kentlerde yoğunlaşması son yıllarda hızlanmış ve büyüyen kentlerde giderek daha belirgin hale gelmiştir. Bu durum kentsel altyapı ihtiyacını artırmakla birlikte arazi kullanımını da etkileyerek çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir (Malcoti vd., 2023;

D. Yılmaz & Öztürk, 2023). Arazi kullanım kararları ve imar planları bir kentin fiziksel büyümesini ve gelişmesini düzenlemeye yönelik kılavuzlardır. Ancak kentlerdeki hızlı nüfus artışı ve doğal büyümenin sınırlı olması bu kararları zorlaştırabilmektedir. İmar planlaması girişimleri bazen ekonomik ya da politik çıkarlar doğrultusunda şekillenebilir ve uzun vadeli sürdürülebilirlikten ziyade kısa vadeli faydaları gözetilen şekilde organize edilebilir.

Bu sorunun temel noktalarından biri kentleşme ve arazi kullanımının dengeli bir şekilde sağlanmamasıdır. Örneğin, kent merkezlerinde kentsel arsa değerinin değişmesi, arsa değerlerine bağlı olarak kamusal alanların azalması bir başka deyişle yapılaşmaya açılması ve kişi başına düşen optimum yeşil alan miktarının kentin çeperlerinden karşılanmasından dolayısıyla kentsel yeşil alanların homojen dağılmaması bazı sorunlara örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca imar planlarında çevresel faktörler, altyapı ihtiyaçları ve sosyal ihtiyaçlar da dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde hızlı ve plansız büyüme, çevresel bozulma, trafik kaosu, konut sıkıntısı gibi sorunlara yol açabilir. Kentlerin yoğunluğunun ve büyümesinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Sanayi devriminin tetiklediği hızlı kentleşmeyle birlikte kentlerde ortaya çıkan konut eksikliği alelade yapılan planlarla giderilmeye çalışılmış ve günümüzde kentlerin büyük bir çoğunluğu çarpık ve düzensiz bir hale bürünmüştür. Bu durum yüksek nüfus yoğunluğu, trafik sıkışıklığı, altyapı eksikliği, çevre sorunları ve konut sıkıntısı gibi sorunlara yol açabilmektedir. Ayrıca arazi kullanımı üzerinde yapılan değişiklikler ve özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki kentleşme ve yoğun altyapı faaliyetleri, kentsel ısı adasının (KIA) ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Rajagopal vd., 2023; Sancar, 2000).

İklim sistemi üzerinde olumsuz etkiler yaratan insan-çevre etkileşimini yansıtan en belirgin peyzaj göstergelerinden biri arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AK/AÖ) değişiklikleridir. Hızla büyüyen nüfusun etkisiyle, AK/AÖ dinamikleri hem kentsel hem de kırsal alanlarda önemli ölçüde değişmektedir (Valsson & Bharat, 2009). Bu değişikliklerin, konut, ticaret ve endüstriyel gelişmelerle yakından ilişkilendirildiği ve kentleşmenin AK/AÖ değişimlerinde önemli bir rol oynadığı açıktır. Özellikle kentleşmenin, hem kent merkezi hem de çevresindeki sıcaklık üzerinde önemli etkilere sahip olduğu düşünülmektedir (Ersoy, 2019; Pal & Ziaul, 2017).

Kentsel gelişim, termal çevrede gözlenen değişiklikleri etkileyen bir dizi faktörü içerir. Bu faktörler arasında kentsel yapı ve karakteristikler (morfoloji, büyük yapıların biçimi, yeşil alanlar, kentsel doku, bina kompozisyonu, vb.) ile kentsel yüzey özellikleri (yollar, geçirimsiz yüzeyler, bina yoğunluğu, yükseklik ve termal özellikleri farklı yüzey

malzemeleri gibi) bulunur (Hart & Sailor, 2009; Stone & Norman, 2006). Özellikle, kentsel alanlarda beton, asfalt, tuğla, taş, kiremit gibi koyu yüzey malzemelerinin yaygın olarak kullanılması, güneş ışınlarının daha fazla emilmesine ve yayılmasına neden olur. Ayrıca, yoğun ve yüksek binalar da ısı emilimini artırarak sıcaklığın yükselmesine katkıda bulunur (Kesgin Atak, 2020).

Kentsel bölgelerde, doğal ve yarı doğal bitki örtülerinin tahrip edilmesi ve ormanların kaybı, doğal sera etkisinin azalmasına yol açar. Bu nedenle, karbondioksit emen ağaç ve bitkilerin sayısındaki azalma ile sonuçlanır. Ek olarak, doğal ve yarı doğal arazi örtüsünün yoğun konut veya ticaret alanlarına dönüştürülmesi, arazi yüzeyindeki enerji süreçlerini de değiştirir (Voogt & Oke, 2003).

Arazi kullanım değişikliği, genellikle insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu süreç, doğal çevrenin değiştiği ve çoğu zaman arazinin ekonomik faaliyet için ne kadar işlevsel olduğunu yansıtan bir gelişmeyi temsil etmektedir (Nehzak vd., 2021; Paul & Rashid, 2016). Örneğin tarım, sanayi, yerleşim alanları, altyapı gibi farklı amaçlarla arazi kullanımları bu değişimlerin bir parçası olabilmektedir. Arazi kullanım değişikliği, yukarıda da ifade edildiği üzere hızlı nüfus artışı ve kentsel genişlemenin getirdiği zorluklar nedeniyle dünya çapında önemli bir çevre sorunudur. Bu değişiklikler çevre dengesini ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğini etkileyebilmektedir. Bu nedenle arazi yönetimi ve sürdürülebilirlik, çeşitli disiplinlerin ve paydaş gruplarının iş birliğini gerektiren kritik bir konudur.

Özellikle son yıllarda hızlı kentleşme ve çevre sorunları, sürdürülebilir arazi kullanım planlamasına olan ihtiyacı daha da artırmıştır. Kentleşme, doğal bitki örtüsünün ve geçirgen yüzeylerin yerini beton ve yapılaşmış alanların almasıyla ortaya çıkmıştır. Bu durum hava sıcaklığı, hava kalitesi ve su döngüleri gibi bir takım iklimsel ve çevresel etkileri tetikler. Ancak bu etkiler kentlerden kentlere farklılık gösterebilmektedir; çünkü iklim ve çevresel etkiler arazi kullanım özellikleri, bölgesel iklim koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir arazi kullanımı planlaması, her şehrin kendine özgü özelliklerini dikkate alarak gelecekteki iklim ve çevre sorunlarına yanıt vermeyi amaçlamaktadır (Cleugh, 1995).

Arazi kullanımındaki değişiklikler, biyolojik çeşitlilik azalmasına, sel baskınlarına, ormansızlaşmaya, tarım desenlerinin değişmesine, kentsel alan doku farklılıklarına ve kentsel vejetasyonun azalması gibi sonuçlara neden olmaktadır (MITECO, 2021; Zölch vd.,

2016). Türkiye Cumhuriyeti Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı çeşitli hedefler aracılığıyla sürdürülebilir bir çevre oluşturma amacı gütmektedir. Örneğin,

(1) “enerji verimli, iklime duyarlı, sürdürülebilir kentsel yerleşim planlamasına ilişkin usul ve esasların belirlenmesi ve sürdürülebilir kent planlarının hayata geçirilebilmesi için çıktıların fiziki gelişme planlama mevzuatına aktarılması,

(2) pilot projeler çerçevesinde yaşam döngüsü maliyet değerlendirme yöntemleri kullanılarak arazi kullanımı, ekoloji, ulaşım, su yönetimi, gri su, yeşil/beyaz çatılar vb. sürdürülebilirlik unsurlarını kapsayan kentsel yerleşim planlarının geliştirilmesi ve uygulanması ve,

(3) farklı iklim bölgeleri için enerji verimli ve iklime duyarlı planlama ve yerleşim ilke ve kriterlerinin geliştirilmesi; sürdürülebilir şehir planlarının etkin bir şekilde uygulanması için bir rehber hazırlanması” gibi amaçlara sahiptir (ÇŞB, 2012).

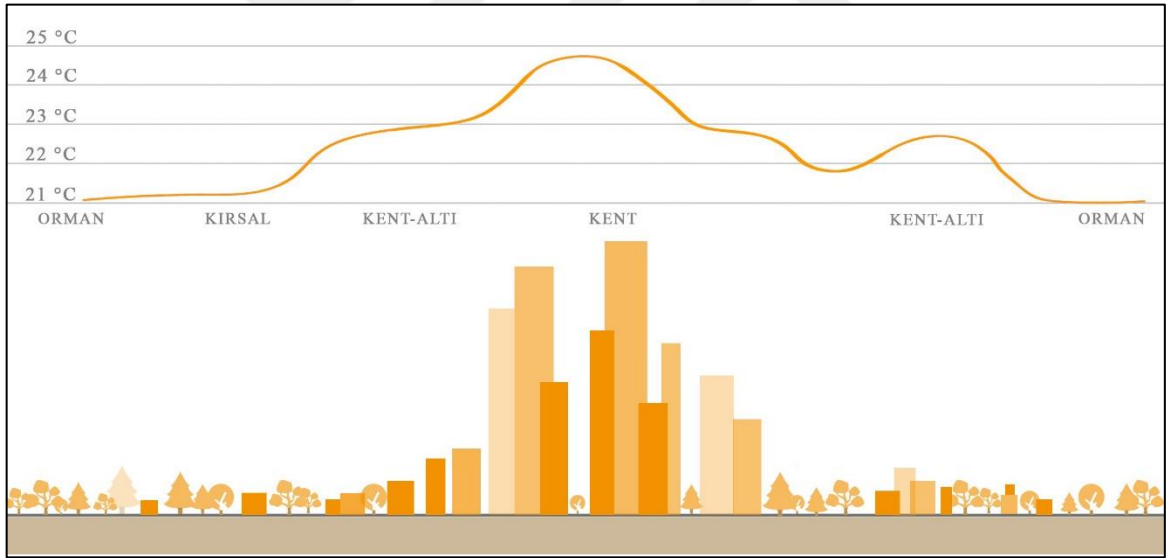
Bu bağlamda arazi kullanım değişikliklerini araştırmak, kentleşme ve sanayileşmenin genellikle hızlı bir şekilde gerçekleştiği ancak tutarlı planlama ve kontrol politikalarının uygulanmadığı ülkelerde hem topluluklar hem de yerel yönetimler için değerlidir (Alipour & Dia, 2023; Tran vd., 2017).

Arazi kullanımı, iklim değişikliği ve enerji birbiriyle ilişkilidir (Pitman, 2003). Bunun sonucu olarak; insanların kaynak yönetimi uygulamaları ve atmosferdeki artan sera gazı konsantrasyonu nedeniyle ekolojik döngüler değişmektedir (Ergüner vd., 2019). Arazi kullanımı, içerdiği özelliklerle çevre ve atmosfer arasındaki etkileşimi etkiler. Yüzey tipi, bitki örtüsü yapısı ve yüzey pürüzlülüğü gibi bazı temel özellikler herhangi bir değişikliği iklimi iyi veya kötü yönde değiştirebilir (Gill vd., 2007).

Kentleşme, doğal çevreyi değiştirmenin en belirgin örneklerinden biridir. Günümüzde kentler iklim değişikliğine bağlı olarak birçok problemle baş etmek zorunda kalmaktadır. Bunların en belirgin göstergelerinden biri KIA olgusudur. KIA, ilk olarak 1820 yılında İngiltere'nin Londra kentinde Luke Howard tarafından tespit edilerek literatüre dahil edilmiştir (Ersoy Tonyaloğlu, 2019). Ancak KIA'nın belirgin hâle gelmesi; sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve buna hazır olmayan kentlerde görülen sağlıksız ve plansız gelişmeler ile (Rizwan vd., 2008), özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

KIA, kentsel ortamın kırsal ortama göre daha sıcak olma durumudur ve genellikle AK/AÖ değişikliklerinden kaynaklanan, kentsel bölgelerde gözlemlenen bir mikro iklim olgusu olarak kabul edilir (Akbari & Kolokotsa, 2016). Bu durum, insan faaliyetlerinden

kaynaklanan yerel iklim değişikliğinin en iyi anlaşılan örneklerinden biridir (şekil 1) (Montávez vd., 2000). Başka bir ifade ile KIA; genellikle kent merkezi ile kırsal alanlar arasındaki aşağı atmosfer katmanındaki sıcaklık farkının doğrusal bir şekilde azalmasıyla karakterize edilir. Yüksek binalar ve dar sokakların varlığı, yeşil alanların azlığı nedeniyle yoğun kentleşme alanları kırsala göre daha yüksek sıcaklıklara maruz kalır. Örneğin, kentsel yoğunluklu farklı yerleşim alanlarına sahip olan şehirlerde, KIA'nın dağılımının çok merkezli olduğu görülebilir. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Bunlar: plansız kentleşme, yapılardaki yanlış materyal seçimi, beton ve asfaltla kaplanmış yüzeylerin varlığı, yüksek katlı yapıların doğal rzgrları etkilemesi, kentsel vejetasyonun azalması, trafik ve aşırı nüfus kaynaklı diğer etkiler olarak sıralanabilir (Dihkan vd., 2018; Duman-Yüksel & Yılmaz, 2008; Xiao vd., 2023). Buna ek olarak güneş radyasyonlarını tükettikleri ve yeniden yaydıkları için kentsel yapılardan ve antropojenik ısı kaynaklarından üretilen büyük miktarda ısı KIA'yı negatif yönde beslemektedir (Oke, 1987).



şekil 1. Temsili kentsel ısı adası profili

KIA etkisi iki farklı olguyu tanımlar: Bunlar yüzey ve bir atmosferik ısı adası etkileridir. Yüzey sıcaklığıyla ilişkili yüzey ısı adasını gözlemlemek için sıklıkla uydu verileri ve kızılötesi sensörler kullanılır. Yüzey ısı adası, yaz günlerinde öğle ve öğleden hemen sonra günün en sıcak saatlerinde maksimum yoğunluğunu gösterir. Toprak yüzeyi ile asfalt yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 10 °C kadar değişebilir. Atmosferik ısı adaları ise 2 m yükseklikte ölçülen sıcaklıkları ifade etmektedir. Atmosferik ısı adaları yılın herhangi bir

zamanında gözlenir ancak maksimum yoğunlukları bulutsuz ve rüzgârsız koşullar altında gün batımından yaklaşık 2 saat sonra ortaya çıkar. Bunun nedeni şehirlerdeki yüzey malzemelerinin ısıya dayanıklılığının doğal yüzeylerden farklı olmasıdır. Gün boyunca güneş radyasyonunu emen kentsel yüzeyler, bu enerjiyi gün batımından sonra uzun dalga boylu radyasyon olarak yayar ve sınır tabakası atmosferinin sıcaklığını etkiler (Diren Üstün vd., 2022). Atmosferik KIA'nın zaman içindeki etkisine bakarak nasıl değiştiğine dair bilgi sahibi olunabilir. KIA, çeşitli sıcak mevsimlere, aylara, yıllara veya günlere göre keşfedilebilir (Velazquez-Lozada vd., 2006). Atmosferik ısı adalarının incelenmesi için seçilen zaman diliminde yoğunlukla geceler tercih edilmekte ve bu süreçte açık gökyüzü koşulları aranmaktadır. Bu sayede geçici etkilere neden olan değişkenler göz ardı edilebilir (Kim & Baik, 2005).

KIA ve onun oluşturduğu risklere rağmen, birçok kent henüz iklim değişikliğini detaylı biçimde ele al(a)mamıştır (UN-HABITAT, 2023). İklim değişikliği ve KIA alanında uzman sayısının yeterli olmaması ve analizlerin ve çözümlerin maliyetinden ötürü yerel yönetimler genellikle geçici ve sorunu öteleyici çözümler öne sürmüştür. Ne yazık ki, toplumdaki zayıf farkındalık ve iklim krizini hafife alma eğilimi bu tür negatif etkenleri en aza indirmek adına zorlayıcı bir faktördür. Buna rağmen kentsel ortamın iyi bir biçimde ve farklı bakış açılarıyla analizi ve uygun çözüm önerileri ile dirençli bir hale bürünmesi hem yerel yönetimler hem de bilimsel çevre adına önemlidir (Wamsler vd., 2013).

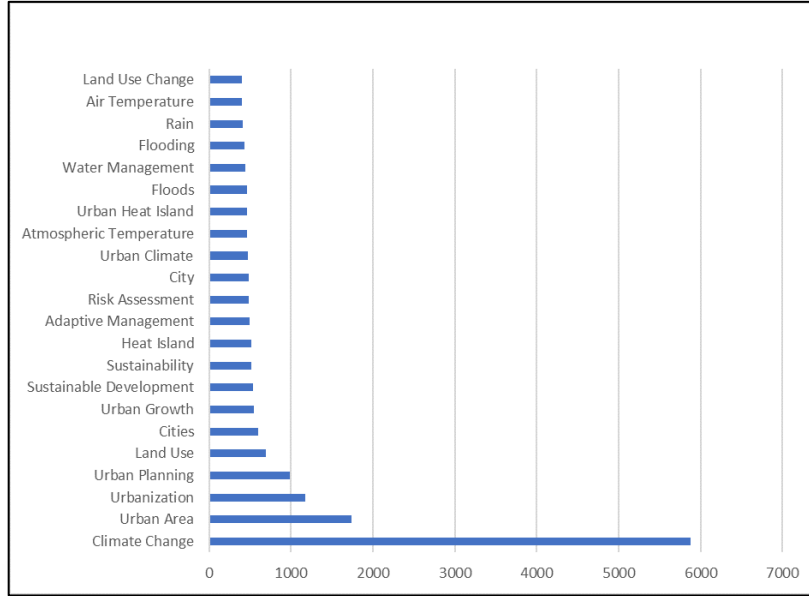
Kentsel arazi kullanımının artması iklim değişikliği ile yakından ilişkilidir ve bu etkileşim ciddi sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu etkileşimin sonucunda insan faaliyetleri ve sera gazlarının artması doğal ekosistemleri olumsuz etkilemekte ve çevre dengesini bozmaktadır. Hızla büyüyen şehirler ve plansız yapılaşma, doğal kaynakların aşırı tüketilmesine ve çeşitli ekolojik sorunlara yol açmaktadır. Özellikle KIA olgusu, iklim değişikliğinin kent yaşamını nasıl etkilediğinin ve kentlerdeki arazi örtüsü ve altyapı artışından kaynaklanan sıcaklık farklılıklarının önemli bir örneğidir. Bu sorunların çözümü dengeli kullanım planlaması, sürdürülebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi ve kentsel planlamada çevresel faktörlerin ön planda tutulmasıyla mümkündür. Bu nedenle kentsel planlama ve arazi kullanım yönetimi, KIA'nın etkilerini azaltmak ve şehirlerin gelecekteki iklim zorluklarına uygun şekilde hazırlanmasını sağlamak açısından önemlidir.

1.2. Literatür Özeti

Son yıllarda iklim değışikliği, KIA ve alt konu başlıklarıyla ilişkili araştırmalarda ne tür konulara eğilim olduğunu, eğilime en çok katkı sunan ülke veya bölgelerin hangileri olduğunu, hangi araştırmacıların ve kurumlarının katkı sunduğunu ve tüm bunların ne anlam taşıdığını açıklamak adına Scopus veri tabanı ve VOSviewer v.1.6.19 programından yararlanılmıştır (Eck & Waltman, 2023). Bununla birlikte bibliyometrik analiz tekniklerinden biri olarak kabul edilen ortak kelime analizi uygulanmıştır (Karaçor & Ögçe, 2023). Analizin sonucunda iklim değışikliği ve arazi kullanım değışikliği ile ilgili temalar ve bu temalar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

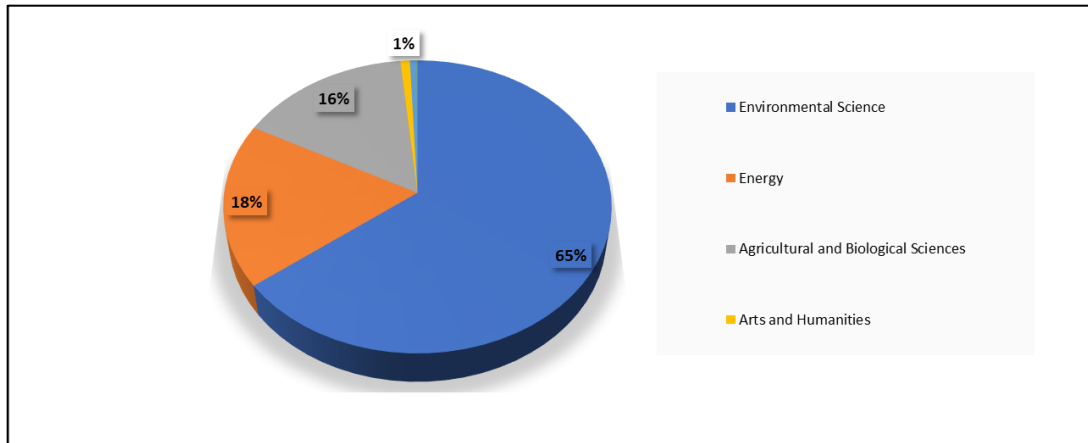
Bu bağlamda, Scopus veri tabanında yer alan tüm araştırma makaleleri için (bildiriler, kitap bölümleri gibi eserler hariç) 10 farklı anahtar kelime kullanılmıştır (Scopus, 2023). Bunlar: İklim değışikliği (climate change), iklim adaptasyonu (climate adaptation), iklim değışikliğinin etkilerini azaltma (mitigation), arazi kullanım değışikliği (land use change), kentleşme (urbanization), şehir planlaması (urban planning), kent iklimi (urban climate), KIA (urban heat island), hava sıcaklığı (air temperature) ve yeşil alanlar (greenspace) anahtar kelimeleridir.

Anahtar kelimelerinin taratılmasının ardından, 7024 makaleye erişim sağlanmıştır. Seçilen makalelerin başlıkları ve özetleri incelendiğinde en çok tekrar edilen kelimeler sırasıyla ısı adası (heat island), uzaktan algılama (remote sensing), kentsel alan (urban area), hava sıcaklığı (air temperature), uydu fotoğrafı (satellite imagery), soğutma (cooling), şehir planlama (city planning), çevresel sıcaklık (environmental temperture), Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS- Geographic Information Systems), Landsat tematik haritalama (Landsat thematic mapper) vb. kelimelerdir (Scopus, 2023) (Şekil 2).



Şekil 2. Anahtar kelimelerin başlıklar ve özetler içerisindeki görülme sıklıkları

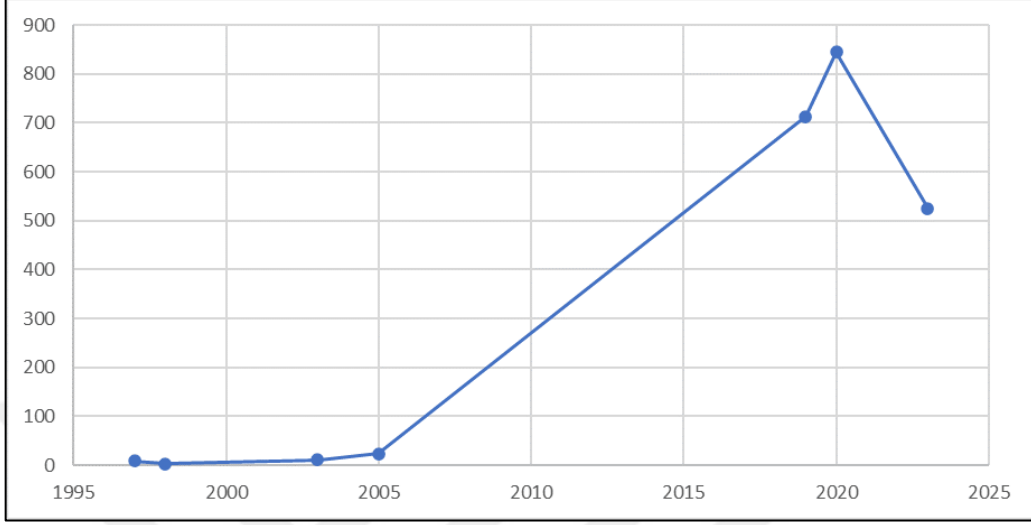
Makalelere ait olan konular yüzdesel dağılımı Şekil 3’te verilmiştir. göre çevre bilimleri (environmental science) %30, yer ve gezegen bilimleri (earth and planetary sciences) %20, sosyal bilimler (social sciences) %18, mühendislik (engineering) %10, enerji (energy) %8, ziraat ve biyoloji bilimler (agricultural and biological sciences) %8 ve geriye kalan %6 oranıyla bilgisayar bilimleri (computer science), işletme, yönetim ve muhasebe (business, management and accounting) ve tıp (medicine) tespit edilmiştir (Scopus, 2023).



