



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**SÜRDÜREBİLİR ORMANCILIK ANLAYIŞI AÇISINDAN ARAZI
KULLANIM DEĞİŞİMİNİN BİYOKLİMATİK KONFOR
ŞARTLARINA ETKİSİ**

İLKNUR ZEREN ÇETİN

DANIŞMAN

PROF. DR. TUĞRUL VAROL

BARTIN-2023



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SÜRDÜREBİLİR ORMANCILIK ANLAYIŞI AÇISINDAN ARAZİ KULLANIM
DEĞİŞİMİNİN BİYOKLİMATİK KONFOR ŞARTLARINA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

İlknur ZEREN ÇETİN

BARTIN-2023

KABUL VE ONAY



BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Tuğrul VAROL danışmanlığında hazırlamış olduğum “SÜRDÜREBİLİR ORMANCILIK ANLAYIŞI AÇISINDAN ARAZİ KULLANIM DEĞİŞİMİNİN BİYOKLİMATİK KONFOR ŞARTLARINA ETKİSİ” başlıklı doktora tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

20.12.2023

İlknur ZEREN ÇETİN

ÖNSÖZ

Bu çalışma Bartın'da orman alanlarının sürdürülebilir ormancılık planlamalarında kritik bir rol oynadığını ve bu bölgelerin korunmasının kent ve orman yaşamının iyileştirilmesi açısından kritik olduğunu vurguluyor. Ayrıca, kentsel alanlarda ve ortalama kara yüzeyi sıcaklıklarında artışlar, bitki örtüsünde azalma ve arazi yapısının iklim üzerine olumsuz etkilerinin azaltılması için yeşil alan miktarının artırılması önerilmektedir. Orman alanlarındaki yerleşimin kontrolsüz büyümesinin orman tahribatına yol açtığı da vurgulanarak, bu alanların korunması için yasal düzenlemeler yapılması gerektiği belirtilmektedir. Çalışma aynı zamanda sürdürülebilir orman alanlarında arazi kullanımı/örtüsü ile biyoiklimsel konfor arasındaki ilişkiyi de değerlendirmektedir.

Bu kapsamda doktora öğrenimimin başından itibaren beni destekleyen ve hiçbir konuda benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Tuğrul VAROL'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmanın başlangıcından itibaren değerli fikirleri ve bilimsel önerileri ile bana katkı sağlayan sayın Prof. Dr. Tuğrul VAROL'a, sayın Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e ve sayın Prof. Dr. Hakan ŞEVİK'e şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim. Tez jürimde yer almayı kabul ederek değerli bilimsel önerileri ile doktora tez çalışmamı destek veren sayın Dr Öğr. Üyesi Tuna EMİR'e ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih ADIGÜZEL'e teşekkür ediyorum.

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih ADIGÜZEL'e doktora çalışmam sürecinde sayısal haritalarımın oluşturulmasında engin bilgilerini benimle paylaşıp yol gösterdiği için ayrıca teşekkür ediyorum.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tezimin arazi ve büro çalışmalarında benden desteğinin esirgemeyen ve sabırla her konuda bana yardımcı olan değerli eşime, ve oğlum Ege ÇETİN'e ve diğer tüm aile bireylerime şükranlarımı sunuyorum.

Doktora tezimin farklı aşamalarında değerli desteklerini benden esirgemeyen Orman Genel Müdürlüğü ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Gerçekleştirmiş olduğum bu doktora tez çalışmasının sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda Sürdürülebilir Ormancılık ile başta ülkemiz ormancılığına ve ormanlarımıza gönül verenlere faydalı olmasını temenni ederim.

Doktora tezi ve süreci; YÖK 100/2000 Bursiyeri olarak Öncelikli alanlarda Doktora eğitime başlayıp 24/02/2022 tarihinde Ondokuz Mayıs Üniversitesinde Samsun Meslek Yüksekokulu/Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü/Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programında Öğretim Görevlisi olduğu için 100/2000 Doktora bursunu kestirmiş olup doktora bitimi sürecinde 100/2000 öncelikli alanlardan devam etmiştir. Doktora sürecinde YÖK 100/2000 bursiyeri öncelikli alanlar programına vermiş olduğu maddi ve manevi desteklerden dolayı teşekkür ederim. Bu süreç zarfında 100/2000 Doktora bursiyeri öncelikli alan kapsamında doktora çalışmam ile toplamda 3 adet (2 adet Q1 ve 1 adet Q3) olmak üzere SCI yayınlar üretilmiştir ve teşekkür (acknowledgement) kısmında TÜBİTAK YÖK 100/2000 Doktora Öncelikli Alanlar Sürdürülebilir Ormancılık desteğine teşekkür edilmiştir.

İlknur ZEREN ÇETİN

ÖZET

Doktora Tezi

SÜRDÜREBİLİR ORMANCILIK ANLAYIŞI AÇISINDAN ARAZİ KULLANIM DEĞİŞİMİNİN BİYOKLİMATİK KONFOR ŞARTLARINA ETKİSİ

İlknur ZEREN ÇETİN

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tuğrul VAROL

Bartın-2023, sayfa: 150

Bu çalışma, Bartın ilinin coğrafi, demografik özelliklerini ve küresel nüfusun etkisi altında yaşanan değişimleri ele almaktadır. Bartın, 2143 km²'lik bir alanı kapsayan ve Batı ve Doğu Karadeniz arasında stratejik bir konumda bulunan bir şehirdir. Son yıllarda, arazi kullanım tercihlerinin etkisiyle özellikle orman ve şehir dokusu hızla değişmektedir. Bu durum, Bartın'ı özellikle orman alanları olmak üzere kentsel yaşam şartlarının zorlaştığı bir alana dönüştürmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amacı Bartın şehrindeki arazi değişimlerini ve bu değişimlerin (özellikle orman alanları) 33 yıl boyunca biyoklimatik konfora etkisinin belirlenmesidir. Ayrıca, arazi kullanımının sürdürülebilir ormancılık ile kent orman geometrisinin yerel mikro iklime ve biyokonfora etkisinin tespiti, bu ana hedef doğrultusunda çalışmanın alt hedefini oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında, 1988-2021 dönemi CORINE, LANDSAT ve MGM verileri kullanılarak incelenmiş ve çoklu regresyon analizi ile arazi kullanımının sürdürülebilir ormancılık ile kent geometrisinin mikro iklim ve biyokonfora etkisi değerlendirilmiştir. Bartın özelinde seçilen örneklem alanlarında (orman ve kentsel/yeşil alan), uzaktan algılama ve yerel veriler birlikte değerlendirilerek ormanların ve kentsel geometrinin mikroklima üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma Bartın'da orman alanlarının sürdürülebilir ormancılık planlamalarında kritik bir rol oynadığını ve bu bölgelerin korunmasının kent ve orman yaşamının iyileştirilmesi açısından kritik olduğunu vurguluyor. Ayrıca, kentsel alanlarda ve ortalama kara yüzeyi sıcaklıklarında artışlar, bitki örtüsünde azalma ve arazi yapısının iklim üzerine olumsuz etkilerinin azaltılması için yeşil alan miktarının artırılması önerilmektedir. Orman alanlarındaki yerleşimin kontrolsüz büyümesinin orman tahribatına yol açtığı da vurgulanarak, bu alanların korunması için yasal düzenlemeler yapılması gerektiği belirtilmektedir. Çalışma aynı zamanda sürdürülebilir orman alanlarında arazi kullanımı/örtüsü ile biyoiklimsel konfor arasındaki ilişkiyi de değerlendirmektedir. Bartın'da ormanların biyoiklimsel konfor açısından önemli bir rol oynadığını ve ormanların korunmasının kentsel yaşam koşullarının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahip olduğunu vurguluyor. Planlama ve yönetimde sürdürülebilir ormancılık ilkelerinin dikkate alınması önemlidir. Genel olarak bu çalışma, Bartın'da gelecekteki planlama ve yönetim süreçlerinde sürdürülebilir ormancılık ilkelerinin benimsenmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, Bartın'da orman alanlarının biyoklimatik konfor açısından önemli bir rol oynadığı ve bu bölgelerin korunmasının kent ve orman yaşamının iyileştirilmesi açısından kritik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kentsel alanlarda ve ortalama kara yüzeyi sıcaklıklarında artışlar, bitki örtüsünde azalma ve arazi yapısının iklim üzerine olumsuz etkilerinin azaltılması için yeşil alan miktarının artırılması önerilmiştir. Orman alanlarındaki yerleşimin kontrolsüz büyümesinin orman tahribatına yol açtığı da vurgulanarak, bu alanların korunması için yasal düzenlemeler yapılması gerektiği belirtilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma Bartın'da orman alanlarının sürdürülebilir ormancılık planlamalarında kritik bir rol oynadığını ve bu bölgelerin korunmasının önemli olduğunu vurguluyor. Ayrıca, gelecekteki planlama süreçlerinde sürdürülebilir ormancılık ilkelerinin benimsenmesine katkıda bulunmayı hedefliyor. Bu çalışmanın sürdürülebilir ormancılık ve çevre politikalarına katkı sağlaması, gelecekteki planlama ve yönetim süreçlerinde sürdürülebilir ormancılık ilkelerinin benimsenmesine yardımcı olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanımı, biyokonfor, iklim, orman, sürdürülebilir ormancılık.

Bilim Alanı Kodu: 120512

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

ASSESSING THE INFLUENCE OF LAND USE CHANGE ON BIOCLIMATIC COMFORT CONDITIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE FORESTRY PRACTICES

İlknur ZEREN ÇETİN

**Bartın University
Graduate School
Department of Forest Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Dr. Tuğrul VAROL

Bartın-2023, pp: 150

This study deals with the geographical and demographic characteristics of Bartın province and the changes experienced under the influence of the global population. Bartın is a city covering an area of 2143 km² and located in a strategic position between the Western and Eastern Black Sea. In recent years, especially the forest and urban texture has been changing rapidly due to the influence of land use preferences. This situation turns Bartın into an area where urban living conditions, especially in forest areas, become difficult. In this context, the main purpose of this study is to determine the land changes (especially forest areas) in Bartın city over 33 years and the effects of these changes on bioclimatic comfort. In addition, determining the impact of land use, sustainable forestry and urban forest geometry on the local microclimate and biocomfort constitutes the sub-goal of the study in line with this main goal. Within the scope of the study, the period 1988-2021 was examined using CORINE, LANDSAT and MGM data, and the effect of land use, sustainable forestry and urban geometry on microclimate and biocomfort was evaluated with multiple regression analysis. In the sample areas (forest and urban/green area) selected specifically for Bartın, remote sensing and local data were evaluated together to reveal the effect of forests and urban geometry on the microclimate.

As a result, this study emphasizes that forest areas in Bartın play a critical role in sustainable forestry planning and that protecting these areas is critical for improving urban and forest life. In addition, it is recommended to increase the amount of green areas in urban areas and to reduce the increases in average land surface temperatures, decrease in vegetation and the negative effects of land structure on the climate. It is also emphasized that the uncontrolled growth of settlements in forest areas leads to forest destruction, and it is stated that legal regulations should be made to protect these areas. The study also evaluates the relationship between land use/cover and bioclimatic comfort in sustainable forest areas. He emphasizes that forests play an important role in terms of bioclimatic comfort in Bartın and that protecting forests is critical for improving urban living conditions. It is important to consider sustainable forestry principles in planning and management. In general, this study aims to contribute to the adoption of sustainable forestry principles in future planning and management processes in Bartın. According to the results obtained, it has been determined that forest areas in Bartın play an important role in terms of bioclimatic comfort and that the protection of these areas is critical for the improvement of urban and forest life. In addition, it has been suggested to increase the amount of green areas in urban areas and to reduce the increases in average land surface temperatures, decrease in vegetation and the negative effects of land structure on the climate. It was also emphasized that the uncontrolled growth of settlements in forest areas leads to forest destruction, and it was stated that legal regulations should be made to protect these areas. As a result, this study emphasizes that forest areas in Bartın play a critical role in sustainable forestry planning and that protecting these areas is important. It also aims to contribute to the adoption of sustainable forestry principles in future planning processes. It is expected that this study will contribute to sustainable forestry and environmental policies and help adopt sustainable forestry principles in future planning and management processes.

Keywords: Bioclimatic comfort, climate, forest, land use, sustainable forestry.

Scientific Field Code: 120512

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLOLAR DİZİNİ.....	xiv
EKLER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amaç ve Hedefleri	7
1.2. Çalışmanın Özgün Değeri	10
1.3. Çalışmanın Araştırma Soruları ve Hipotezleri	14
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	16
2.1. Orman ve Kentsel Alanlarda Yerleşim Alanının İklim Koşulları Kararı ile Bütünleştirilmesi	16
2.2. İklimin Arazi Kullanımı/Örtüsü Üzerindeki Etkileri: Uzaktan Algılama Verileri Kullanımı.....	17
2.3. Orman Mikro İklimi ve Kentsel Mikro İklim Değişikliğinin ve Bunun İnsan Sağlığına Etkisinin Değerlendirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Temelli Yaklaşımı.....	20
2.4. Küresel İklim Değişikliği Senaryolarına Bağlı Olarak Gelecekteki İklim ve Orman Bölgeleri Arasındaki İlişkisi	23
2.5. Sürdürülebilir Orman Alanlarında Biyoklimatik Konfor Alanları ile Arazi Kullanımı/Örtüsü Arasındaki İlişkisi	26
3. MATERYAL VE METOT	28
3.1. Materyal.....	28
3.2. Metot	34
3.3. İklim Koşullarının Belirlenmesi ve Su Dengesinin Hesaplanması	35
3.4. Arazi Kullanımı ve Örtüsünün Analizi.....	39

3.5. Orman ve Kentsel Mikro İklim Değerlendirmesi	44
3.6. Gelecekteki İklim Senaryolarının Belirlenmesi	50
3.7. Sürdürülebilir Orman Alanları ve Biyoklimatik Konfor İlişkisi	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	58
4.1. Bartın Kentsel ve Ormanlık Alanındaki Yerleşim Alanının İklim Koşulları Kararı ile Bütünleştirilmesi	58
4.2. İklimin Arazi Kullanımı/Örtüsü Üzerindeki Etkileri: Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Arazi Kullanımında İklim Arazi Örtüsü, Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST), Normalleştirilmiş Fark Yerleşik İndeksi (NDBI), Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....	68
4.3. Orman Mikro İklimi ve Kentsel Mikro İklim Değişikliğinin ve Bunun İnsan Sağlığına Etkisinin Değerlendirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Temelli Yaklaşımı.....	74
4.4. Küresel İklim Değişikliği Senaryolarına Bağlı Olarak Gelecekteki İklim ve Orman Bölgeleri Arasındaki İlişkisinin Belirlenmesi Gelecekteki Etki İklim ve Orman Alanı Bölgelerinin Tahmini	83
4.5. Sürdürülebilir Orman Alanlarında Biyoklimatik Konfor Alanları ile Arazi Kullanımı/Örtüsü Arasındaki İlişkisinin İlişkinin İncelenmesi: Bartın İli Örneği	92
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR.....	111
BİBLİYOGRAFYA	131
EKLER	132
ÖZGEÇMİŞ	133

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
3.1: Bartın ilinin Türkiye’de konumu ve topoğrafya haritası.....	30
3.2: Bartın konumu.....	36
3.3: Bartın ilinin eğim analizi.....	37
3.4: Bartın'ın kuzeyden güneye profil kesiti.....	37
3.5: Bartın'ın doğudan profil kesiti.....	38
3.6: Çalışma alanının konumu.....	39
3.7: Çalışma alanının meteoroloji istasyonlarının mekansal dağılımı	44
3.8: Çalışma Alanının Türkiye'deki konumu	50
3.9: Çalışma alanının çalışma alanındaki yükseltiler	54
4.1: Yıllık hava sıcaklık değerleri	59
4.2: Aylık hava sıcaklığı değerleri	60
4.3: Bartın Genel Nemi	61
4.4: Bartın Nem indeksi	63
4.5: Su açığı.....	65
4.6: Bartın iklimsel konfor bölgesi.....	67
4.7: LULC'nin 1990 ve 2021'deki mekansal dağılımı.....	68
4.8: 1990 ve 2021 yılları için LST haritaları	69
4.9: 1990 ve 2021 NDVI yoğunluk haritası.	71
4.10: 1990 ve 2021'de NDBI yoğunluk haritası.	72
4.11: LST ile NDVI, LST ile NDBI ve NDVI ile NDBI arasındaki ilişki.....	73
4.12: 2000 ve 2020 yılları için haritalama ve mekansal dağılım	76
4.13: 2000 ve 2018'de LULC'nin HI mekansal dağılımı.....	78
4.14: DI yöntemi kullanılarak oluşturulan modeller	84
4.15: ETv yöntemi kullanılarak oluşturulan modeller.....	87
4.16: 1990, 2000 ve 2020'de tüm dönemler için T'nin haritalanması ve mekansal dağılımı	93
4.17: 1990, 2000 ve 2020'de tüm dönemler için RH'nin haritalanması ve mekansal dağılımı	94
4.18: 1990, 2000 ve 2020'deki tüm dönemler için WS'nin haritalanması ve mekansal dağılımı	95

4.19: 1990, 2000 ve 2018'deki tüm dönemler için CORINE'ye dayalı LULC'nin HI mekansal dağılımına dayalı biyoklimatik koşulların haritalanması ve mekansal dağılımı.	99
---	----



TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1: Uydu Goruntulerin özellikleri	40
3.2: Landsat TM ve OLI termal görüntülerinin termal sabiti.....	42
3.3: İnsanlar için Termal konfor kategorisi ve ve endeks değerleri (Çetin vd., 2019; Cetin 2019).....	52
3.4: ETv Değerlerinin Kategorileri (Lucena vd., 2016).....	53
4.1: Bartın LULC (Arazi Kullanım/Örtüsü) ve değişim istatistik değerleri	68
4.2: Bartın İli için Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) Değerlerine İlişkin istatistik değerler	70
4.3: 1990 ile 2021 yılları arasındaki NDVI yoğunluk sınıfları	71
4.4: Bartın İli için NDVI değerlerinin istatistik değerleri.	72
4.5: Bartın İli için NDBI değerlerinin istatistik değerleri	72
4.6: Parametrelerin korelasyon matrisi.....	74
4.7: SSP 245 ve SSP 585 senaryoları altında haritalanan uygun alanların mevcut ve gelecekteki durumunun sayısal değerleri	85
4.8: SSP 245 ve SSP 585 senaryoları kapsamında haritalanan uygun alanların mevcut ve gelecekteki durumunun sayısal değerleri	88
4.9: LULC'deki değişiklikler, 1990, 2000,2020'de CORINE LULC verileri	98
4.10: 1990'da biyoklimatik indekslere dayalı biyoiklimsel konfor sınıflandırması ile LULC arasındaki ilişkinin mekansal dağılımı	100
4.11: 2000 yılında biyoklimatik indekslere dayalı biyoiklimsel konfor sınıflandırması ile LULC arasındaki ilişkinin mekansal dağılımı	100
4.12: 2020'de biyoklimatik indekslere dayalı biyoiklimsel konfor sınıflandırması ile LULC arasındaki ilişkinin mekansal dağılımı	101

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
<u>No</u>	<u>No</u>
EK 1. Analizlerde kullanılan değişkenler ve kodları	132



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: hektar
km	: kilometre
m	: metre
m ²	: metrekare
m ³	: metreküp
p	: korelasyon katsayısı
r	: serbestlik derecesi
χ^2	: ki kare dağılımı

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
LANDSAT	: Earth Resources Technology Satellites- Kara Uydusu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu
WoS	: Web of Science
SCI, SCIE	: Science Citation Index Expanded indeksli
Q1, Q3	: Quartile - Birinci Dörttebirlik
LST	: Land Surface Temperatures - Arazi Yüzey Sıcaklığı
LULC	: Land Use Land Cover
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü
NDBI	: Normalized Difference Built-Up Index-Normalleştirilmiş Fark Yerleşik
DI	: Discomfort Index – Rahatsızlık İndeksi
ETv	: Effective Temperature Index – Etkin Sıcaklık indeksi
PET/FES	: Physiological Equivalent Temperature-Fizyolojik Sıcaklık Eşliği
T	: Temperature - Sıcaklık
RH	: Relative humidity - Bağıl Nem
YST	: Yüzey Sıcaklığı Artışı
WS	: Wind Speed - Rüzgar Hızı

1. GİRİŞ

Dünya genelinde nüfusun hızla artması, her geçen gün birim alana düşen insan sayısının artmasına sebep olmaktadır. Bartın, 2330 km²'lik yüzölçümü ile Batı ve Doğu Karadeniz arasında köprü konumunda bulunması sebebiyle yoğun nüfus hareketlerine sahne olmuş; bu durum, uzun yıllar boyunca şehir görünümünün değişmesine, arazinin farklı amaçlarla kullanılmasına yol açmıştır. Ne yazık ki, Bartın gibi bir il, bu özellikleri sebebiyle zaman içinde özellikle orman alanları olmak üzere kentsel yaşam koşullarının zorlaştığı bir alana dönüşmüştür. Bu bağlamda, Bartın gibi bir ilin 33 yıl boyunca arazi değişimlerinin (özellikle Karadeniz'in incisi niteliğindeki orman alanlarının) ve bu değişimlerin biyoklimatik konfora etkisinin belirlenmesi çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, arazi kullanımı ile sürdürülebilir ormancılığın devamı ve orman geometrisinin yerel mikro iklime ve biyokonfora etkisinin tespit edilmesi alt hedef olarak çalışmada yerini almıştır.