Şekil 3. Scopus makalelerinin yer aldığı konu alanları

Scopus ’ta makalelerin yayınladığı yıllar Şekil 4’te belirtilmiştir. 1995 yılından bugüne kadar yayınlanan makale sayısı 229 olup en fazla 2022 yılında 45 makale yayınlanmıştır. Sonra sırasıyla 2020’ de 28, 2021’ de 25, 2023’te 21, 2017’ da 19, 2016’da 14 makale

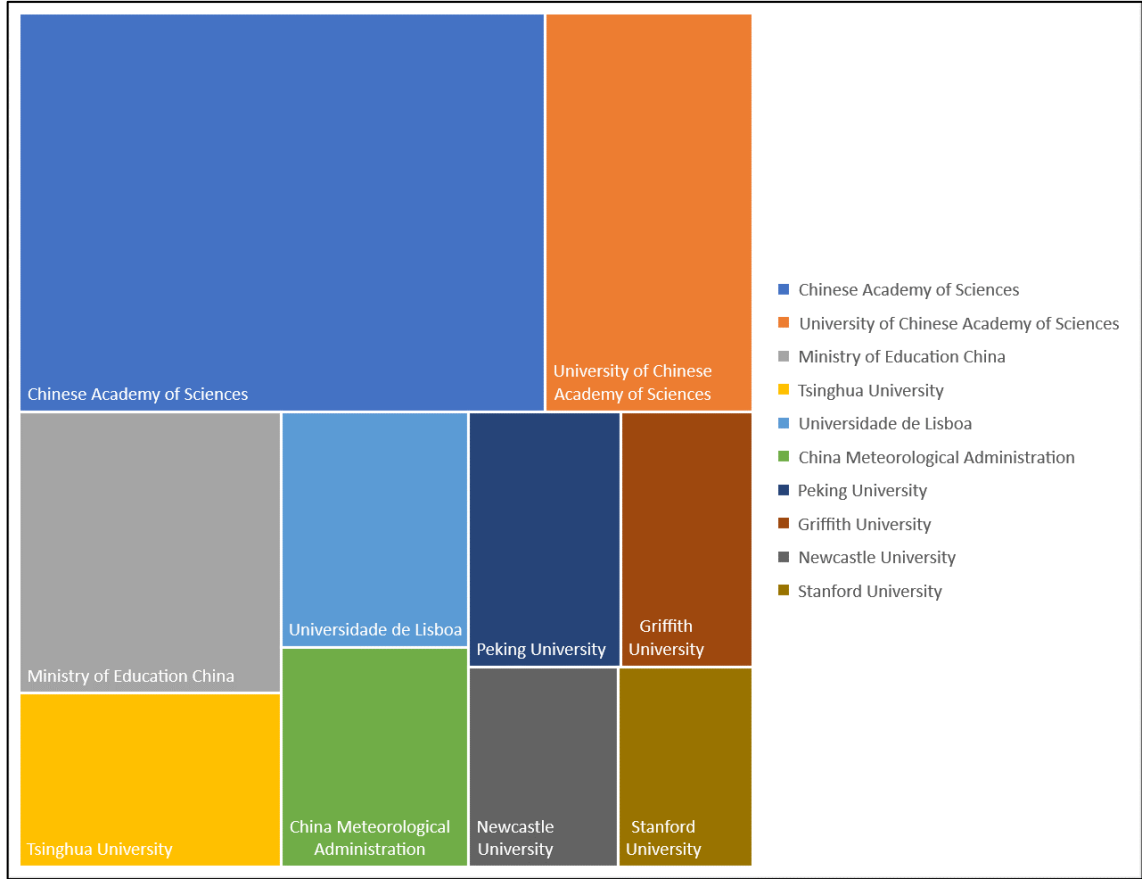
yayınlanmıştır. Buna göre ısı adası, hava sıcaklığı, uzaktan algılama, kentsel alan ve çevresel sıcaklık gibi anahtar kelimelerini içeren makale sayısı artış göstermektedir (Scopus, 2023).



Şekil 4. Makalelerinin yıl bazlı değişimi (Scopus, 2023)

Şekil 5'e göre Çin Bilimleri Akademisi (Chinese Academy of Sciences) 21 makale ile en çok yayınlandığı araştırma kurumudur. Arizona Devlet Üniversitesi (Arizona State University) ve Çin Bilimler Akademisi Üniversitesi (University of Chinese Academy of Sciences) 11 makale ile yer bulmuştur. Daha sonra sırasıyla Çin Eğitim Bakanlığı (Ministry of Education China) 10, Wuhan Üniversitesi (Wuhan University) 9, Coğrafi Bilimler ve Doğal Kaynaklar Araştırma Enstitüsü Çin Bilimler Akademisi (Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research Chinese Academy of Sciences) 7, Berlin Teknik Üniversitesi (Berlin Technical University) ve Nanjing Bilgi Bilimi ve Teknoloji Üniversitesi (Nanjing University of Information Science & Technology) 6 vd. makale ile devam etmiştir (Scopus, 2023).

Nüfus bakımından dünyanın en yoğun bölgeleri Doğu ve Güneydoğu Asya'dır. Buna bağlı olarak dünya nüfusunun büyük çoğunluğu bu bölgelerde bulunduğundan, iklim değişikliği ve KIA kavramları bu bölge ve yakın çevresinde bulunan üniversite, kurum ve kuruluşlar vb. tarafından yoğun olarak ele alındığı gözlemlenmektedir.



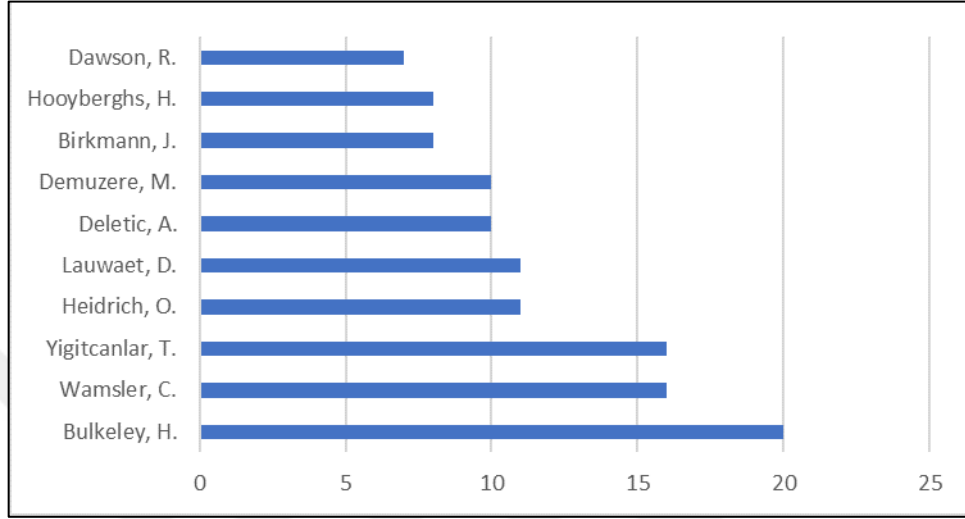
Şekil 5. Scopus veri tabanında taranan makalelerinin yer aldığı üniversiteler/enstitüler (Scopus, 2023)

Şekil 6'ya göre Scopus'ta taranan ilgili makalelerde en çok araştırma yapan Harriet Bulkeley adlı araştırmacı, çalışmalarını genellikle İklim Değişikliğine Uyum (Climate Change Adaptation), Kent İklimi (Urban Climate), Küresel Çevre Yönetişimi (Global Environmental Governance), Küresel iklim (Global Climate) ve Çevre Politikası (Environmental Policy) anahtar kelimeleri üzerine yürütmüş ve bu konular hakkında 20 yayın yazmıştır (Bulkeley, 2021; Bulkeley & Betsill, 2013).

Bir diğer araştırmacı olan Christine Wamsler'ın çalışmalarında çoğunluk olarak kullandığı ana başlıklar; İklim Değişikliğine Uyum (Climate Change Adaptation), Kent İklimi (Urban Climate) ve Dayanıklılık (Resilience) olmakla birlikte toplan 16 yayın yazmıştır (Runhaar vd., 2018; Wamsler vd., 2013; Zölch vd., 2016) .

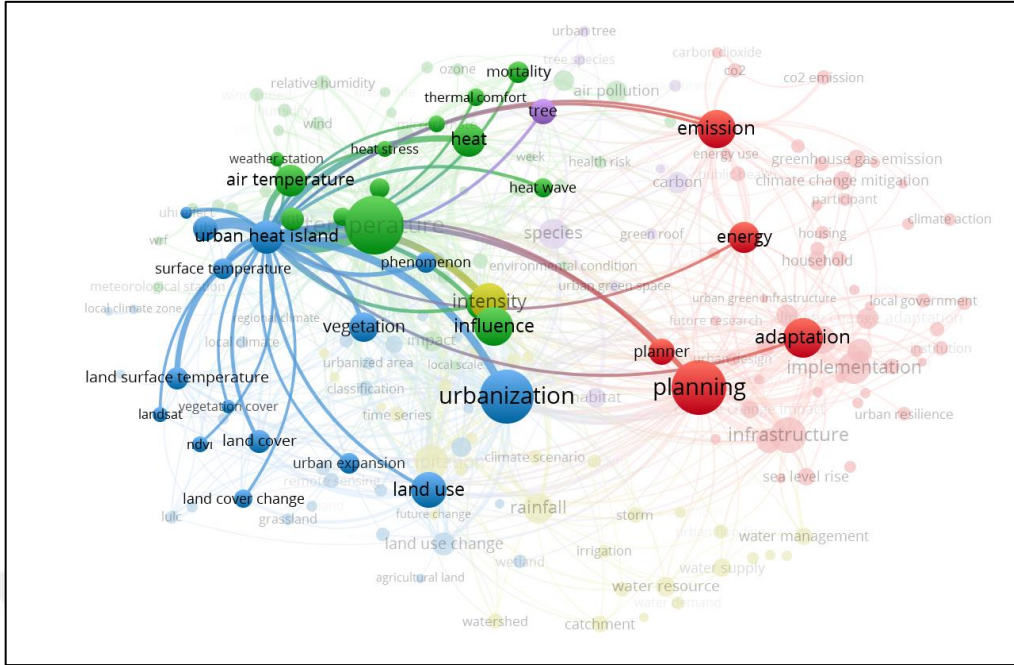
Üçüncü sırada olan Tan Yiğitcanlar adlı araştırmacının yürüttüğü çalışmalar; Kentsel Büyüme (Urban Growth), Kentsel Planlama (Urban Planning), Kentsel Sürdürülebilirlik (Urban Sustainability) ve Kentsel Alanlardır (Urban Area) (Mortoja & Yigitcanlar, 2023).

Diğer araştırmacıların yürüttüğü çalışmaların ortak konu başlıkları ise şunlardır: İklim değişikliği (Climate Change), İklim Değişikliği Etkisi (Climate Change Impact), Isı Adaları (Heat Islands) ve Kentsel Alanlar (Urban Areas) vb.'dir.



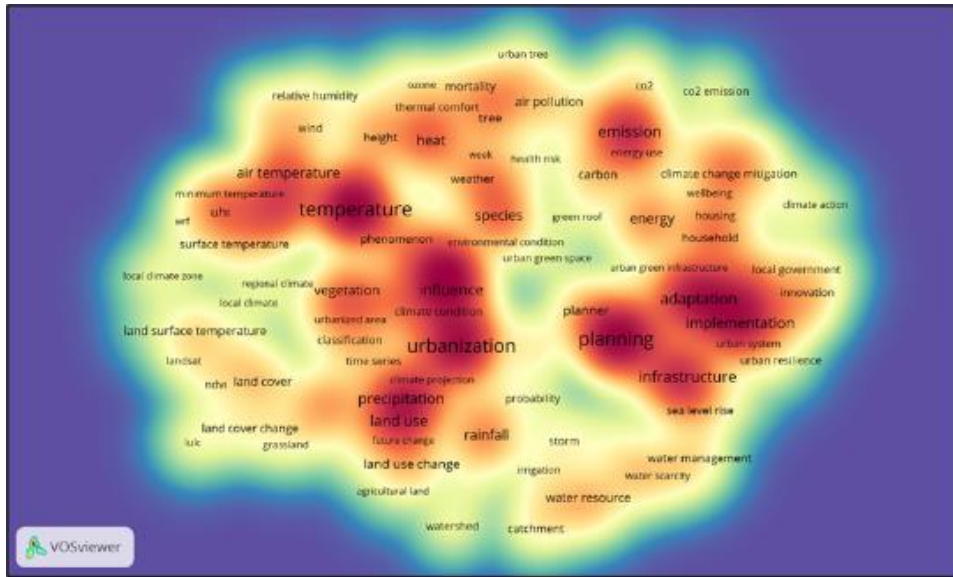
Şekil 6. Scopus'ta taranan ilgili makalelerde en çok yayın yapan yazarlar (Scopus, 2023)

Scopus veri tabanında yer alan 1993-2023 yılları arasındaki tüm araştırma makaleleri için (bildiriler, kitap bölümleri gibi eserler hariç) girilen anahtar kelimeleri VOSviewer v.1.6.19 programına aktararak ağ, kümeleme ve yoğunluk görselleştirmeleri oluşturulmuştur. Bunların sonucunda Şekil 7'de iklim parametrelerini oluşturan "KIA" (urban heat island) ve "arazi kullanım değişimi" (land use change) anahtar kelimelerin birbirleriyle kurdukları ağ haritaları şematize edilmiştir. Buna göre bir açıdan "KIA" kavramı yoğun olarak sıcaklık, hava sıcaklığı, iklim istasyonu, termal konfor, etki ve yoğunluk kavramları ile değerlendirilmiştir. Diğer bir açıdan ise kentleşme, vejetasyon, arazi kullanımı, planlama, adaptasyon ve enerji kavramlarıyla ilişki kurmuştur.



Şekil 7. Anahtar kelimelerin birbirleriyle kurdukları ağ haritaları (Eck & Waltman, 2023)

Şekil 8'e göre en yoğun kelimeler şunlardır: kentleşme (urbanization), planlama (planning), adaptasyon (adaptation), uygulama (implementation), sıcaklık (temperature), hava sıcaklığı (air temperature), etki (influence), yağış (precipitation), arazi kullanımı (land use), yayım (emission), iklim durumu (climate condition) ve bitki varlığıdır (vegetation).



Şekil 8. Anahtar kelimeleri içeren yayınların kelime yoğunluk haritası (Eck & Waltman, 2023)

Son yıllardaki araştırmalar, KIA etkilerinin daha ayrıntılı ve kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına odaklanmıştır. Bu çalışmalar, çevresel ve iklimsel değişkenlerin KIA'nın gelişimine etkisini araştırmakta ve özellikle şehirlerdeki sıcaklık farklılıklarını en aza indirecek yeni yaklaşımlar önermektedir (Dihkan vd., 2015; Karakuş, 2019).

Türkiye'deki KIA çalışmalarının ortak özelliği, olayın karmaşıklığını anlamak için niceliksel verilere ve modelleme araçlarına dayalı daha derin bir analiz içermesidir. Arazi örtüsü, morfoloji, makroform, yeşil sistem, kentsel doku, bina kompozisyonları vb. gibi faktörlerin KIA üzerindeki etkileri daha iyi anlaşılakta ve şehir planlamasında bu etkilerin azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirilmektedir (Erdem vd., 2021; Okumus & Terzi, 2023).

Ayrıca araştırmalar, KIA'nın sürdürülebilir kentleşme ve iklim değişikliğiyle mücadele üzerindeki etkilerini azaltmak veya dengelemek için çeşitli yöntemleri araştırmaya odaklanmıştır. Bu çabalar kentleşme ve planlama ekseninde kentsel ısı, arazi kullanımı, adaptasyon, uygulama ve negatif etkileri azaltma çerçevesinde şekillenmektedir (Toy vd., 2022).

Bu nedenle KIA çalışmaları son yıllarda benzeri görülmemiş miktarda ilgi çekmiştir ve bu ilgi artışının çoğunlukla uzak doğu ülkelerindeki araştırmacıların makalelerinden gelmektedir. KIA ile ilgili yapılan en eski çalışmalardan biri 1964 yılında Singapur'un güney şehir bölgelerinde Simon Nieuwolt tarafından gerçekleştirilmiştir (Pal & Ziaul, 2017).

Bu çalışmaların ana odağı KIA'nın şehirlerin sürdürülebilir kalkınması üzerindeki etkisini anlamak ve bu olguyu yönetmek için etkili çözümler sunmaktır. Tüm bu literatür özeti ışığında KIA'nın detaylı analizi için iklim verilerinin gerekli olduğu ve çalışma alanının bulunduğu kentleşme ve arazi kullanım durumunun planlama, plancı ve adaptasyon eksenli bir inceleme ile ortaya konulması önem arz etmektedir.

1.3. Tezin Amacı

Bu tez çalışması, çeşitli iklim verileri aracılığıyla Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2000-2018 yılları arası kentsel arazi kullanım/arazi örtüsü değişimlerinin KIA oluşumundaki etkilerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır;

- Arazi kullanım değişikliğine bağlı olarak aylık ortalama sıcaklıklar (°C) arasında farklılıklar var mıdır? Bu farklar ne yöndedir?

- Arazi kullanım değişikliğine bağlı olarak aylık ortalama minimum sıcaklıklar ($^{\circ}\text{C}$) arasında farklılıklar var mıdır? Bu farklar ne yöndedir?
- İstasyonların günlük maksimum sıcaklığın $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve üzerine çıktığı gün sayısı frekans değerleri ne yöndedir?
- Arazi kullanım değişimi ve rüzgâr hızı (m/sn) arasındaki farklar ne yöndedir?

Hipotez

- Trabzon kent merkezi için arazi kullanım değişiminden kaynaklı belirgin bir KIA etkisi vardır.

1.4. Literatüre Katkısı

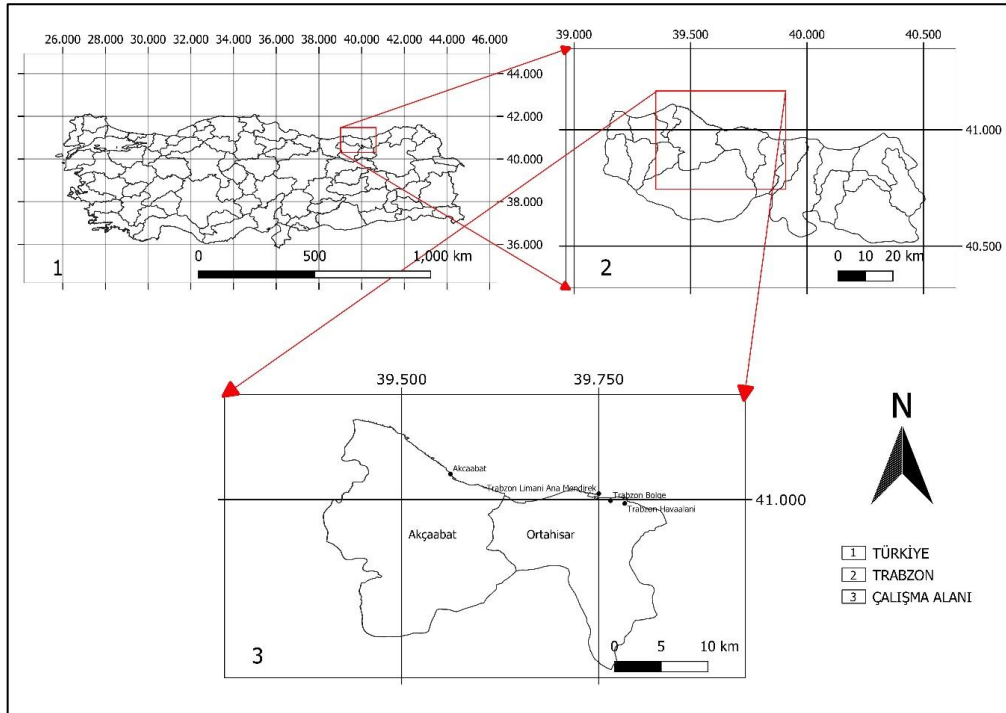
Genel olarak iklim değişikliği ve kentsel ısı adalarına gösterilen akademik ilgi ortadadır. Kentlerin arazi kullanım durumları, iklim değişikliğine ve KIA olgusuna adaptasyon aksiyonu ve planları oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda nitelikli çalışmaların katkısı değerli olacaktır. Bu tez çalışması ile Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin kentsel arazi kullanımı ve KIA durumları incelenerek; elde edilen bulgularla planlama alanında yerel ve uluslararası literatüre katkılar sunulmuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

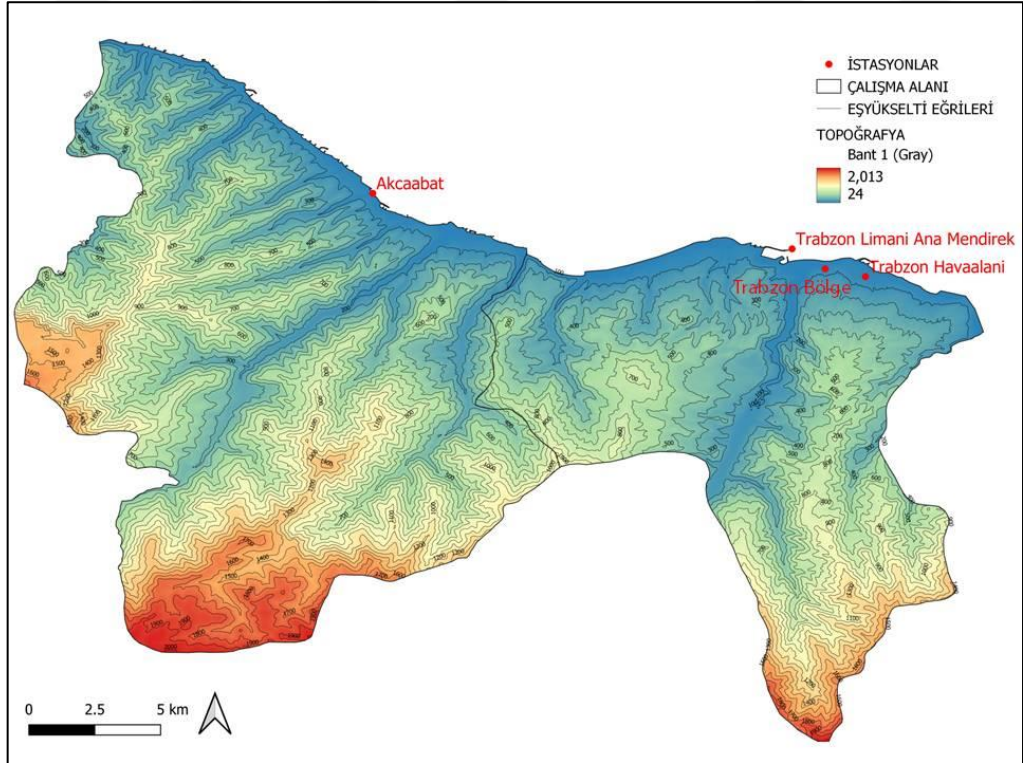
Bu tez çalışmasında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin benzer bütünleşik kentsel gelişme gösteren Trabzon ilinin Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 9). Trabzon ilinin doğusunda Rize, batısında Giresun, güneyinde ise Gümüşhane ve Bayburt illeri bulunmaktadır.

Çalışma alanı olarak seçilen Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin ise doğusunda Yomra, batısında Çarşıbaşı, Vakfıkebir ve Düzköy, güneyinde ise Maçka ilçeleri bulunmaktadır. Trabzon ili genel nüfusu 2023 yılı itibariyle ise 818 bin kişiden oluşmaktadır. Trabzon ilinin nüfus açısından en büyük nüfusa sahip olan Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin nüfusu sırasıyla 335 bin ve 129 bin kişidir. Bu başlık altında Trabzon il nüfusunda olduğu gibi seçilen ilçe nüfuslarının da yaklaşık %85'i kıyı bandında yerleşmiştir. İl nüfusunun özelde Yomra ilçe merkezinden Akçaabat ilçe merkezine kadar büyük bütünleşik bir kent dokusu verdiği gibi il genelinde ve hatta çevre illere de hizmet veren bir merkez özelliği bulunmaktadır.



Şekil 9. Çalışma alanının fiziksel konumu

Çalışma alanı olarak seçilen Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin topoğrafyası deniz seviyesinden başlayarak 0-2000 m kotuna kadar yükselen arazi yapısına sahiptir (Şekil 10). Yerleşmenin yoğun olduğu alanlar deniz seviyesinden başlayarak taraçalar şeklinde yükselen bir topoğrafyası bulunmaktadır. Trabzon ilinin iklimi üzerinde belirgin etkileri olan faktörler arasında topoğrafya ve vadiler önemli bir rol oynamaktadır. İlin topoğrafik yapısı, dağlık ve engebeli bir karaktere sahip olmasının yanı sıra sahil kesiminde özellikle derelerin denizle buluştuğu noktalarda kısmen düzlük alanlar da bulunmaktadır. Bu farklı yükselti seviyeleri, hava akımlarını ve denizden gelen nemli hava kütlelerinin hareketini etkileyerek mikroklima varyasyonlarına yol açar. Dağlar, rüzgârların yönünü ve hızını değiştirerek yağış dağılımını etkiler. Özellikle denizden iç bölgelere doğru uzanan vadiler, denizden gelen nemli hava kütlelerinin iç kesimlere taşınmasına olanak sağlar. Bu vadiler, rüzgârların geçişine izin verirken aynı zamanda iç bölgelerde sıcak ve kuru hava kütlelerinin oluşmasına da neden olabilir. Bu nedenle, Trabzon ilinin iklimini anlamak ve yorumlamak için topoğrafya ve vadiler gibi faktörlerin etkilerini göz önünde bulundurmak önemlidir (ÇŞB, 2011).