Çalışma kapsamında CORİNE, LANDSAT verileri ile MGM verileri 1988-2021 aralığında incelenmiştir. Elde edilen veriler çoklu regresyon analizi ile karşılaştırılarak aralarındaki ilişki sorgulanmıştır. Bu iki harita grubu üzerinde yapılan incelemeler sonucunda belirlenen iki örneklem alan (orman ve kentsel alan/ yeşil alan gibi) üzerinde yersel ölçümlerle mikroklima ve orman kent geometri etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Uzun dönemli arazi kullanımı ile biyoklimatik konforun karşılaştırılması, üstelik bunun hava kirliliği, orman alanları, bitki örtüsü, ekosistem gibi verilerin eklenerek yapılması, makro alan ölçümlerinin mikro ölçümlerle desteklenmesi, çoklu kriter analizleriyle sonuçların çıkarılacak olması çalışmanın özgün ve sürdürülebilir ormancılık ilkelerine katkısını göstermektedir.

Çalışma alanında uzaktan algılama ve yerel veriler birlikte değerlendirilerek ormanların ve mikroklima üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu sürecin sonunda, geçmişten günümüze biyoklimatik konforun değişim serüvenini anlamak ve gelecekte orman-yeşil alanların, su kütlelerinin makro ve mikro ölçekte orman ve şehir yaşamına etkilerini görmek Doktora tezinin beklenen sonuçlarıdır.

Ayrıca, bu çalışmanın sürdürülebilir orman tasarımı ve çevre politikalarına katkı sağlaması hedeflenmektedir. İklim değişikliği, halk sağlığı açısından giderek daha kritik bir konu

haline gelmiştir. Bu nedenle, iklim değışikliğı, orman iklimi, sürdürülebilir ormancılık ile planlama ve tasarım arasında ilişki kuracak yeni araçlara/yöntemlere duyulan ihtiyaç artmaktadır.

Doktora tezinin kapsamında Türkiye'deki orman arazi yapısı iklim ilişkisi için yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama sıcaklık değışimi ve arazi yapısı verileri kullanılarak belirlenen Bartın kentinde; bioklimatik iklim bölgesi yaklaşımının orman yapılı çevrenin ve topografyanın özelliklerini sınıflandırmak için kullanılması, benzer bioiklim tipine sahip kentlerde yerel iklim bölgeleri, orman morfolojisi, planlama parametreleri ve orman yüzey sıcaklıkları arasındaki ilişkinin nicel olarak ortaya konulması, bu kentlerde iklim etkisinin azaltılmasındaki farklı planlama ve tasarım stratejilerinin etkilerinin modellemeler aracılığı ile ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma süreçleri sonucunda, etki alanı küresel olan bir şehirde, geçmişte ve günümüzde arazinin kullanım biçimi ile sağlıkla bağlantılı olan biyoklimatik konforun değışim serüvenini anlamak, gelecekte nasıl olacağını göstermek, orman alanlarının, yeşil alanların, su kütlelerinin ve şehir yaşamlarına etkisi makro ve mikro ölçekte görmek, çalışmadan beklenen sonuçlardır. Sağlık başta olmak üzere orman alanlarında, kentlerden kaynaklı diğer sorunların, çevreye uyumlu politikalar ile çözülebileceğini, bilimsel çalışmaların yeni orman alanlarının düzenlemelerinde özellikle sürdürülebilir ormancılıkta referans alınması gerektiğı düşünölmekte, çalışmanın sürdürülebilir orman tasarımlarına ve çevre politikalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

Ayrıca, YÖK 100/2000 Doktora Bursu desteğıyle gerçekleştirilen bu tez çalışması, konusu ve amacının ne kadar özgün olduğunu göstermektedir. Tez başlangıcından tamamlanmasına kadar danışmanı ve Tez İzleme Komitesi üyeleriyle birlikte SCI, SCIE indeksli Web of Science (WoS) kapsamında toplamda 3 adet SCIE indeksli dergide yayınlanmıştır; bunlardan 2'si Q1 indeksli ve 1'i Q3 indeksli yayındır. Bu tez çalışmasının, konusu ve amacının ne kadar özgün olduğunu gösteren 2 adet Q1 indeksli yayını bulunmaktadır. Ayrıca, bu yayınların yayınlandığı yıldan itibaren uluslararası WoS atıf değerin arttığı görölmektedir. Bu durum, tezin başarılı bir şekilde seçilip tamamlanmasının bir göstergesidir. Sürdürülebilir ormancılıkta iklimin etkisi, bu tez çalışmasıyla diğer araştırma konularına öncülük edeceği düşünölmektedir.

Bu kapsamda Doktora tez çalışmasının benzersizliğini vurgulamak, amacını ve kapsamını daha ayrıntılı bir şekilde belirtmek, Araştırma Sorularını ve Hipotezlerini cevaplamak ve detaylı vurgulamak anlamında aşağıda geniş özeti verilen 5 ana başlık altında yapılmıştır. Bu başlıklar altında çalışmanın amacı, kapsamı, literatür özeti, girişi, kullanılan materyaller ve metotlar, elde edilen sonuçlar ve yapılan öneriler detaylı bir şekilde ana ve alt başlıklarda açıklanmıştır.

Ormanlık ve kentsel alanlarda yerleşim alanının iklim koşulları kararı ile bütünleştirilmesi amacıyla, Bartın ilindeki iklim tiplerini yorumlamak, hesaplama sürecini basitleştirmek ve iklimsel su dengesinin ormanlar tarafından yorumlanmasını kolaylaştırmak için Thornthwaite iklim sınıflandırma endekslerine ihtiyaç vardır. Bu çerçevede, Thornthwaite'in Bartın için önerdiği indekslerle (Amasra, Arit, Hasankadı, Kozcağız, Kurucasile, Ulus, Ulus Çubukeli, Ulus Ceyüpler ölçüm noktaları dahil) iklim karakterizasyonu geliştirmeyi amaçladık. 1988 ve 2019 yılları arasındaki meteoroloji istasyonunun verilerini kullanarak, geçmiş iklim verilerini değerlendirdik. Hava sıcaklığı ve yağış günlük ölçekte toplandı. Yağış ve potansiyel evapotranspirasyon verileri, Thornthwaite yöntemiyle su dengesinin hesaplanmasına izin verdi. Thornthwaite sınıflamasına göre Bartın'da nemli, nemli yarı nemli ve kuru yarı nemli olmak üzere üç iklim tipi hakimdir. Su karakterizasyonu 123,67 mm yıl⁻¹ su fazlası, 79,7 mm yıl⁻¹ su açığı ve 1.003,9 mm yıl⁻¹ potansiyel evapotranspirasyon gösterdi. Enlem arttıkça su açığı ve potansiyel evapotranspirasyon azalır.

İklimin arazi kullanımı/örtüsü üzerindeki etkileri, uzaktan algılama verileri kullanımı, ekonomik ve endüstriyel gelişmeler, dünya genelinde nüfusun şehirlerde yoğunlaşmasına sebep olarak geçirimsiz yüzeylerin artmasına yol açmıştır. Bu çalışma, Bartın merkez ilçesinde 30 yıllık dönemde (1990'dan 2021'e kadar) kentsel ısı adası etkisinin nasıl değiştiğini analiz etmiştir. Bu bağlamda Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişimi, Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST), Normalleştirilmiş Bina Yoğunluğu İndeksi (NDBI) ve Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) incelenmiştir. LST, NDVI ve NDBI ile ilişkilendirilen faktörler belirlenmiştir. Sonuçlar, son 30 yılda kentsel alanlarda ve ortalama karasal yüzey sıcaklığı değerlerinde artışlar olduğunu, aynı zamanda bitki örtüsünde azalma yaşandığını göstermiştir. Regresyon analizi sonuçları, LST ile NDVI arasında kuvvetli ve negatif bir ilişki olduğunu, LST ile NDBI arasında ise kuvvetli ve pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca NDBI ve NDVI arasında kuvvetli bir negatif ilişki

tespit edilmiştir. Bu çalışma, Bartın'da kentsel ısı adasının olumsuz etkilerini azaltmak için açık ve yeşil alanların artırılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu amaçla, kent genelinde yeşil çatı sistemlerinin teşvik edilmesi, kent parkları oluşturulması ve yeşil kuşak sisteminin kurulması önerilmektedir. Ayrıca, çalışma sonuçları dağlarda aşırı yerleşimin neden olduğu orman tahribatının önlenmesinin önemini belirtmektedir. Bu doğrultuda, bu alanların korunması ve yapılaşmanın önlenmesi için yasal düzenlemelerin yapılması gerekliliğine işaret etmektedir.

Orman mikro iklimi ve kentsel mikro iklim değişikliğinin ve bunun insan sağlığına etkisinin değerlendirilmesi için coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama temelli yaklaşımı Artan Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST), kentsel gelişimin önemli bir sorunu olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, Bartın'da hızla artan kentleşmenin bitki örtüsü ve yapılaşma alanları üzerinde sürekli bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. NDBI ve LST arasında güçlü bir pozitif korelasyon bulunurken, NDVI ve LST arasında güçlü bir negatif korelasyon gözlemlenmiştir. Ayrıca, LST ile uyku yoksunluğu ve ısı stresi arasında da güçlü bir pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Bu çalışma, kentteki mikro iklimlerin ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde analiz ederek kentleşme ve insan kaynaklı aktivitelerin yarattığı büyük değişikliklere ışık tutmaktadır. Bu çalışma, gelecekteki gelişmeleri planlama aşamasında karar alıcıları ve planlamacıları desteklemek adına önemli bir referans olabilir.

Küresel iklim değişikliği senaryolarına bağlı olarak gelecekteki iklim ve orman bölgeleri arasındaki ilişkide iklim, insanın fizyolojik gelişimi, barınma ve ev yapıları, yiyecek ve giyecek seçimleri gibi tüm yaşamını etkileyen bir faktördür. Küresel iklim değişikliğinin yakın gelecekte iklim parametrelerinde önemli değişikliklere yol açacağı ve yeryüzündeki tüm organizmaların yaşamını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyeceği öngörülmektedir. Bu değişimlerin iklimi de etkileyerek ormanlık alanlarda önemli değişimlere neden olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliği senaryolarına bağlı olarak biyokonfor bölgelerinin belirlenmesi ve bunların şehir ve orman planlama çalışmalarında kullanılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Bartın'da öngörülen iklim değişikliği senaryolarına bağlı olarak biyoiklimsel konfor bölgelerindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, IPCC'nin 6. değerlendirme raporu olan Coupled Model Intercomparison Project Phase 6'nın SSPs 245 ve SSPs 585 senaryoları dikkate alınarak,

Bartın'daki biyokonfor alanlarının mevcut durumu ve yıllara göre olası değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 2040, 2060, 2080 ve 2100 yılları incelenmiştir. Sonuçlar, 2100 yılına doğru Bartın'da konfor bölgelerinin genel olarak soğuktan ısıya doğru kayacağını, bu kaymanın önemli düzeyde olacağını ve en yüksek artışın 2100'de görüleceğini gösterdi. Bu durum özellikle yüksek orman yoğunluğuna ve yoğun orman faaliyetlerine sahip güney bölgeleri için geçerlidir.

Sürdürülebilir orman alanlarında biyoklimatik konfor alanları ile arazi kullanımı/örtüsü arasındaki ilişkide Bartın'da kentsel yaşam koşulları zorlaşmıştır. Çalışmanın temel amacı, Bartın'daki arazi değişimlerini ve bu değişimlerin biyoiklimsel konfor üzerindeki etkilerini belirlemektir. Çalışma alanındaki biyoklimatik konfor bölgeleri, çevresel iklim parametrelerine bağlı olarak belirlenmiş; Coğrafi Bilgi Sistemi yardımıyla sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve biyoklimatik indeksler değerlendirilmiştir. CORINE arazi örtüsü verileri kullanılarak Bartın'da arazi kullanımı/örtüsü sınıflandırılmış ve bu sınıflar biyoklimatik konfor bölgeleriyle ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, Bartın'da orman alanlarının biyoklimatik konfor açısından önemli bir rol oynadığı ve bu bölgelerin korunmasının kent yaşamının iyileştirilmesi açısından kritik olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, planlama ve yönetimde sürdürülebilir ormancılık ilkelerinin dikkate alınması önemlidir.

Bu çalışma, Bartın ilindeki arazi kullanımı ve biyoiklimsel konforun karşılaştırılması, sürdürülebilir ormancılık ilke ve uygulamalarının yerel mikro iklim ve biyokonfora etkisinin ortaya çıkarılması, uzun dönemli arazi kullanımı ile biyoklimatik konforun karşılaştırılması, makro ve mikro ölçekte verilerin analizi gibi bir dizi önemli sonuç ve öneriye sahiptir. Bu çalışmanın, Bartın ilindeki ormancılık ve çevre politikalarında referans alınarak, gelecekteki planlama ve yönetim süreçlerinde sürdürülebilir ormancılık ilkelerinin benimsenmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Bu çalışma, sürdürülebilir orman tasarımı ve çevre politikalarına önemli bir katkı sağlayarak, iklim değişikliği ile mücadelede etkili stratejilerin geliştirilmesine ışık tutmayı amaçlamaktadır.

Türkiye'de arazi kullanımının en hızlı değiştiği alanlar değerlendirildiğinde genelde Karadeniz Bölgesi özelde ise Bartın ilini kapsayacak şekilde dikkat çekmektedir. İnsan sağlığına, açık hava etkinliklerine, enerji tüketimi ve verimliliğine ve kentsel planlamaya ve

sürdürülebilir ormancılığa etkileri bakımından birlikte incelenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmadan hareketle; arazi kullanımının biyoiklimsel konfora etkisinin, Bartın ilinde değerlendirilmesi, arazi kullanımındaki hangi değişimlerin biyoiklimsel konfor şartlarında nasıl bir değişime neden olduğunun belirlenmesi ve bunlardan hareketle Bartın ile diğer alanlarda yaşanan ve olası sorunlar yaratan olayların önlenmesi için bilimsel veri oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçtan hareketle Bartın il genelinde yer alan Meteoroloji İstasyonlarının (gözlem istasyonu) 1988- 2021 arası iklim verileri kullanılarak, hesaplanacak olan FES (Fizyolojik Sıcaklık Eşiği) değerleri ArcGIS 10.5 programı kullanılarak biyoklimatik konfor haritalarına dönüştürülecek ve sayısal karşılaştırma yapmaya imkan tanıyacaktır.

Bir bölgenin biyoklimatik konforu ile arazi kullanımı arasında sıkı sıkıya bağlantı bulunmaktadır. Özellikle, göç, nüfus yoğunluğu, plansız kentleşme ve orman alan gibi kavramların vücut bulduğu en iyi örnek olan Bartın'da 1988-2021 arası beş yıllık LANDSAT verileri ile arazi kullanım/örtüsü haritaları elde etmek bilimsel bir gerekliliktir. İki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan çoklu regresyon analizi, FES değerleri ile enlem, yükselti, denizellik ve arazi kullanımı arasında uygulanacaktır. Böylelikle araştırma konusunu oluşturan kavramlar arasında bağlantının olup olmadığı ortaya konulacaktır. Yapılan bu haritalama işlemlerinin dayanak noktası olan Meteorolojik veri ile Landsat verilerinin yereldeki durumunu incelemek, konforluluk/konforsuzluk özelliklerini yerinde tespit etmek amacıyla örneklem 15 alanın belirlenmesi ve bu alanlarda ölçüm noktalarının tespit edilmesi gerekmektedir. Daha dar alandan oluşacak olan bu arazilerin tespitinde, oluşturulacak olan arazi kullanım ve biyoklimatik konfor haritaları referans alınacaktır. 1 konforlu ve 1 konforsuz örneklem alanlarındaki ölçüm noktaları eğim, yükseklik, bakı, denizellik ve arazi kullanım özelliklerine göre belirlenecektir.

Belirlenen noktalarda Gökyüzü görüş faktörü, yüzeysel açıklık oranı, sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve yönü ve hava kirliliği ölçümleri yapılacaktır. Yapılacak olan bu yersel ölçümler ile oluşturulan haritaların ve sonuçlarının doğruluğu sınanmış olacaktır. Ayrıca konfor üzerinde etkili olan faktörler kentsel orman geometri ölçümleriyle kanıtlanmış olacaktır.

Konu kapsam ve literatür özeti olarak yukarıda literatür özeti olarak sunulan çalışmalar, biyoklimatoloji alanına çeşitli katkılarda bulunmuştur. Ancak Bartın ilini kapsayan ve arazi kullanımı ile biyoklimatik konfor arasındaki ilişkiyi inceleyecek olan bu çalışmada 1988 ile 2021 yılları arası temel alınacak, zamansal ve mekânsal değişim gözlenecek, şimdiye kadar yapılan birçok çalışmada yer almayan sürdürülebilir orman alanlarının iklimsel etkisi ve hava kirliliği kriteri değerlendirmeye alınacaktır. Yapılan değerlendirmelerin sadece yazılı yorumlardan ibaret olması ve çoklu regresyon analizi gibi işlemlerle elde edilen sayısal sonuçları kapsamaması bir diğer eksiklik olarak görülmüştür.

1.1. Çalışmanın Amaç ve Hedefleri

Türkiye'nin coğrafi ve sosyo-ekonomik özellikleri, nüfusun belli şehirlerde yoğunlaşmasına neden olmuştur (Zeren Çetin, 2019; Adıgüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adıgüzel, 2023; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartın, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 20220; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Bartın ili, özellikle orman alanı olmak üzere doğal, arkeolojik, tarihi, kültürel ve ulaşım açısından gelişmiş, Türkiye'nin en çok orman alanına sahip şehirlerinden biridir.

Batı Karadeniz'deki orman zenginliği açısından bu şehir, doğal ve kültürel turizm potansiyeli ile beraber önemli bir nüfusa sahip olmasıyla, termal konfor çalışmalarının yapılmasını gerektirmektedir. Bartın'da, bölgesel planlama ve orman, turizm, ticaret, sanayi, eğitim ve sağlık planlamaları, iklimsel verilere dayanarak insan konforunu çalışmak ve kaynak değerlerini belirlemek açısından önemlidir. Araştırma alanında, il genelinde uzun dönemli biyoklimatik konfor analizleri ile özellikle sürdürülebilir ormancılıkta orman arazi kullanım ilişkisinin daha önce ele alınmamış olması, iklim değişikliğinin ve antropojen faaliyetlerin her geçen gün yoğunluğunu arttırmış olması ve tüm bunların orman zengini bir kentte araştırılmamış olması bilimsel bir boşluğu gözler önüne sermiştir.

Bartın şehrinde, açık alan ihtiyacı kapalı mekanlarda oluşturulan yapay ortamlarla giderilmeye çalışılmaktadır. Ancak kısa süreli şehir planlama çalışmaları nedeniyle, trafik, stres, tükenmişlik, kronik yorgunluk, depresyon, yalnızlık hissi ve çevresel kirlilik (hava, su, toprak, gürültü, görüntü) gibi modern şehir hayatının getirdiği sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır (Hava, su, toprak, gürültü, görüntü) (Zeren Çetin, 2019; Adıgüzel ve Zeren

Çetin, 2022; Adıgüzel, 2023; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 20220; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Bu sorunların yaşam konforu üzerindeki etkisinin yanı sıra çalışma verimliliğini de olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Yüksek bina yoğunluğu, dar sokak mesafesi ve açık alan oranının düşüklüğü gibi sebeplerle şehirlerde hava kirliliği rahatsız edici derecelere ulaşmakta, doğalgaza geçilmiş olması durumu ise bu durumu hafifletmektedir (Zeren Çetin, 2019; Adıgüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adıgüzel, 2023; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 20220; Zeren Cetin vd., 2023a,b).

Bununla birlikte, sportif ve kültürel aktiviteleri gerçekleştirebilecek alanlar ortadan kalkmakta ve rüzgâr sirkülasyonunun sağlanamadığı bu alanlarda sıcaklık oranlarında artışlar meydana gelmektedir. Bu durum aynı zamanda yazın klimaların, kışın doğalgaz, petrol ve kömür gibi yakıtların fazla kullanımına dolayısıyla enerji kaybına yol açmaktadır. Bina yoğunluğu, dar sokak mesafesi ve yoğun nüfus aynı zamanda salgınların daha kolay yayılmasına ve insanlar arasında önlemlerin daha zor alınmasına yol açmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de uzun yıllar boyunca yaşanan iklim olaylarının, insanların yaşam ve faaliyetlerine etkisini, termal ve fizyolojik açıdan değerlendirerek, biyoklimatik konfor koşullarını belirlemektir. Ayrıca, arazi kullanımı, orman varlığı ve şehirleşme ile konfor şartları arasındaki olası bağlantıları incelemeyi hedeflemektedir. Bartın'da insan biyoklimatolojisine olumlu ve olumsuz etki eden hava olaylarının bulunduğu alanların yılın hangi mevsimlerinde yoğunlaştığını veya seyrekleştiğini göstermeyi amaçlamaktadır.

Bununla birlikte, insan yapımı unsurların etkisinin somut olarak hesaplanması, insanların kendilerini rahat veya rahatsız hissettiği hava koşullarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma ayrıca, Bartın'ın konfor haritasını oluşturmayı, konforsuz alanlardaki sorunları tespit etmeyi, çözüm yolları sunmayı, sürdürülebilir orman alanları ve projelerinin konfor üzerindeki etkilerini ortaya koymayı, arazi kullanım türlerine göre konfor analizi yapmayı ve bu orman alanları ile şehirleşme arasında geleceğe yönelik yaşam koşullarıyla ilgili arazi kullanımı ve biyoklimatik konfor tahminleri oluşturmayı hedeflemektedir.

Amaç ve hedefler olarak, bu çalışmanın amacı, Türkiye’de uzun yıllar boyunca yaşanan iklim olaylarının, insanların yaşam ve faaliyetlerine etkisinin, termal ve fizyolojik açılardan değerlendirilerek, biyoklimatik konfor koşullarının belirlenmesini sağlamak, arazi kullanımı, orman ve şehirleşme ile konfor şartları arasında bağlantının olup olmadığını belirlemektir. Bartın’da insan biyoklimatolojisine olumlu ve olumsuz etki eden hava olaylarının bulunduğu alanların dağılımını, bu alanların yılın hangi bölümünde (mevsiminde veya ayında) yoğunlaştığının veya seyrekleştiğinin gösterilmesi hedeflenmiştir.

İnsanların kendilerini rahat ve/veya rahatsız hissettiği hava koşullarının yanı sıra bunların etkisini farklılaştıran, insan yapımı unsurların etkisinin somut olarak hesaplanması çalışmanın amaçları arasındadır. Buradan hareketle, Bartın’ın konfor haritasını oluşturmak, konforsuz alanlardaki sorunları tespit etmek ve çözüm yollarını sunmak, sürdürülebilir orman alanları ile projelerinin konfor üzerindeki etkisini ortaya koymak, arazi kullanım türlerine göre konfor analizi yapmak ve geleceğe yönelik yaşam koşullarıyla ilgili arazi kullanımı ve biyoklimatik konfor tahminleri oluşturmak ulaşılmak istenen sonuçlar arasındadır.

Sürdürülebilir orman gelişim kararlarının alınması sürecinde farklı analiz yöntemleri kullanılmakta; birçoğu planlamanın erken aşamalarında kullanılan analiz yöntemleri aracılığıyla toplum sağlığı, yaşam kalitesi, sürdürülebilirlik gibi pek çok faktör göz önünde bulundurularak orman gelişimi yönlendirilmektedir. Doktora tezinin temel amacı, orman alanlarında iklim oluşumunu iklim senaryoları ve termal konfor analizleriyle yerel iklim bölgeleri sınıflandırmasını kullanarak ortaya koymak ve yüzey ısı adası oluşumu ile orman yapılı çevresinin özellikleri arasındaki ilişkiyi nicel olarak tanımlayarak orman iklim etkisini azaltıcı tasarım, planlama ve politika önerileri geliştirmektir.

Böylelikle uzun yıllar ortalamaları alınarak kullanılan ve yapılı çevre ortaya çıktığında oluşacak koşulları/değişikliği öngöremeyen iklim verilerinin planlama sürecinin erken aşamalarına dahil edilebilmesi mümkün olacak; orman gelişimi tamamlanıp orman iklim etkisi oluştuğundan sonra çözüm aramak yerine, planlama ve tasarımın erken aşamalarında henüz arazi kullanım kararları ile ormanlaşma yapılaşma koşullarına ilişkin kararlar belirlenirken ortaya çıkabilecek termal yükün ve ısı ortamının öngörülmesi ve ormanlarda olumsuz iklimsel ortam yaratılmasını engellemek mümkün olacaktır.

Bu Doktora tezinin alt amaçları, alan çalışması için seçilen Bartın kentinde şunlardır:

- (1) İklim senaryoları ve termal konfor analizleri sistemini ormanın yapılı çevresinin ve arazinin özelliklerini sınıflandırmak için orman bütününde kullanmak,
- (2) Benzer iklim tipindeki iklim senaryoları ile orman morfolojisi ve yüzey sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi sorgulamak,
- (3) Yüzey sıcaklıkları ile planlama parametreleri arasındaki ilişkileri nicel olarak ortaya koymak,
- (4) Orman iklim etkisinin azaltılabilmesi için farklı planlama ve tasarım stratejilerini modellemek/geliştirmek olarak sıralanabilir.

1.2. Çalışmanın Özgün Değeri

Araştırma çerçevesi oluşturulurken, bilimsel yönteme ve Bartın şehrine özgü hipotezler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu hipotezler, araştırmanın yönünü belirlerken temel dayanak noktası olmuştur. Hipotezler şunlardır:

- Bartın'ın biyoklimatik konfor şartları, yeni yerleşim bölgelerinde daha kötüdür.
- Arazi kullanımı/örtüsü değişiklikleri ile biyoklimatik konfor arasında zaman ve mekâna bağlı ilişki vardır.
- Bartın'da bitki örtüsü alanlarının azalması, biyoklimatik konforu olumsuz etkilemiştir.
- Orman yapısı, orman tahribatı, şehir ve orman iklimini etkiler.
- Su kütlelerinin konfor şartları üzerinde olumlu etkisi vardır.
- Hava kalitesinin biyoklimatik konfor şartları üzerinde etkisi bulunmaktadır.
- Sürdürülebilir orman alanlarının ve projelerinin biyoklimatik konfor üzerinde olumlu etkisi vardır.

Biyoklimatik konfor şartları ile arazi kullanımı ilişkisi çerçevesinde insan-orman-şehir-iklim etkileşiminin incelendiği bu çalışma ile aşağıdaki sorulara cevap aranacaktır:

- Sürdürebilir ormancılıkta iklim orman yapısını olumsuz yönde etkiliyor mu?
- Orman alanlarının, arazi yüzeylerindeki iklim değişimleri orman yapısını olumsuz yönde etkiliyor mu?
- Sürdürebilir ormancılıkta iklim ve iklim senaryolarının etkisi nelerdir?

- Yeni yerleşim bölgelerindeki plansız yapılaşma, biyoiklim koşullarını olumsuz yönde etkiliyor mu?
- Bartın’da arazi kullanımında/örtüsünde meydana gelen değişimler, konforsuz alanları arttırdı mı?
- Bartın’da bitki örtüsü alanlarının azalması, biyoklimatik konforu olumsuz yönde etkiler mi?
- Orman örtüsünün az olduğu alanlarda konfor seviyesi de düşük müdür?
- Su alanları genişledikçe hissedilen sıcaklık düşer mi?
- Hava kirliliği, biyoklimatik konforu olumsuz etkiler mi?
- Sürdürülebilir ormancılık projelerinin uygulandığı alanlarda biyoklimatik konfor olumlu yönde değişti mi?
- Bartın’da ki ormanlaşma ve kentleşme, biyoklimatik konforu nasıl etkilemiştir?
- Biyoklimatik konforun insan sağlığı/tercihleri üzerindeki etkileri nelerdir?

Arazi kullanımı ve biyoklimatoloji çalışmalarında mikroiklim ve orman alan geometrisi ölçümlerinin çalışmalara eklenmesi, bu ölçümlerle daha doğru kanıtların elde edilmesi, il geneli veri kaynağının arazi çalışmalarıyla desteklenmesi güncel çalışmalarda dikkat çeken özelliklerdir. Uygulanacak çalışmanın 3. aşamasında, elde edilecek olan arazi kullanımı ve biyokonfor haritalarının incelenmesi sonucunda mikro alanlardaki etkisi araştırılacaktır, Uydu görüntüsü, FES hesaplamaları çalışmalara katkı sağlayan yeni teknolojilerdir. Bu teknolojilerin nasıl kullanılacağı yöntem bölümünde ayrıca açıklanmıştır.

Bartın ilinin tamamını kapsayacak şekilde 33 yıllık dönem için arazi kullanımının/örtüsünün, biyoklimatik konforun, orman alanlarının, kentleşmenin, nüfus değişiminin, hava kirliliğinin, iklim değişiminin birlikte ele alınacak olması, bundan sonraki çalışmalar için referans niteliğinde olacaktır. Bu makro alanın mikroklima ölçeğinde ölçümlerle incelenmesi ve analiz edilmesi, bir diğer özgün tarafını göstermektedir. Literatürde genel değerlendirme olarak görünen çalışmalardan farklı olarak özele inilmiş olacaktır. Bilimsel araştırma malzemesinin oldukça fazla olduğu bu şehrimizde ilçe, mahalle, kent park gibi alanlarda açıklanan bu çalışmaların devam edecek olması, araştırmanın sürdürülebilir nitelikte olmasını sağlayacaktır.

Türkiye’nin en yoğun orman alanlarından birine sahip olan Bartın (il yüzölçümünün km² başına 58.13 ha ormanlık alanı ile Türkiye’de yedinci sırada yer alıyor), 33 yıllık dönemde

araziyi nasıl kullandığımızı, nerede hata yaptığımızı ve günümüzde yaşam şartları gittikçe zorlaşan bu şehirde insanların konforunu nasıl artırabileceğimize dair araştırma sonuçlarını içerecektir. İnsanların daha sağlıklı bir ortamda yaşayabilmesi için sürdürülebilir ormancılığa yönelik bakış açımızı değiştirecek ve bu durumun iş verimi, sağlık, turizm, ticaret gibi kavramlar üzerindeki etkisini gösterecektir. Bugün, elektrik enerjisi harcamalarının önemli bir kısmını karşılayan klimalar, biyokonforsuzluk nedeniyle her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Aynı zamanda binaların dış yüzeyinde görüntü kirliliği yaratan bu cihazlara doğal konfor özelliğine sahip alanlarda fazla ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu araştırma ile enerji tasarrufu sağlamanın doğal yolları ve insanların nasıl daha konforlu ortamlarda yaşayabileceği ortaya konmuş olacaktır.

Elde edilen bilimsel veriler, belediyeler, valilikler, kaymakamlıklar, çevre ve tarım müdürlükleri tarafından planlama-önleme çalışmalarında kullanılabilir. Elde edilecek enerji tasarrufu, toplumsal refah, artan turizm ve ticaret gelirleri ve azalacak doğal afetler ile ekonomiye katkı sağlayacaktır. Çünkü yanlış arazi kullanımı sonucu birçok ilimizde sel, taşkın, deprem gibi afetlerle karşı karşıya kalmaktayız. Tarım, orman ve su alanlarımızı hızla kaybetmekteyiz. Kısacası, şehirlerde konforsuzluk ve yanlış arazi kullanımı zincirleme reaksiyonla fiziki ve beşerî ortamda birçok problemin eş zamanlı yaşanmasına yol açmaktadır. Modern şehir anlayışının bazı ülkelerde dikey, bazılarında ise yatay yönde geliştiği 21. yüzyılda, şehir planlamalarında artık eski hataların tekrarlanmadan, insan konforunu göz önünde bulunduran, çevreyle uyumlu ve aynı zamanda çevreye saygılı politikaların üretilmesine vesile olmayı umuyoruz.

Orman iklimi, sürdürülebilir ormancılık ve iklim ile planlama ve tasarım arasında ilişki kuracak yeni araçlara/süreçlere ihtiyaç duyulması, küresel iklim değişikliği, pandemi gibi orman alanlarındaki yeni paradigmaları orman iklimi ve kritik ve stratejik konular haline getirmektedir. Bu nedenle, planlama ve tasarım sürecinde iklim ve orman morfolojisinin etkin bir biçimde kullanımını sağlayacak bilgiyi üretmek; meteorolojik elemanlar, planlama ve tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi analiz ederek hem nitel hem de nicel planlama önerileri sunabilmek için yeni araçlar geliştirmek gerekmektedir. Araştırmada kullanılacak olan iklim senaryoları yaklaşımı bu ilişkiyi kurmak açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Araştırmada aynı iklim tipine sahip illerin alan örnekleri üzerinden orman ve yapı çevre ile doğal çevre arasındaki ilişki incelenecektir. Bu değerlendirmeler, planlama ve tasarım sürecine doğrudan etki edecek, ülkemiz ormancılık ve yapılaşma koşullarına

yönelik önemli bir kılavuz oluşturacaktır.

Yerel yönetimlerin ve orman plancılarının giderek artan sorumlulukları, orman plancılarının çevre sorunlarının küreselleşmesi ve çevre ile ilgili konularda yerel yönetimlere düşen sorumluluk bağlamında karşı karşıya olduğu iki temel politika eğilimi ile dikkate alınmalıdır. Yerel yönetimler, çevresel yönetim, standartların belirlenmesi ve sürdürülebilirlik konularında daha etkin olmaktadır.

Orman iklim bilgisi, sürdürülebilirlik ilkelerinin orman planlama çalışmalarına dahil edilmesi için büyük bir fırsat sunmasına rağmen, bu konuda uygulamada çok az örnek bulunmaktadır. İklim senaryoları ile illerin orman ve sürdürülebilir ormancılık faaliyetlerinin iklim bölgesi ve iklim senaryoları aracılığıyla araştırılması, hem iklim bilgisinin planlamaya dahil edilmesini sağlayacak hem de yerel yönetimlere standartların belirlenmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması aşamalarında katkı sağlayarak yol gösterecektir.

İklim orman ilişkisi, gözlem değil, bilimsel bir zemine oturtularak ölçümlere ve nicel verilere dayandırılarak araştırılmalıdır. Günümüzde ölçümler aracılığıyla yapılan hava sıcaklığına ilişkin iklim konfor araştırmaları devam ederken, 1960'lerden sonra gelişen uydu teknolojisi ve termal uzaktan algılama sayesinde orman içerisindeki yüzey sıcaklığı farklılıklarını ortaya koyan araştırmalar yapılmış ve hem de orman bütününde yüzey sıcaklıklarının ve bu sıcaklığın arazi kullanımı ve arazi örtüsü ile ilişkisi ortaya konulmaya başlanmıştır.

Bu iki bilimsel yaklaşım ve yöntem ile orman iklimi araştırılmasına yönelik en önemli farklılık, doktora tezi kapsamında geliştirmeyi amaçladığımız ormancılıkta sürdürülebilir yaklaşımın oluşturmaktır. Bu yaklaşımın en önemli katkı ve yenilikçi yönü, hava sıcaklığı ölçümleri ya da yüzey sıcaklığı tespitine yönelik termal uzaktan algılama aracılığıyla orman iklim senaryoları problemi üzerinde çalışması, kent-orman farkından ziyade orman içi farklılıklara odaklanması; iklim sınıflandırma sistemi aracılığıyla Dünyada benzer/farklı iklim sınıfındaki kentlerde yapılan iklim çalışmalarının karşılaştırılabilmesini ve iletişimin, bilgi alışverişinin kolaylaşmasını sağlaması; yapılı çevreye ve arazi örtüsüne standart bir yaklaşım getirerek meteorolojik parametrelerle yapılı çevre ve orman morfolojisi arasındaki

ilişkinin kurulabilmesine bilimsel bir zemin oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, doktora tezinin önemli özgün değerleri arasındadır.

İklim senaryolarının ortaya koyduğu geleceğe yönelik planların ve yerel iklim bölgelerinin Türkiye orman alanlarında özellikle sürdürülebilir ormancılıkta uygulanabilirliğinin sınanacak olması, orman ve iklim için ulusal bir sınıflandırma yaklaşımının ortaya konması ve iklim sınıflandırmaları ile termal konfor değerlerinin planlama ve yönetimdeki yerel iklim bölgesinin Türkiye’deki ormanlarında uygulanabilirliği değerlendirilecektir.

Orman iklim etkisinin orman ve yapılaşma çevresi ile ilişkisini nicel olarak sorgulayacak olması, araştırmada kullanılacak olan iklim senaryoları ve termal konfor analizleri yaklaşımı ile aynı iklim tipine sahip orman ve sürdürülebilir ormancılık alan örnekleri üzerinden orman planlaması ve orman yapılaşma çevre ve doğal çevre ile ilişkisi incelenecektir.

Nicel değerlendirme bulgularının planlama süreci ve politikalarına girdi oluşturmaları, sürdürülebilir ormancılığın iklim ve orman yapılaşma çevresi ve doğal çevre ile ilişkisine ilişkin değerlendirmeler orman planlama ve tasarım sürecine doğrudan etki edecek, ülkemiz orman plan ve yönetimlerinin ve yapılaşma koşullarına yönelik bir kılavuz oluşmasına yol gösterecektir. Ayrıca, doktora tezinin de orman iklim etkisinin farklı mevsimler (yaz ve kış) ve günün farklı saatleri (gece ve gündüz) için çalışılacak olması da doktora tezinin özgünlüğünü ve değerini arttırmaktadır.

1.3. Çalışmanın Araştırma Soruları ve Hipotezleri

Araştırmada öncelikle yanıt aranan sorular şunlardır:

Aynı iklim tipi görülen illerde (iklim sınıflandırmasına göre) gözlenen orman iklim etkisi farklılaşmakta mıdır/nasıl farklılaşmaktadır?

İllerde iklim senaryolarına ve termal sınıflandırmalara göre elde edilen orman yapılaşma çevresine ilişkin sınıflandırma ve nicel özellikler, iklim senaryoları belirlenen sınıflar ve özellikler ile uyumlu mudur?

Çalışmada seçilen orman özelinde sınanacak ana hipotezler ve alt hipotezler şunlardır:

Ormandaki yüzey sıcaklıkları ile iklim senaryoları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Orman yapılı çevresinin fiziksel özellikleri ile orman yoğunluğu arasında anlamlı bir ilişki

bulunmaktadır.

Bitki yükseklikleri ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Bitki yüzey fraksiyonu ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Geçirimsiz yüzey miktarı ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Bitki örtüsü miktarı ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Gökyüzü görüş faktörü ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Albedo ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Arazi pürüzlülüğü ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Orman yapılı çevresinin fiziksel olmayan özellikleri ile orman yoğunluğu arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Isı akışı (heat flux) ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Nüfus yoğunluğu ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Doğal özellikleri ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Bakı ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Arazi yüksekliği ile yüzey sıcaklıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde araştırma konusunu oluşturan Sürdürülebilir Ormancılık Anlayışı Açısından Arazi Kullanım Değişiminin Biyoklimatik Konfor Şartlarına Etkisi değişikliğinin Bartın ormanları başta olmak üzere ağaç türleri ve ormanlar üzerindeki etkileri, araştırma materyalini oluşturan Sürdürülebilir Ormancılık Anlayışı Açısından Arazi Kullanım Değişiminin Biyoklimatik Konfor Şartlarına Etkisi alanları hakkında son yıllarda yapılan güncel çalışmalardan elde edilen bulgulara aşağıda özet olarak yer verilerek araştırma konusunun yeri, önemi ve gerekliliği vurgulanmıştır.