Şekil 10. Çalışma alanının topoğrafyası

Trabzon kentinin arazi yapısının engebeli ve çoğunlukla yapılaşmaya uygun olamaması nedeni ile belli noktalarda kümelenmeden kaynaklı olarak birim alana düşen nüfus yoğunluğu fazladır. Buna ek olarak kentin kuzeyinde denizin olması, güney kısmında ise yerleşim zorlu ve maliyetli olduğundan, yapılaşma daha çok doğu-batı sahil hattı boyunca oluşmaktadır (Akyürek, 2012).

Türkiye'nin kuzeydoğu kıyı bölgesinin iklim özellikleri yağışlı ve nem oranı yüksektir. Trabzon ili genelinde görülen iklim değişikliği kıyı ile kıyının ardında kalan kesim arasında belirgindir ve nem oranı ortalama %70 civarındadır. Bölgeyi iklim yönünden, Doğu Karadeniz sıradağlarının Karadeniz'e bakan kuzey yamaçları ile bu dağların güney yamaçları olarak iki kısımda incelemek gerekmektedir. Kıyı kesiminde denizin etkisiyle ilde ılıman iklim görülmekte; dolayısıyla denize bakan kuzey yamaçlarının sahil bölümü; her mevsim yağışlı olup yazlar sıcak, kışlar ise ılıman geçmektedir. Bu kısımda yağış değerleri yükseklikle artmakta, buna karşılık sıcaklık azalmaktadır. Güney kısmındaki dağlık bölgeye yaklaştıkça iklim özellikleri sertleşmektedir. Kıyıda yağmur olarak görülen yağış yüksek yerlerde kar şekline dönüşmektedir. Her iki bölgenin iklimsel özelliğini barındırmasına rağmen birbirine yakın kesimlerde bile büyük iklimsel farklılıklar yaşanmaktadır (Meteoroloji G. Müd., 2020).

Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu şehir merkezinin çevresine göre biraz daha sıcak olduğu, dağlık alanlarda ise sıcaklık değerlerinin azaldığı dikkat çekmektedir. 1991-2020 yılları arası yıllık ortalama sıcaklık 14.8 °C, yıllık ortalama minimum sıcaklık 11.8 °C, yıllık güneşlenme süresi 4.5 saat, ortalama yağışlı gün sayısı 137.2 ve yıllık ortalama yağış miktarı 828 mm'dir. Ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu ay 23.4 °C ile ağustos, en düşük olduğu ay ise 7.3 °C ile şubat ayıdır. Ortalama minimum sıcaklıklarda ise 20.4 °C ve 4.4 °C ile benzer bir durum söz konusudur (Meteoroloji G. Müd., 2020). Hâkim rüzgâr, kuzeybatıdan gelen deniz meltemidir (Cuhadaroglu & Demirci, 1997).

2.1.1. Ortahisar ve Akçaabat İlçeleri Kıyı Bandının CORINE Land Cover Verileri ile 2000-2018 Arası Arazi Kullanımının İncelenmesi

CORINE (Coordination of Information on the Environment-Çevresel Bilginin Koordinasyonu) Arazi Örtüsü (CLC), Avrupa'daki çevre politikasını desteklemek amacıyla arazi verilerinin standardizasyonunu sağlamak için bir veri toplama girişimi olarak belirlenmiştir. Bir başka deyişle bu program, Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından

oluşturulan arazi kullanımı/arazi örtüsü (AK/AÖ) sınıflandırmasına dayanmakta ve AK/AÖ uydu görüntüleri kullanılarak bilgisayarlı görsel yorumlama yöntemiyle haritalanmaktadır. Bu envanterler 1980'lerin sonlarından başlayarak (1990, 2000 ve 2006) üç kez tekrarlanmış ve GIO arazisi (GMES Initial Operations Land) projesinin bir parçası olarak dördüncü bir envanter başlatılmıştır. CLC (CORINE Arazi Örtüsü), Avrupa genelinde çevresel modelleme, AK/AÖ analizi ve gösterge geliştirme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Büttner, 2014).

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri haritalamanın temel geometrik temelini oluştururken, coğrafi veriler (örneğin topografik haritalar, ortofotolar ve araştırma verileri) önemli referans bilgileri sağlar. Proje, Avrupa Komisyonu (EC) ve katılımcı ülkeler tarafından finanse ediliyor ve EEA'nın yönetimi ve kalite kontrolü altındaki ulusal gruplar tarafından uygulanıyor. Temel teknik parametreler zaman içinde değişmemiş olsa da (örneğin isimlendirme, minimum 25 hektarlık haritalama birimi ve minimum 100 metrelik haritalama genişliği), haritalama yöntemi artık tamamen fotoğrafların bilgisayarla yorumlanmasına dayanmaktadır. Ayrıca, CORINE Arazi Örtüsü Değişiklikleri (CLCC), uydu görüntülerinden doğrudan değişikliklerin haritalandığı bir veri kaynağıdır. Bu, değişiklikleri CLC durum katmanına göre detaylı bir şekilde yakalamak için 5 hektarlık bir minimum haritalama birimi kullanılmaktadır. İki Avrupa doğrulama çalışması, elde edilen doğruluk oranının, CLCC'nin yanı sıra CLC için belirlenen minimum gereksinimi (%85) aştığını göstermiştir (Büttner, 2014).

Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri için 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü verileri incelenmiştir. CORINE, 44 farklı arazi örtüsü sınıfı ile 1990'dan beri bu sınıflar arasındaki değişiklikleri inceleyen bir Avrupa arazi örtüsü envanteridir (EEA, 2023). CORINE Arazi Örtüsü temel olarak 5 farklı ana sınıfta incelenmektedir.

Bunlar:

- i. yapay yüzeyler,
- ii. tarım alanları,
- iii. orman ve yarı doğal alanlar,
- iv. bataklık alanlar ve
- v. su kütleleri şeklindedir (Tablo 1) (CORINE, 2018).

(i) Yapay yüzeyler kendi içinde 4 alt başlık altında toplanmaktadır. Bunlar:

- Kentsel doku, çoğunlukla konutlar ve bunların kullanım alanlarından oluşan bir yapıdır. İki ana türü vardır: sürekli ve kesikli/süresiz kent yapısı

şeklindedir. Sürekli kent yapısı, genellikle binalar ve yollarla kaplı büyük bir alanı ifade eder ve genellikle %80'in üzerinde yapay yüzeylerle kaplıdır. Kesikli/süreksiz kent yapısı ise yapılar, yollar ve yapay yüzeylerle birlikte arazinin bazı kısımlarının çıplak toprak ve bitki örtüsü karışımıyla kaplı olduğu alanları tanımlar. Bu türün kapsama yüzeyi %30-80 arasında değişebilir. Sürekli kentsel yapıyı kesikli/süreksiz kent yapısından ayıran önemli bir özellik, uydu görüntüsünde bağımsız binalardan (bahçeli, müstakil evler gibi) oluşmasıdır.

- Sanayi, ticaret ve ulaşım birimleri, ağırlıklı olarak endüstriyel faaliyetlerin dönüşüm ve imalat kısımlarını, ticaret, finans faaliyetlerini, hizmetleri, karayolu ve demiryolu ağlarını, havalimanlarını, nehir ve deniz limanlarını ve bu altyapılara erişimi sağlayan arazileri içeren alanlardır. Bu alanlar büyüyen endüstriyel tesisleri de içerebilir.
- Maden, çöp alanları ve şantiyeler, özellikle maden çıkarma faaliyetleri, inşaat sahaları ve atık boşaltım sahaları gibi insan faaliyetleri için kullanılan alanları ifade eder.
- Yapay, tarım dışı bitki örtüsü alanları, eğlence ve dinlenme amaçları için kullanılan alanları temsil eder. Bu alanlar yeşil alanlar, parklar, spor tesisleri ve eğlence tesisleri gibi sosyal ve rekreasyon alanlarını içerir.

(ii) Tarım alanları:

- Ekilebilir arazi, genellikle dönüşümlü olarak yıllık hasat yapılan ekinlerin yetiştirildiği veya nadasa bırakılan arazileri ifade eder. Bu araziler, su kullanımının yoğun olduğu ürünler, örneğin çeltik ve sulak arazi ekinlerini içerir.
- Kalıcı mahsuller (sürekli ürünler), dönüşümlü değil sürekli olarak ekimi yapılan bitkilerle kaplı arazileri ifade eder. Bu tür arazilerde odunsu gövdeli bitkiler yetiştirilir ve meyve üretimi yapılır. Örnek olarak meyve bahçeleri, zeytinlikler, kestane-ceviz bahçeleri, bağlar, kafeste büyütülen meyve ağaçları (örneğin kivi) ve sarmaşık gövdeli meyveler (örneğin çilek) bu kategoriye girer.
- Meralar, genellikle en az beş yıl sürekli olarak saman ve yem üretimi için kullanılan arazilerdir. Bu alanlar, doğal ve ekili otsu bitkileri içerir ve gelişmiş,

gelişmemiş veya az gelişmiş çayırları, otlatma veya mekanik hasat ile elde edilen çayırları kapsar. Meralar düzenli olarak ziraat ve doğal otsu bitki türlerinin gelişimini etkileyen alanlardır.

- Heterojen tarım alanları, aynı arazi parselinde hem kalıcı ürünlerin hem de yıllık ürünlerin yetiştirildiği alanları ifade eder. Bu alanlar, orman ağaçları altında yıllık ekinlerin yetiştirildiği yerleri, çayırların ve yıllık ürünlerin yan yana bulunduğu tarlaları ve doğal bitki örtüsü ile iç içe geçmiş peyzaj alanlarını içerir.

(iii) Orman ve yarı doğal alanlar:

- Orman ve yerel veya egzotik iğne yapraklılar ile, yaprak döken ve kereste veya diğer orman endüstrisi ürünleri için kullanılan ağaçlıklarla kaplı alanlar bu sınıfa dahildir.
- Çalı ve/veya otsu bitki alanları, ılıman iklim bölgelerinde bulunan ekosistemler genellikle yapraklarını döken ağaçlar, bodur bitkiler, iğne yapraklı ağaçlar, maki ve çalılıklar tarafından kaplanan alanlardan oluşur. Bu bölgelerde, Akdeniz ve Akdeniz altı bölgeleri de dahil olmak üzere, yapraklarını dökmeyen sklerofil çalılar ve makiler yaygın olarak görülür. Ayrıca ova, tepe ve dağlık bölgelerde bulunan kuru ve sıcak hava otlakları da mevcuttur; bu bölgelerde Alpler tipi otlaklar ve nemli otlaklar da bulunabilir.
- Vejetasyonun olmadığı veya az olmadığı alanlar, bitki örtüsü ile kaplı olmayan veya az miktarda bitki örtüsüne sahip doğal alanlardır. Step veya step benzeri alanlar, orta ve sıcak Akdeniz kserofilleri, kayalık dik yamaçlar üzerinde görülen yeşil bitki örtüsü, sahil kumu ve kum tepeleri, kalkerli ve silisli toprak üzerindeki kayalıklar dahildir.

(iv) Sulak Alanlar 2 alt başlık altında toplanmıştır:

- İç Sulak alanlar (karasal bataklıklar), yılın büyük bir bölümünde, tatlı-tuzlu-durgun sular tarafından su altında bırakılmış veya su altında kalmaya meyilli alanlar. Nehir, dere, bataklık, göl kıyılarındaki bitki örtüsü dahildir.
- Kıyı sulak alanları, tuz bataklığı, tuzlular ve gelgit olayı ile oluşan düzlüklerdir.

(v) Su yapıları 2 alt başlık altında toplanmıştır:

- İç Su Kütleleri, hareketli sular (nehir, dere) ile beslenen göller, göletler ve havuzlardır. İnsan yapısı tatlı su havzaları ve kanalları dahildir.

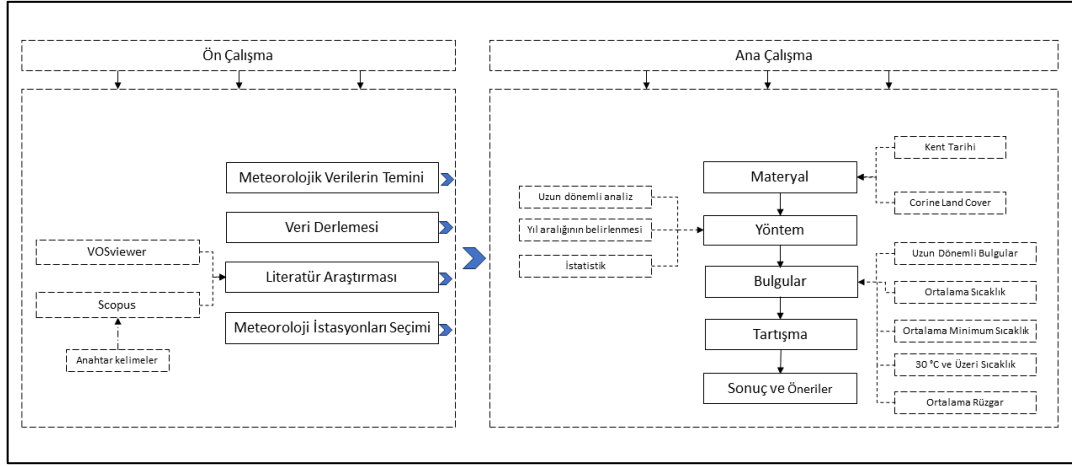
- Kıyı Su Kütleleri, Okyanus ve kıta sahanlığı suları, koylar ve dar kanallar, körfezlerdir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Tablo 1. CORINE Ana Arazi ve Alt Arazi Sınıfları

CORINE Ana Arazi Sınıfları	Alt Arazi Sınıfları			
Yapay Yüzeyler	Kentsel Doku	Sanayi, Ticaret ve Ulaşım Birimleri	Maden, Çöp ve Şantiyeler	Yapay, Tarım Dışı Bitki Örtüsü Alanları
Tarım Alanları	Ekilebilir Alan	Kalıcı Mahsuller (sürekli ürünler)	Meralar	Heterojen Tarım Alanları
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	Ormanlar	Çalı ve/veya Otsu Bitki Alanları	Vejetasyonun Olmadığı veya Az Olduğu Alanlar	
Sulak Alanlar	İç Sulak Alanlar	Kıyı Sulak/İslak Alanları		
Su Yapıları	İç Su Kütleleri	Kıyı Su Kütleleri		

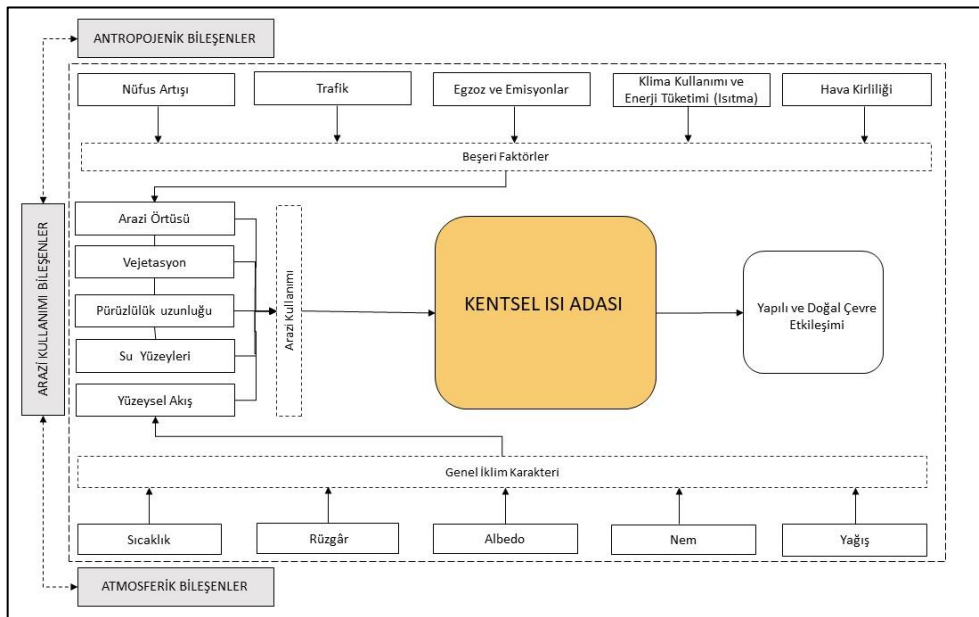
2.2. Yöntem

Bu tez ön çalışma ve ana çalışmalar olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Ön çalışma, literatür araştırması, çalışmanın amacına yönelik meteoroloji istasyonların seçimi ve meteorolojik verilerin belirlenen yıllara göre temini ve derlenmesinden oluşmaktadır. Literatür araştırmasında tez başlığı kapsamında anahtar kelimelerin belirlenmesine yönelik olarak VOSviewer ve Scopus veri tabanlarından yararlanılmıştır. Tezin ikinci aşaması olan ana çalışmada; çalışma alanının belirlenmesi, materyal, çalışmanın yöntemi, bulgular, tartışma, sonuç ve öneriler kısımlarından oluşmaktadır. Yöntemde uzun dönemli analiz, yıl aralığının belirlenmesi ve istatistikler metotlar kullanılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Tezin yazım süreci

Kentsel ısı adasına etki eden faktörler olan arazi kullanımı, atmosferik ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan antropojenik bileşenler kentsel arazi yüzeyini etkilemektedir. Bu faktörler, bir kentsel alanın iklim, şehir büyüklüğü, kentsel geometri, bina tipolojisi ve gibi fiziksel parametreleriyle birleştiğinde kentsel yüzeylerde depolanan ve/veya insan faaliyetlerinden yayılan ısının havaya salınması sonucunda KIA oluşumu görülür ve yapı ve doğal çevreyi doğrudan ve dolaylı olarak önemli derecede etkiler (Health Canada, 2020; Wai vd., 2022). Tüm okumalar ışığında, arazi kullanım değişimlerinin KIA'ya olan etkileri görselleştirilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Kentsel ısı adasına neden olan faktörler

Çalışmanın ana amacına yönelik olarak özellikle genel iklim karakterini oluşturan başlıklar (sıcaklık, rüzgâr, nem, yağış gibi) dikkate alınarak KIA üzerinden yapıli ve doğal çevre etkileşimi değerlendirmesi yapılmıştır.

2.2.1. Uzun Vadeli İklim Verilerinin Analiz Edilmesi

Bu analiz küresel iklim değışikliğinin Trabzon kentinde geçerli olup olmadığını tespit etmek için yapılmıştır. Bu kapsamda sırasıyla yıllık ortalama sıcaklık (°C, 2 m'de), yıllık ortalama minimum sıcaklık (°C, 2 m'de) ve yıllık ortalama rüzgâr (m/sn, 10 m'de) verilerinin analizlerinin gerçekleştirilmiş olup, uygun meteoroloji istasyonları belirlenmiştir. Bu istasyonlar belirlenirken iki ana kriter göz önünde bulundurulmuştur. Bunlardan ilki seçilen istasyonların Trabzon Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin kent merkezinin kıyı bandında yer alıyor olması, ikincisi ise istasyonların sıcaklık artışının görüldüğü eğim üzerinde kayıt tutmuş olmasıdır. Verilerin ortalamalarının hesaplanması ve grafiklerin çizilmesi için sırasıyla Microsoft Excel 2010 ve R programlama dilinden yararlanılmıştır (R Development Core Team, 2022). R programlama dili; istatistikçiler, veri bilimcileri, veri analistleri, araştırmacılar ve pazarlamacılar tarafından istatistiksel hesaplama, veri analizi ve araştırma alanlarında verileri temizlemek, analiz etmek, görselleştirmek ve anlamak için yaygın olarak kullanılan bir programlama dilidir (Bivand vd., 2008). Pek çok analist ve veri bilimci, finanstan üretime, e-ticaretten sağliık hizmetlerine, bankacılığa ve kapsamlı pazarlamaya kadar şirketlerin en zorlu sorunlarını çözümede vazgeçilmez bir araç haline gelen R programlama dilini kullanmaktadır. Ulusal Hava Servisi, hava durumu ve afet tahminleri için R programlama dilini kullanmaktadır. Ayrıca afet bölgelerine yönelik tahminleri görselleştirmek ve tahminleri analiz etmek için de kullanılmaktadır.

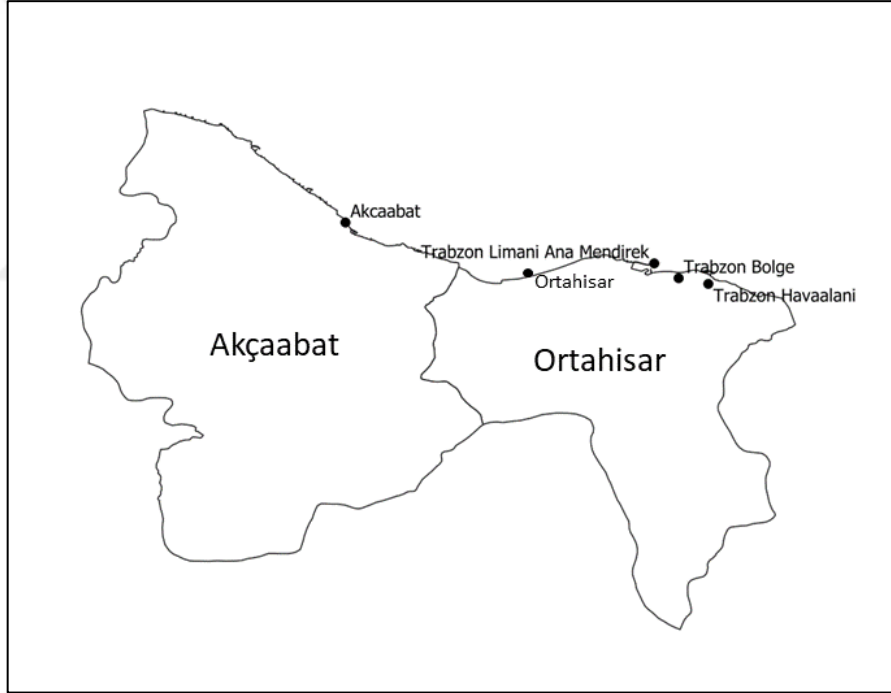
2.2.2. Detay Analizler İçin Uygun Yıl Aralığının Seçilmesi

Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri yakın çevresinde 5 farklı meteoroloji istasyonu yer almaktadır (Şekil 13). Bu istasyonların veri güvenilirliğini artırmak için yakın tarihten günümüze olan zaman aralığı seçilmiştir. Kentsel morfolojinin oturmuş olması ve değışimlerin görece daha az görüldüğü 2014-2021 yılları arası tercih edilmiştir. Bu yıl aralığının tercih edilmesinde Trabzon Bölge (17037) meteoroloji istasyonunun 2006-2013 yılları arası veri kaydının olmaması etkili olmuştur.

2021 yılı içerisinde Trabzon ili Ortahisar ilçesi ve yakın çevresi için kayıt tutan 4 istasyon bulunmaktadır (Tablo 2, Şekil 13). Bu istasyonlardan Ortahisar (19366) meteoroloji istasyonunun kayıt tutma tarihi 2018 yılından itibaren başladığından örneklemden çıkarılmıştır.

Tablo 2. Seçilen İstasyon Bilgileri

Kod	İstasyon	İstasyon numarası	Enlem	Boylam	Rakım (m)
S1	Trabzon Havaalanı	17038	40.9950	39.7830	33
S2	Trabzon Limanı Ana Mendirek	17464	41.0075	39.7500	4
S3	Trabzon Bölge	17037	40.9985	39.7649	37
S4	Akçaabat	17626	41.0325	39.5615	4
S5	Ortahisar	19366	40.9996	39.6829	3



Şekil 13. Seçilen İstasyon Bilgilerinin konumu

2.2.3. Verilerin İstatistiğinin Yapılması

İstatiksel hesaplamalara öncelikle tanımlayıcı istatistikle başlamıştır. Tanımlayıcı istatistik, bir veri setinin istatistiksel olarak genel özelliklerini tanımlayan ölçülerdir. Bu istatistik türü, iyi tanımlanmış koşullarda, tekrarlanan deneyler altında ve ölçümlerin

kesinliği dahilinde elde edilen verilerdir (de S, 2007). Tanımlayıcı istatistikler; sayısal verileri zet olarak tanıtan, özetleyen, birimlerin yığıldıkları tipik değerlerini ve yayılımını grafikler ve tablolar halinde gösteren, dağılımlar hakkında bilgi veren değerlerdir. Tanımlayıcı istatistikler temel olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunlar: yer gösteren ve yaygınlık luleridir. Yer gösteren luler; aritmetik ortalama, ortanca (medyan), tepe değer (mod) ve oran (%) olarak ifade edilebilir. Yaygınlık luleri ise standart sapma, varyasyon/değişim katsayısı, dağılım genişliği ve standart hata gibi biçimlerle ifade edilir (Kadıoğlu, 2014). Bu bağlamda çalışmada ilk olarak verilerin aylık aritmetik ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Daha sonra kurulan hipotezin geçerliliğini desteklemek için verilere normal dağılım testi uygulanmıştır. İstatistiksel verilerde genel olarak iki tür test grubu vardır: parametrik ve parametrik olmayan testler. Parametrik testler, belirli bir teorik dağılımın veriler ve/veya test istatistiği için uygun bir temsil olduğunu bildiğimiz veya varsaydığımız durumlarda gerçekleştirilen testlerdir. Parametrik olmayan testler ise belirli parametrik formların belirli bir durumda uygun olduğu varsayımı olmadan yapılır (Cebeci, 2019; Wilks, 2006). Bu bağlamda verilerin parametrik veya parametrik olmayan test grupları ile analizi için bir normallik testi olan Shapiro-Wilk testi yapılmıştır.

Shapiro-Wilk testi 50 veya daha az gözlem için uygulanabilen bir testtir. Ayrıca normal dağılıma uygunluğu gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Simetrik olarak konumlandırılmış veri değerleri arasında gözlemlenen mesafeye dayanır (de S, 2007).

İstatistiksel veri analizinde temel dağılım normal dağılımdır. Birçok istatistiksel analiz bu dağılıma dayanmaktadır. Yani sayısal değişkenlerle bir analiz yapılacaksa bu değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığını kontrol etmek gerekir. İstatistiksel hipotez testlerinin normal dağılımı dikkate alınarak test türü olarak parametrik testler seçilmiştir. Yani, sayısal değişkenlerimiz normal dağılıyorsa analizin parametrik testler kullanılarak yapıldığı anlamına gelir. Eğer kategorik değişkenlerle çalışacaksa, değişkenlerin normal dağılıma sahip olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Örneğin ki-kare testlerinde kategorik değişkenlerle çalışıldığı için bu değişkenlerin normal dağılıma sahip olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. T-testi, ANOVA veya ANCOVA vb. gibi parametrik testler, deneysel tekniklerin kullanılabilmesi için verilerin normallik şartının yerine getirilmesi gerekmektedir (Demir, 2017).

Tek yönlü ANOVA testi, ortalamalar arasında fark olup olmadığına bakmak istediğimizde ve/veya sürekli bir ölçüm (continuous data) ve 2 ya da daha fazla değişken grubu olduğu zaman kullanılır. Tek yönlü ANOVA bize grupların değişkene bağlı olarak

birbirinden farklı olup olmadığı bilgisini verir (de Sá, 2007). Bu bağlamda Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu benzer karakteri gösterdiğinden ortak olarak değerlendirilmiştir. Trabzon Bölge ve Akçaabat istasyonları ise bağımsız olarak değerlendirilmiştir (A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir. B: Trabzon Bölge istasyonu ortalama sıcaklık değerleridir. C: Akçaabat istasyonuna ait ortalama sıcaklık değerleridir). Bu analiz için istatistiksel bir kabul olan %95 güven seviyesi ($p < 0.05$) kullanılmıştır.

2.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Enterpolasyon, matematiksel bir model kullanılarak herhangi bir noktada ölçüm yapmadan, bu noktadaki ölçüm verilerinin tahmin edilmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Bu anlamda, jeodezik uygulamalarda erişilemeyen, ulaşım zorluğu yaşanan veya yüksek maliyet gerektiren bölgelerdeki ölçümlerin eksikliği nedeniyle, bu noktalardaki ölçüm değerlerini tahmin etmek için farklı enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Göğsu & Hastaoğlu, 2019). Günümüzde, enterpolasyon yöntemleri bir dizi alanda kullanılarak tahminler oluşturmak ve bu tahminlere dayalı çözümler üretmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu alanlar arasında hava tahminleri, toprak analiz haritaları, çevre kirliliği haritaları, gürültü haritaları, sıcaklık haritaları ve daha birçok örnek bulunmaktadır (Göğsu & Hastaoğlu, 2019; Mousavi vd., 2017; Taylan & Damçayırı, 2016; Tuncay vd., 2016).

İlk olarak veri setleri üzerinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemler uygulanmış ve her bir veri seti için uzaklığın tersi ile ağırlıklandırılmış enterpolasyon haritaları çizdirilmiştir. Haritalar çizdirilirken topoğrafya düzeltmesi için her 100 metrede bir 0.65 °C sabit değeri kullanılmıştır (Meteoroloji G. Müd., 2023). Daha sonra istasyonların bulunduğu arazi kullanımlarına göre araştırma soruları cevaplanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, Akçaabat ve Ortahisar İlçelerinin 2000-2018 yılları arası arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi, uzun dönem iklim durumu, 2014-2021 arası aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık ortalama minimum sıcaklık (°C) durumu, seçilen istasyonlara ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri olduğu gün sayısı ve son olarak 2014-2021 arası aylık ortalama rüzgâr durumu (m/sn) çalışmaları yapılmıştır. Diğer atmosferik bileşenler olan nem ve yağış verisinin istasyonlar arası belirgin bir farklılık göstermemesi nedeniyle bulgulara dahil edilmemiştir.

3.1. Akçaabat ve Ortahisar İlçelerinin 2000-2018 Yılları Arası Arazi Kullanım Değişimleri ve Güncel Kentsel Doku Durumu

İlk olarak Trabzon ili için 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait yapay yüzeyler, doğal ve yarı doğal alanlar, tarım alanları ve su yüzeyleri incelenmiştir (Tablo 3) (CORINE, 2018).

Bu tespitler doğrultusunda Trabzon il geneli için 2000-2018 yılları arasında CORINE Arazi Örtüsü temel başlıklarından olan yapay yüzeylerde 2824 ha'lık artış göstermiştir. Bu artışın %50'si 2006 yılından sonra gerçekleşmiştir. Doğal ve yarı doğal alanlarda ise 25102 ha'lık artış tespit edilmiştir. Tarım alanları 26196 ha azalış göstermektedir. Son olarak su yüzeylerinde ise 1730 ha azalış tespit edilmiştir. Bu bağlamda tarım alanlarının doğal ve yarı doğal alanlara dönüştüğü gözlemlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Akçaabat ilçesi için 2000-2018 yılları arasında yapay yüzeylerde 176 ha'lık bir artış söz konusudur. Doğal ve yarı doğal alanlarda ise 1679 ha'lık artış tespit edilmiştir. Tarım alanları 1857 ha azalış göstermektedir. Su yüzeylerinde ise belirgin bir değişiklik tespit edilmemiştir. Bu tespitler doğrultusunda tarım alanlarının doğal ve yarı doğal alanlara dönüştüğü gözlemlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Ortahisar ilçesi için 2000-2018 yılları arasında yapay yüzeylerde 1264 ha'lık bir artış söz konusudur. Doğal ve yarı doğal alanlarda ise 2489 ha'lık artış tespit edilmiştir. Tarım alanları 3673 ha azalış göstermektedir. Son olarak su yüzeylerinde ise 79 ha azalış belirlenmiştir. Bu tespitler neticesinde tarım alanlarının doğal ve yarı doğal alanlara ve yapay yüzeylere dönüştüğü gözlemlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023). Sonuç olarak bu

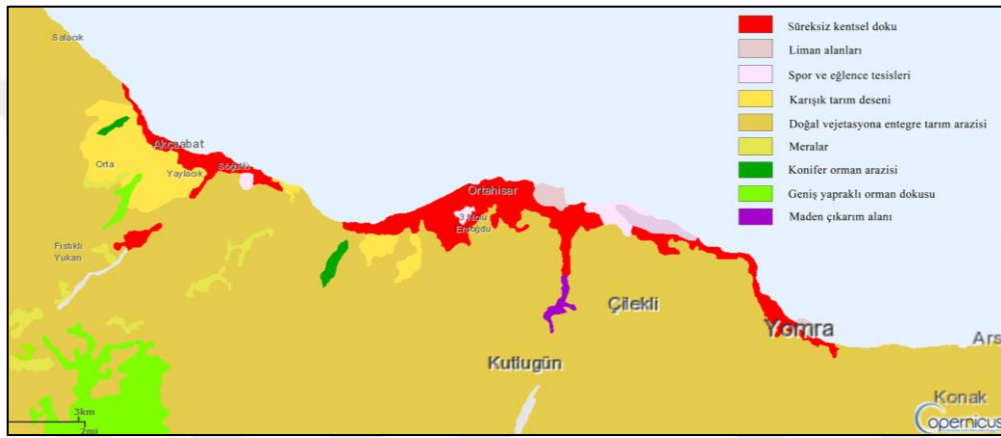
bilgiler doğrultusunda Ortahisar ve Akçaabat ilçesinin yapay yüzey artışları Trabzon ili genelinde %51'lik paya sahiptir.

Tablo 3. Trabzon il geneli, Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri 2000-2018 Yılları Arası Arazi Kullanım Değişimi (CORINE, 2018)

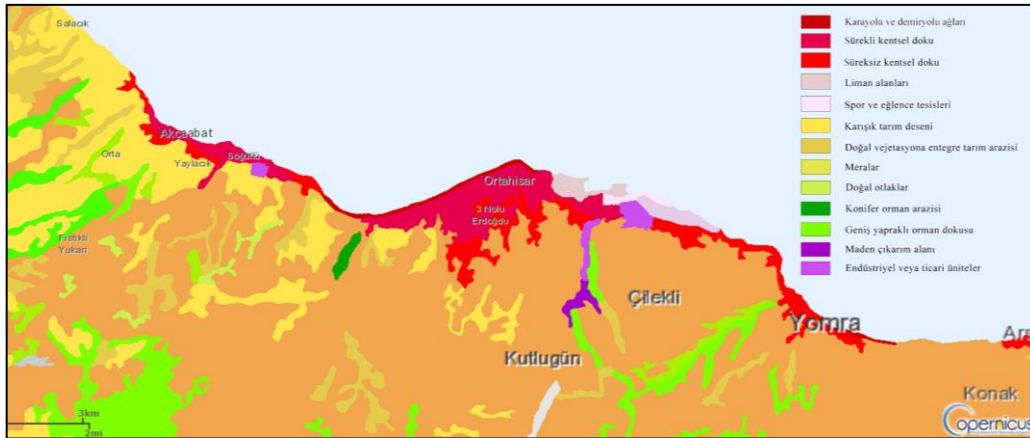
Trabzon ili arazi kullanım değişimi (ha)				
Yıl	Yapay yüzeyler	Doğal ve yarı doğal alanlar	Tarım alanları	Su yüzeyleri
2000	2936	242905	214720	2712
2006	4356	267142	190650	1125
2012	5263	268186	188842	982
2018	5760	268007	188524	982
2000-2018 yılları arası fark	-2824	-25102	26196	1730
Akçaabat ilçesi arazi kullanım değişimi (ha)				
2000	438	11983	24963	88
2006	430	13662	23293	88
2012	520	13662	23203	88
2018	617	13662	23106	88
2000-2018 yılları arası fark	-176	-1679	1857	0
Ortahisar ilçesi arazi kullanım değişimi (ha)				
2000	1523	2175	19608	189
2006	2171	4822	16393	111
2012	2514	4664	16208	110
2018	2787	4664	15935	110
2000-2018 yılları arası fark	-1264	-2489	3673	79

Trabzon kent merkezi ve yakın çevresinin 2000-2006 yılları arası arazi örtüsü değişimi şu şekilde gerçekleşmiştir: 2000 yılında kent merkezi Yomra ilçesinden başlayıp Beşirli mahallesine kadar süresiz bir yerleşim göstermektedir (Şekil 14). 2006 yılında ise Akçaabat

ilçesi ile Ortahisar ilçesi bütünleşik sürekli bir kentsel doku özelliği göstermektedir (Şekil 15). 2000-2006 yılları arasındaki en büyük fark kıyı bandında dolgu alanı eklemeleri görülmektedir (Şekil 16). Bu yıllar arasındaki arazi değişimi Akçaabat ilçesinde 16.65 ha'lık süreksiz kentsel doku, Ortahisar ilçesinde ise karayolları ve demiryolu ağları 68.03 ha, liman alanları ise 47.82 ha olduğu tespit edilmiştir. Bu değişim Akçaabat ilçesinde Sera Gölü'nün batısında bulunan tesis alanları, Ortahisar ilçesinde ise kıyı dolgu alanı olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak toplamda 132.5 ha'lık arazi kullanım değişimi tespit edilmiş olup birçoğunu yapay yüzeyler oluşturmaktadır (CORINE, 2018).



Şekil 14. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2000 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018)

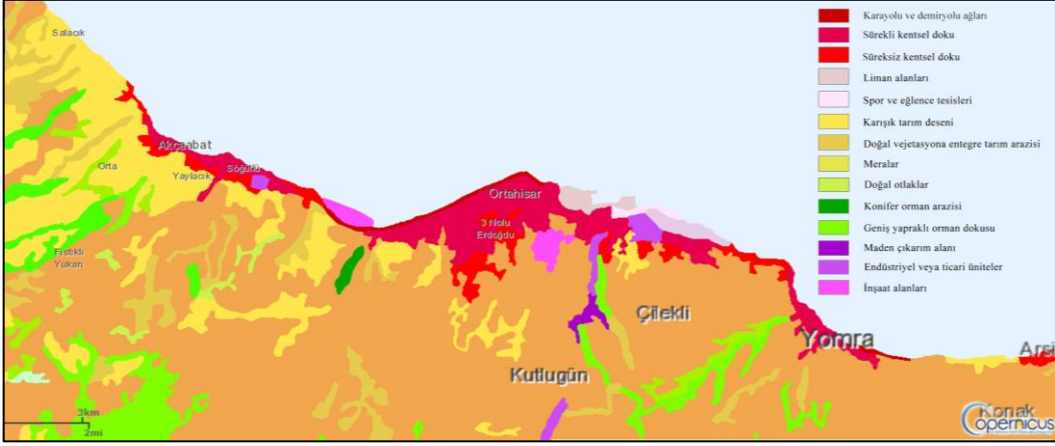


Şekil 15. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2006 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018)

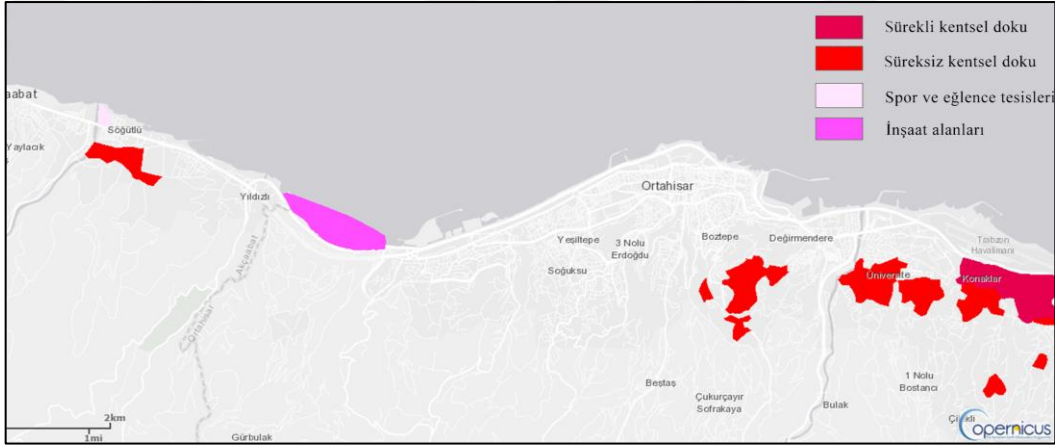


Şekil 16. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2000-2006 yılları arası arazi örtüsü değişimi (CORINE, 2018)

Ortahisar kent merkezi ve yakın çevresinin 2006-2012 yılları arası kentsel arazi örtüsü değişiminde ise belirgin farklar göze çarpmaktadır. 2012 yılında kent makroformu Yomra ilçesinden başlayıp Akçaabat ilçesine kadar sürekli ve yer yer süreksiz kentsel doku şeklinde biçimlenmiştir (Şekil 17). 2012 yılında kentin ağırlıklı Yomra ilçesine doğru gelişim göstermiştir. Boztepe Mahallesi, Üniversite Mahallesi ve Konaklar Mahallesi'nde de belirgin bir şekilde gelişim gözlenmiştir. Buna ek olarak kentin batı kıyı bölgesinde büyük bir dolgu alanı ve Değirmendere hattı boyunca sanayi arazi kullanım tipi göze çarpmaktadır (Şekil 18). 2006-2012 yılları arasındaki arazi değişimi Akçaabat ilçesinde 38.69 ha'lık süreksiz kentsel doku, 83.04 ha'lık inşaat alanları oluşturduğu, Ortahisar ilçesinde ise süreksiz kentsel doku 219.13 ha, sürekli kentsel doku ise 112.67 ha olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişim Akçaabat ilçesinde güney kesiminde konut dokusu, kıyı bandında ise spor tesisleri ve park alanı inşaat sahaları, Ortahisar ilçesinde ise konut dokusu olduğu tespit edilmiştir. Bu yıllar arasında yaklaşık 460 ha'lık arazi kullanım değişimi tespit edilmiş olup, bunların bir çoğu yapay yüzeyler olarak karşımıza çıkmaktadır (CORINE, 2018).



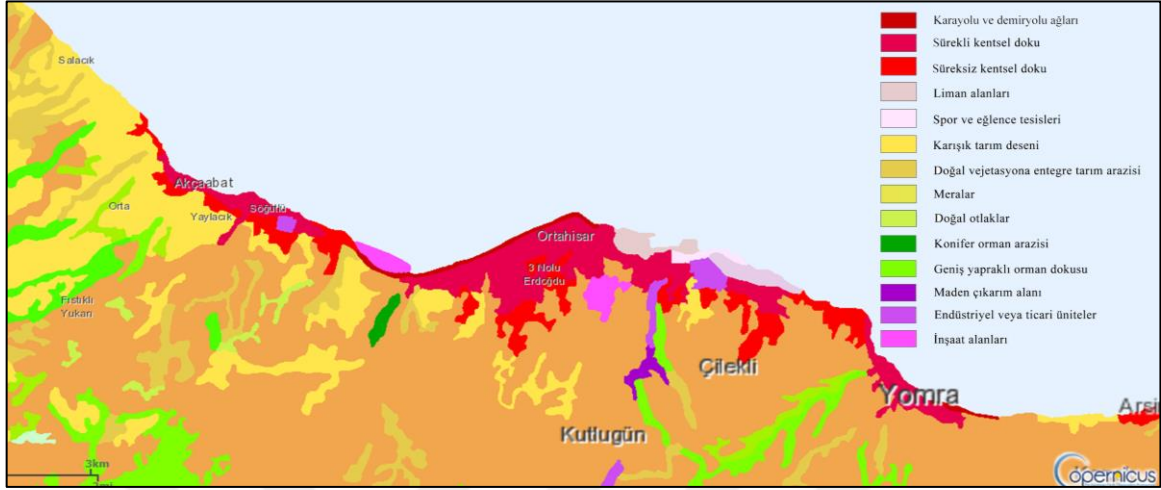
Şekil 17. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2012 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018)



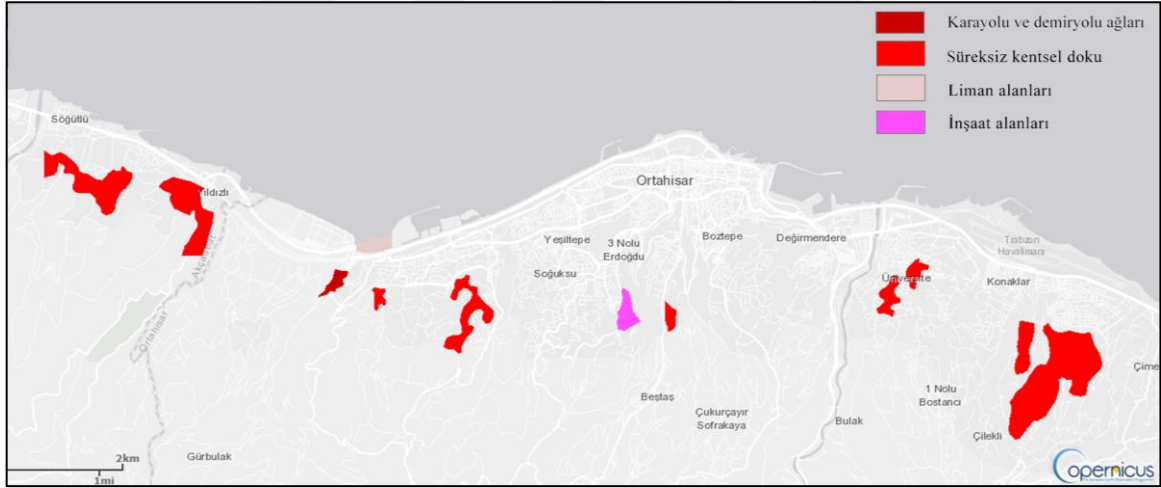
Şekil 18. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2006-2012 yılları arası arazi örtüsü değişimi (CORINE, 2018)

Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2012-2018 yılları arası arazi örtüsü değişimi 2012 yılındaki arazi kullanım durumu ile benzer özellik göstermekle birlikte kent güneye doğru parçacıl gelişmeler göstermiştir (Şekil 19). Bu parçacıl gelişmeler, batıda Söğütlü ve Yıldızlı mahallelerinin güneyinde, doğuda ise Ortahisar ilçesine bağlı Üniversite ve Pelitli mahallelerinin güneyinde gerçekleşmiştir (Şekil 20). Bu yıllar arasındaki arazi değişimi Akçaabat ilçesinde 107.72 ha'lık süreksiz kentsel doku, 8.14 ha'lık karayolu ve demiryolu ağlarını oluşturduğu, Ortahisar ilçesinde ise süreksiz kentsel doku 266.98 ha, inşaat alanları 14.07 ha ve liman alanları 12.86 ha olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişimin Akçaabat ve Ortahisar ilçeleri güney kesimlerinde konut dokusu olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak toplamda yaklaşık 410 ha'lık arazi kullanım değişimi tespit

edilmiş olup, bunların birçoğu yapay yüzeyler olarak karşımıza çıkmaktadır (CORINE, 2018).



Şekil 19. Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinin 2018 yılına ait arazi örtüsü haritası (CORINE, 2018)

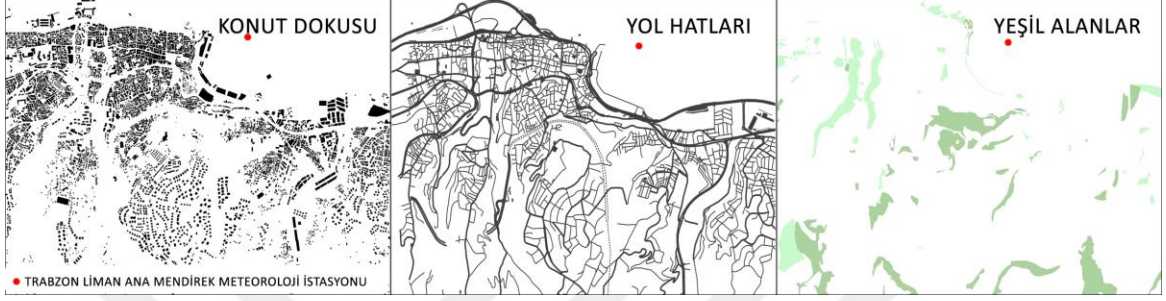


Şekil 20. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresinin 2012-2018 yılları arası arazi örtüsü değişimi (CORINE, 2018)

Ortahisar kent merkezi ve yakın çevresinin 2000-2018 yılları arası arazi örtüsü değişimi incelendiğinde Akçaabat ilçesi kent merkezinin, Ortahisar kent merkezine oranla daha az arazi değişimi olduğu gözlemlenmiş ve toplamda 1002.5 ha'lık kentsel arazi kullanım değişiminin 254.24 ha'ı Akçaabat ilçesine ait olduğu tespit edilmiştir.

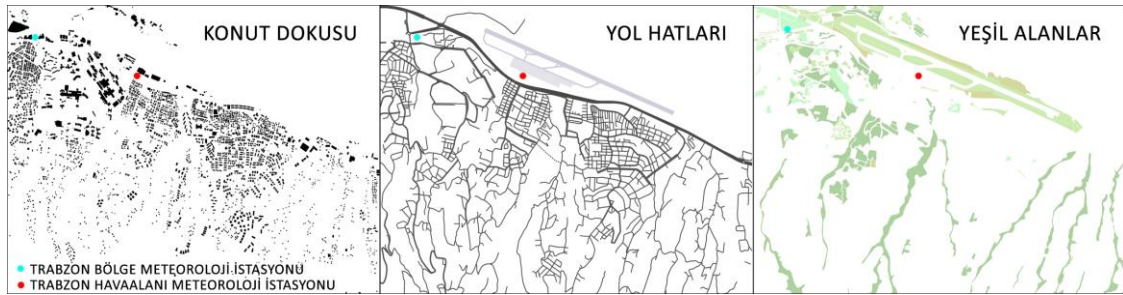
Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri ve yakın çevrelerindeki istasyonlarının günümüzdeki kentsel doku durumu incelenmiştir. Bu istasyonlar arasında konut ve yol bakımından en yoğun yapılaşma bölgesi Trabzon Limanı Ana Mendirek ve Trabzon Bölge

istasyonları ve yakın çevreleri olarak gözlemlenmiştir. Ortahisar kent merkezinin denize dik uzanan karakteristik vadi yapısıyla paralellik gösteren Zağnos ve Tabakhane Deresi vadilerinin kentin kuruluşundan günümüze kentleşmeyi doğrudan etkilemiş ve genellikle kentleşme bu iki vadi çevresinde tarih boyunca gelişim ve yapı yoğunluğu göstermiştir (Şekil 21).