2.1. Orman ve Kentsel Alanlarda Yerleşim Alanının İklim Koşulları Kararı ile Bütünleştirilmesi

İklimsel karakterizasyon, özellikle kentsel ve orman gelişimi için bölgesel iklimleri tanımlamak ve analiz etmek için vazgeçilmez bir araçtır. Kavramsal olarak iklim, en az 30 yıllık bir süre içindeki ortalama atmosferik koşullarını içerir. Bazı araştırmacılar, belirli bir bölgenin iklim sınıflarını belirlemek için etkili yöntemler olan iklim sınıflandırma sistemlerine vurgu yapmışlardır (Alley, 1984; Ajibola, 2001; Cetin, 2016; Jedd vd., 2018; Cetin, 2015; Portmann vd., 2009; Rolland, 2003; Çetin, 2019; Sewell vd., 1968; Çetin, 2020; Thompson, 1992; Willmott ve Feddema, 1992; Yang, 2002; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Willmott vd., 1985).

Orman, hava koşullarından büyük ölçüde etkilenen ekonomik bir faaliyettir, çünkü hava unsurları hem coğrafi hem de mevsimsel olarak değişir ve orman ekosistemlerine büyük zarar verebilir. Bitkiler, tüm fonolojik döngülerini tamamlamak ve yüksek üretkenliğe sahip olmak için mevcut toprak suyuna ihtiyaç duyar ve bitkiler için su mevcudiyetinin değerlendirilmesi, orman planlaması için çok önemlidir. Mevcut toprak suyunu ölçmenin etkili bir yolu, klimatolojik su dengesini kullanmaktır. (Almorox vd., 2015; Cetin, 2015; Basile ve Corbin, 1969; Cetin, 2019; Guilbert vd., 2014; Leao 2017; Mintz ve Serafini, 1992; Cetin, 2016; Oke, 1989; Parker, 1982; Cetin, 2020; Pejman vd., 2009; Portmann vd., 2009; Zeren Cetin ve Sevik 2020).

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, iklimsel su dengesinin mevsimsel ve bölgesel bir değerlendirme yapmak için önemli olan hava sıcaklığı ve yağış koşulları nedeniyle yılın zamanına göre değişebileceğine işaret etmektedir (Almorox vd., 2015; Chung ve Kim, 2019; Ajibola, 2001; Guilbert vd., 2014; Jedd vd., 2018; Kumar vd., 1987; Çetin, 2015; Leao, 2017; Mintz ve Serafini, 1992; Oke, 1989; Çetin, 2019; Parker, 1982; Pejman vd., 2009; Çetin, 2020; Çetin, 2016; Portmann vd., 2009; Rolland, 2003; Thompson, 1992; Insaf vd., 2013; Willmott ve Feddema, 1992; Yang, 2002; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Willmott vd., 1985).

Uluslararası literatürde iklimsel su dengesini tahmin etmenin birkaç yöntemi vardır, ancak Thornthwaite ve Mather'ın (1955) metodolojisi, toprak suyu depolamanın elde edilmesi için basitleştirilmiş ve pratik bir yol sunduğu için en çok kullanılan yöntemdir. Klimatolojik su dengesi çıktı değişkenleri, çeşitli alanların iklim sınıflandırmasına izin verir. Thornthwaite (1948) iklim sınıflandırma sistemi, tam da metodolojisinde klimatolojik su dengesini kullandığı için orman, ekoloji ve su kaynakları çalışmalarında en önemlisi olarak kabul edilir. Bu sınıflandırmada bitki, suyu topraktan atmosfere taşımanın mümkün olduğu fiziksel ortam olarak kabul edilir. Ayrıca, Thornthwaite (1948) iklim sınıflandırması, nem indekslerine ve termal verimliliğe dayalıdır ve klimatolojik su dengesini referans olarak alır.

Bu bağlamda, Thornthwaite (1948) iklim sınıflandırma indeksleri, Bartın iklim tiplerinin yorumlanmasında, hesaplama sürecini basitleştirmede ve klimatolojik su dengesinin ormanlar tarafından yorumlanmasında önemlidir. Bu anlamda Bartın için Thornthwaite ve Mather (1955) yöntemi ile klimatolojik su dengesi ve Thornthwaite (1948) tarafından önerilen indeksler kullanılarak iklimsel karakterizasyonun geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2.2. İklimin Arazi Kullanımı/Örtüsü Üzerindeki Etkileri: Uzaktan Algılama Verileri Kullanımı

Ekonomik ve endüstriyel gelişme ile yüksek nüfus oranları, 21. yüzyılda arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerindeki hızlı değişimlerle yakından ilişkilidir. Bu durum, ormanların yerleşim alanlarına dönüşmesine ve dünya genelinde geçirimsiz yüzey miktarının artmasına neden olur. Geçirimsiz yüzeyler, binalar, yollar ve endüstriyel alanlar gibi kısa dalga güneş radyasyonunu emen ve dünyaya yayılan uzun dalga güneş enerjisini azaltan yapıları içerir (Amelung ve Viner, 2006; Çetin, 2020a,b; Amelung vd., 2007; Adiguzel vd., 2021,2022;

Amiranashvili vd., 2008; Adiguzel vd., 2020; Amiranashvili vd., 2010; Çetin, 2019; Amiranashvili vd., 2018; Varol vd., 2022; Varol vd., 2021; Çetin vd., 2019; Fletcher ve Morakabati, 2008; Çetin, 2018; Zhong ve Chen, 2019; Çetin vd., 2018; Çetin, 2016a,b,c; Bozdogan Sert vd., 2021; Çetin ve Sevik, 2016a,b; Fielding ve Shortland, 2011; Kaya vd., 2009; Farajzadeh ve AhmadAbadi, 2010; Çetin ve Zeren, 2016a,b; Kilicoglu vd., 2020; Kilicoglu vd., 2021; Clements ve Georgiou, 1998; Çetin, 2015a,b,c,d; Gungor vd., 2021; Çetin vd., 2010a,b; De Freitas, 2003; Liu vd., 2014). Geçirimsiz yüzeylerdeki artış, kentsel çevrenin ısınmasına ve Kentsel Isı Adası (KIA) etkisine neden olur (Scott ve Lemieux, 2009; Çetin, 2020a,b; Ataei ve Hasheminasab, 2012; Adiguzel vd., 2021,2022; Adiguzel vd., 2020; Auliciems ve Kalma, 1979; Çetin, 2019; Varol vd., 2022; Varol vd., 2021; Çetin vd., 2019; Çetin, 2018; Bakhtiari ve Bakhtiari, 2013; Çetin vd., 2018; Çetin, 2016a,b,c; Bode vd., 2003; Bozdogan Sert vd., 2021; Çetin, 2015a,b,c,d; Gungor vd., 2021; Çetin vd., 2010a,b; De Freitas, 2003).

Kentsel Isı Adası Etkisi (KIAE), genellikle iki yöntem kullanılarak tanımlanır. İlk yöntem, meteorolojik verilerin modellenmesine dayalı mikro çalışmalarda yer tabanlı hava sıcaklığı ölçümlerini içerir (Hejazizadeh vd., 2019; Matzarakis, 2006; Hernandez ve Ryan, 2011; Scott ve Lemieux, 2009; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Grassl, 1981; Grassl, 2006; Grassl, 1976; Grassl, 1989; Grassl, 2011; Grassl, 1979; Çetin, 2020a,b; Çetin, 2019; Harlfinger, 1991; Kovács ve Unger, 2014a,b; Monteiro vd., 2016). İkinci yöntem ise Kara Yüzey Sıcaklığı (LST) ölçümlerine dayalı makro çalışmalarda kullanılır. LST, uydu görüntü verilerini kullanarak ve dünyadan atmosfere salınan termal enerjiyi haritalayarak uzaktan algılama yöntemleriyle ölçülür. Termal uydu görüntülerinden LST ölçümleri, dünyadan atmosfere yayılan enerjinin hesaplanmasına olanak sağladığı için kolay, hızlı, sürekli ve çok güvenilirdir (Matzarakis, 2002; Çetin, 2020a,b; Çetin, 2019; Matzarakis, 2007; Maddison, 2001; Mieczkowski, 1985; Moreno vd., 2008; Scott vd., 2004; Scott vd., 2016; Wang vd., 2016; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; De Freitas 2003; Çetin vd., 2019; Çetin, 2018 ; Çetin vd., 2018; Scott ve McBoyle, 2001; Berrittella vd., 2006; Çetin, 2016a,b,c; Çetin ve Zeren, 2016a,b; De Freitas, 2005; Scott ve Lemieux, 2009; Çetin, 2015a,b; Lin ve Matzarakis, 2008). Sera gazı emisyonları ve Kullandığınız alanın Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü oranları (AK/AÖ:LULC) değişiklikleri, LST değerlerini etkileyen temel faktörlerdir. Temel olarak fosil yakıtlara dayalı sanayileşme, sera gazı emisyonlarını artırarak, alt atmosferdeki sera gazı oranını yükseltir. Yeryüzünden yansıyan güneş radyasyonu atmosferde emilip yeniden salınır ve yüzey sıcaklığını yükseltir (Zeren Cetin

vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zhong ve Chen, 2019; Çetin, 2020a,b; Çetin, 2019; De Freitas, 2003; Çetin vd., 2019; Çetin, 2018; Çetin vd., 2018; Lise ve Tol, 2002; Scott ve Lemieux, 2009; Lin ve Matzarakis, 2008; Çetin, 2015a,b; De Freitas, 2005).

Dünyadan yayılan radyasyon emisyonları, LULC değişikliklerine bağlıdır. Binalar ve yollar gibi geçirimsiz yüzeyler radyasyonu yansıtır, bu durumu ancak bitki örtüsü veya geçirgen malzemelerle kaplı yüzeyler en çok soğurur. Bu nedenle, LULC değişiklikleri, arazi yüzeyinin radyasyon absorpsiyon oranlarını değiştirerek LST değerlerini etkiler (Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zhong ve Chen, 2019; Clements ve Georgiou, 1998; Fletcher ve Morakabati, 2008; Çetin, 2020a,b; Çetin, 2019; Fielding ve Shortland, 2011; De Freitas, 2003; Monteiro vd., 2016).

Ayrıca birçok çalışma, yoğun ve sağlıklı bitki örtüsünün buharlaşma nedeniyle LST ve KHI'yi (Kentsel Yüzey Sıcaklığı) de etkilediğini vurgulamıştır. Böylece, bitki indekslerini ölçmek ve bitki örtüsünü değerlendirmek için uzaktan algılama teknikleri uygulanmaktadır. Bu endekslerden biri olan Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), birçok çalışmada bitki örtüsü modellerini tanımlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (De Freitas, 2003; Lise ve Tol, 2002; Çetin, 2020a,b; Çetin, 2019; Lin ve Matzarakis, 2008; Zhong ve Chen, 2019; Scott ve Lemieux, 2009; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

Öte yandan, birçok araştırmacı, yollar ve bina çatıları gibi kentsel geçirimsiz yüzeylerin LST üzerindeki etkilerini araştırmak için normalleştirilmiş fark oluşturma indeksini (NDBI) uygulamıştır. (NDBI, "Normalized Difference Built-Up Index" binaların yerleşim alanlarındaki yoğunluğunu gösteren bir ölçüdür). Ayrıca LST ve KHI ile ilgili çalışmalar, LST'yi etkileyen faktörlerin ve bu faktörler arasındaki ilişkinin belirlenmesinin kentsel ısı adası etkisini azaltacak önlemlerin geliştirilmesinde büyük önem taşıdığını göstermektedir (Matzarakis, 2006; Zhong ve Chen, 2019; Clements ve Georgiou, 1998; Scott ve Lemieux, 2009; Çetin, 2020a,b; Çetin, 2019; Fletcher ve Morakabati, 2008; Hernandez ve Ryan, 2011; Fielding ve Shortland, 2011; De Freitas, 2003; Hejazizadeh, vd. 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

1991 yılında ilçe statüsünden il statüsüne geçiş, çalışma alanında demografik, endüstriyel ve tarımsal gelişmelerin yanı sıra arazi kullanımı ve örtüsü değişikliklerine yol açmıştır. Bu süreç, özellikle artan kentleşme olmak üzere LULC'yi etkilemiştir. Orman alanları gibi

LULC sınıflarından biri olan dağ ormanları, Türkiye'nin yanı sıra dünya için de önemli olan ve üç farklı fitocoğrafik bölgeye ait bitki türlerini barındıran bir alandır. Ancak artan yaylacılık faaliyetleri bu alanların geçirimsiz hale gelmesine neden olmuştur.

Bu gelişmeler ışığında, Bartın merkez ilçesinde 1990-2021 yılları arasındaki LULC, LST, NDVI ve NDBI değerlerindeki değişimlerin etkileri incelenmiş ve KSE etkisindeki değişimler belirlenmiştir.

2.3. Orman Mikro İklimi ve Kentsel Mikro İklim Değişikliğinin ve Bunun İnsan Sağlığına Etkisinin Değerlendirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Temelli Yaklaşımı

Dünya giderek daha fazla şehirleşiyor ve özellikle az gelişmiş ülkelerde şehirleşme oranları 1950'den beri en yüksek seviyede yer alır. Bu hızlı kentleşme, kentsel nüfusun ve kentsel alanların hızla artmasına, yerleşim bölgelerinin genişlemesine ve yeşil alanların azalmasına yol açıyor (Ortakavak vd., 2020; Shahmohamadi vd., 2011). Artan arazi talebiyle birlikte, çeşitli konut ve ticari faaliyetler nedeniyle kentsel alanlar büyük ölçüde genişliyor (Adiguzel vd., 2020). Bu hızlı kentleşme ve kentsel alanların genişlemesi, yeşil alanların azalmasına ve yapılaşmaya dönüşmesine sebep oluyor. Daha önceki araştırmalar, kentleşmenin bölgesel hava ve iklimi olumsuz etkileyebileceğini göstermiştir (Singh vd., 2017; Zeren Çetin, 2019; Yıldırım, 2022; Kümüştas, 2022; Abo Aisha ve Cetin, 2023; Adigüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adigüzel, 2023; Alkan vd., 2017; Alrabiti ve Cetin, 2023; Alrabiti, 2023; Cetin, 2015a,b,c,d; Cetin, 2016a,b,c; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartın, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Yeşil alanların azalması ve yapılaşma alanlarının genişlemesi nedeniyle Yüzey Sıcaklığı Artışı (YST) beklenmektedir. Kentleşme, bölgesel iklimi etkileyen faktörlerden biri olarak kabul edilir. Bu, arazi kullanımının değiştirilmesi, havanın hareketi, arazi örtüsündeki değişim ve yüzey enerji dengesi gibi insan faaliyetleri ve buna bağlı olarak emisyon modelleri ve ısı transferi ile ilgilidir (Adiguzel vd., 2022a; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd.,

2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Artan yapılaşma, artan arazi sıcaklıklarının arkasındaki en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilir.

Birçok araştırmacı, artan şehirleşmenin arazi yüzeyi sıcaklıkları üzerindeki etkisini araştırmaktadır (Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Cetin 2015; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Bu araştırmalar, hızlı kentleşmenin bitki örtüsünün azalmasına, yüzey sıcaklıklarının yükselmesine ve kentsel mikro iklim değişikliğine yol açtığını ortaya koymuştur. Artan LST'nin, nüfusu da etkilediği gözlemlenmiştir. Son zamanlarda, artan arazi sıcaklıklarının etkisi ve bunun kentsel duyarlılık üzerindeki olası etkisi dünya çapında çeşitli araştırmalarla incelenmiştir (Degerli ve Çetin, 2022b; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zeren Cetin vd., 2020; Adigüzel ve Çetin, 2022; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Artan arazi sıcaklığının başlıca etkileri, enerji tüketimindeki artış, çevresel rahatsızlıklar, halk sağlığı krizleri ve yerel iklimdeki değişikliklerdir.

Landsat 7 ETM ve 8 OLI, bitki örtüsünü, yerleşim alanlarını ve arazi yüzeyi sıcaklıklarını elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Landsat görüntülerinin termal kızılötesi bantları, yüzey sıcaklığını türetebilir. Radyant yüzey sıcaklığı bilgisi, kentsel mikro iklim değişikliği, küresel çevresel değişiklik ve insan-çevre ilişkilerindeki çeşitli konular ve ilgi alanları için önemlidir (Liu ve Zhang, 2011). Daha önceki araştırmalar, arazi kullanım haritalarını üretmek, LULC değişikliklerini analiz etmek ve arazi yüzey sıcaklıkları üzerindeki etkiyi ölçmek için Landsat görüntüleri ve GIS teknikleri gibi uzaktan algılanan

görüntüleri kullanmıştı (Adiguzel vd., 2020; Singh vd., 2017). Daha önceki çalışmalar, azalan bitki örtüsü alanlarının ve artan yerleşim alanlarının, kentsel mikro iklimi değiştiren hızlı kentsel büyümenin bir yansıması olduğunu açıkça belgelemiştir.

Kentsel yerel alanlarda sıcaklık arttıkça, bir bölgenin mikro iklimini daha fazla etkileyebilecek ve aynı zamanda sıcak günlerin sayısını ve potansiyel ısı stresi ve uyku bozukluğu riskini artırabilecek Kentsel Isı Adası (KHI) fenomenine neden olabilir. Bu, kentsel sakinler için potansiyel bir sağlık tehdidi oluşturur ve yaşam kalitesini düşürebilir (Tan vd., 2010; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Tamamen tropik iklim bölgelerinin aksine, Bartın'da soğuk ve yağışsız kışlar ve yağışlı ve sıcak yazlar ile sıcağa bağlı ölümlere eğilimli subtropikal bir iklim yaşanır (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Nisan ve Mayıs aylarında, Hindistan'ın kuzey kesimlerinde Punjab'tan Bihar'a, Delhi ve Patna arasında yer yüzeyi sıcaklığının yoğun ısınması nedeniyle yüksek yoğunlukta kuru ve bunaltıcı bir yerel rüzgar esmektedir (Singh vd., 2017; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Yerel terimlerle bu rüzgara loo denir. İklim değişikliği, kentsel yerel alanlarda ısı dalgaları olasılığını artıran Kentsel Isı Adası (KHI) olgusuna yol açmaktadır. Isı ölümleriyle ilgili çalışmaların çoğu, yüzeyin aşırı ısınmasının bir sonucu olarak sağlık tehditlerini öngörmüştür (Taha, 1996; Rosenfeld vd., 1998; Akbari vd., 1997). Değişen iklimin sağlık üzerindeki doğrudan etkileri, sıcak hava dalgalarının olduğu süre boyunca maruziyetin artmasıyla bildirilmektedir (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019;

Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Tan vd., 2010; Hester ve Bauman, 2013).

Bu nedenle, bu çalışmada, Bartın'da artan yerleşim alanları ve azalan bitki örtüsünün neden olduğu mikro iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmanın temel amaçları şunlardır:

- 1) Mikro iklim değişikliğini mekânsal ve zaman bazlı bir perspektiften araştırmak,
- 2) Bitki örtüsü ve yerleşim alanlarının YST üzerindeki etkisini incelemek,
- 3) Artan LST'nin insan sağlığına etkisini araştırmak.

Bu çalışmada, bitki örtüsü Normalize Edilmiş Farklı Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) kullanılarak gösterilirken, yerleşim alanları Normalize Edilmiş Farklı Yapı İndeksi (NDBI) ile analiz edilmiştir. LST'nin sağlık üzerindeki etkisi, ısı stresi ve uyku yoksunluğunun yaygınlığı kullanılarak anlaşılmıştır. Landsat 7 ETM ve Landsat 8 OLI ve TIRS'in çok zamanlı verileri Bartın'ın NDVI, NDBI ve LST haritalarını oluşturmak için kullanılırken, ısı stresi ve uyku yoksunluğu verilerini elde etmek için kapsamlı bir saha araştırması yapılmıştır. Uzaktan algılama verileri, ArcGIS ve ERDAS yazılımları ve istatistiksel teknikler kullanılarak zamana dayalı mekânsal değerlendirme ve sıcaklık tahmini, özellikle kentsel arazi yüzey sıcaklıklarıyla mücadelede çevresel davranışın incelenmesinde teknik metodoloji olarak kabul edilmektedir. NDVI, NDBI ve LST arasındaki ilişkiyi ve LST ile uyku yoksunluğu ve ısı stresi arasındaki ilişkiyi araştırmak için Karl Pearson'ın korelasyon katsayısı kullanılmıştır (Karl vd., 1990; Pearson, 1895a,b,c,d; Plackett, 1983; Wang vd., 1990).

2.4. Küresel İklim Değişikliği Senaryolarına Bağlı Olarak Gelecekteki İklim ve Orman Bölgeleri Arasındaki İlişkisi

Son 30-40 yılda dünya genelinde hızla yaşanan ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşme süreci, enerji ve hammadde talebini artırmış; bu taleplerin karşılanması için yeraltı maden kaynaklarının çıkarılması ve endüstride kullanılması yolunu açmıştır (Sevik vd., 2019; Cesur vd., 2021; Zeren Çetin, 2019; Yıldırım, 2022; Kümüştas, 2022; Abo Aisha

ve Cetin, 2023; Adigüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adigüzel, 2023; Alkan vd., 2017; Alrabiti ve Cetin, 2023; Alrabiti, 2023; Cetin, 2015a,b,c,d; Cetin, 2016a,b,c; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Sonuç olarak, atmosferin bileşimi ve yapısı değişmiş ve atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu önemli ölçüde artmıştır (Çetin vd., 2019a; Zeren Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Bu süreç, doğrudan ve dolaylı olarak küresel iklim değişikliğine sebep olmuştur. Günümüzde küresel iklim değişikliğinin etkileri her yerde görülebilmekte ve iklimsel anormalliklerin daha da artacağı tahmin edilmektedir (Varol vd., 2021; Yıldırım, 2022; Zeren Çetin, 2019; Kümüştas, 2022; Abo Aisha ve Cetin, 2023; Adigüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adigüzel, 2023; Alkan vd., 2017; Alrabiti ve Cetin, 2023; Alrabiti, 2023; Cetin, 2015a,b,c,d; Cetin, 2016a,b,c; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

İklim, insanın fizyolojik gelişimini ve özelliklerini, barınma ve ev yapılarını, yiyecek ve giyim tercihlerini, yeryüzüne dağılışını şekillendiren önemli bir faktördür (Çetin, 2020a, b; Kilicoglu vd., 2020; Zeren Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023). İnsan, doğası gereği sıcakkanlıdır ve dış çevresel koşulların etkilerine önemli ölçüde maruz kalır; insanların yaşamları belirli bir iklim parametreleri aralığına bağlıdır (Çetin, 2020a, b; Adiguzel vd., 2021; Zeren Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b). İnsanlar belirli sıcaklık, nem ve rüzgar düzeylerinde kendilerini daha rahat hissederler. Bu koşullar "biyoklimatik konfor" veya kısaca "biyokonfor" olarak adlandırılır. Bu değerlerin üzerine çıkan iklim parametreleri çeşitli sorunlara, örneğin öfke, yorgunluk, solunum ve dolaşım problemlerine, göz yanmasına ve boğaz kuruluşuna neden olabilir (Çalı, 2018; Cantürk, 2018; Cantürk, 2020; Saat, 2020; Elahsadi, 2020; Elhadar, 2020; Koleoglu, 2021; Zeren

Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b). Bu nedenle, insanların sağlık, performans, konfor ve huzur için biyokonfor açısından uygun yerlerde yaşamaları önerilir. Biyokonfor açısından uygun olmayan bölgelerde yaşayan bireyler, mikro iklim koşullarını uygun hale getirmek için çeşitli ısıtma ve soğutma sistemlerine başvururlar. Ancak bu sistemler çevresel zararlara ve yüksek enerji tüketimine neden olabilir. Bu nedenle, insanların sağlığı, konforu, mutluluğu ve enerji verimliliği için biyokonfor bölgelerinin belirlenmesi ve yerleşim alanlarının bu doğrultuda planlanması oldukça önemlidir (Elhadar, 2020; Kilicoglu vd., 2021; Bozdogan Sert vd., 2021, Zeren Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b).

Biyokonfor koşulları, iklim parametrelerini şekillendirmekte ve iklim değişiklikleri de biyokonfor bölgelerini etkilemektedir. Küresel iklim değişikliğinin, biyokonfor bölgelerinde önemli değişikliklere neden olabileceği söylenebilir. Türkiye, bu değişimden en fazla etkilenecek ölkelerden biri olarak öne çıkmakta olup, iklim değişikliğine son derece duyarlıdır ve "risk altındaki ölkeler" arasında yer almaktadır. 2100 yılına kadar ölkede genelinde yıllık sıcaklıkların artması ve bazı bölgelerde sıcaklık artışlarının 6 °C'ye kadar ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Varol vd., 2021; Zeren Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b). Bu nedenle, ormancılık, tarım, turizm gibi sektörlerde olası etkilerin hesaplanması ve gelecekteki değişikliklere karşı stratejiler geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır (MEU, 2012; Zeren Çetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Zeren Cetin vd., 2020; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b).

Yakın gelecekte, iklim değişikliğinin iklim parametrelerinde önemli değişikliklere neden olacağı ve bu değişikliklerin biyokonfor bölgelerini etkileyeceği açıktır. Ancak, şehir planlama çalışmalarında önemli bir yeri olan biyokonfor bölgelerinin, gelecekteki küresel iklim değişikliği senaryolarına göre nasıl değişebileceğini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışma, öngörölen iklim değişikliği senaryolarını kullanarak Bartın ilinde, hem konut hem de turizm açısından büyük önem taşıyan biyokonfor bölgelerindeki değişimleri belirlemeyi amaçlamaktadır.

2.5. Sürdürülebilir Orman Alanlarında Biyoklimatik Konfor Alanları ile Arazi Kullanımı/Örtüsü Arasındaki İlişkisi

İklim, geçmişten günümüze insan hayatını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. İklim, insanların günlük yaşam tarzları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Dünya yüzeyinin dağılımı, insanların yiyecek ve giyim tercihleri, barınma ihtiyaçları ve insan karakterinin gelişmesinde önemli bir rolü olan kent iklimi ile biyoklimatik konfor arasında güçlü bir ilişki vardır. Kentlerde meydana gelen kentsel iklim ve kentsel ısı adası gibi karakteristik iklim olayları, kentlerde yaşayanlar için farklı fiziksel ve psikolojik ortamlar oluşturmaktadır (Grassl 1981, 1979, 1976; Chow vd. 2016; Lin vd. 2021; Adiguzel vd. 2021; Bozdoğan Sert vd. 2021; Gungor vd. 2021; Zhou vd. 2019; Kilicoglu vd. 2020; Kilicoglu vd. 2021; Çetin 2019; Çetin 2020a,b; Çetin 2015; Çetin 2016; Çetin vd. 2018).

Nüfus artışı, kentleşme, yanlış arazi kullanımı, doğadaki atıkların bilinçsizce atılması ve ormansızlaşma gibi faktörler, özellikle küresel ısınma olmak üzere birçok çevre sorununu beraberinde getirmiştir. İklim değişikliğinin neden olduğu küresel ısınma, ekosistemler, canlılar ve su kaynakları gibi birçok faktör üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Grassl 1989, 2006, 2011; Endler vd. 2010; Çetin 2019; Çetin 2020; Bozdoğan Sert vd. 2021; UNDP 2019). Sıcaklık stresi, aşırı yağış, içme suyu ve kıyı bölgelerinde seller, toprak kaymaları, hava kirliliği, kuraklık ve su kıtlığı gibi kentsel alanlar için büyük tehditler oluşturur. İklim değişikliğinin neden olduğu yüksek sıcaklık, kötü hava kalitesi ve kuvvetli rüzgar sırasıyla sıcak çarpmalara, solunum problemlerine ve yaralanmalara neden olabilir (Ertugrul vd. 2021; Jia vd. 2020; Ozel vd. 2021a,b; Rizvanovic vd. 2019; Sevik vd. 2020a,b; 2021; Heisler 1974; Çetin vd. 2019a,b; Çetin vd. 2020; Chugunkova ve Pyzhev 2020; Clarke vd. 2019; Çetin 2019; Çetin 2020a,b; Çetin 2015; Çetin 2016; Çetin vd. 2018).

Son yıllarda, iklim faktörünün etkilerini anlamak için orman ve kent iklimi çalışmalarına büyük önem verilmektedir. Orman ve kentsel iklim çalışmaları, sürdürülebilirliği artırmak amacıyla termal konforun değerlendirilmesi dahil olmak üzere bir dizi araştırma alanını kapsar. Arazi kullanım alanlarının büyük bir kısmının iklimle birlikte etkili olduğu düşünüldüğünde, planlama ve yönetim için orman ve kentsel alanlarda bu konuya artan bir ilgi vardır (Bruno vd. 2019; Cesur vd. 2021; Çetin vd. 2018; Çetin 2019; Çetin 2020a,b; Çetin 2015; Çetin 2016; Lee vd. 2019; Mesbahzadeh vd. 2020; Mukherjee vd. 2018;

Hanewinkel vd. 2013; Heisler 1974; Çetin vd. 2019a,b; Çetin vd. 2020; Chugunkova ve Pyzhev 2020; Clarke vd. 2019; Ma ve Sun 2009; Roshan vd. 2019; Matzarakis vd. 2012; Svensson vd. 2003; Emmanuel 2005). Kentsel iklim çalışmaları kapsamında en yaygın kullanılan kavram biyoklimatik konfor kavramıdır. Biyoklimatik konfor, insanların çevrelerine uyum sağlarken en az enerji tüketerek en iyi şekilde yaşayabilecekleri koşulları tanımlar (Çetin vd., 2010; Çetin vd., 2018; Varol vd. 2022; Yang vd. 2021; Zeren Cetin vd. 2020a,b). İklim parametreleri arasında büyük farklılıklar olmakla birlikte, biyoklimatik konforun ana bileşenleri hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgar hızı ve kısa-uzun dalga radyasyonlarıdır. Bu bileşenler insanların fizyolojik durumu ve sağlığı için önemlidir.

Olgyay'a göre, 2015; biyoklimatik konfor için ideal sıcaklık değerleri sıcaklık açısından 21-27,5 °C arasında değişirken, bağıl nem için ideal değerler %30-65 arasındadır ve rüzgar hızı için kabul edilebilir bir değer 5 m/sn olarak bilinmektedir. Türkiye'deki bir çalışmada ise, insanlara konforlu bir ortam sağlamak için ideal sıcaklık değerlerinin 16,7 °C ile 24,7 °C arasında olması gerektiği belirlenmiştir. Bu değerlerin yanı sıra, rüzgar hızının 6 m/s'nin altında olması ve bağıl nemin %30 ile %70 arasında olması da önemlidir (Çetin 2019; Çetin 2020a,b; Çetin 2015; Çetin 2016; Çetin vd. 2018).

Bu çalışma, Bartın ilinde çevresel iklim parametreleri ve biyoklimatik indeksler ile Arazi Kullanımı ve Örtüsü Değişikliklerinin (LULC) birbiriyle ilişkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmada Bartın ilinin 1990, 2000 ve 2020 yıllarına ait meteorolojik verileri ile ilgili yıllara ait CORINE arazi örtüsü verileri kullanılmıştır (CORINE, 2021).

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde doktora tezinde araştırma amaçlarının öngörülen hedeflere ulaşması ve araştırmadan beklenen faydaların sağlanması amacıyla araştırma objesi yani materyali olarak kullanılan unsurlar, araştırma alanı ve araştırmada objektif değerlendirmelerin yapılabilmesi için sahada, laboratuvar ve dijital ortamda ilgili veriler ve parametrelere ait sayısal değerlerin üretilmesinde, nitelendirilmesinde ve ölçülmesinde uygulanan metotlara ilişkin bilgiler verilmiştir.

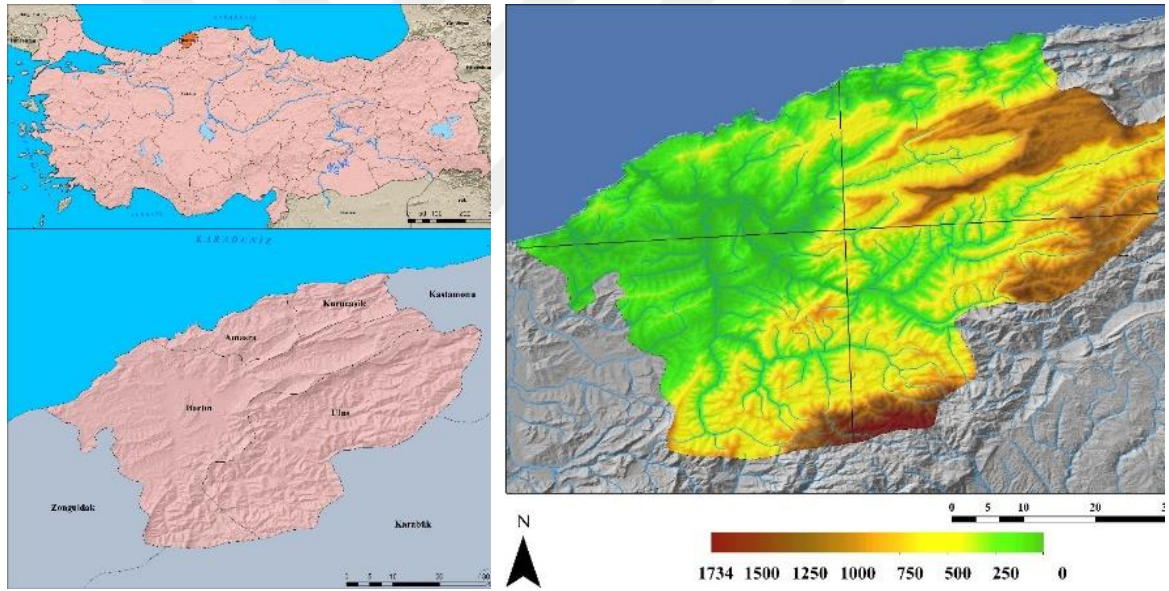
3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Bartın ili oluşturmaktadır. Doktora çalışması sürecinde, Sürdürülebilir Ormancılıkta İklimin Arazi Etkisi başta olmak üzere; Bartın Kentinin Arazi Kullanımı ve Değişimi; 1988-2021 Dönemindeki Arazi Kullanımı Analizi; Orman Alanları ve Diğer Kentsel Kullanımların Değişimi; Biyoklimatik Konfor ve Arazi Kullanımı İlişkisi; Orman Mikrokliması gibi konular ele alınmıştır. Ayrıca, çalışmanın sürdürülebilir ormancılığa katkısı; İklim Ve Orman Bölgeleri Arasındaki İlişki; Thornthwaite İklim Sınıflandırma Endeksleri ve İklim Değişikliğinin Orman Bölgelerine Etkileri gibi konular da incelenmiştir. IPCC senaryolarına bağlı olarak Bartın'daki Biyokonfor Alanlarının Değişimi; İklim Değişikliğinin Bartın ormanlarına etkisi; Bartın'daki Biyoklimatik Konforun Değişimi; sürdürülebilir orman alanları ve şehir planlaması için öneriler de materyal ve yöntemler arasında ele alınmıştır. Her bir başlığın materyali ve metodolojisi alt başlıklarda detaylı olarak verilmiştir.

Bartın ili, Batı Karadeniz Bölgesi'nde, 41° 53' kuzey enlemi ile 32° 45' doğu boylamı arasında konumlanmıştır. Kuzeyi 59 km'lik sahil şeridiyle Karadeniz'e kıyısı bulunurken, doğuda Kastamonu, doğu ve güneyde Karabük, batıda ise Zonguldak illeriyle komşudur. Yüzölçümü 2143 km²'dir. İl merkezinin rakımı 25 metre olarak ölçülmüştür. Bartın, doğu, batı ve kuzey bölgelerinden 2000 metre yüksekliği geçmeyen dağlarla çevrilidir. Dağlar, yüksek olmamakla birlikte epey dik, sahillere doğru sarp ve kayalıktır. En önemli dağlar arasında Aladağ, Kocadağ, Karadağ, Kayaardı, Karasu ve Arıt Dağları sayılabilir. Kent merkezi, batıda Aladağ, kuzeyde Karasu dağları ve doğuda Arıt Dağları tarafından çevrili bulunmaktadır. Kentin kurulu olduğu dört önemli tepe ise Halatçıyaması, Orduyeri, Kırtepe

ve Ömertepesi'dir (Şekil 3.1). Son 60 yılda gerçekleşen göçle birlikte hızlı bir nüfus artışı yaşanmış ve bu durum birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Kentsel gelişimin ve buna bağlı olarak meydana gelen arazi örtüsü ve kullanımındaki değişikliklerin plansız ve dengeli bir şekilde gerçekleşmediği durumlarda çevresel kirlilik, tarım ve orman alanlarının azalması, düzensiz sanayileşme ve kentsel dengesizlik gibi birçok sorunu ortaya çıkarabilir. Plansız gelişimin önüne geçmek amacıyla, zaman ve mekan içindeki değişimin belirlenmesi ve bu değişimin hangi yönde ilerleyeceğinin tespiti, karmaşık kent ve orman alanlarının sürdürülebilir bir şekilde yönetimi açısından büyük önem taşır. Yüzyıllar boyunca, insanlar giyim, ısınma, iklimlendirme, sulama, sel kontrol sistemleri, gübreleme ve böcek ilaçları gibi çeşitli araçları kullanarak çevresel baskıları azaltma konusunda çeşitli yetenekler geliştirmişlerdir. Ancak 1960'lı yıllardan itibaren insanların çevre üzerinde tam kontrol sahibi olacağına dair ütopyik görüşler sorgulanmaya başlanmış, 1980'lerden itibaren ise çevresel baskıların, insanların dayanma kapasitesini ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini desteklemek için gerekli olduğuna inanılmıştır (Zeren Çetin, 2019; Yıldırım, 2022; Kümüştas, 2022; Abo Aisha ve Cetin, 2023; Adıgüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adıgüzel, 2023; Alkan vd., 2017; Alrabiti ve Cetin, 2023; Alrabiti, 2023; Cetin, 2015a,b,c,d; Cetin, 2016a,b,c; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Şehirlerimizi aşırı korumaya almak, vücut direncimizi ve uyum yetimizi azaltıcı yönde etki eder hale gelmektedir. Bartın, İstanbul ve Ankara gibi metropollere yakın olması nedeniyle çekici bir turistik kent haline gelmiştir (Zeren Çetin, 2019; Yıldırım, 2022; Kümüştas, 2022; Abo Aisha ve Cetin, 2023; Adıgüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adıgüzel, 2023; Alkan vd., 2017; Alrabiti ve Cetin, 2023; Alrabiti, 2023; Cetin, 2015a,b,c,d; Cetin, 2016a,b,c; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Uygun bir iklim türü, turistlerin olumlu tepkiler vermesine neden olabilir ve böylece turistler seyahat planlarını istedikleri iklim koşullarına göre yapabilirler (Zeren

Çetin, 2019; Yıldırım, 2022; Kümüştas, 2022; Abo Aisha ve Cetin, 2023; Adigüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adigüzel, 2023; Alkan vd., 2017; Alrabiti ve Cetin, 2023; Alrabiti, 2023; Cetin, 2015a,b,c,d; Cetin, 2016a,b,c; Cetin, 2018; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cetin vd., 2018; Cetin vd., 2019; Cetin ve Zeren, 2016a,b; Cetin ve Sevik, 2016a,b; Cetin vd., 2010a,b; Cetin vd., 2019a,b; Cetin vd., 2020; Cetin vd., 2021a,b; Cetin vd., 2023a,b,c; Cetin ve Alrabiti, 2022; Cetin ve Abo Aisha, 2023; Cetin, ve Jawed, 2021, 2022; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Bu nedenle, turizm ve diğer sektörler açısından hem küresel hem de yerel iklim değişikliklerinin insanların, hayvanların ve bitkilerin yaşamını ve ekosistemi nasıl etkilediğinin araştırılması önemlidir. Bu değişiklikler, doğayla uyum sağlayan gelişmelerin yanı sıra çevresel sorunlara ve hatta afet niteliğindeki olaylara da yol açabilir.