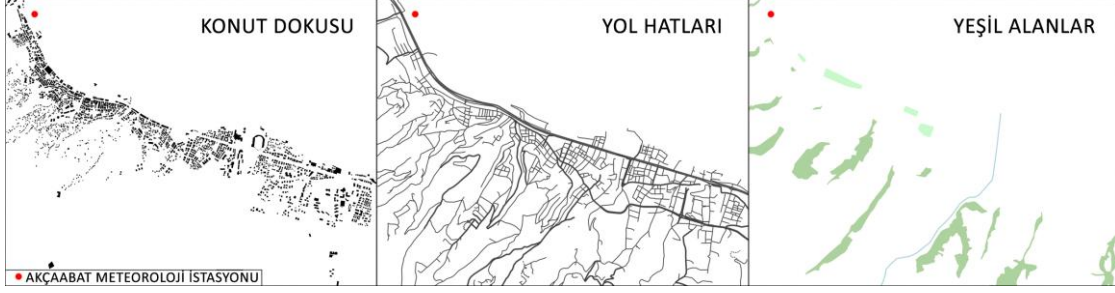


Şekil 21. Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu ve yakın çevrelerinin kentsel doku durumu

Bununla birlikte sırasıyla Trabzon Havaalanı istasyonu ve Akçaabat istasyonu ve yakın çevreleri gelmektedir. Yeşil alanlar bakımından en yoğun olan bölge Trabzon Havaalanı istasyonu ve yakın çevresi olarak tespit edilmiştir. Bu alanda havaalanının yapılaşma kısıtlılığının olması ve özellikle havaalanının güneyi çok sık vadilerle bölünmesi, uçuş mania kısıtlılığının olması ve buna bağlı yapılaşmanın olmamasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Daha sonra Trabzon Limanı Ana Mendirek, Trabzon Bölge ve Akçaabat istasyonları ve yakın çevreleri olarak gözlemlenmiştir (Şekil 22). Akçaabat kent merkezi ve çevresinde diğer bölgelere göre yoğun bir yapılaşma olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 23).



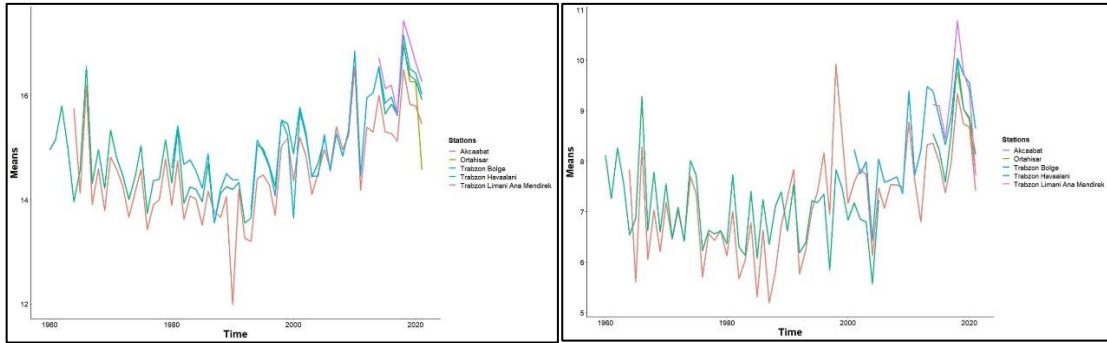
Şekil 22. Trabzon Havaalanı ve Trabzon Bölge istasyonları ve yakın çevresi kentsel doku durumu



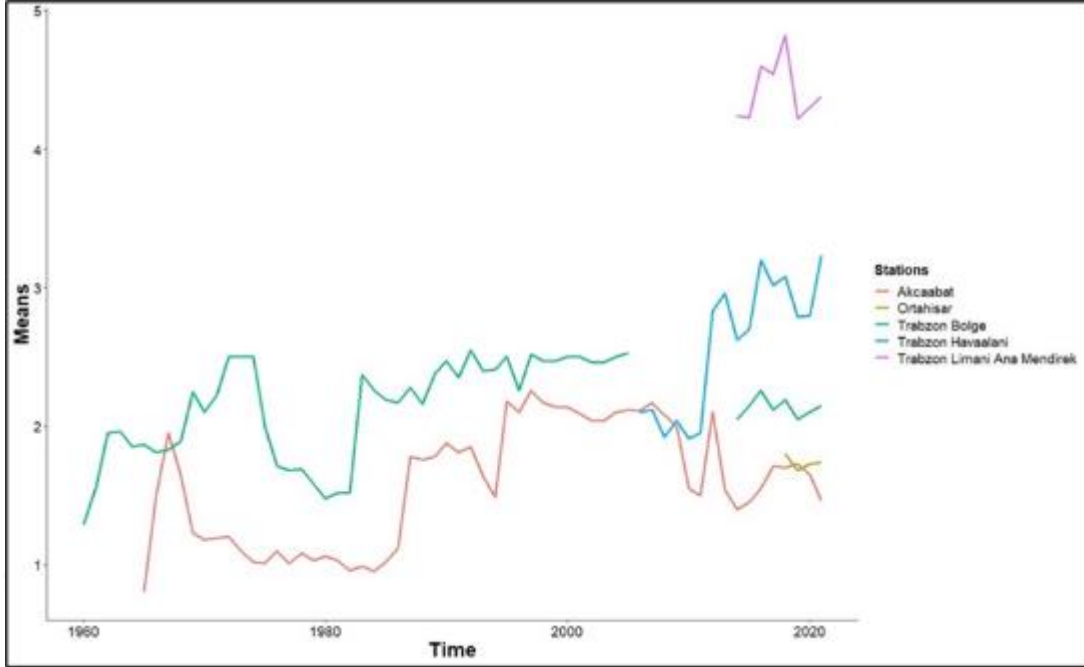
Şekil 23. Trabzon Akçaabat istasyonu ve yakın çevresi kentsel doku durumu

3.2. Ortahisar ve Akçaabat İlçelerinin Uzun Dönem İklim Durumu

Ortalama dünya sıcaklığı 1970'den itibaren belirgin bir artış göstermiştir (NASA, 2023). Uzun dönemli ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kent merkezi ve yakın çevresi için 1990 yılından sonra bir sıcaklık artış trendi gözlemlenmiştir (Şekil 24-Sol). Benzer durumlar ortalama minimum sıcaklıklarda da görülmektedir (Şekil 24-Sağ). Uzun dönemli ortalama rüzgâr hızları incelendiğinde en düşük rüzgâr alan bölgenin Akçaabat istasyonu olduğu, en yüksek rüzgâr alan istasyon ise Trabzon liman ana mendirek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 25).



Şekil 24. Uzun dönemli ortalama sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklık grafiği



Şekil 25. Uzun dönemli yıllık ortalama rüzgâr hızı (m/sn) grafiği

3.3. 2014-2021 Arası Aylık Ortalama Sıcaklık (°C) Durumu

Seçilen istasyonların 2014-2021 aylık ortalama sıcaklık değerleri Tablo 4'te verilmektedir. Trabzon Limanı Ana Mendirek ve Akçaabat istasyonları arasında yaklaşık 1 ile 1.5 °C farklar dikkat çekicidir. Bu farklar genellikle kış aylarında daha belirgindir. Yaz aylarında ise belirgin bir fark göze çarpmamaktadır.

Tablo 4. Seçilen istasyonların 2014-2021 aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

Kod	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
S1	8.98	9.10	10.04	12.16	16.93	22.08	24.75	25.56	22.60	18.16	14.06	10.81
S2	9.69	9.64	10.50	12.43	17.71	22.04	24.49	25.48	22.59	18.48	14.34	10.76
S3	8.88	9.21	10.34	12.51	17.29	21.98	24.44	25.15	22.11	17.78	13.60	10.48
S4	8.08	8.45	9.59	11.75	16.70	21.74	24.39	25.04	21.99	17.46	13.03	9.76

S1: Trabzon Havaalanı, S2: Trabzon Limanı Ana Mendirek, S3: Trabzon Bölge, S4: Akçaabat

A ile B (A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir, B: Trabzon bölge istasyonu ortalama sıcaklık değerleridir) verileri arasındaki aylık ortalama sıcaklık farkları -0.22 ile 0.60 °C arasında değişmektedir. A ile C

(Akçaabat istasyonuna ait ortalama değerlerdir) verileri arasındaki aylık ortalama sıcaklık farkları ise 0.23 ile 1.26 °C arasında değişmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. İstasyonlar arasındaki aylık ortalama sıcaklık farkları (°C)

İSTASYONLAR*		Aylar											
		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
A (-)	B	0.46	0.16	-0.07	-0.22	0.03	0.08	0.18	0.37	0.48	0.54	0.60	0.31
	C	1.26	0.92	0.68	0.54	0.62	0.32	0.23	0.48	0.61	0.86	1.18	1.03

* A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir. B: Trabzon bölge istasyonu ortalama sıcaklık değerleridir. C: Akçaabat istasyonuna ait değerlerdir.

Daha sonra aylık ortalama sıcaklıklar üzerine Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır (Tablo 6). Bu test sonucunda değerler $p < 0.05$ 'ten büyük olduğu için normal dağılım göstermektedir. Bu değerler gösteriyor ki parametrik testler uygulanabilir. Daha sonra testlerin aralarında fark olup olmadığına bakmak için ANOVA testi yürütülmüştür (Tablo 7). Bu teste göre en sıcak aylar olan haziran, temmuz ve ağustosta herhangi bir istatistiksel anlamlı değer tespit edilememiştir. Bu durum verilerin sadece tanımlayıcı istatistiklerle ele alınmasına sebebiyet vermektedir.

Tablo 6. Aylık ortalama sıcaklıkların Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Sig. (p<0.05)	.829	.796	.716	.498	.864	.236	.221	.407	.140	.935	.834	.195

Tablo 7. Aylık ortalama sıcaklıkların ANOVA testi sonuçları

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Sig. (p<0.05)	.440	.448	.469	.322	.722	.107	.662	.130	.013	.294	.200	.042

Trabzon Limanı Ana Mendirek, Trabzon Havaalanı, Trabzon Bölge ve Trabzon Akçaabat istasyonlarının en sıcak aylar olan haziran, temmuz ve ağustos aylarının 2014-2021 yılları arası ortalama sıcaklık farkları yıllık bazda incelenmiştir (Tablo 8). Buna göre 2000-2018 yılları arasındaki arazi değişimi incelendiğinde en az değişimi Akçaabat ilçesi gösterdiği tespit edildiği için, sıcaklık farklarını incelerken Akçaabat istasyonunu nirengi olarak alıp diğer üç istasyon arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu inceleme sonucunda 2014-2021 arasında en sıcak aylarda Akçaabat istasyon ve çevresi diğer istasyonlara oranla

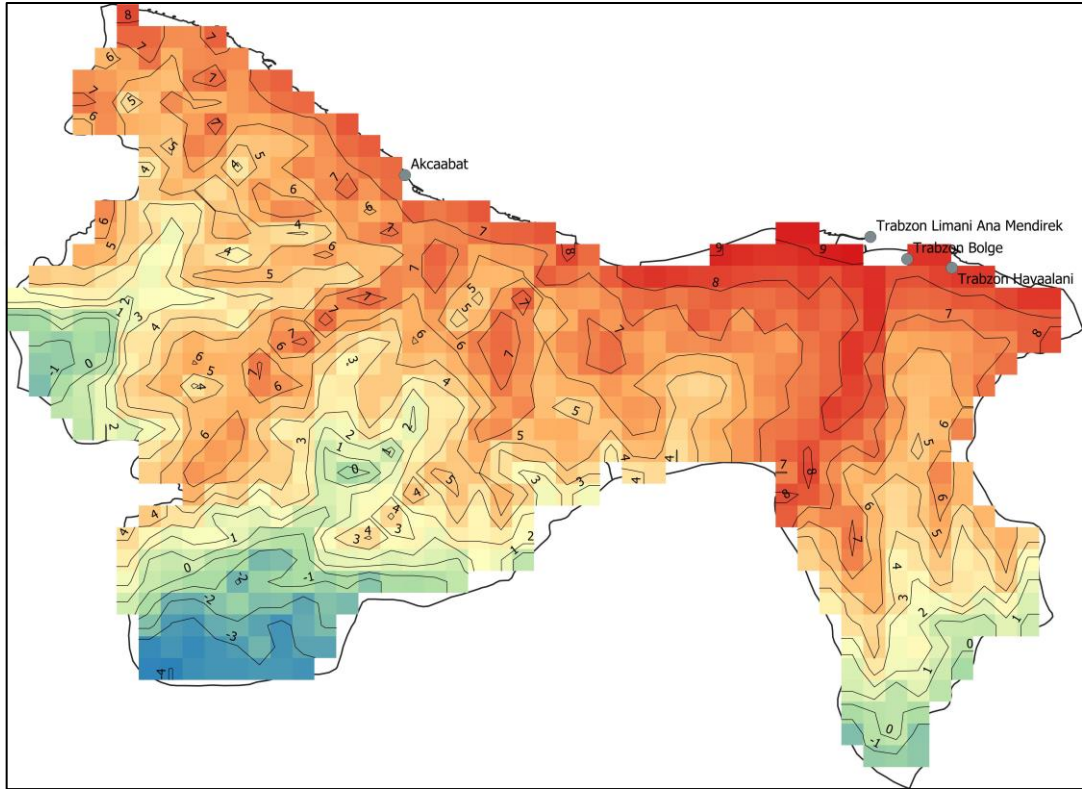
haziran, temmuz ve ağustos ayları için yaklaşık olarak 0.3 °C daha serin olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 8. En sıcak aylara ait yıllık ortalama sıcaklık farkları

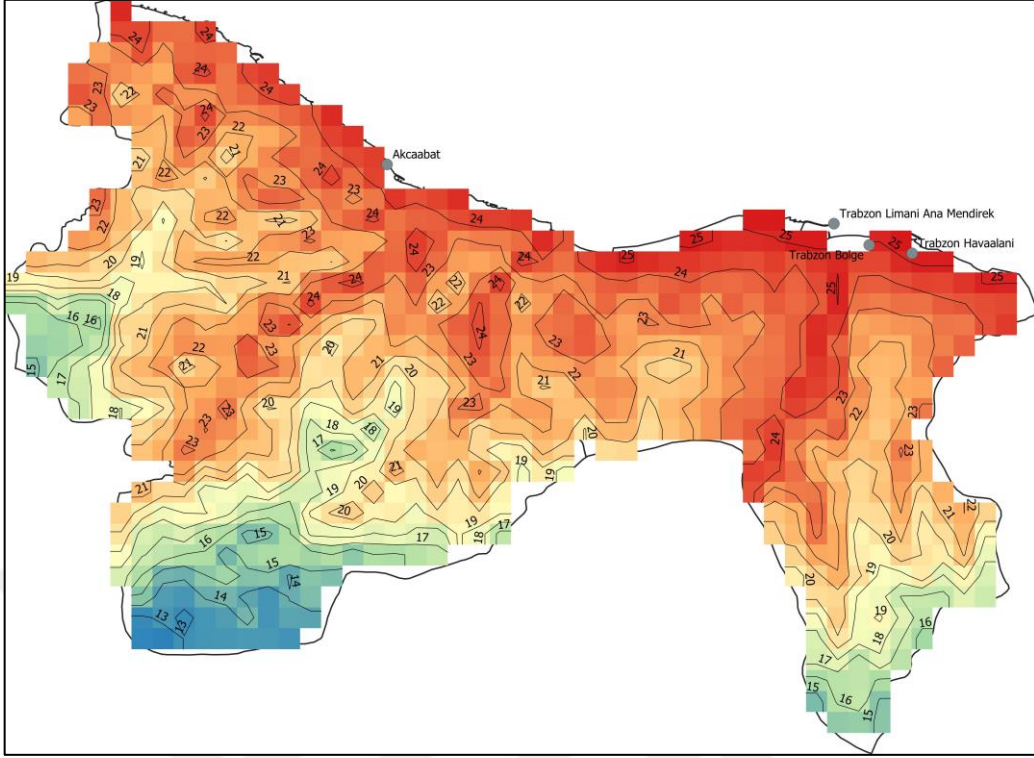
	Trabzon Limanı Ana Mendirek İstasyonu			Trabzon Havaalanı İstasyonu		
	Haziran	Temmuz	Ağustos	Haziran	Temmuz	Ağustos
2014-2021 Arası Yıllık Ortalama	22.04	24.49	25.47	22.07	24.75	25.56
2014	-0.74	0.21	0.72	-0.57	-0.05	0.64
2015	-0.64	-0.89	0.62	-0.88	-0.95	0.74
2016	0.26	-0.29	0.62	0.13	-0.25	0.64
2017	-1.24	-0.99	0.72	-1.18	-0.15	0.44
2018	1.26	1.11	0.02	1.43	0.85	0.14
2019	2.06	-0.89	-1.08	2.13	-0.95	-1.06
2020	0.16	0.71	-1.18	0.13	0.65	-0.96
2021	-1.14	1.01	-0.48	-1.18	0.85	-0.56
	Trabzon Bölge İstasyonu			Trabzon Akçaabat İstasyonu		
	Haziran	Temmuz	Ağustos	Haziran	Temmuz	Ağustos
2014-2021 Arası Yıllık Ortalama	21.97	24.44	25.15	21.74	24.39	25.04
2014	-0.47	-0.04	0.65	-0.44	-0.09	0.66
2015	-0.97	-0.94	0.65	-0.54	-0.79	0.66
2016	0.33	-0.44	0.75	0.06	-0.59	0.56
2017	-1.08	-0.04	0.55	-1.14	-0.09	0.56
2018	1.23	0.86	0.05	1.16	0.91	0.06
2019	1.93	-1.04	-1.05	1.96	-0.99	-1.04
2020	0.23	0.66	-1.05	0.06	0.51	-1.14
2021	-1.18	0.96	-0.55	-1.14	1.11	-0.34

En soğuk ay olan ocak ayında istasyon değerleri sırasıyla 8.98 °C (S1), 9.69 °C (S2), 8.88 °C (S3) ve 8.08 °C (S4) olarak tespit edilmiştir (Şekil 26). Bu değerlere göre Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup Trabzon Havaalanı istasyonu arasında 0.71 °C, Trabzon Bölge istasyonu arasında 0.81 °C ve Akçaabat istasyonu arasında 1.61 °C farklar görülmektedir. En sıcak ay olan ağustos ayında ise istasyon değerleri sırasıyla 25.56 °C (S1), 25.48 °C (S2), 25.15 °C (S3) ve 25.04 °C (S4) olarak belirlenmiştir (Tablo 4, Şekil 27). Bu değerlere göre Trabzon Havaalanı ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup

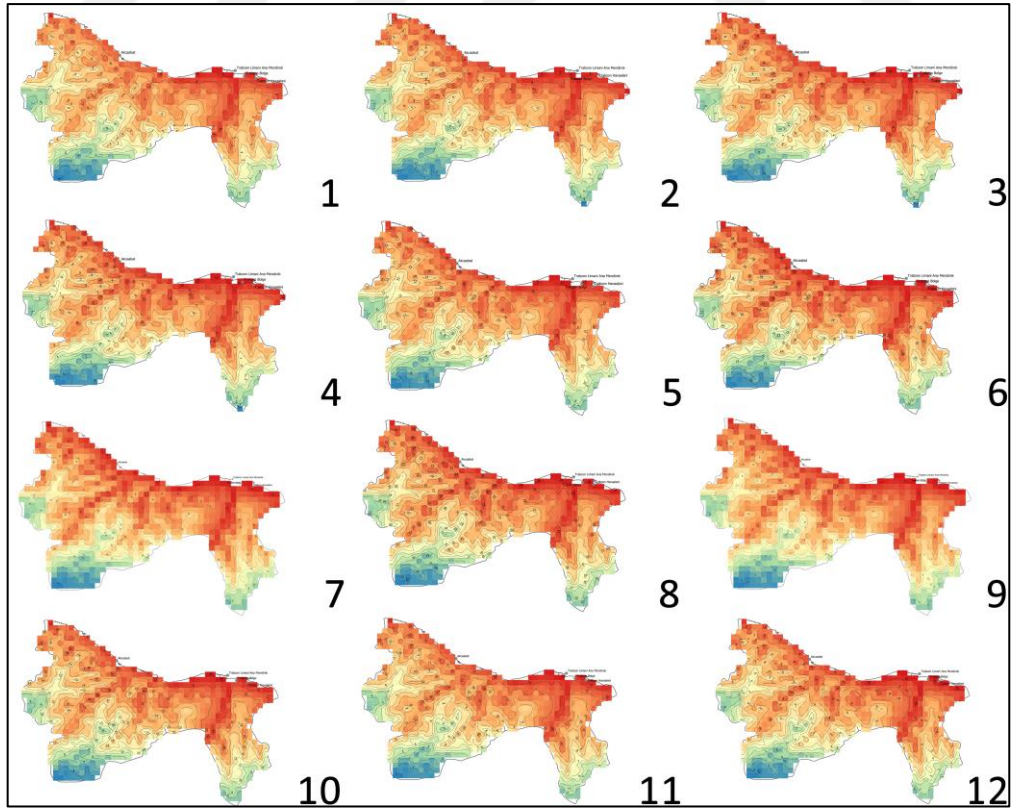
Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu arasında $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Trabzon Bölge istasyonu arasında $0.41\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve Akçaabat istasyonu arasında $0.52\text{ }^{\circ}\text{C}$ farklar görülmektedir (S1: Trabzon Havaalanı, S2: Trabzon Limanı Ana Mendirek, S3: Trabzon Bölge, S4: Akçaabat). Tüm aylar değerlendirildiğinde (1 ile 12 arası ocak ve aralık ayları arasını ifade eder) ise genel olarak benzer özellikte görülmektedir (Şekil 28).



Şekil 26. İstasyon verilerinin ocak ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık enterpolasyon haritası



Şekil 27. İstasyon verilerinin ağustos ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık enterpolasyon haritası



Şekil 28. İstasyon verilerinin 2014-2021 yılları arası aylık ortalama sıcaklık enterpolasyon haritası

3.4. 2014-2021 Arası Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C) Durumu

Seçilen istasyonların 2014-2021 aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerini göstermektedir (Tablo 9). Tablodaki veriler üzerinden değerlendirme yapıldığında, Trabzon Limanı Ana Mendirek ve Akçaabat istasyonları arasında yaklaşık 1.5 ile 2 °C farklar dikkat çekicidir. Bu farklar ortalama sıcaklık değerlerinden farklı olarak tüm aylar üzerinde belirgindir.

A ile B (A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir, B: Trabzon bölge istasyonu ortalama sıcaklık değerleridir) verileri istasyonları arasındaki aylık ortalama minimum sıcaklık farkları 0.29 ile 0.99 °C arasında değişmektedir. Bir başka ifadeyle, Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonları, Trabzon Bölge istasyonundan göre daha sıcak bulunmuştur. A ile C (Akçaabat istasyonuna ait ortalama değerlerdir) istasyonları arasındaki aylık ortalama minimum sıcaklık farkları ise 0.43 ile 1.38 °C arasında değişmektedir (Tablo 10).

Shapiro-Wilk normallik testine göre aylık ortalama minimum sıcaklıklar tüm aylarda normal dağılım göstermiştir ($p < 0.05$) (Tablo 11). Daha sonra istasyonların lokasyonları arasında fark olup olmadığına bakmak için ANOVA testi yürütülmüştür (Tablo 12). Buna göre veriler sadece ağustos ve eylül aylarında anlamlı farklar göstermiştir. Bu farklar sırasıyla ağustos ayı için A ile B arasında 0.61 °C, A ile C arasında ise 0.84 °C ve eylül ayı için A ile B arasında 0.84 °C, A ile C arasında ise 0.94 °C olarak tespit edilmiştir ve bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır. Bir başka ifade ile bu aylarda ortalama minimum sıcaklık değerleri kırsal alan istasyonuna (Akçaabat) göre daha sıcaktır ve bu değer istatistiksel olarak anlamlı olduğu ispatlanmıştır.