Şekil 3. 1: Bartın ilinin Türkiye’de konumu ve topoğrafya haritası

İnsan-çevre etkileşiminin en yaygın sonuçlarından biri, genel iklim değişikliği ve bu değişikliğin yerel boyuttaki yansımalarıdır. Bu genel iklim bakış açısının yanı sıra şehir iklimi ve hissedilen sıcaklıklardaki değişiklikler de doğrudan yaşamı etkiler. Bu nedenle, iklim değişikliği araştırmalarının yanı sıra yerel düzeydeki arazi kullanımının konfor koşullarına olan etkisinin de ele alınması önemlidir. Karadeniz Bölgesi özelinde Bartın, arazi kullanımının en hızlı değiştiği alanlardan biri olarak dikkat çeker. Türkiye nüfusunun yaklaşık dörtte birinin orman alanına sahip olduğu ve ekonominin bir parçası olarak

ormancılığın önemli bir rol oynadığı Bartın'ın, arazi kullanımının ve biyoklimsel konforun ele alınması kaçınılmaz bir ihtiyaç olarak değerlendirilmiştir. Bu iki kavramın insan sağlığına, açık hava etkinliklerine, enerji tüketimine ve verimliliğine, kentsel planlamaya ve sürdürülebilir ormancılığa olan etkileri bakımından birlikte ele alınması önemlidir (TUIK, 2021; Census of Turkey, 2021; TÜİK, 2021; UN, 2022; Bartın, 2021). Bu çalışma kapsamında, Bartın ilinde Meteoroloji İstasyonlarının 1988-2021 yılları arasındaki iklim verileri kullanılarak RayMan programı ile hesaplanan FES değerleri, ArcGIS 10.5 programı kullanılarak biyoklimatik konfor haritalarına dönüştürülecek ve sayısal karşılaştırmalara imkan sağlayacaktır.

Bir bölgenin biyoklimatik konforu ile arazi kullanımı arasında sıkı bir bağlantı bulunmaktadır. Özellikle göç, nüfus yoğunluğu, plansız kentleşme ve orman alanları gibi kavramlar, en iyi şekilde gerçekleştiği Bartın gibi örneklerde bulunmaktadır. 1988-2021 yılları arasında elde edilecek beş yıllık LANDSAT verileri, arazi kullanımı/örtüsü haritalarını oluşturmak için bilimsel bir gerekliliktir. İki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan çoklu regresyon analizi, FES değerleri ile enlem, yükseklik, deniz seviyesi ve arazi kullanımı arasında uygulanacaktır. Böylece, araştırmanın konusunu oluşturan kavramlar arasındaki bağlantı ortaya konulacaktır. Yapılan bu haritalama işlemlerinin dayanak noktası olan meteorolojik ve Landsat verilerinin yereldeki durumunu incelemek, konforluluk/konforsuzluk özelliklerini yerinde tespit etmek amacıyla Corine verileri belirlenmesi ve bu alanlarda noktalarının tespit edilmesi gerekmektedir. Daha dar alandan oluşacak olan bu arazilerin tespitinde, oluşturulacak olan arazi kullanım ve biyoklimatik konfor haritaları referans alınacaktır. Bu noktaları eğim, yükseklik, bakı, denizellik ve arazi kullanım özelliklerine göre belirlenecektir. Belirlenen noktalarda gökyüzü görüş faktörü, yüzeysel açıklık oranı, sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve yönü dikkate yapılacaktır. Yapılacak olan bu yerinde oluşturulan haritaların ve sonuçların doğruluğu sınanmış olacaktır. Ayrıca, konfor üzerinde etkili olan faktörlerin orman geometri ölçümleri ile kanıtlanmış olacaktır.

Araştırmanın çerçevesi belirlenirken, bilimsel yöntem ve Bartın şehrine özgü hipotezler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu hipotezler, araştırmanın yönünü ve gelişim aşamalarını belirlemede temel alınmıştır. Hipotezler şunlardır:

Sürdürebilir ormancılıkta, iklim orman yapısını olumsuz yönde etkilemiştir.

Orman alanlarının, arazi yüzeylerindeki değişimdeki iklim orman yapısını olumsuz yönde etkilemiştir.

Sürdürebilir ormancılıkta iklim ve iklim senaryolarının etkilidir.

Bartın'ın biyoklimatik konfor şartları yeni yerleşim yerlerinde daha kötüdür.

Arazi kullanımı/örtüsü değişiklikleri ile biyoklimatik konfor arasında zaman ve mekânda bağlantı bulunmaktadır.

Bartın'da bitki örtüsü alanlarının azalması biyoklimatik konforu olumsuz yönde etkilemiştir.

Orman yapısı, şehir ve orman iklimini etkiler.

Su kütlelerinin konfor şartları üzerinde olumlu etkisi vardır.

Hava kalitesinin biyoklimatik konfor şartları üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Sürdürülebilir orman alanlarının ve projelerinin biyoklimatik konfor üzerinde olumlu etkisi vardır.

Bu çalışma, biyoklimatik konfor şartları ile arazi kullanımı ilişkisi çerçevesinde insan-orman-şehir-iklim etkileşiminin incelendiği ve aşağıdaki sorulara cevap aranacağı bir çalışmadır.

Sürdürebilir ormancılıkta, iklim orman yapısını olumsuz yönde etkiliyor mu?

Orman alanlarının, arazi yüzeylerindeki değişimdeki iklim orman yapısını olumsuz yönde etkiliyor mu?

Sürdürebilir ormancılıkta iklim ve iklim senaryolarının etkisi nelerdir?

Yeni yerleşim yerlerindeki plansız yapılaşma biyoiklim koşullarını olumsuz yönde etkiliyor mu?

Bartın'da arazi kullanımında/örtüsünde meydana gelen değişimler konforsuz alanları arttırdı mı?

Bartın'da bitki örtüsü alanlarının azalması biyoklimatik konforu olumsuz yönde etkiler mi?

Orman örtüsünün düşük olduğu alanlarda konfor seviyesi de düşük müdür?

Su alanları genişledikçe hissedilen sıcaklık düşer mi?

Hava kirliliği biyoklimatik konforu olumsuz etkiler mi?

Sürdürülebilir ormancılık projelerinin uygulandığı alanlarda biyoklimatik konfor olumlu yönde değişti mi?

Bartın'da ki ormanlaşma ve kentleşme biyoklimatik konforu nasıl etkilemiştir?

Biyoklimatik konforun insan sağlığı/tercihleri üzerindeki etkileri nelerdir?

Arazi kullanım çalışmalarının 40-45 yıllık uzun dönemli, sürekli, detaylı ve ilin tamamını kapsayacak şekilde birden fazla uydu görüntüsü ile gerçekleştirilemediği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışma kapsamında yıllık aralıklarla oluşturulacak haritalarla kısa ve uzun dönemli değişimlerin izlenmesi mümkün olacaktır. Literatür taramasında Bartın ilinde uzun dönemli (35 yıl ve üstü) FES indeksi kullanılarak biyoklimatik konfor analizi yapılmadığı görülmüştür. Ayrıca, arazi örtüsü/kullanım değişimleri ile konfor karşılaştırması yapan bir çalışma da bulunmamaktadır. Mevcut çalışmaların Amasra ilçesi bazında kaldığı, bütün il genelini kapsamadığı belirtilebilir. Bu çalışma, başta Sürdürülebilir Ormancılık, Orman Mühendisliği, Uzaktan Algılama ve Biyoklimatoloji araştırma alanlarındaki bilimsel bir boşluğu dolduracaktır.

Arazi kullanımı ve biyoklimatoloji çalışmalarında mikroiklim ve orman alan geometrisi ölçümlerinin çalışmalara eklenmesi, bu ölçümlerle daha doğru kanıtların elde edilmesi, il geneli veri kaynağının arazi çalışmalarıyla desteklenmesi güncel çalışmalarda dikkat çeken özelliklerdir.

Bartın ilinin tamamını kapsayacak şekilde 33 yıllık dönem için arazi kullanımının/örtüsünün, biyoklimatik konforun, orman alanlarının, kentleşmenin, nüfus değişiminin, hava kirliliğinin ve iklim değişiminin birlikte ele alınacak olması, bundan sonraki çalışmalar için referans niteliğinde olacaktır. Bu makro alanın mikroklima ölçeğinde ölçümlerle incelenmesi ve analiz edilmesi, çalışmanın özgün bir yanını oluşturur. Bu, literatürde genel değerlendirme olarak görünen çalışmalardan farklı olarak daha ayrıntılı bir inceleme yapılacağı anlamına gelir.

Bilimsel araştırma malzemesinin oldukça fazla olduğu bu şehrimizde, ilçe, mahalle, kent park gibi alanlarda yapılan bu çalışmaların devam etmesi, araştırmanın sürdürülebilir nitelikte olmasını sağlayacaktır.

İklim senaryolarının ortaya koyduğu geleceğe yönelik planlar ile yerel iklim bölgelerinin Türkiye'deki orman alanlarında özellikle sürdürülebilir ormancılıkta uygulanabilirliğinin sınanacak olmasıdır.

Orman ile iklim için ulusal bir sınıflandırma yaklaşımı ortaya koyması ve iklim sınıflandırmaları ile termal konfor değerlerinin planlama ve yönetim içinde yerel iklim bölgesinin Türkiye'deki ormanlarında uygulanabilirliğini değerlendirecektir.

Orman iklim etkisinin orman yapılı çevre ile nicel olarak sorgulanacak olması. Araştırmada kullanılacak olan iklim senaryoları ve termal konfor analizleri yaklaşımı ile aynı iklime sahip orman ve sürdürülebilir ormancılık alan örnekleri üzerinden orman planlaması ile orman yapılı çevre ve doğal çevre arasındaki ilişki incelenecektir.

Nicel değerlendirme bulgularının planlama süreci ve politikalarına girdi oluşturmaları. Sürdürülebilir ormancılığın iklim ile orman yapılı çevre ve doğal çevre ile ilişkisine ilişkin değerlendirmeler orman planlama ve tasarım sürecine doğrudan etki edecek, ülkemiz orman plan ve yönetimlerinin ve yapılaşma koşullarının belirlenmesinde önemli bir kılavuz oluşmasına yol gösterecektir.

Ayrıca, doktora tezinin de orman iklim etkisinin farklı mevsimler (yaz ve kış) ve günün farklı saatleri (gece ve gündüz) için çalışılacak olması da doktora tezinin özgünlüğünü ve değerini artırmaktadır.

3.2. Metot

Her bir başlığın materyali ve metodolojisi alt başlıklarda detaylı olarak verilmiştir. Ayrıca özet olarak materyal ve metotta neler yapıldığı aşağıda kısa bir şekilde açıklanmıştır.

İklim koşullarının belirlenmesi, Bartın ilindeki iklim tiplerinin yorumlanması için Thornthwaite iklim sınıflandırma endeksleri kullanılmıştır.

1988 ve 2019 yılları arasındaki metroloji istasyonunun verileri değerlendirilmiştir.

Hava sıcaklığı ve yağış verileri günlük ölçekte toplanmıştır.

Su dengesinin hesaplanması, yağış ve potansiyel evapotranspirasyon verileri Thornthwaite yöntemiyle su dengesinin hesaplanmasına imkan sağlamıştır.

Su karakterizasyonu, 123,67 mm yıl⁻¹ su fazlası, 79,7 mm yıl⁻¹ su açığı ve 1.003,9 mm yıl⁻¹ potansiyel evapotranspirasyon olarak belirlenmiştir.

Arazi kullanımı ve örtüsünün analizi, uzaktan algılama verileri kullanılarak Bartın merkez ilçesindeki kentsel ısı adası etkisinin değişimi analiz edilmiştir.

Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi, arazi yüzey sıcaklığı (LST), normalleştirilmiş fark yapı indeksi (NDBI) ve normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) analiz edilmiştir. Regresyon analizi ile LST, NDVI ve NDBI arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Orman ve kentsel mikro iklim değerlendirmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama verileri kullanılarak artan arazi yüzey sıcaklığının (LST) ve kentsel gelişimin mikro iklim ve insan sağlığına etkileri değerlendirilmiştir.

Gelecekteki iklim senaryolarının belirlenmesinde IPCC'nin 6. değerlendirme raporundaki SSPs 245 ve SSPs 585 senaryoları dikkate alınarak, Bartın'daki biyokonfor alanlarının gelecekteki durumu belirlenmiştir.

Sürdürülebilir orman alanları ve biyoklimatik konfor ilişkisinde Bartın'daki arazi değişimlerinin biyoiklimsel konfor üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve biyoklimatik indeksler değerlendirilmiştir.

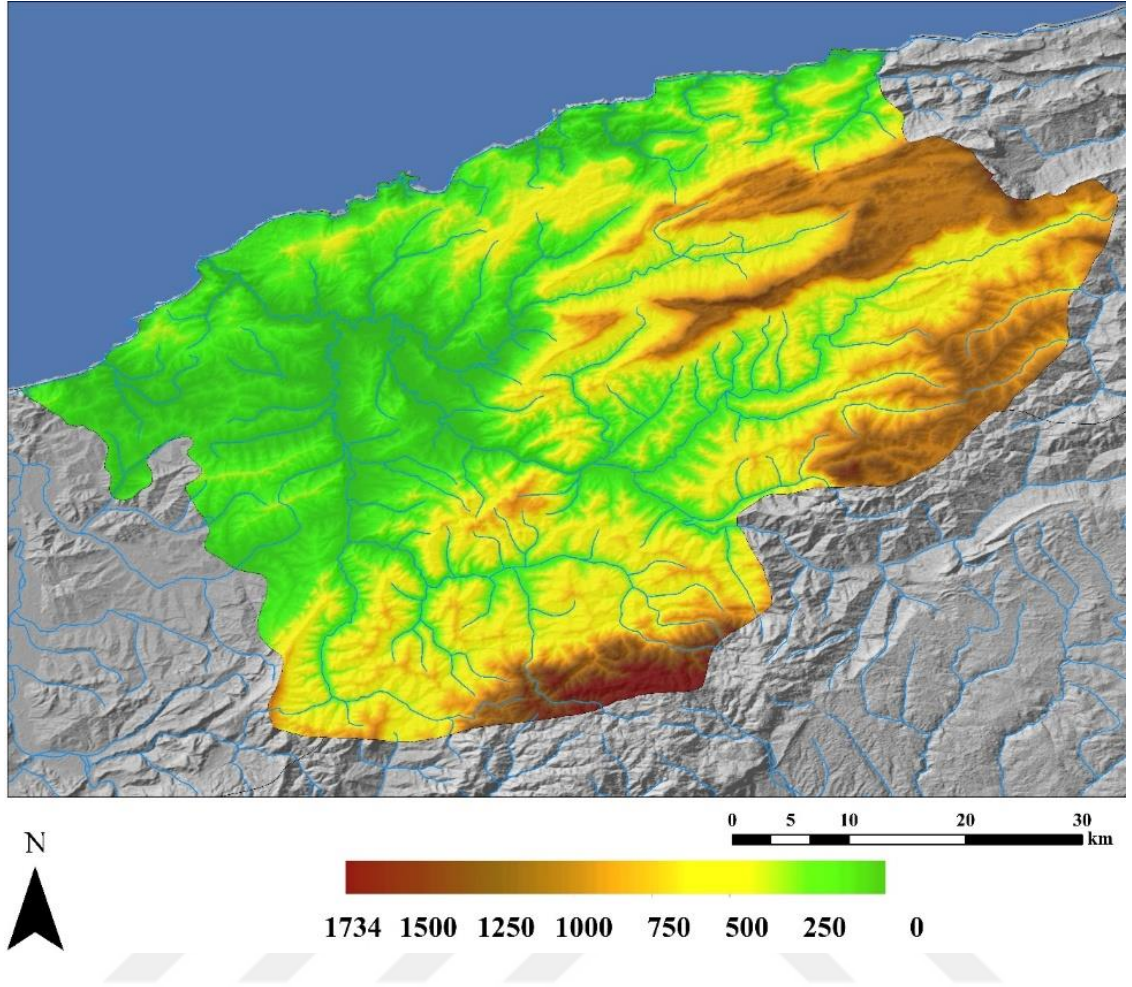
CORINE arazi örtüsü verileri ile arazi kullanımı değişiklikleri analiz edilmiştir.

3.3. İklim Koşullarının Belirlenmesi ve Su Dengesinin Hesaplanması

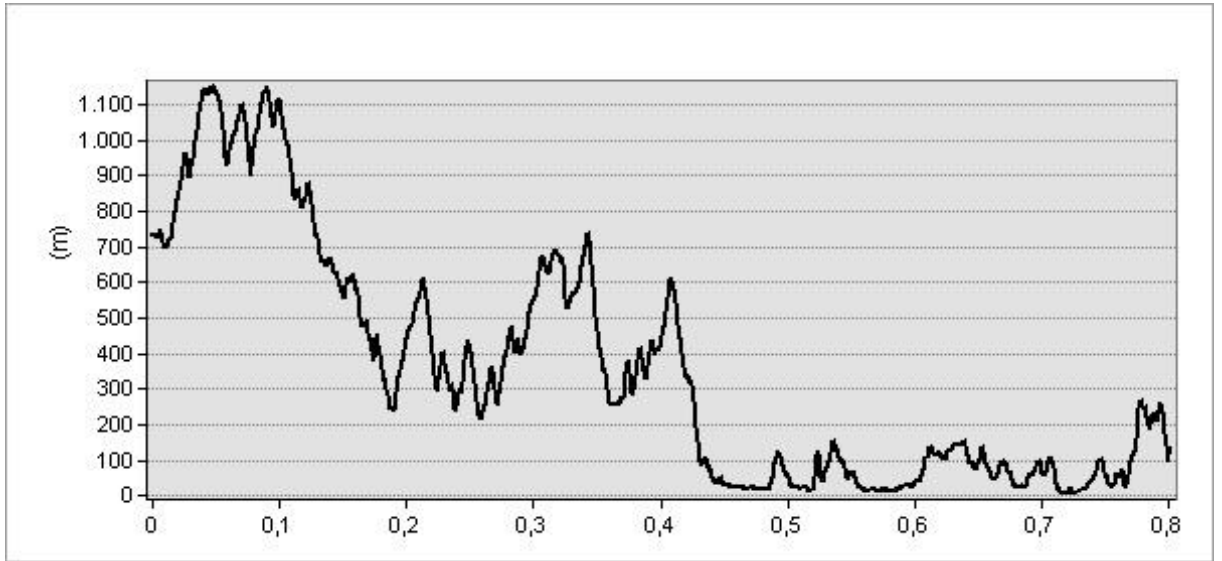
Bu çalışma, Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde bulunan Bartın ilinde gerçekleştirilmiştir. Bartın, 1.027,76 km² yüzölçümüne sahip bir ilçedir. Bartın'da meteoroloji istasyonunda ölçümler yapılmıştır. Coğrafi koordinatları 41° 38' 04" Kuzey ve 32° 20' 15" Doğu'dur. Bartın ilinin rakımları deniz seviyesinden 0 metreden başlayıp 2000 metreye kadar yükselmektedir (Şekil 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5). Bu kentsel alan, ormanlık alanlarıyla dikkat çeker ve tarım alanlarında ulusal ortalamayı aşar. Kent merkezindeki ana faaliyetler arasında orman, bitki örtüsü ve toprak zenginliği ile uygun iklim koşulları bulunmaktadır. Çalışma, Bartın ilinde 1988-2019 yılları arasında belirlenen meteoroloji istasyonundan elde edilen tarihsel iklim verilerini kullanmıştır.