En sıcak ay olan ağustos için kent ortamında bulunan S1, S2, S3 istasyonlarının görece kent merkezi dışında olan ve fakat kıyı bandında yer alan S4 (Akçaabat) istasyonundan 0.64 °C daha sıcak olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Seçilen istasyonların 2014-2021 aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri (°C)

Kod	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
S1	0.76	1.06	2.19	5.45	10.19	15.64	19.38	19.65	15.70	11.39	6.49	3.20
S2	1.11	1.59	2.71	5.54	10.91	15.38	18.84	19.60	15.65	11.08	5.43	2.78
S3	-0.05	0.84	2.08	5.06	10.26	14.93	18.45	19.01	14.84	10.31	5.31	2.36
S4	-0.31	0.38	1.63	4.29	9.18	14.46	17.96	18.78	14.74	10.26	5.53	1.95

S1: Trabzon Havaalanı, S2: Trabzon Limanı Ana Mendirek, S3: Trabzon Bölge, S4: Akçaabat

Tablo 10. İstasyonlar arasındaki aylık ortalama minimum sıcaklık farkları (°C)

İSTASYONLAR*		Aylar											
		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
A (-)	B	0.99	0.49	0.38	0.43	0.29	0.58	0.66	0.61	0.84	0.92	0.64	0.63
	C	1.25	0.95	0.83	1.21	1.38	1.04	1.14	0.85	0.94	0.97	0.43	1.04

* A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir. B: Trabzon bölge istasyonu ortalama sıcaklık değerleridir. C: Akçaabat istasyonuna ait değerlerdir.

Tablo 11. Aylık ortalama minimum sıcaklıkların Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

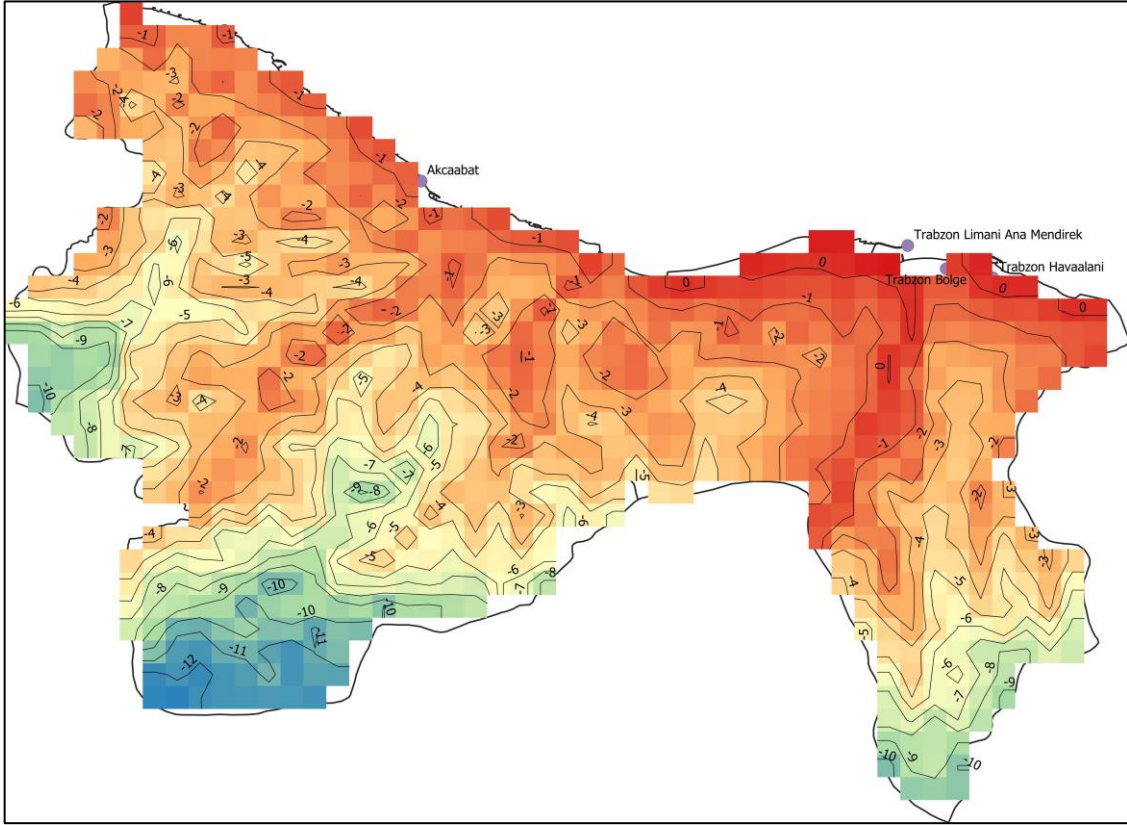
Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Sig. (p<0.05)	.547	.982	.900	.328	.662	.845	.995	.276	.101	.260	.072	.970

Tablo 12. Aylık ortalama minimum sıcaklıkların ANOVA testi sonuçları

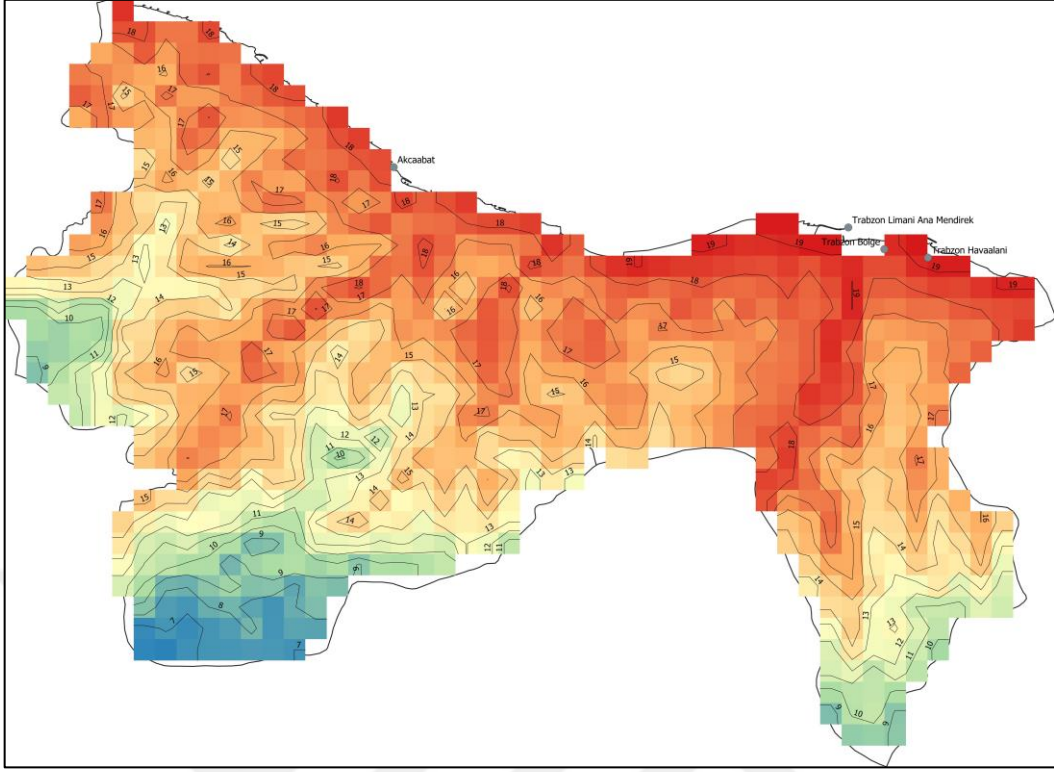
Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Sig. (p<0.05)	.214	.431	.479	.065	.411	.204	.367	.047	.040	.225	.800	.318

En soğuk ay olan ocak ayında istasyon değerleri sırasıyla, 0.76 °C (S1), 1.11 °C (S2), -0.05 °C (S3) ve -0.31 °C (S4) olarak tespit edilmiştir (Şekil 29). Bu değerlere göre Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup Trabzon Havaalanı istasyonu arasında 0.35 °C, Trabzon Bölge istasyonu arasında 1.16 °C ve Akçaabat istasyonu arasında 1.42 °C farklar görülmektedir. En sıcak ay olan ağustos ayında ise istasyon değerleri sırasıyla 19.65 °C (S1), 19.60 °C (S2), 19.01 °C (S3) ve 18.78 °C (S4) olarak belirlenmiştir (Tablo 9, Şekil 30). Bu değerlere göre Trabzon Havaalanı ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu arasında 0.5 °C, Trabzon Bölge istasyonu arasında 0.64 °C ve Akçaabat istasyonu arasında 0.87 °C farklar görülmektedir (S1: Trabzon Havaalanı, S2: Trabzon Limanı Ana Mendirek, S3: Trabzon Bölge, S4: Akçaabat). Tüm

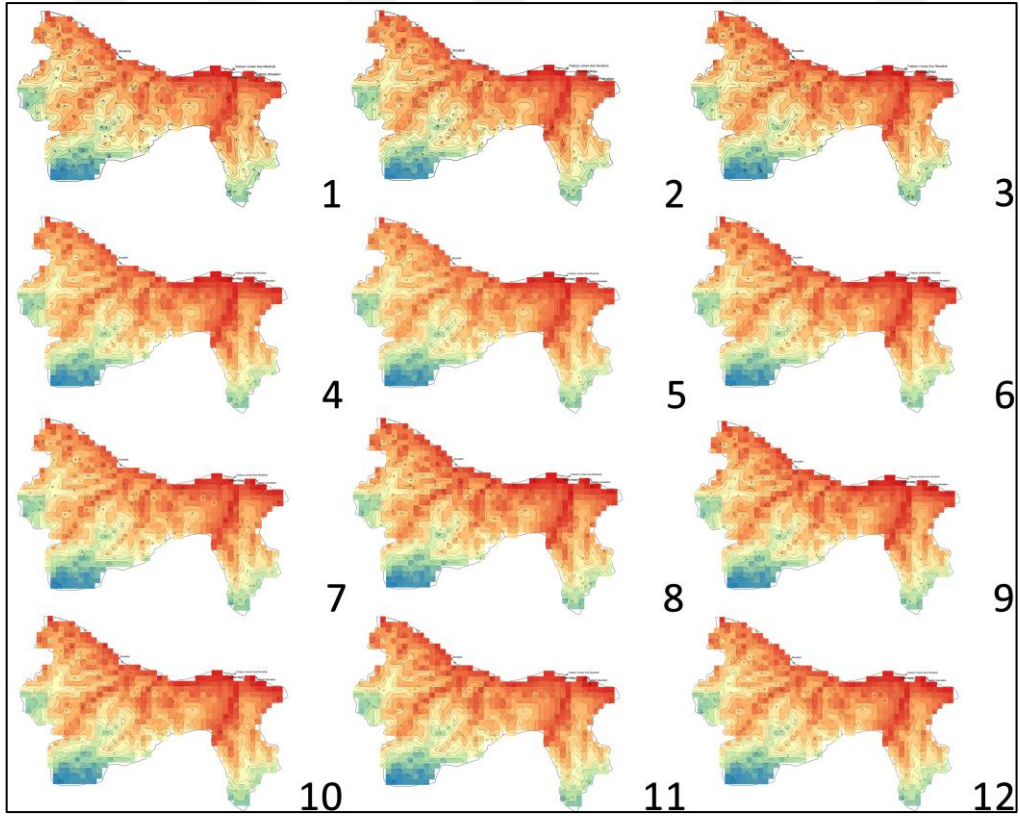
aylar değerlendirildiğinde (1 ile 12 arası ocak ve aralık ayları arasını ifade eder) ise genel olarak benzer özellikte görölmektedir (Şekil 31).



Şekil 29. İstasyon verilerinin ocak ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama minimum enterpolasyon haritası



Şekil 30. İstasyon verilerinin ağustos ayı 2014-2021 yılları arası aylık ortalama minimum entropolasyon haritası



Şekil 31. İstasyon verilerinin 2014-2021 yılları arası aylık ortalama minimum entropolasyon haritası

3.5. Seçilen İstasyonlara Ait Günlük Maksimum Sıcaklığın 30 °C ve Üzeri Olduğu Gün Sayısı Frekansları (°C)

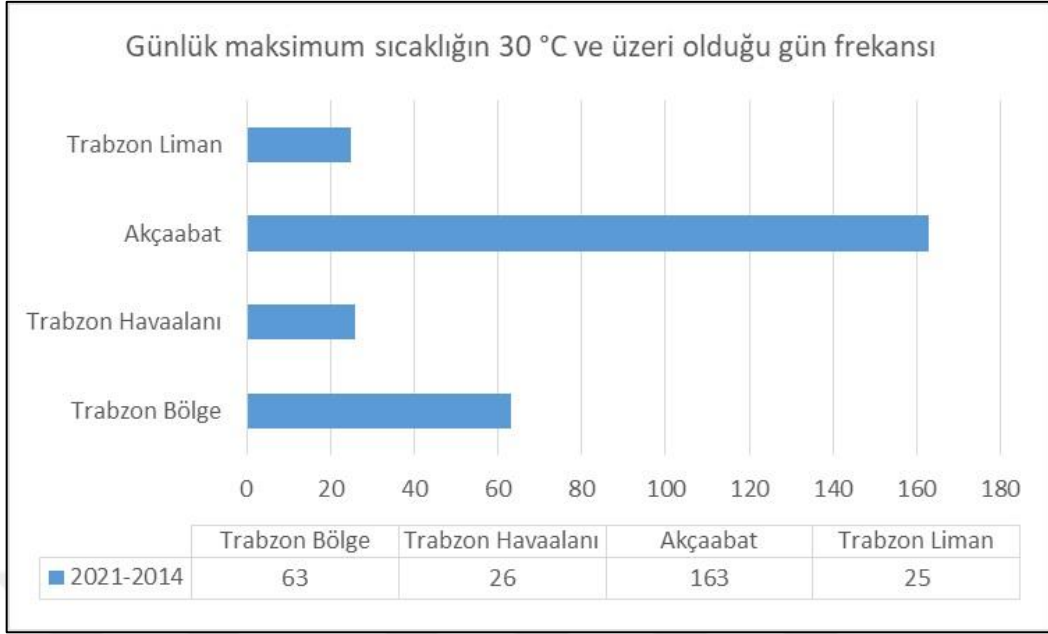
Her istasyon için ayrı ayrı günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri olduğu gün sayısı frekans değerleri incelenmiştir. Buna göre Trabzon Bölge İstasyonu'nda (1961-2021), 1998'den sonra frekans artışları göze çarpmaktadır. Bu frekanslar en çok temmuz ve ağustos aylarında kümelenmektedir (Ek 1). Temmuz ve ağustos ayları için, 2014-2021 yılları arasında 30 °C ve üzeri ortalama gün sayısı 2.5 ile 4.5 gün gün olarak belirlenmiştir (Ek 1).

Trabzon Havalimanı İstasyonu 2001-2021 yılları arasında genel olarak 30 °C ve üzeri gün sayısı ortalama 3 ile 4 gün arasındadır. Bu frekanslar temmuz ve ağustos aylarında tespit edilmiştir. Buna ek olarak 2010 yılı ağustos ayında 18 gün ile ekstrem değerler görülmüştür (Ek 2).

Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu 2014-2021 yılları arasında ekstrem sıcak gün sayısı görülmemekte olup, ortalama 1.5 ile 2 gün olarak tespit edilmiştir. Bu değerler temmuz ve ağustos aylarında görülmektedir (Ek 3).

Trabzon Akçaabat İstasyonu 1964-2021 yılları arası 2000'den sonra frekans artışları göze çarpmaktadır. Bu frekanslar en çok temmuz ve ağustos aylarında kümelenmektedir (Ek 4). Temmuz ve ağustos ayları için, 2014-2021 yılları arasında 30 °C ve üzeri ortalama gün sayısı 5.75 ile 9.44 gün gün olarak belirlenmiştir (Ek 4).

Tüm istasyonlar için 2014-2021 yılları arası günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri olduğu toplam gün sayısı frekans değerleri incelenmiştir (Şekil 32). Bu inceleme sonucunda istasyonlar arası en fazla gün sayısı 163 gün ile Trabzon Akçaabat İstasyonu olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra sırasıyla Trabzon Bölge İstasyonu 63 gün, Trabzon Bölge İstasyonu 26 gün ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu 25 gün olarak belirlenmiştir (Şekil 32).



Şekil 32. İstasyon verilerinin 2014-2021 yılları arası günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri olduğu toplam gün sayısı frekansları (°C)

3.6. 2014-2021 Arası Aylık Ortalama Rüzgâr Durumu (m/sn)

Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçelerinde seçilen meteoroloji istasyonlarının 2014-2021 yılları arası aylık ortalama rüzgâr değerleri incelenmiştir. Bu değerler doğrultusunda ortalama rüzgâr değerleri en yüksek olan istasyonlar sırasıyla Trabzon Limanı Ana Mendirek (4.42 m/sn), Trabzon Havaalanı (2.94 m/sn), Trabzon Bölge (2.14 m/sn) ve Akçaabat (1.58 m/sn)'tır. Ek olarak rüzgâr hızının en yüksek olduğu ay 3.11 m/sn ile kasım, rüzgâr hızının en düşük olduğu ay ise 2.43 m/sn ile mayıs ayıdır (Tablo 13).

İstasyonlar arasındaki aylık ortalama rüzgâr hızı farkları A ile B (A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir, B: Trabzon bölge istasyonu ortalama rüzgâr değerleridir) verilerinin ortalamaları arasında 1.11 ile 1.90 m/sn olarak tespit edilmiştir. A ile C ortalamaları arasında ise 1.64 ile 2.43 m/sn farklar göze çarpmaktadır. Bir başka ifade ile A ortalaması B ve C (C: Akçaabat istasyonuna ait değerlerdir) ortalamalarına göre daha rüzgârlı bulunmuştur (Tablo 14). Ayrıca veriler normallik testinden geçmiş olup, ANOVA testinde herhangi bir istatistiksel fark tespit edilmemiştir (Tablo 15 ve Tablo 16). Bu da verilerin sadece tanımlayıcı istatistik ile değerlendirilmesine sebebiyet vermektedir.

Tablo 13. Seçilen istasyonların 2014-2021 yılları arası aylık ortalama rüzgâr değerleri (m/sn)

Kod	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Ort.
S1	3.21	3.13	2.96	2.88	2.80	2.56	2.94	2.80	3.06	2.83	2.99	3.08	2.94
S2	4.64	4.25	4.03	3.93	3.68	3.79	4.34	4.38	4.90	4.78	5.39	4.98	4.42
S3	2.19	2.05	1.98	1.94	1.88	2.06	2.29	2.26	2.38	2.18	2.29	2.20	2.14
S4	1.68	1.60	1.53	1.55	1.35	1.54	1.51	1.58	1.64	1.54	1.76	1.73	1.58
Ort.	2.93	2.76	2.63	2.58	2.43	2.49	2.77	2.76	3.00	2.83	3.11	3.00	

S1: Trabzon Havaalanı, S2: Trabzon Limanı Ana Mendirek, S3: Trabzon Bölge, S4: Akçaabat, Ort: Sütündakiler yıllık, satırdakiler ise aylık ortalamaları belirtir.

Tablo 14. İstasyonlar arasındaki aylık rüzgâr farkları (m/sn)

İSTASYONLAR*		Aylar											
		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
A (-)	B	1.74	1.64	1.52	1.46	1.36	1.11	1.35	1.33	1.61	1.63	1.90	1.83
	C	2.25	2.09	1.97	1.85	1.89	1.64	2.13	2.01	2.34	2.26	2.43	2.30

* A: Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının ortalama değerleridir. B: Trabzon bölge istasyonu ortalama sıcaklık değerleridir. C: Akçaabat istasyonuna ait değerlerdir.

Tablo 15. Aylık ortalama rüzgâr Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Sig. (p<0.05)	.717	.727	.754	.712	.850	.743	.888	.719	.699	.569	.359	.518

Tablo 16. Aylık ortalama rüzgâr ANOVA testi sonuçları

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Sig. (p<0.05)	.447	.386	.393	.404	.350	.521	.477	.541	.538	.568	.611	.540

4. TARTIŞMA

Bu kısım, yerleşmeler üzerinde uluslararası ölçekte iklim değişikliği ile ilgili yapılmış çalışmaların derlenmesini ve araştırma bulgularının bütünleşik kentsel doku özelliği gösteren Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri özelinde tartışılmasını içermektedir. Kent iklimi ve arazi kullanımı/arazi örtüsü (AK/AÖ) arasındaki ilişki özellikle iklim değişikliği hassasiyeti de dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çalışma alanı, meteorolojik veri ve iklim değişikliğine etki eden faktörleri içeren çeşitli araştırmalar üzerinden tartışılmıştır.

Arazi kullanımının iklim değişikliği ve enerjiyle birlikte ilişkili olması sonucunda insanların kaynak yönetimi uygulamaları ve atmosferdeki artan sera gazı nedeniyle ekolojik döngüler değişmektedir (Ergüner vd., 2019; Pitman, 2003). Bu bağlamda ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü (2023)'nün 2016 yılı verileri kullanılarak hazırlanan envanter çalışmasına göre Trabzon il genelinde tüketilen toplam enerji miktarı 8.032.494 MWh iken, sera gazı emisyon miktarı 3.062.779 tCO₂e olarak hesaplanmıştır. Trabzon Büyükşehir Belediyesi (2018)' nin Trabzon kent ölçeğindeki envanter çalışması incelendiğinde enerji tüketiminin en büyük payın toplamda % 32,5 ile konutlara ait olduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla kent ulaşımı (%32.1) ve ticari ve resmi binalarda enerji tüketimleri (%18.2) takip etmektedir. Hayvancılıktan kaynaklanan enterik fermentasyon ve gübre yönetimi %10.7' dir. Endüstriyel yakma ve elektrik tüketiminden kaynaklı emisyonlar %4.5 iken katı atık ve atık su tesislerinden kaynaklanan emisyonlar ise toplam %2 civarındadır. Bu negatif unsurlar Trabzon kentinin kentsel ısı adası durumunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Trabzon ili genel nüfusu 2023 yılı itibariyle 818.000 kişiden oluşmaktadır. Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri nüfusu sırasıyla 335 bin ve 129 bin kişidir. Bu iki ilçe yaklaşık olarak Trabzon il nüfusunun %57'sine karşılık gelmektedir. Çalışma yıl aralığı olan 2014-2021 yılları arası nüfus artış oranı %10.67 olduğu gözlemlenmektedir. TÜİK, Türkiye nüfusunu 2080 itibariyle yaklaşık 107 milyon öngörmektedir. Trabzon kenti de bu artıştan payını alması muhtemeldir (TÜİK, 2018). Bu nüfus artışı ve bölgede yaygın görülen ikinci konuta talep, ilerisi için kentin gelişme alanlarına ve/veya mevcut yapı yoğunluğunun artışı yapılarak sağlanmaya çalışılacaktır. Bu yönde oluşacak talep ister istemez arazi kullanım değişimlerini kaçınılmaz olarak etkileyecektir. Ek olarak, tarım arazilerinin yapay yüzeylere dönüştürülmesi en yoğun arazi değişikliği biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Yuan vd.,

2023). Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri de Trabzon kenti için en hassas bölgelerdendir ve tarım ve diğer doğal alanların (vadiler, kıyılar, dik yamaçlar gibi) tahribatı muhtemeldir (Siyavuş & Belge, 2022). Buna ilaveten çalışma bölgesinde Lambert planından (1937) bugüne kadar farklı dönemlerde gerçekleştirilen plan kararlarında özellikle çalışma alanında sürekli bir yapı yoğunluk artışı (TAKS ve KAKS olarak) ve arazi kullanım kararlarında bir değişiklik söz konusudur. Nitekim bu çalışmanın bulguları gösteriyor ki 2000-2018 yılları arasında yaklaşık olarak 1200 ha'lık arazi kullanım değişimi söz konusudur.

Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri kentsel/kırsal planlı alanları tarım, doğal, yarı doğal, orman ve yerleşim dokusuna sahip arazi yapılarından oluşmaktadır. Yerleşim merkezinin genellikle kıyı bandı ve yakın çevresinde kümelenildiği görülmekte ve bu oran dağlık kesime (güneye) gidildikçe azaldığı görülmektedir (Akyürek, 2012). Sancar vd. (2009)'nin yaptığı çalışmaya göre Trabzon kent merkezindeki kentsel alanların kapladığı oran kademeli olarak artış göstermiştir. Bu çalışmanın bulguları da bu artışın devam ettiği yönündedir ve artış miktarı 2012-2018 yılları arasında yaklaşık olarak 600 ha'dır.

Trabzon sahil kıyı bandı, 1960'lı yıllarda uygulanmaya başlanan sahil devlet karayoluyla birlikte yapılan dolgu planlamaların sonucunda oldukça değişiklik göstermiştir. Sadece 1975-2013 yılları arasında 930 ha'lık bir alan doldurulmuştur. 2022 yılına kadar bir plan (dolgu alanı) kapsamında daha da arttırılmıştır. Bu dolguyu oluşturan etmenlerden bazıları Trabzon genelinde Stadyum, Karadeniz Devlet Karayolu, spor tesisleri, rekreasyon alanları, endüstriyel alanlar, balıkçı barınakları vb.'dir (Özdemir Işık & Demirel, 2014). Bu tür faaliyetler yapılı çevre ile bir doğal çevre türü olan kıyının etkileşimini azaltmakta ve doğal çevre ve sosyal yapıya doğrudan zarar vermektedir (Partigöç & Acer, 2022). Kıyı bandına dolgu alanlarına yönelik ve/veya kıyı yapılanmalarına yönelik arazi kullanım kararlarındaki değişiklikler yerleşmenin iklim karakteristiğine etki etmektedir.