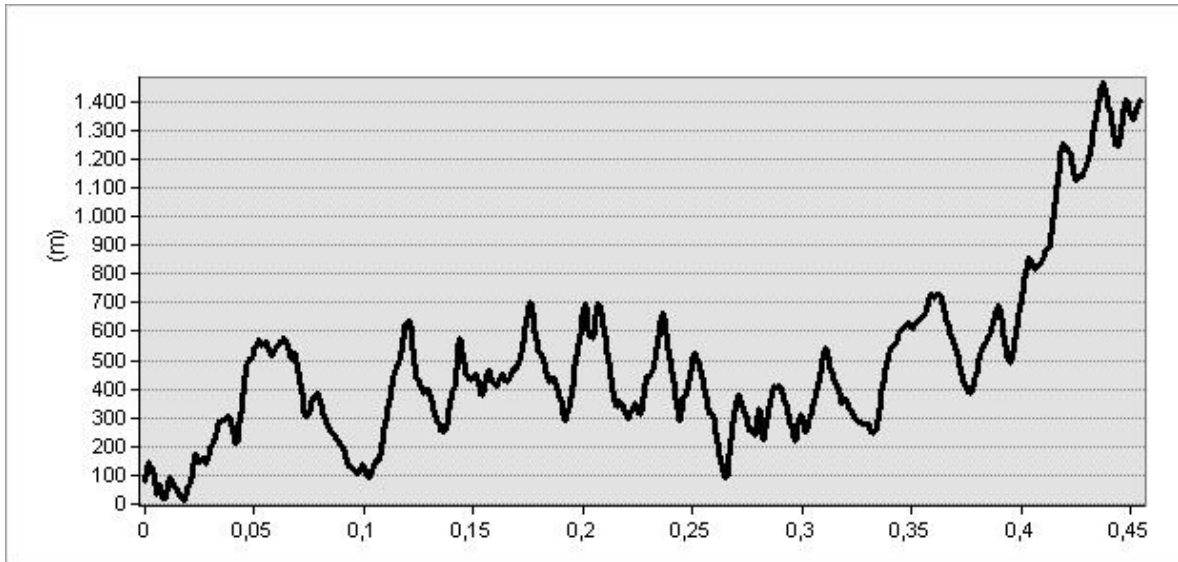
Şekil 3. 2: Bartın konumu



Şekil 3. 3: Bartın ilinin eğim analizi



Şekil 3. 4: Bartın'ın kuzeyden güneye profil kesiti



Hava sıcaklığı (°C) ve yağış (mm) verileri meteoroloji istasyonlarından günlük olarak toplandı. Toplanan veriler, potansiyel evapotranspirasyonu tahmin etmek için Denklem 1 kullanıldı. Model seçim kriteri, veri mevcudiyetidir.

E, potansiyel evapotranspirasyonu tahmin ettiği yerde; Qo, atmosferin tepesindeki güneş ışıdır; Ta ortalama hava sıcaklığıdır; ND, gün sayısıdır.

Thornthwaite ve Mather (1955) tarafından önerilen su dengesi, toprakta 100 mm'ye eşit kullanılabilir su kapasitesi ile hesaplanmıştır. Toprak-bitki-atmosfer sisteminin su depolaması, su açığı ve su fazlası tahmin edilmiştir. Hava elemanlarının dağılımı ve değişimi için ortalama, medyan ve aykırı noktaları içeren kutu grafikleri hazırlanmıştır. Bu analizler, Bartın'daki her bir mikro bölgenin iklimini anlamak ve bölgeler arasında karşılaştırma yapabilmek için gereklidir. İncelenen yerlerin ıslak ve kuru olarak sınıflandırılması için Thornthwaite (1948) tarafından önerilen kuraklık indeksleri kullanılmıştır. Kuraklık, su ve nem indekslerinin hesaplamaları, Denklem 2 ile 4'e göre işlenmiştir.

Burada Iw su indeksini, Ia kuraklık indeksini, Ih nem indeksini, EW ve D sırasıyla su fazlasını ve su açığını temsil etmektedir (mm), E ise referans veya potansiyel evapotranspirasyonu ifade eder (mm). Bartın için hesaplanan iklim indeksleri, kriging enterpolasyon yöntemi kullanılarak küresel model, tek komşulu model ve 0,25° (25 km) çözünürlüğe sahip haritaların oluşturulmasına olanak sağlamıştır.

Çalışmada 1990 ve 2021 yıllarına ait Landsat 5 Thematic Mapper (TM) ve Landsat 8-Operational Land Imager (OLI) uydu görüntüleri kullanılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3 1: Uydu Görüntülerin özellikleri

Alınma tarihi	Alınma zamanı	Uydu	Sensör	Bulut örtüsü	Güneş yüksekliği (derece)	Güneş azimutu (derece)
15.07.1990	06:25:25	Landsat 5	TM	1.98	61.45	124.73
15.07.2021	07:35:33	Landsat 8	OLI	2.01	63.25	123.12

Her iki veri de Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu (US Geological Survey Explorer) tarafından sağlanmıştır (USGS, 2021). Bu veriler, coğrafi referans için WGS-84 verisi ve UTM 37 Kuzey projeksiyonu kullanılarak ayarlanmıştır. Analiz öncesinde, radyometrik düzeltmeler ve görüntü iyileştirme işlemleri ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Arazi kullanımı ve örtü haritaları, denetimli sınıflandırma yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Denetimli sınıflandırma işlemi, ArcGIS 10.8 yazılımı tarafından yürütülmüştür. Landsat 5 - TM görüntüleri ile LULC haritaları hazırlanırken 1-5 ve 7. bantlar kullanılmıştır; ancak 6. bant, termal bir bant olduğu için kullanılmamıştır. Landsat 8 - OLI görüntüleri için ise 1-7 bantlar göz önünde bulundurulmuştur. Tüm bu bantlar, ArcGIS 10.8 yazılımında görüntü analiz aracı kullanılarak birleştirilmiştir. Landsat 8 görüntüleri, 30 metrekare uzamsal çözünürlüğe sahiptir ve daha iyi bir LULC sınıflandırması için 15 metrekarelik pankromatik bantlar kullanılarak pan-keskinleştirilmiştir. Rastgele olarak 200'den fazla eğitim örneği toplamak için eğitim örneği yöneticisi aracı kullanılmıştır.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi bölgesi ile spektrumun kırmızı bölgesi arasındaki farkı kullanarak bitki örtüsü oranını tanımlar. Sağlıklı ve yoğun bitki örtüsü, görünür ışığı emerken yakın kızılötesi ışığı yansıtır. Buna karşılık, sağlıklı bitki örtüsü daha fazla görünür ışık yansıtırken daha az yakın kızılötesi ışık yansıtır. NDVI, -1 ile +1 arasında değerler alır (sağlıklı bitki örtüsü için +1 ve bitki örtüsü olmayan alanlar için -1). NDVI, ArcGIS 10.8 kullanılarak aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır. (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli,

2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020)

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R}$$

NDBI, -1 ile +1 arasında değer alır ve yerleşim bölgelerini diğer arazi kullanımlarından/ayırt eder. Yerleşim alanları, NIR'e göre MIR'de daha yüksek bir yansıma gösterir. Bu nedenle yüksek NDBI değerleri, yerleşim bölgelerini gösterir. NDBI, Landsat-8 verilerinin MIR Bandı 6 ve NIR Bandı 5 ile Landsat-5 verilerinin MIR Bandı 5 ve NIR Bandı 4 kullanılarak ArcGIS 10.8 yazılımında aşığıdaki denklemle hesaplanmıştır. (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020)

$$NDBI = \frac{MIR-NIR}{MIR+NIR}$$

LST, uzaktan algılayıcı tarafından ölçülen sıcaklığı temsil eder. Bu nedenle, LST, bir iklim sistemi hakkında temel veriler sağladığından, bu prosedür birçok çalışmada ele alınmış ve açıklığa kavuşturulmuştur.

Bu çalışmada, 1990 yılı için Landsat 5 görüntüleri ve 2021 yılı için Landsat 8 görüntüleri kullanılarak aşığıda açıklanan LST analizi gerçekleştirilmiştir:

Adım 1: Atmosfer Üstü Parlaklığa (TOA) Dönüştürme: Termal bant, Landsat-8 verileri için Kırmızı Kanal DN değerlerine göre dönüştürüldü, denklem 3'teki formül uygulanmıştır.

$$TOA = ML * band\ 10 + F - Oj$$

ML = bant özğü çarpımsal yeniden ölçeklendirme faktörü = 0,0003342, F = yeniden ölçeklendirme faktörü = 0,1, Oj = düzeltme değeri = 0,29.

Aşığıdaki denklem Landsat-5 TM verilerine uygulanmıştır. (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020)

$$TOA = \left(\frac{LMAX\lambda - LMIN\lambda}{QCALMAX - QCALMIN} \right) * (band\ 6 - QCALMIN) + LMIN\lambda$$

$LMAX\lambda$ = $QCALMAX$ 'a ölçeklenen parlaklıktır. $LMIN\lambda$ = $QCALMIN$ 'e ölçeklenen parlaklıktır. $QCALMAX$ en yüksek kalibre edilmiş değerdir. $LMIN$ ise kalibre edilmiş en düşük değerdir.

Adım 2: Parlaklık Sıcaklığı: Parlaklık değerleri, aşağıdaki denklem kullanılarak parlaklık sıcaklığına dönüştürüldü. (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020)

$$T = \frac{K2}{\left(\frac{K1}{TOA} \right) + 1} - 273.15$$

T= Parlaklık sıcaklığı (0 C) K1=Kalibrasyon sabiti 1 (Tablo 3.2) K2= Kalibrasyon sabiti 2 (Tablo 3.2)

Tablo 3 2: Landsat TM ve OLI termal görüntülerinin termal sabiti

Sensör	Yıl	Band	K1	K2
Landsat 5	1990	Band 6	702.34	1380,45
Landsat 8	2021	Band 10	792.93	1523.23

Denklemleri uygulanarak LST'nin hesaplanması

$$LST = \frac{T}{\left[1 + \left\{ \left(\frac{\lambda * T}{c} \right) * \ln E \right\} \right]}$$

T= Parlaklık sıcaklığı (0 C) λ = Yayılan ışımanın dalga boyu =10.8 bandı için 10E= Kara yüzeyinin yayıcılığı C=14388mK

LST'yi hesaplamak için Arazi yüzeyi emisyonunu (E) elde etmek gerekmektedir. Uzun dalga radyasyon spektrumunda bir yüzeyin yayma ve soğurma gücünü ifade eder ve genellikle arazi örtüsüne göre farklılık gösterir. Denklem aşağıda gösterilmiştir

$$E = 0.004 * Pv + 0.986$$

E= Arazi yüzeyi emisyonu Pv= Bitki örtüsü oranı 0,986 düzeltme değeridir.

Arazi yüzeyi emisyon (E) değerini belirlemek için, tarafından önerilen bitki örtüsü oranı (Pv) parametre denklemi aşağıda gösterilmiştir.

$$Pv = (((NDVI - NDVI_{min}))/((NDVI_{max} - NDVI_{min})))^2$$

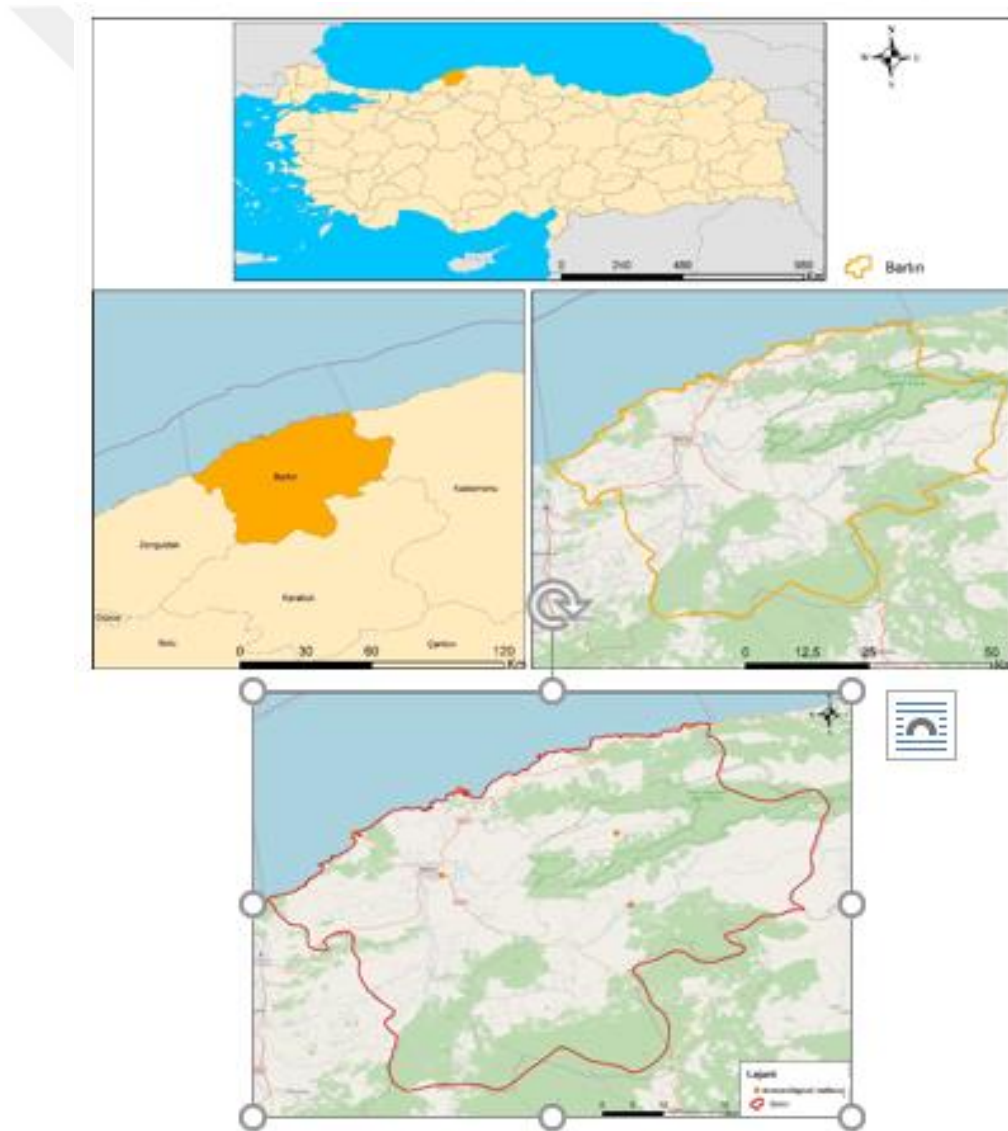
Pv= Bitki örtüsü oranı NDVI_{min}= NDVI'nın en düşük değeridir NDVI_{max}= NDVI'nın en yüksek değeridir

Pv= Bitki örtüsü oranı NDVI_{min}= NDVI'nın en düşük değeridir NDVI_{max}= NDVI'nın en yüksek değeridir

İstatistiksel analiz: Bu çalışma, LST ile NDVI, LST ile NDBI ve NDVI ile NDBI arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için doğrusal regresyon analizi gibi diğer birçok çalışmada kullanılan bir yöntemi benimsemiştir (Fielding ve Shortland 2011; Zhong ve Chen 2019; Clements ve Georgiou 1998; De Freitas 2003; Fletcher ve Morakabati 2008; Yuan-Dong vd., 2011; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Bu nedenle, tüm pikseller noktalara dönüştürülmüştür. Daha sonra bu noktalara ait parametre değerleri, LST, NDVI ve NDBI haritalarından elde edilerek grafiklerle gösterilmiştir.

3.5. Orman ve Kentsel Mikro İklim Değerlendirmesi

Bartın, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan bir ilidir. Kuzeyi Karadeniz kıyısı ile çevrilidir. Orman bakımından zengin olan ilin büyük bir bölümü Küre Dağları Milli Parkı sınırları içinde yer alır. Bartın Çayı, Türkiye'de ulaşımın sağlandığı tek nehirlerden biridir. Batı Karadeniz bölgesinin $41^0 53'$ kuzey enlemi ile $32^0 45'$ doğu boylamı arasında yer alır. Kuzeyinde 59 km'lik bir sahil şeridi vardır ve doğusunda Kastamonu, doğusunda ve güneyinde Karabük, batısında ise Zonguldak illeri ile komşudur. Yüzölçümü 2143 km²'dir. İl merkezinin rakımı 25 metredir. Şekil 3.7'de gösterilen değerlendirmeler için 6 adet meteoroloji istasyonu bulunmaktadır.



Şekil 3. 7: Çalışma alanının meteoroloji istasyonlarının mekansal dağılımı

Uydu Verilerinin Ön İşlemesi: Çalışmada, bulutsuz ve puslu olmayan uydu görüntüleri tercih edilmiştir. 2000 yılına ait Landsat 7 ETM uydu veri seti (7 Mart) ve 2020 yılına ait Landsat 8 OLI (Operation Land Imager) ve TIRS (Thermal Infrared Sensor) uydu veri seti (8 Mart) kullanılmıştır. Uydu görüntüleri, USGS'den temin edilmiştir (USGS, 2021). Görüntünün ön işlemesi ERDAS Imagine (sürüm 14.00) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. İlgi alanının katman istifi ve çıkarılması, Bartın şehrinin 1:50000 ölçekli Türkiye topo levhasının rölövesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm bu veri setleri aynı projeksiyona getirilip analiz için 30 metrelik hücre boyutuna yeniden formatlandı. Yüzey sıcaklığını elde etmek için, Landsat 7 ETM'nin (2000) 6a bandı ve Landsat 8 OLI'nin (2020) 10 bandı (termal bantlar), LST değerlerini iki ondalık basamağa kadar çıkarmak için dijital sayıları parlaklığa dönüştürmek için kullanıldı. Bitki örtüsü, yerleşim alanı ve LST arasındaki ilişkiyi analiz etmek için NDBI ve NDVI endeksleri de değerlendirildi. Kentin en yüksek ve en düşük sıcaklıklarını analiz etmek için kentin kara yüzeyi sıcaklık dağılımı dikkate alındı. Ayrıca, alan bazlı ilişkiyi göstermek için, Bartın'ın farklı bölgelerinin NBVI, NDBI ve LST değerlerini çıkarmak için ARC GIS'ten klip aracı kullanılmıştır.

NDBI hesaplamasında bir alanın yerleşik özelliklerini alıntılama için çeşitli dizinler mevcuttur. Bu analizde NDBI aynı amaçla kullanıldı. NDBI'yi hesaplamak için Zha vd., (2003) tarafından kısa dalga kızılötesi ve yakın kızılötesi bantlar kullanılarak geliştirilen bir metodoloji uygulandı. Yerleşik ve çorak araziler, NIR'den daha fazla SWIR yansıtır. Su kütleleri kızılötesi spektrumda yansıma yapmaz ve yeşil yüzeyler SWIR'den daha yüksek NIR yansıtır (Bartın, 2021; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). NDBI değerleri +1 ile -1 arasında değişir. +1 değerlerinin tümü yerleşim alanlarını ve çorak arazileri gösterirken, >0 değerleri su kütlelerini ve bitki örtüsünü gösterir.

$$\text{NDBI} = (\text{SWIR} - \text{NIR}) / \text{SWIR} + \text{NIR}$$

NDVI Hesaplaması: NDVI, alanın bitki örtüsü oranını çıkarmak için en yaygın kullanılan bir indekstir (Tucker, 1979; Purevdorj vd., 1998; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartın, 2021; Zeren

Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). NDVI değerleri, Gao (2002) tarafından geliştirilen bir denklem kullanılarak Landsat uydularının Kırmızı ve Yakın Kızılötesi bantlarından (R ve IR) elde edilen görüntüler üzerinden analiz edilmiştir. NDVI, 2000 ve 2020 yıllarına ait Landsat 7 ve 8 çok zamanlı görüntülerden kullanılan bir algoritma ile hesaplanmıştır. Yeşil alanlar ve bitki örtüsü, daha yüksek Yakın Kızılötesi dalga boylarını yansıttığı için (Liu ve Weng, 2008; Mallick, 2014; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020) NDVI değerleri elde edilmiştir.

$$NDVI = (NIR - R) / NIR + R$$

LST'nin Alınması için MWA (Tek Pencere Algoritması): Landsat 8 TIRS (Termal Kızılötesi Sensörü) cihazı, LST'yi elde etmek için iki termal kızılötesi bant sunan bir bölünmüş pencere algoritmasına sahiptir. Landsat 8 verilerinden LST çıkarımı için bant 10 ve 11 kullanılmıştır (Du vd., 2015; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020). Rozenstein vd., (2014) gibi birçok çalışma, Landsat 8 verileri için iki faktörlü bölünmüş pencere algoritmasını benimsemiştir. Ancak son zamanlarda USGS tarafından web sitesinde (USGS, 2021), Landsat termal bant 11 değerlerinin belirsizliğine dair bir duyuru yapılmış ve kullanıcıların TIRS bant 10 verileriyle çalışması gerektiğine dikkat çekilmiştir (Wang vd., 2015). Bu nedenle, Landsat 8'in termal bandı 10, Qin vd., (2001), Liu ve Zhang (2011), Liu ve Weng (2012), ve Singh, Kikon, ve Verma (2017) tarafından önerilen Mono pencere algoritması ile LST çıkarımı için kullanılmıştır.