Yerleşim yerlerindeki yapı yoğunluğu ve kentsel açık alan oranlarındaki değişim genel olarak sıcaklık artışına neden olmaktadır. Yapı malzemelerinin ve kentsel tasarım elemanlarının uygun olmaması kentlerde ısı adalarının daha da artmasına ve gece gündüz sıcaklık farklarına neden olmaktadır. Buna ilaveten nem bakımından yüksek şehirler bu durumdan daha fazla etkilenmektedir (Alkan vd., 2017; Zeren Cetin & Sevik, 2020). Trabzon kent merkezi için en sıcak aylarda ortalama nem miktarı %70 ve üzerindedir (Meteoroloji G. Müd., 2020). Bu nem özelliği 30 °C ve üzeri sıcaklıklarla birleşince daha da etkisini arttırmaktadır.

Bu çalışmanın ortalama sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklık verileri de literatür ile paralellik göstermektedir. Bulut vd., (2008)' nin Erzurum ilinde yaptığı çalışmada kırsal ve kentsel alanlardaki sıcaklık farkları incelenmiştir. Bu incelemede kentsel alanlar sıcaklık bakımından 1.7 °C daha sıcak olduğu belirlenmiştir. Yılmaz vd., (2007)' nin çalışmasında ise Erzurum şehrinin kırsal, kentsel ve kentsel orman alanları arasındaki sıcaklık farkları ele alınmıştır. Buna bağlı olarak çalışmanın sonucunda ortalama sıcaklık açısından kentsel alanın kırsal ve kentsel orman alanlarına göre sırasıyla 1.7 ve 0.7 °C daha sıcak olduğu, kent ormanının ise kırsala göre 1 °C daha sıcak olduğu gözlemlenmiştir. Bu literatür ışığında 2000-2018 yılları arasındaki arazi değişimi incelendiğinde en az değişimi Akçaabat ilçesi gösterdiği tespit edildiği için, sıcaklık farklarını incelerken Akçaabat istasyonunu nirengi olarak alıp diğer üç istasyon arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu inceleme sonucunda 2014-2021 yılları arasında en sıcak aylarda Akçaabat istasyonu ve çevresi diğer istasyonlara oranla haziran, temmuz ve ağustos ayları için yaklaşık olarak 0,3 °C daha serin olduğu gözlemlenmiştir.

Ayrıca, iki farklı geniş ve sert yüzey üzerinde bulunan Trabzon Havalimanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonları, Trabzon Bölge ve Akçaabat istasyonlarından daha sıcak olduğu görülmüştür. Bu durum geniş ve sert yüzeylerin sıcaklıklara olan etkisini oldukça açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Ünal-Çilek (2022)' in Adana ili kent merkezi üzerinde AÖ/AK'nın kentsel yüzey ısı adası üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda geniş geçirimsiz yüzeylere sahip olan havalimanı ile endüstriyel ve ticari birimleri kentsel yüzey ısı adası yoğunluğunun en yüksek olduğu alanlar olduğu tespit edilmiştir. Yücekaya (2022)'nin çalışmalarında ise Kayseri kenti örneğinde geçirimsiz yüzeylerin miktarı ve cinsi farklı özellikler gösteren kent parçalarının mikroklimatik açıdan detaylı analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda geçirimsiz yüzeylerin fazla yeşil alanların az ve yüksek katlı yapıların yoğun bulunduğu alanlarda sıcak stresinin arttığı, biyoklimatik konfor düzeyinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu literatür incelemeleri neticesinde elde edilen bulgular ile de örtüşmekte; kentsel dokudaki geçirgen yüzeylerin hızla geçirimsiz yüzeylere dönüşmesi, termal ortamlarda değişikliklere ve ardından sıcak hava dalgalarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum olumsuz sonuçlar doğurmaktadır çünkü aşırı sıcaklar insan sağlığını büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle yüksek sıcaklıkların insan sağlığı üzerinde viral enfeksiyonlardan, kardiyovasküler hastalıklara kadar çeşitli etkileri vardır. Buna ek olarak, doğal su kaynaklarının buharlaşması nedeniyle suya erişim yetersizliği, çölleşme ve kıtlık gibi beslenme yetersizliğine de sebebiyet verecek olumsuz

etkilere sahiptir. Kuşkusuz bunlar iklim değişikliğinin birer sonucudur (Alahmad vd., 2023; Evcı Kiraz, 2019; Olgun Eker & Kantarlı, 2020). Nüfusun en yoğun olduğu kentsel ortamlar ise yüksek sıcaklıklara maruz kalma bakımından hassastır (Çolakoğlu, 2019). Nitekim artan sıcaklıkların etkisi Trabzon kenti üzerinde de görülmüştür. Özellikle 2000'lerden sonra Trabzon kentinde 30 °C ve üzeri sıcaklık değerleri artış göstermiştir. Nüfus artışı ve iklim değişikliğine bağlı havaların daha sıcak olacak olma olasılığı nedeniyle Trabzon kentinin iklim değişikliğine direnç göstermesi zorlaşacaktır.

Su yüzeyleri yakın çevresinin iklimini düzenler. Bunu gerçekleştirirken nem faktöründen yararlanır. Su yüzeyinden olan buharlaşma ısı enerjisi kaybına neden olur. Bu nedenle suya yakın kesimler daha serin bir ortama sahiptir (Cendere, 1998). Bu çalışmanın bulguları literatür ile örtüşmemektedir. Buna rağmen sahile yakın istasyonlar olan Trabzon Havalimanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonları ortalama sıcaklıklar bakımından yüksek değerler kaydetmiş ve bu değerler yaklaşık 0.3 °C civarındadır. Bu durumda denizin serinletici etkisine rağmen bu alanların ortalamadan daha sıcak olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni geçirimsiz yüzeyler de dahil yapıları çevrenin baskın oluşu ve nispi nemin yüksek olması nedeniyle sıcaklıklarda fazla dalgalanma olmaması ile açıklanabilir.

Rüzgâr bir kent için oldukça önemli bir faktördür ve kentsel ısı adasının (KIA) dağıtılması ve hava kirliliği etkisinin azaltılması başlıca yararlarındandır. Rüzgâr yönü ve hızı çeşitli dış etkenler özellikle yoğun yapılaşma, yanlış arazi kullanımlarıyla değiştirilmektedir. Daha genel anlamda rüzgârı etkileyen bu kentsel çevre faktörleri, yapılar, yerleşim düzeni, topoğrafya, yeşil alanlar, çeşitli malzemelerin yüzey pürüzlülüğü, sanayi, trafik ve KIA olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılar rüzgârın hareketini, hızını ve yönünü değiştirebilir. Bununla birlikte yerleşim düzeni, rüzgâr perdesi veya rüzgâr koridoru oluşturma açısından önemlidir. Topoğrafya ise tepeler ve vadiler aracılığıyla rüzgârı şekillendirebilir (Hefny Salim vd., 2015; Mochida & Lun, 2008). Bu çalışmanın bulguları da gösteriyor ki rüzgârı etkileyen etmenlerin en az olduğu Trabzon Havalimanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonları diğer istasyonlara göre daha rüzgârlı bulunmuştur. Trabzon Havalimanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonlarının bulunduğu alanda, topoğrafya hemen sahilden başlayarak dikleşmektedir ve denizin yüzey pürüzlülüğünün düşük olması ve hâkim rüzgârların deniz tarafından gelmesi bu durumu açıklamaktadır. Buna ek olarak Ortahisar İlçesi için motorlu taşıt sayısı 2014'ten 2022'ye nazaran %59 artış göstermiştir. Bu durum Ortahisar İlçesi'ndeki KIA oluşumunu tetikleyen nedenler arasındadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya, küresel sıcaklık artışının belirgin bir etkisi altındadır. Dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğu kentlerde yaşamakta ve kentler sıcaklık bakımından yakın çevresine göre daha hassas alanlardır. Dinamik yapısı ve sürekli artan talepler nedeniyle kentsel arazi yapısı değişmektedir. Bu durum arazi kullanım değişikliklerine neden olmaktadır. Kentlerin maruz kaldığı bu baskıların ne kadarının küresel iklim değişikliğinden kaynaklı, ne kadarının ise kentleşme etkisindeki arazi kullanım değişikliğinden kaynaklandığı sorusu güncel literatürdeki önemini korumaktadır.

Bu çalışma, Trabzon ili Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri arazi kullanım değişimleri üzerinden kent ikliminin ne şekilde etkilendiğini küresel iklim değişikliğinin etkisi, aylık ortalama sıcaklık (°C), aylık ortalama minimum sıcaklık (°C), günlük maksimum sıcaklığın 30 derece ve üzerinde olduğu gün sayısı ve aylık ortalama rüzgâr hızı (m/sn) aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Akçaabat ve Ortahisar ilçelerinin 2000-2018 yılları arası arazi kullanımı/arazi örtüsü (AK/AÖ) değişimi incelendiğinde, 2000 yılında kent merkezi Yomra ilçesinden başlayıp Beşirli mahallesine kadar süresiz bir yerleşim deseni göstermektedir. 2006 yılında ise Akçaabat ilçesi ile Ortahisar kent merkezi neredeyse bütünleşik bir kentsel doku özelliği göstermektedir. Bu yıllar arasındaki en büyük fark kıyı bandında gerçekleşen dolgu alanları müdahalesidir. 2012 yılında kent makroformu Yomra ilçesinden başlayıp Akçaabat ilçesine kadar sürekli ve neredeyse kesintisiz kentsel doku şeklinde gelişme göstermiştir. Ayrıca Boztepe Mahallesi ile Üniversitenin (KTÜ) etkisinde olan Üniversite Mahallesi ve Konaklar Mahallesinde de belirgin bir şekilde gelişim göze çarpmaktadır. Bu yıllar arasındaki en büyük farklılıklardan biri de kıyı bandında rekreasyon, spor, yol gibi gerekçelerle oluşturulan dolgu alanlarının arazi kullanımına olan etkisidir. Kentin batısında rekreasyon ve spor tesisi amaçlı büyük bir dolgu alanı değişikliği ve Değirmendere Vadisi hattı boyunca sanayi ağırlıklı kentsel arazi kullanımları görülmektedir. 2018 yılına kadarki arazi örtüsü değişimi 2012 yılı arazi kullanım durumu ile benzer özellik göstermekle birlikte kent güneye doğru parçacıl gelişmeler göstermiştir. Bu parçacıl gelişmeler, Akçaabat ilçe sınırlarında yer alan Söğütlü ve Yıldızlı mahallelerinin güney kısmında toplu konut uygulamaları şeklinde, doğusunda ise Ortahisar ilçesine bağlı Üniversite ve Pelitli mahallelerinde görülmektedir.

Seçilen istasyonların konumları ve yakın çevreleri 2000-2018 yılları arasında arazi kullanım değişimi faaliyetlerinden oldukça etkilenmiştir. Bu etki genellikle söz konusu alanda yapay yüzeylerin artışı şeklinde, başka bir ifadeyle de doğal alanların azalmasıyla kendisini göstermiştir. Buna ilaveten küresel iklim değişikliği, yapı yoğunluğunun (yatayda, düşeyde) artması, yapı kısıtlılığının olduğu alanlarda yapılaşma baskısı; kısacası, kentleşme etkisi ile artan sıcaklıklar 1990'lı yıllardan sonra belirgin bir hale bürünmüştür. Nitekim aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık ortalama minimum sıcaklık (°C) değerleri de bu etkiden payını almıştır.

Aylık ortalama sıcaklıklarda en soğuk ay olan ocak ayı istasyon değerleri sırasıyla 8.98 °C (S1), 9.69 °C (S2), 8.88 °C (S3) ve 8.08 °C (S4) olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu (S2) ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup Trabzon Havaalanı (S1) istasyonu arasında 0.71 °C, Trabzon Bölge (S3) istasyonu arasında 0.81 °C ve Akçaabat (S4) istasyonu arasında 1.61 °C farklar görülmektedir. En sıcak ay olan ağustos ayında ise istasyon değerleri sırasıyla 25.56 °C (S1), 25.48 °C (S2), 25.15 °C (S3) ve 25.04 °C (S4) olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre Trabzon Havaalanı ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcaktır. Bu istasyon değeri ile Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu arasında 0.8 °C, Trabzon Bölge istasyonu arasında 0.41 °C ve Akçaabat istasyonu arasında 0.52 °C farklar görülmüştür.

Aylık ortalama minimum sıcaklıklarda en soğuk ay olan ocak ayında istasyon değerleri sırasıyla, 0.76 °C (S1), 1.11 °C (S2), -0.05 °C (S3) ve -0.31 °C (S4) olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu (S2) ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup Trabzon Havaalanı (S1) istasyonu arasında 0.35 °C, Trabzon Bölge istasyonu (S3) arasında 1.16 °C ve Akçaabat istasyonu (S4) arasında 1.42 °C farklar görülmektedir. En sıcak ay olan ağustos ayında ise istasyon değerleri sırasıyla 19.65 °C (S1), 19.60 °C (S2), 19.01 °C (S3) ve 18.78 °C (S4) olarak belirlenmiştir (Tablo 9, Şekil 30). Bu değerlere göre Trabzon Havaalanı (S1) ve yakın çevresi diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu gözlenmekte olup Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonu (S2) arasında 0.5 °C, Trabzon Bölge (S3) istasyonu arasında 0.64 °C ve Akçaabat istasyonu (S4) arasında 0.87 °C farklar görülmektedir.

Aylık ortalama sıcaklık ve aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerine göre her iki durumda da kıyı bandındaki kırsal alanların kentsel alanlara göre daha serin olduğu ortaya konmuştur. Bu durum soğuk aylarda daha belirgin iken sıcak aylarda daha az belirgindir. Bu hususlar ilk iki araştırma sorusuna yanıt vermektedir.

Arazi kullanım değişiminin etkin olduğu 2000-2018 yılları arasında günlük maksimum sıcaklığın 30 derece ve üzerinde olduğu gün sayısında belirgin bir artış söz konusudur. Çalışmanın ana yıl aralığını oluşturan 2014-2021 yılları arasında ise 30 °C ve üzeri değer görülen ortalama gün sayısı Trabzon Bölge, Trabzon Havaalanı, Trabzon Limanı Ana Mendirek ve Akçaabat istasyonları en sıcak ay olan ağustos için sırasıyla 4.5, 1, 1 ve 11 gün 30 °C ve üzeri değer kaydetmiştir. Bu durum arazi kullanım değişiminden ziyade çalışma alanının coğrafyasından kaynaklı görülen lokal iklimi doğrudan etkileyen deniz suyu sıcaklığıdır. Trabzon Limanı Ana Mendirek İstasyonu ile Yaroz Feneri İstasyonu arasında ortalama 1 °C'lık deniz suyu sıcaklığı mevcut olduğundan Akçaabat İstasyonu'nda 30 °C ve üzeri değer görme yatkınlığı daha fazladır. Bu durum üçüncü araştırma sorusuna (İstasyonların günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzerine çıktığı gün sayısı frekans değerleri ne yöndedir?) yanıt vermektedir.

Dördüncü araştırma sorusu (Arazi kullanım değişimi ve rüzgâr hızı (m/sn) arasındaki farklar ne yöndedir?) ise rüzgâr faktörünü ele almaktadır. Aylık ortalama rüzgâr hızında (m/sn), yakın çevresinde yok denecek kadar az engel bulunduran Trabzon Havaalanı ve Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonları daha rzgrl bulunmuştur. Bu durum özellikle sıcaklığın en belirgin olduğu yaz aylarındaki serinletici rüzgâr etkisi bakımından olumsuz bir etken olarak görülmektedir. Diğer iki istasyon ise görece rzgr engelleyen yapılı evre içerisinde bulunması nedeniyle daha az rzgrl bulunmuştur. Akçaabat istasyonu ve yakın çevresi görece daha az kentleşme etkisinde olduğundan daha düşük ortalama sıcaklıklarla sahip olmuştur.

KIA'yı en iyi yansıtan veri seti olan minimum sıcaklıklar hem normal dağılım koşullarını sağlaması hem de en sıcak ay olan ağustos ayı verilerinde anlamlı bir farkın ortaya konması nedeniyle hipotezin ana unsurunu oluşturmaktadır. Kentel alan içerisinde kalan Trabzon Bölge, Trabzon Limanı Ana Mendirek ve Trabzon Havaalanı istasyonları ile Akçaabat İstasyonu arasından en sıcak ay olan ağustos ayında yaklaşık 0.64°C fark bulunmaktadır. Arazi kullanım değişiminin KIA oluşumuna aylık minimum sıcaklıklarda 0.4 °C'lık negatif bir etkisi görülmüş olup, sunulan hipotez kabul edilmiştir ve Trabzon kent merkezi (havaalanı, liman ve niversite bölgesi) için belirgin bir KIA varlığı ortaya konmuştur.

Trabzon kenti topoğrafyasından kaynaklı yerleşme kısıtlılığı olan bir coğrafyada yer almasından kaynaklı olarak yoğunluk artışını daha kompakt bir anlayışla çözüm üretilmektedir. Gelecekteki nüfus artışlarında planın genelinde önerilmese dahi plana

yapılan kısmi müdahalelerle yani imar planı değişiklikleriyle çözüm üretilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle gelecekte iklim değişikliğinin olumsuz etkisinin daha da belirginleşeceği kabulünden şimdiden daha sağlıklı ve iklime duyarlı kentsel çevrelerin inşası kritik önem arz etmektedir. Bunu gerçekleştirirken de yerelin özellikleri dikkate alınarak bilimsel yöntemler en doğru yolu gösteren enstrüman olarak faaliyet gösterilmelidir. Bu çalışmanın sonuçları kentleşme ve kentleşmenin yoğunlaşmaya devam ettiği göz önüne alındığında, en büyük endişelerden biri kentleşme sürecinin iklim sistemi üzerindeki baskılarının büyük bir sorun olarak büyüyeceği öngörüsünü desteklemektedir.

KIA sorununun temel noktalarından biri kentleşme ve kentsel arazi kullanımının dengeli bir şekilde sağlanmamasıdır. İmar planlarında çevresel faktörler, altyapı ihtiyaçları ve sosyal ihtiyaçlar da dikkate alınmalı ki, hızlı ve plansız büyüme, çevresel bozulma, trafik kaosu, konut sıkıntısı gibi sorunlara yol açmaması gerekir. Kentlerin yoğunluğunun ve büyümesinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Kentsel dokuda çalışma alanının topoğrafik özellikleri dikkate alındığında özellikle doğal eşikler (vadiler, şevler, kıyı, yüksek eğimli alanlar gibi) kesikli/süreksiz kent yapısı KIA üzerinde etkisi olacaktır. Kesikli/süreksiz kent yapısı yapılar, yollar ve yapay yüzeylerle birlikte arazinin bazı kısımlarının çıplak toprak ve bitki örtüsü karışımıyla kaplı olduğu alanları tanımladığından literatürde kabul gören bu türün kapsama yüzeyi %30 ile %80 arasında değişebilir koşulunu sağlama açısından önem taşıyacaktır. Sürekli kentsel yapıyı kesikli/süreksiz kent yapısından ayıran önemli bir özellik, uydu görüntüsünde bağımsız binalardan oluşmalı özellikle bahçeli yapı nizamlarının daha geçerli olduğu bir yaklaşım benimsenmelidir.

Kentlerin gelecekteki gelişimi için daha stratejik bir bakış açısı benimsemek gereklidir. Özellikle yerleşmenin coğrafi özellikler ve varlık değerleri gibi hususlar dikkate alarak senaryolar oluşturulmalı ve iklimsel etkiler analiz edilmelidir. Ayrıca, yerleşim alanlarının değişiminin kentin havalandırılmasına nasıl etki edeceği de incelenmelidir. Kentlerdeki hâkim rüzgâr yönü ile yerleşim bölgelerinin konumu arasındaki ilişki, hava kalitesi sorunlarına ve KIA'nın güçlenmesine yol açabilir. Bu durum Trabzon gibi ılıman nemli iklim bölgelerinde ayrı bir önem taşımaktadır. Özellikle denizden gelen istenen rüzgârların mutlaka kent içlerine açılacak yeşil koridorlarla alınması gerekmektedir. Bu amaçla oluşturulan yapay engellerin (yapı yoğunluğu gibi) önlenmesi önemlidir. Ayrıca, Trabzon'un doğal karakteri olan vadiler, dik yüzeyler, kıyı alanları gibi bölgeler için doğal havalandırma koridorları olarak korunması ve yapılaşmanın kısıtlanması gerekmektedir.

KIA, kentlerin özellikleri tarafından şekillenen bir olgudur ve bu kentlerin sıcaklığını artıran bir süreçtir. Bu artış, yoğun nüfus, sert zemin yüzeyleri, yapılaşma yoğunluğu ve doluluk boşluk oranları gibi faktörlere bağlıdır. KIA, küresel ısınmaya olumsuz katkılarda bulunurken, aynı zamanda fırtınaların, yağış olaylarının ve hava koşullarının yerel, zamansal konumlarını ve şiddetini değiştirebilir. Ayrıca, sıcak hava dalgalarının şiddetini arttıkça yerleşimlerin enerji talepleri de artar ve bu da sürdürülebilirlik açısından bir tehdit oluşturabilir. Bu nedenle, KIA etkilerini anlamak için hangi faktörlerin bu etkilere neden olduğunu belirlemek önemli olup bu etkiler kentlere özgü olarak değerlendirilmelidir.

Kent merkezlerinde KIA etkisinin daha yoğun olduğu düşünüldüğünde, planlama sürecinde dikey gelişim senaryolarının (üçüncü boyutun) kullanılması ve bu sayede kentin ısı adası kontrol altına alınarak farklı seçeneklerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, dikey yapılaşmanın rüzgâr alanını ve buna bağlı olarak hava kalitesini nasıl etkilediğini daha ayrıntılı bir şekilde incelemek önemlidir. Kent ölçeğindeki iklim modeli simülasyonlarının doğruluğunu artırmak için 3 boyutlu arazi kullanım verilerine ve detaylı karşılaştırmalar için kenti geniş bir gözlem ağıyla donatmak gerekmektedir.

Bir kentin iklim değişikliğinden etkilenme düzeyi ve uyum yeteneği, genellikle o kentin coğrafi konumuna, yerel koşullarına ve yönetsel yapısına bağlıdır. Bu faktörlerin birleşimi, iklim değişikliğinin getirebileceği riskleri belirler. Elbette, iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama ve bu değişikliği azaltmaya yönelik önlemler maliyetlidir. Ancak, iklim değişikliğiyle mücadelede ortak bir platformda buluşmak için bilimsel çalışmaların rehberliğinde kentler için iklim değişikliğiyle azaltım ve uyum eylem planları oluşturulmalı ve bu sonuçlar politika yapım süreçlerine dahil edilmelidir. Bu durum, iklim değişikliğine karşı sorumluluk ve eylemlerin koordine edilmesine yardımcı olacaktır.

Bu bağlamda özet olarak Trabzon ili genelinde çalışma alanı olan Ortahisar ve Akçaabat ilçeleri özelinde kent merkezi ve yakın çevresi için aşağıdaki çalışma konuları önerilmektedir:

- Gelecekteki kentsel gelişim durumu uygun gelişim modelleriyle ortaya konulmalıdır. Bu gelişim modeline göre gelecek iklim projeksiyonları dikkate alınarak bir kent planı stratejisi geliştirilmelidir.
- Literatür özetinde uzaktan algılama yöntemlerinin KIA çalışmalarındaki önemi ortaya konulduğundan Trabzon kent merkezi üzerine yapılacak çalışmaların uzaktan algılama yöntemleri ile harmanlanarak yürütülmesi gerekmektedir.

- Geliştirilen kent planı stratejisi mikro iklim modelleri ile test edilerek iklime duyarlı şehircilik prensipleri benimsenmelidir.
- Hipotezin dayandığı sıcaklık varlığı aylık ortalama minimum sıcaklıklar üzerinden tespit edildiğinden gün içerisinde mikroklimatik koşullara göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle Trabzon kent merkezi için detaylı mikroklima modelleri çalıştırılmalıdır.

Yapılan bu tez sonucunda Trabzon kent merkezi ve yakın çevresi üzerinde yapılacak olan gerek akademik gerekse özel sektör ve kamu çalışmaları için çeşitli olumlu katkılar sunulduğu umulmaktadır.



6. KAYNAKLAR

- Akbari, H., & Kolokotsa, D. (2016). Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. *Energy and Buildings*, 133, 834–842. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.067>
- Akyürek, Ö. (2012). *Trabzon kent merkezi için hava kirliliği ile meteorolojik koşullar arasındaki ilişkinin 2006-2011 arası verilerine dayalı olarak incelenmesi*. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Alahmad, B., Khraishah, H., Royé, D., Vicedo-Cabrera, A. M., Guo, Y., Papatheodorou, S. I., Achilleos, S., Acquaotta, F., Armstrong, B., Bell, M. L., Pan, S.-C., De Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Colistro, V., Dang, T. N., Van Dung, D., De' Donato, F. K., Entezari, A., Guo, Y.-L. L., Hashizume, M., ... Koutrakis, P. (2023). Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries. *Circulation*, 147(1), 35–46. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061832>
- Alipour, D., & Dia, H. (2023). A Systematic Review of the Role of Land Use, Transport, and Energy-Environment Integration in Shaping Sustainable Cities. *Çinde Sustainability* (C. 15, Sayı 8). <https://doi.org/10.3390/su15086447>
- Alkan, A., Adıgüzel, F., & Kaya, E. (2017). Batman Kentinde Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 34, 63–76.
- Aydın, F. (2013). *Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi "6306 Sayılı Yasa" İstanbul – Esenler Örneği*. Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Baş, E., & Partigöç, N. S. (2022). İklim Değişikliğine Uyum Sürecinde Kent Planlamanın Rolü. *Dirençlilik Dergisi*, 6(1), 127–143. <https://doi.org/10.32569/resilience.1026712>
- Bivand, R. S., Pebesma, E. J., & Gómez-Rubio, V. (2008). *Applied Spatial Data Analysis with R*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-78171-6>
- Bulkeley, H. (2021). Climate changed urban futures: environmental politics in the anthropocene city. *Environmental Politics*, 30(1–2), 266–284. <https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1880713>
- Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 22(1), 136–154. <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.755797>
- Bulut, Y., Toy, S., Irmak, M. A., Yılmaz, H., & Yılmaz, S. (2008). Urban-rural climatic differences over a 2-year period in the City of Erzurum, Turkey. *Atmósfera*, 21(2), 121–133.

- Büttner, G. (2014). *CORINE Land Cover and Land Cover Change Products BT - Land Use and Land Cover Mapping in Europe: Practices & Trends* (I. Manakos & M. Braun (ed.); ss. 55–74). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7969-3_5
- Cebeci, Z. (2019). *R İle Parametrik Olmayan İstatistik Analizi* (1. baskı). Abaküs.
- ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü. (2023). *Trabzon İli 2022 Yılı Çevre Durum Raporu*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/trabzon-ilcdr-2022-20231018155807.pdf>
- Cendere, A. (1998). *Su Elemanlarının Kentsel Mekanlarda ve Yeşil Alanlarda Kullanımı*. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- 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(2), 133–146. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.11.016>
- Cleugh, H. (1995). Urban climates. İçinde A. B. T.-W. S. of C. Henderson-Sellers (Ed.), *Future climates of the world: a modelling perspective* (C. 16, ss. 477–514). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0168-6321\(06\)80036-2](https://doi.org/10.1016/S0168-6321(06)80036-2)
- Çolakoğlu, E. (2019). *İklim Değişikliği, Sürdürülebilir Kentler ve Kentsel Planlama Etkileşimi*. <https://www.iklimin.org/moduller/kentmodulu-surdurulebilirkentler.pdf>
- COP. (2023). *Conference of the Parties (COP)*. <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>
- CORINE. (2018). *CORINE Land Cover*. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- ÇŞB. (2011). *İl Çevre Durum Raporları Rehberi: Trabzon*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/trabzon/webmenu/webmenu6416.pdf>
- ÇŞB. (2012). *Republic Of Turkey Climate Change Action Plan 2011 - 2023*. https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/iklim_degisikligi_eylem_plani_EN_2014.pdf
- Cuhadaroglu, B., & Demirci, E. (1997). Influence of some meteorological factors on air pollution in Trabzon city. *Energy and Buildings*, 25(3), 179–184. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(96\)00992-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-7788(96)00992-9)
- de Sá, J. P. M. (2007). *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R* (2. baskı). Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-71972-4>
- Demir, İ. (2017). *R İle Uygulamalı İstatistik* (1. baskı). Papatya Yayıncılık.
- Dihkan, M., Karsli, F., Guneroglu, A., & Guneroglu, N. (2015). Evaluation of surface urban heat island (SUHI) effect on coastal zone: The case of Istanbul Megacity. *Ocean and Coastal Management*, 118(December), 309–316.

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.008>

- Dihkan, M., Karsli, F., Guneroglu, N., & Guneroglu, A. (2018). Evaluation of urban heat island effect in Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, *11*(20), 619.
<https://doi.org/10.1007/s12517-018-3972-x>
- Diren Üstün, D. H., Ünal, Y., & Kaplan, E. (2022). İstanbul'da Şehir Isı Adası ve Kentsel Gelişim Senaryolarına Bağlı Değişimi. *Journal*, *23*(1), 55–68.
- Du, C., Song, P., Wang, K., Li, A., Hu, Y., Zhang, K., Jia, X., Feng, Y., Wu, M., Qu, K., Zhang, Y., & Ge, S. (2022). Investigating the Trends and Drivers between Urbanization and the Land Surface Temperature: A Case Study of Zhengzhou, China. *Sustainability*, *14*(21), 1–16.
<https://econpapers.repec.org/RePEc:gam:jsusta:v:14:y:2022:i:21:p:13845-d:952671>
- Duman-Yüksel, Ü., & Yılmaz, O. (2008). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama Ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması Ve Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *23*(4), 937–952.
- Eck, N. J. van, & Waltman, L. (2023). *VOSviewer Manual* (s. 54). Universiteit Leiden & CWTS.
- EEA. (2023). *What is CORINE land cover?* <https://www.eea.europa.eu/>
- Erdem, U., Cubukcu, K. M., & Sharifi, A. (2021). An analysis of urban form factors driving Urban Heat Island: the case of Izmir. *Environment, Development and Sustainability*, *23*(5), 7835–7859. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00950-4>
- Ergüner, Y., Kumar, J., Hoffman, F. M., Dalfes, H. N., & Hargrove, W. W. (2019). Mapping ecoregions under climate change: a case study from the biological 'crossroads' of three continents, Turkey. *Landscape Ecology*, *34*(1), 35–50.
<https://doi.org/10.1007/s10980-018-0743-8>
- Ersoy, E. (2019). Landscape pattern and urban cooling islands. *Fresenius Environmental Bulletin*, *28*(3), 1943–1951.
- Ersoy Tonyaloğlu, E. (2019). Kentleşmenin kentsel termal çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, efeler ve incirliova (aydın) örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, *2*(1), 1–13.
- Evcı Kiraz, E. D. (2019). *İklim Değişikliğinin İnsan Sağlığına Etkileri*.
<https://www.iklimin.org/moduller/saglikmodulu.pdf>
- 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.
<https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- Göğsu, S., & Hastaoğlu, K. Ö. (2019). Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yönteminde Güç Fonksiyonu Etkisinin İncelenmesi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 8.

- Greenpeace. (2009). *Greenpeace Climate Vision*.
<http://www.gci.org.uk/Documents/greenpeace-climate-vision.pdf>
- Hart, M., & Sailor, D. (2009). Quantifying the influence of land-use and surface characteristics on spatial variability in the urban heat island. *Theoretical and Applied Climatology*, 95, 397–406. <https://doi.org/10.1007/s00704-008-0017-5>
- Health Canada. (2020). *Reducing urban heat islands to protect health in Canada*.
<https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/health/publications/healthy-living/reducing-urban-heat-islands-protect-health-canada/Reducing-Urban-Heat-EN.pdf>
- Hefny Salim, M., Heinke Schlünzen, K., & Grawe, D. (2015). Including trees in the numerical simulations of the wind flow in urban areas: Should we care? *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 144, 84–95.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jweia.2015.05.004>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- IPCC. (2023). *What is the IPCC?*
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/07/AR6_FS_What_is_IPCC.pdf
- Kadioğlu, H. (2014). *Tanımlayıcı İstatistikler*.
http://sbf.marmara.edu.tr/dosya/sbf/bölümler/HEMŞİRELİK/DERS NOTLARI/tanımlayıcı_istatistikler.pdf
- Karaçor, E. K., & Ögçe, H. (2023). Evaluating the Publicness Dimension of Public Space with Bibliometric Analysis. *Future Cities and Environment*, 9(1), p.14.
<https://doi.org/10.5334/fce.192>
- Karakuş, C. B. (2019). The Impact of Land Use/Land Cover (LULC) Changes on Land Surface Temperature in Sivas City Center and Its Surroundings and Assessment of Urban Heat Island. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 55(4), 669–684.
<https://doi.org/10.1007/s13143-019-00109-w>
- Kazancı, G., & Tezer, A. (2021). Spatial Planning in the Climate Change Adaptation and Turkey in the Framework of Smart Governance. *Journal of Planning*, 31(2), 302–320.
<https://doi.org/10.14744/planlama.2021.87487>
- Kesgin Atak, B. (2020). Analysing The Relationships Between Land Use/Land Cover And Urban Land Surface Temperature Using Regression Tree In İzmir. *International journal of geography and geography education (Online)*, 25(41), 280–291.
<http://search/yayin/detay/362027>
- Kim, Y.-H., & Baik, J.-J. (2005). Spatial and Temporal Structure of the Urban Heat Island in Seoul. *Journal of Applied Meteorology - J APPL METEOROL*, 44, 591–605.
<https://doi.org/10.1175/JAM2226.1>
- Lee, J. Y., & Kim, H. (2016). Projection of future temperature-related mortality due to

- climate and demographic changes. *Environment International*, 94, 489–494. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.06.007>
- Malcoti, M. D., Zia, H., & Kabre, C. (2023). Heat Stress Vulnerability of Populations and Role of Urban Heat Island. *Current World Environment*, 18(1), 297–310. <https://doi.org/http:10.12944/CWE.18.1.25>
- Matzarakis, A., & Endler, C. (2010). Climate change and thermal bioclimate in cities: Impacts and options for adaptation in Freiburg, Germany. *International Journal of Biometeorology*, 54(4), 479–483. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0296-2>
- Mayor of London. (2023). *Climate Change Adaptation Plan 2023*. <https://content.tfl.gov.uk/tfl-climate-change-adaptation-plan.pdf>
- Meteoroloji G. Müd. (2020). *Trabzon iline ait mevsim normalleri (1991-2020)*. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TRABZON>
- Meteoroloji G. Müd. (2023). *Meteorolojiye Giriş*. <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=2>
- MITECO. (2021). *National Climate Change Adaptation Plan 2021-2030*. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030-en_tcm30-530300.pdf
- Mochida, A., & Lun, I. Y. F. (2008). Prediction of wind environment and thermal comfort at pedestrian level in urban area. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96(10), 1498–1527. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jweia.2008.02.033>
- Montávez, J. P., Rodríguez, A., & Jiménez, J. I. (2000). A study of the Urban Heat Island of Granada. *International Journal of Climatology*, 20(8), 899–911. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1097-0088\(20000630\)20:8<899::AID-JOC433>3.0.CO;2-I](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1097-0088(20000630)20:8<899::AID-JOC433>3.0.CO;2-I)
- Mortoja, M. G., & Yigitcanlar, T. (2022). Understanding political bias in climate change belief: A public perception study from South East Queensland. *Land Use Policy*, 122, 106350. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106350>
- Mortoja, M. G., & Yigitcanlar, T. (2023). Why is determining peri-urban area boundaries critical for sustainable urban development? *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(1), 67–96. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1978405>
- Mousavi, S. R., Sarmadian, F., Dehghani, S., Sadikhani, M., & Taati, A. (2017). Evaluating inverse distance weighting and kriging methods in estimation of some physical and chemical properties of soil in Qazvin Plain. *Eurasian Soil Science*, 6(4), 327–336. <https://doi.org/10.18393/ejss.311210>
- NASA. (2023). *Global Climate Change: Vital Signs of the Planet*. <https://climate.nasa.gov/>
- Nehzak, H. K., Aghaei, M., Mostafazadeh, R., & Rabiei-Dastjerdi, H. (2021). Evaluation

- of land use change predictions using CA-Markov model and management scenarios. İçinde H. R. B. T.-C. in E. and E. S. Pourghasemi (Ed.), *Computers in Earth and Environmental Sciences Artificial Intelligence and Advanced Technologies in Hazards and Risk Management* (ss. 105–115). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89861-4.00017-8>
- New York State CAC. (2022). *Scoping Plan Full Report*. <https://climate.ny.gov/resources/scoping-plan/>
- Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates* (2. baskı). Routledge. file:///C:/Users/husey/AppData/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Oke - 1987 - Boundary Layer Climates.pdf
- Okumus, D. E., & Terzi, F. (2023). Ice floes in urban furnace: Cooling services of cemeteries in regulating the thermal environment of Istanbul's urban landscape. *Urban Climate*, 49(may), 101549. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101549>
- Olgun Eker, E., & Kantarlı, S. (2020). İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri. *Doğanın Sesi*, 3(5), 13–23.
- Özdemir Işık, B., & Demirel, Ö. (2014). Kıyı kullanıcılarının kıyı alanı rekreasyon planlama kararları üzerindeki etkisi: Trabzon kıyı bandı örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 4(10), 1–11. <https://doi.org/10.16950/std.45450>
- Pal, S., & Ziaul, S. (2017). Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1), 125–145. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.11.003>
- Partigöç, N. S., & Acer, E. (2022). Kıyı Kentlerinde İklim Değişikliğinin Etkilerinin İncelenmesi: Kumbahçe Mahallesi (Bodrum) Örneği. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4(3), 225–242. <https://doi.org/10.53472/jenas.1180800>
- Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310–317. <https://doi.org/10.1038/nature04188>
- Paul, B. K., & Rashid, H. (2016). Land Use Change and Coastal Management. İçinde B. K. Paul & H. B. T.-C. H. in C. B. Rashid (Ed.), *Climatic Hazards in Coastal Bangladesh Non-Structural and Structural Solutions* (ss. 183–207). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805276-1.00006-5>
- Pitman, A. J. (2003). The evolution of, and revolution in, land surface schemes designed for climate models. *International Journal of Climatology*, 23(5), 479–510. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.893>
- R Development Core Team. (2022). *R: A language for statistical computing*. Vienna, Austria: RFoundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Rajagopal, P., Priya, R. S., & Senthil, R. (2023). A review of recent developments in the impact of environmental measures on urban heat island. *Sustainable Cities and Society*, 88, 104279. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104279>

- Rizwan, A. M., Dennis, L. Y. C., & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 120–128. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60019-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60019-4)
- Runhaar, H., Wilk, B., Persson, Å., Uittenbroek, C., & Wamsler, C. (2018). Mainstreaming climate adaptation: taking stock about “what works” from empirical research worldwide. *Regional Environmental Change*, 18(4), 1201–1210. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1259-5>
- Sancar, C. (2000). *Kentsel Gelişim Alanlarının Saptanması ve Planlanmasında GIS ve Ekoloji-Ekonomi Duyarlı Planlama Modeli*. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Sancar, C., Özen Turan, S., & Kadioğulları, A. İ. (2009). Land use-cover change processes in Urban fringe areas: Trabzon case study, Turkey. *Scientific Research and Essay*, 4(12), 1454–1462.
- Scopus. (2023). *Document Search*. <https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin=>
- Siyavuş, A. E., & Belge, R. (2022). Trabzon Şehrinde Nüfusun Gelişimi ve Mekansal Dağılışı. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 33, 215–232.
- Sılaydın Aydın, M. B., Erdin, H., & Kahraman, E. (2017). *Mekansal yapı özellikleri açısından iklim değişikliğine karşı risk taşıyan bölgelerin saptanması*, *İzmir*. 27, 274–285. <https://doi.org/10.14744/planlama.2017.61587>
- Stone, B., & Norman, J. (2006). Land Use Planning and Surface Heat Island Formation: A Parcel-Based Radiation Flux Approach. *Atmospheric Environment - ATMOS ENVIRON*, 40, 3561–3573. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.01.015>
- Sun, Y., Zhang, X., Ren, G., Zwiers, F., & Hu, T. (2016). Contribution of urbanization to warming in China. *Nature Climate Change*, 6. <https://doi.org/10.1038/nclimate2956>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). *CORINE Projesi*. <https://corinecbs.tarimorman.gov.tr/corine>
- Taylan, E. D., & Damçayırı, D. (2016). Isparta Bölgesi Yağış Değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon Yöntemleri ile Tahmini. *Teknik Dergi*, 27(3), 7551–7559.
- Toy, S., Çağlak, S., & Esringü, A. (2022). Assessment of bioclimatic sensitive spatial planning in a Turkish city, Eskisehir. *Atmosfera*, 35(4), 719–735. <https://doi.org/10.20937/ATM.52963>
- Trabzon Büyükşehir Belediyesi. (2018). *Trabzon Büyükşehir Belediyesi ve Trabzon İli Sera Gazı Envanteri*. <https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/07/2018-Kurumsal-ve-Kentsel-Sera-Gazi-Envanteri.pdf>
- Tran, D. X., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Myint, S. W., Caetano, M., & Kieu, H. V. (2017). Characterizing the relationship between land use land cover change and land

surface temperature. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 124, 119–132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.01.001>

TÜİK. (2018). *Nüfus Projeksiyonları 2018-2080*.

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2018-2080-30567>

Tuncay, T., Bayramin, İ., Atalay, F., & Ünver, I. (2016). Assessment of inverse distance weighting (IDW) interpolation on spatial variability of selected soil properties in the cukurova plain. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22, 377–384.

https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001396

UN-Habitat. (2014). *Planning for Climate Change: A Strategic, Values-based Approach for Urban Planners* (B. Barth, M. A. Cea, L. Fee, K. Koch, L. Nesbitt, & V. Quinlan (ed.)). UNON.

UN-HABITAT. (2023). *Climate Change*. <https://unhabitat.org/topic/climate-change>

UN. (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*.

Ünal-Çilek, M. (2022). Kentsel Yüzey Isı Adalarının Belirlenmesinde Yer Yüzey Sıcaklık Verilerinin Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 33, 213–222.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.1039572>

United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2022). Population Division. İçinde *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. United Nations Publication.

US EPA. (2021). *U.S. Environmental Protection Agency Climate Adaptation Action Plan*. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/epa-climate-adaptation-plan-pdf-version.pdf>

Valsson, S., & Bharat, A. (2009). Urban heat island: cause for micro climate variations. *Architecture-Time , space and people*.

Velazquez-Lozada, A., Gonzalez, J., & Winter, A. (2006). Urban heat island effect analysis for San Juan, Puerto Rico. *Atmospheric Environment*, 40, 1731–1741.

<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.09.074>

Voogt, J. A., & Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 370–384.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)

Wai, C. Y., Muttill, N., Tariq, M. A., Paresi, P., Nnachi, R. C., & Ng, A. W. M. (2022). Investigating the Relationship between Human Activity and the Urban Heat Island Effect in Melbourne and Four Other International Cities Impacted by COVID-19. *Sustainability*, 14(1), 378. <https://doi.org/10.3390/su14010378>

Wamsler, C., Brink, E., & Rivera, C. (2013). Planning for climate change in urban areas: from theory to practice. *Journal of Cleaner Production*, 50, 68–81.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.008>

- Wilks, D. S. (2006). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences* (2. baskı). Elsevier.
- WMO. (2023). *World Meteorological Organization*. <https://public.wmo.int/en>
- World Population Review. (2023). *World Population by Country 2023*. <https://worldpopulationreview.com/>
- Xiao, Y., Piao, Y., Pan, C., Lee, D., & Zhao, B. (2023). Using buffer analysis to determine urban park cooling intensity: Five estimation methods for Nanjing, China. *Science of the Total Environment*, 868. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161463>
- Yıldırımçakar, İ., & Saydan, İ. Y. (2022). Küresel Ölçekte Meydana Gelen İklim Krizinin Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkisi: Su Örneği. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi*, 3(1), 50–62.
- Yılmaz, D., & Öztürk, S. (2023). A Systematic Review of the Urban Heat Island Effect: Urban Form, Landscape and Planning Strategies. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(4), 302–323.
- Yılmaz, S., Toy, S., Irmak, M. A., & Yılmaz, H. (2007). Determination of climatic differences in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. *Building and Environment*, 42, 1604–1612.
- Yuan, S., Ren, Z., Shan, X., Deng, Q., & Zhou, Z. (2023). Seasonal different effects of land cover on urban heat island in Wuhan's metropolitan area. *Urban Climate*, 49, 101547. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101547>
- Yücekaya, M. (2022). Farklı Karakterdeki Kent Parçalarının Mikroklimatik Analizi: Kayseri Örneği. *Artium*, 10(2), 94–100. <https://doi.org/10.51664/artium.1125322>
- Zeren Cetin, I., & Sevik, H. (2020). Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and land use by using GIS and RS techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 71. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8029-4>
- Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C., & Pauleit, S. (2016). Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 305–316. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.09.011>

7. EKLER

Ek 1. Trabzon Bölge istasyonuna ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri gün sayısı frekans değerleri

YIL	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
1961					1			1				
1962			1		2							
1963						1		1				
1965				2		1						
1966						1						
1967					1							
1968								1	1			
1969						2	2	1				
1970			1	1				1				
1972				1		1	1					
1973							2			1		
1974										1		
1975							1					
1977				1		1		2				
1978					1	1						
1979				2								
1980					1	3						
1981							1		1			
1982						1						
1984					1							
1985						1						
1988					1							
1990						1				1	1	
1991								2				
1992									1	1		
1994				1	1	1			1			
1995								1	1			
1996							5	3	2			

Ek 1 (devamı). Trabzon Bölge istasyonuna ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri gün sayısı frekans değerleri

1997				2		1				1		
1998				2			8	15	2	1		
1999						1	16	17				
2000							8	5				
2001			1	1		1	15	25	1			
2002							19	14	2			
2003							6	8	2	3		
2004					1		3	6	1			
2005				1	1		7	7				
2014		1			1	2	2	3				
2015				1			1	9	1			
2016				2		2		2	1			
2017							3	4	2			
2018							3	3				
2019					1					1		
2020			1		2		3		1			
2021				1	1		3	6				
TOPLAM	0	1	4	18	16	22	109	137	20	10	1	0
GENEL ORT	-	1	1	1.38	1.14	1.29	5.45	5.95	1.33	1.25	1	-
2014- 2021	-	1	1	1.33	1.25	2	2.5	4.5	1.25	1	-	-

Ek 2. Trabzon Havalimanı istasyonuna ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri gün sayısı frekans değerleri

YIL	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
2001			1	1			4	3				
2002							2		2			
2003										2		
2004					1							
2005					1			2				
2006												
2007					1							
2008			2	1								
2009						1						
2010					1	1		18				
2011							1	1				
2012						1	8	4				
2013			1		1					1		
2014					1	1	1		1			
2015								3				
2016				1		1		1			1	
2017							2	3				
2018			1									
2019					1							
2020			1		1		1					
2021				1	1		2	1				
TOPLAM	0	0	6	4	9	5	21	36	3	3	1	0
GENEL ORT	-	-	1.2	1	1	1	2.62	4	1.5	1.5	1	-
2014-2021			1	1	1	1	1.5	2	1	-	1	

Ek 3. Trabzon Limanı Ana Mendirek istasyonuna ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri gün sayısı frekans değerleri

YIL	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
2014					1	3	1					
2015				1				1	1			
2016				1		1					1	
2017					1			1				
2018							1					
2019					1						1	
2020			1		1		1					
2021				1			3	1			1	
TOPLAM	0	0	1	3	4	4	6	3	1	0	3	0
GENEL ORT	-	-	1	1	1	2	1.5	1	1	-	1	-

Ek 4. Trabzon Akçaabat istasyonuna ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri gün sayısı frekans değerleri

YIL	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
1964							2					
1965				2		2			1			
1966						1	1	1				
1967					1	1	1					
1968								1				
1969						2		1				
1970							3					
1971						1	1					
1972							1	2				
1973							1				1	
1974							1				1	
1975								1				
1976							1		1			
1977								3			1	
1979				1								
1980					1	3	3					
1981							1	1	1			
1982						1			1			
1983							1	1				
1984						1						
1985				1				1				
1986							1	2				
1987							4	1				
1988							1	7				
1989								5	1			
1991							2	1				
1992										3		
1993								2				
1994						1						
1995									1			
1996									1			

Ek 4 (devamı). Trabzon Akçaabat istasyonuna ait günlük maksimum sıcaklığın 30 °C ve üzeri gün sayısı frekans değerleri

1997				1								
1999						1	3	2				
2000							5					
2001							4	6	1			
2002						1	2	1				
2003										1		
2004							1					
2005				1	1			4				
2006					1			19				
2007						1	8	8	2			
2008			2	1			5	8	1			
2009						4	8	1				
2010						1	11	24	1			
2011							4	2				
2012							11	7	4			
2013			1		2			3				
2014						2	5	13	2			
2015							6	14	1			
2016				1		2	6	13	2			
2017					1		6	15	3			
2018			2			2	7	8	5			
2019						3	2	3				
2020					4		2	3	3			
2021							12	13	1		1	
TOPLAM	0	0	5	8	11	30	133	197	33	4	4	0
GENEL ORT	-	-	1.66	1.14	1.57	1.66	3.8	5.62	1.73	2	1	-
2014-2021	-	-	1.5	1	2.25	2.25	5.75	9.44	2.43	-	1	-

ÖZGEÇMİŞ

Semra ÖGÇE, İlköğrenimini Mehmet Âkif Ersoy İlköğretim Okulu'nda bitirdikten sonra lise eğitimini 2012 yılında Trabzon Yomra Lisesi'nde tamamladı. 2012-2013 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2017 yılında bu bölümden mezun oldu. 2018-2019 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Anabilim Dalı'nda yüksek lisansına başladı ve 2023 yılında mezun oldu. Orta derecede İngilizce bilmektedir.