LST'nin Landsat 8'den Alınması: LST'yi elde etmek için, Landsat 8 TIRS verilerinin 10. bandı kullanılarak Radyasyon Aktarımı denklemi uygulanmıştır. Bu yöntem, düşük ve orta doğrulukta olan Tek Kanal yöntemi ile Qin'in (Qin vd., 2001) Bölünmüş Pencere Algoritmasına göre daha yüksek doğruluk sunması nedeniyle tercih edilmiştir (Liu ve Zhang, 2011; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Çetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

Sayısal Değerin Işınlıma Dönüştürülmesi: 10. bandın sayısal değerini spektral ışınlı değerlerine dönüştürmek için aşağıdaki yöntem kullanılmıştır.

$$TOA(L) = ML * Q_{cal} + AL$$

Burada, ML = Meta verilerden banda özgü çarpımsal yeniden ölçeklendirme faktörü (RADIANCE_MULT_BAND_x, burada x, bant numarasıdır). Q_{cal}= bant 10'a karşılık gelir, AL = Meta verilerden banda özel ek yeniden ölçeklendirme faktörü (RADIANCE_ADD_BAND_x, burada x, bant numarasıdır).

Parlaklık Sıcaklığının Alınması: Landsat 7'nin TIR bandı (Bant 6), dünya yüzeyinden 10,4 ila 12,5 µm spektral aralık arasındaki radyasyonu kaydeder (Liu ve Zhang, 2011). Landsat 8'in termal kızılötesi bandı (Bant 10), dünya yüzeyinden 10,6 ile 11,9µm spektral aralık arasındaki radyasyonu kaydeder. Termal bantların parlaklık değerlerini tahmin etmek ve sıcaklık değerlerini elde etmek için Plank fonksiyonunun tersi uygulandı (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

$$BT = (K_2 / (\ln(K_1 / L) + 1)) - 273.15$$

Bir alanın bitki örtüsü, sıcaklığının önemli bir belirleyicisidir (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020); ve Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi, bitki örtüsünü çıkarmak için en yaygın indeksler olduğundan, bu nedenle bu çalışmada Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi, bir alandaki bitki örtüsünün oranını belirlemek için aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

PV Landsat 8 veri setini hesaplamak için kullanılmıştır. Uydunun bitki örtüsü fraksiyonunun piksel ölçeği NDVI'dan hesaplanmıştır (Sobrino vd., 2004).

$$PV = \text{Square} ((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))$$

Arazi yüzeyi emisivitesinin hesaplanması, bir alanın LST'sini tahmin etmek için arazi yüzeyi emisyonunu LSE'yi (ϵ) tahmin etmek çok önemlidir. Bir nesnenin termo-fiziksel özelliği, emisivitesini belirler. 10-12 μm 'lik spektral aralıkta çeşitli kara yüzeyinin yayma gücünü hesaplamak için, yayma dalga boyuna bağlı bir değişken olduğu için NDVI eşik tekniği kullanılmıştır. Emisivite denklem yoluyla hesaplanmıştır. (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020)

$$\epsilon = 0.004 * P_v + 0.986$$

LST'nin Alınması: Son olarak, LST'yi parlaklık sıcaklığından dönüştürmek için sonraki denklem kullanılmıştır.

$$LST = BT / (1 + \lambda * (BT / \rho) * \ln(\epsilon))$$

BT=parlaklık (uydu sıcaklığında); λ = Yayılan parlaklığın dalga boyu (0.00115); ρ = 14380 (Sabit); ϵ = Emisivite

Landsat 7'den LST'nin alınması: Landsat'tan LST'nin alınmasıyla ilgili ayrıntılar Landsat 7 el kitabında verilmektedir. Landsat 7 el kitabının tanımı, bu çalışmada LST'yi Landsat 7 verilerinden türetmek için kullanılmıştır. Landsat 7 verilerinden LST'yi hesaplamak için aşağıdaki adımlar kullanılmıştır. (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020)

Sayısal Sayının Spektral Işınımına Dönüştürülmesi

$$L_{\lambda} = \min + (\max - \min) * DN / 255$$

Spektral Radyansın Sensör Radyansına Dönüştürülmesi

$$L_{\lambda} = (L_{\text{Max}}(\lambda) - L_{\text{Min}}(\lambda) / Q_{\text{Cal Max}} - Q_{\text{Cal Min}}) * (Q_{\text{Cal}} - Q_{\text{Cal Min}}) + L_{\text{Min}}(\lambda)$$

Spektral Parlaklığının Sensör Parlaklığına Dönüştürülmesi

$$\tau = (K^2 / (\ln(K^1 / L) + 1))$$

Santigrat cinsinden sonuç elde etmek için LST hesaplamasının son adımında, aşağıdaki denklem kullanılarak Denklem ile sıcaklık Kelvin'den Santigrat dereceye değiştirilmiştir.

$$T (^{\circ}\text{C}) = T (\text{K}) - 273.15$$

Bu çalışmada, uyku yoksunluğu ve ısı stresi için bileşik puan sıra haritaları geliştirmek için bir sıra skor yöntemi uygulandı. Bunun için aşağıdaki adımlar benimsenmiştir. İlk olarak, tüm alanlar, her bir değişkenin en yüksek ve en düşük değerlerine (Yüksek, Orta ve Düşük) göre düzenlendi, ardından her alana atanan sıralama takip edildi. Daha sonra pozitif ve negatif değişkenler için sıra değerleri sırasıyla 1, 2, 3 ve -1, -2, -3 olarak atanmıştır. Bu sıra değerleri için referans noktası 0'dır. Böylece genel sıra değeri, belirli bir alanın toplam negatif ve pozitif değerlerinin farkına eşittir. Her alan için bileşik sıra puanı, tüm uygun değişkenlerin sıra değerleri toplanarak elde edilmiştir. Son olarak, tüm alanlar için her boyutun bileşik sıra puanı toplanarak genel bir bileşik sıra puanı oluşturulmuştur.

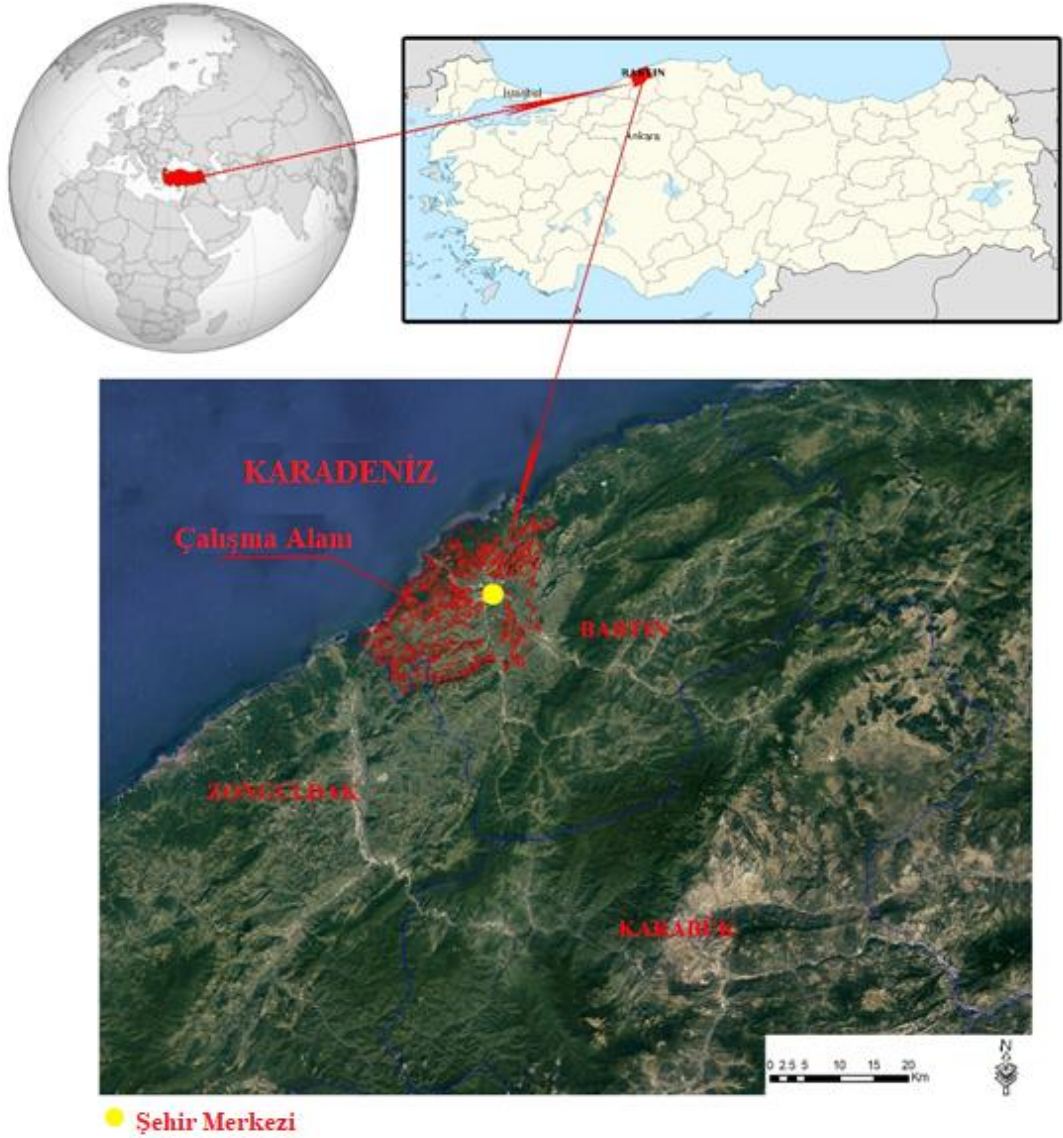
ANOVA testi, verilerin her biri içindeki varyasyon miktarını inceleyerek popülasyon araçları arasındaki farklılıkları ölçmek için kullanılır. İki farklı yıldaki farklı alanların ortalama LST'si, iki zaman periyodunun ortalama sıcaklıkları arasındaki farkı ölçmek için tek faktörlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır.

Karl Pearson Korelasyon Katsayısı (Karl vd., 1990; Pearson, 1895a,b,c,d; Plackett, 1983; Wang vd., 1990); Korelasyon, LST'nin NDVI ve NDBI ile ve Uyku yoksunluğu ve ısı stresi gibi sağlık göstergeleri ile ilişkisini analiz etmek için kullanılmıştır (Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Zeren Cetin, 2019; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n(\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) \times \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}}$$

3.6. Gelecekteki İklim Senaryolarının Belirlenmesi

Bu çalışma Türkiye'nin kuzeyinde yer alan küçük bir şehir olan Bartın'da yapılmıştır. Bartın, coğrafi konumu, iklim ve eğitim koşulları nedeniyle yerleşim yeri olarak yaygın olarak tercih edilen bir ildir. Bunun yanı sıra ormanlık alan açısından en önemli sıcak noktalardan biri olduğu için orman başkenti olarak kabul edilmektedir. Bu nedenlerle orman alanı giderek artmakta ve yeni orman alanlarının açılması bir zorunluluk haline gelmektedir (TFM 2021). Çalışma alanının coğrafi konumu Şekil 3.8'de gösterilmiştir



Şekil 3. 8: Çalışma Alanının Türkiye'deki konumu

Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) tarafından hazırlanan Coupled Model Intercomparison Project (Phase 6, CMIP6) kapsamındaki global modeller, son olaylara paralel olarak IPCC tarafından değiştirilmekte ve IPCC'nin iklim senaryoları (Hausfather 2019) ile birlikte kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan senaryoların belirlenmesinde IPCC 6. değerlendirme raporunda yer alan CMIP6'dan yararlanılmıştır.

1988-2020 yılları arasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı 6 meteoroloji istasyonu tarafından yapılan ölçümlerden elde edilen iklim verilerinden “Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW)” enterpolasyon yöntemi kullanılarak iklim haritalarının hazırlanmasında yararlanılmıştır. Bu yöntemle hazırlanan haritalara biyokonfor indeks formülleri uygulanarak geleceğin biyokonfor haritaları elde edilmiştir.

Bu tür yerel veya bölgesel iklim değişikliği ve etki değerlendirme çalışmalarında kullanılacak temel veriler Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı Enerji Bakanlığı veri sisteminden elde edilmiştir. Bu veriler, yüksek çözünürlüklü (50 km çözünürlüklü) iklim projeksiyonlarının hazırlanmasına izin verir. CNRM-CM6-1 iklim değişikliği modelinin SSP 245 (bir orta – ısıma kuvveti 4,5 W/m²) ve SSP 585 (en aşırı – ısıma kuvveti 8,5 W/m²) senaryolarının iklim verileri Netcdf dosya formatında indirilmiştir. Daha sonra bu veriler Arcmap 10.8 programına girilerek dönüştürme işlemleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin haritalanması, IDW'nin basit denklemi aşağıdaki gibi olan “Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW)” enterpolasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$Z(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^n Z(X_i) d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}}$$

Tahminlerin yapıldığı X₀ konumu, bitişik ölçümler olan n'nin fonksiyonudur [Z (X_{0i}) ve i=1,2,...,n]; r, her gözlemin atanan aralığını tanımlayan üs, d ise gözlem konumu X_i ile tahmin konumu X₀ arasındaki mesafeyi gösterir. Tahmin konumundan uzaktaki gözlemlerin atanan ağırlığı, üssün artmasıyla azalır. Artan üs, tahminlerin en yakın gözlemlere çok benzer olduğu anlamına gelir. Matematiksel formüller yukarıda açıklandığı gibidir. İklim haritaları ArcGIS yazılımı kullanılarak yapılan hesaplamalarla hazırlanmıştır (Çetin vd., 2018). Daha sonra her bir senaryoya ait iklim haritalarına iki farklı biyokonfor formülü uygulanarak biyokonfor haritaları elde edilmiştir.

Bu haritalar, günümüzden ve 20 yıllık aralıklarla (2020, 2040, 2060, 2080 ve 2100) başlayarak 2100 yılına kadar olan projeksiyon dönemi boyunca oluşturulmuştur.

Bu indekslerden ilki DI (Sıcaklık-nem indeksi/rahatsızlık indeksi) olup, Çetin ve diğerleri (2019b) tarafından Tablo 3.3'de bildirildiği gibi uygulanmıştır.

DI: Sıcaklık-nem indeksi/rahatsızlık indeksi; T: Aylık ortalama sıcaklık (°C); BN: Bağıl nem (%).

Tablo 3 3: İnsanlar için Termal konfor kategorisi ve ve endeks değerleri (Çetin vd., 2019b; Cetin 2019)

İnsanlar için termal konfor kategorisi	Endeks değerleri (DI)
Son derece buz	<-40
Dondurucu soğuk	-39,9 - -20
Son derece soğuk	-19,9 - -10
Çok soğuk	-9,9 - -1,8
Soğuk	-1,7 - +12,9
Serin	+13,0 - +14,9
Rahat	+15,0 - +19,9
Sıcak	+20,0 - +26,4
Çok sıcak	+26,5 - +29,9
Aşırı derecede sıcak	>+30

Bu çalışmada kullanılan ikinci indeks, Etkin Sıcaklık alma rüzgar hızıdır (ETv) ve uygulaması Lucena ve diğerleri (2016) tarafından açıklanmıştır. (2016) Tablo 3.4'de aşağıdaki gibidir:

$$ET_v = 37 - (37 - T) / [0.68 - 0.0014RH + 1 / (1.76 + 1.4v + 0.75)] - 0.29T(1 - RH/100)$$

T, kuru termometre sıcaklığıdır (°C); RH bağıl nemdir (%); ve v rüzgar hızıdır (m/s).

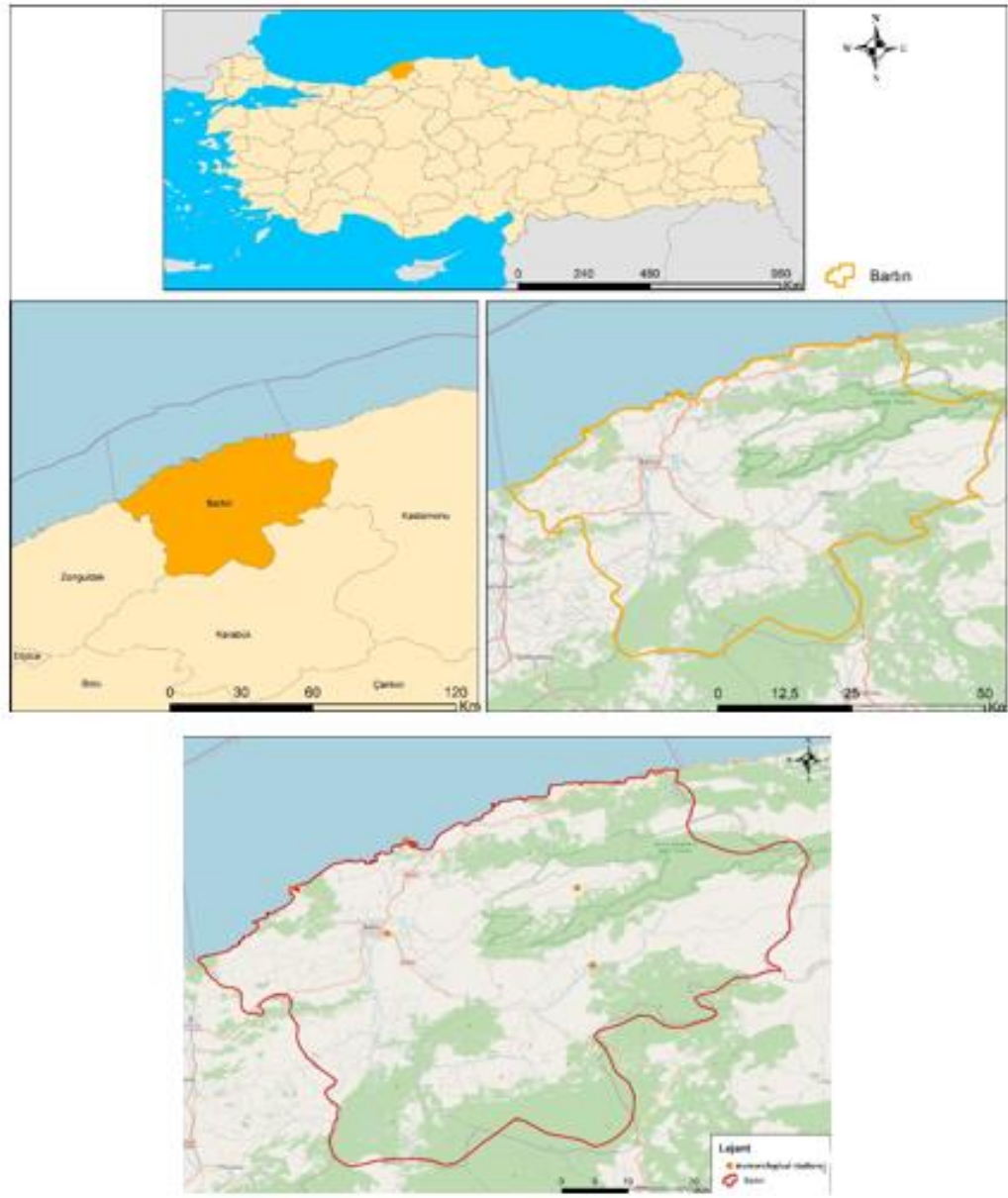
Tablo 3 4: ETv Değerlerinin Kategorileri (Lucena vd., 2016)

ET (°C)	Fizyolojik stres derecesi	Termal his
ET<5	Aşırı soğuk stresi	Çok soğuk
5≤ET<10	Aşırı soğuk stresi	Soğuk
10≤ET<13	Titreme	Orta derecede soğuk
13≤ET<16	Vücudun soğutulması	Oldukça serin
16≤ET<19	Vücudun hafif soğuması	Biraz serin
19≤ET<22	Kan damarlarının kasılması	Hafif
22≤ET<25	Termal tarafsızlık	Rahat
25≤ET<28	Hafif terleme, kan damarlarında genişleme	Ilık
28≤ET<31	Terleme	Oldukça sıcak
31≤ET<34	Aşırı terleme	Sıcak
ET>34	Termoregülasyon hatası	Çok sıcak

Bu çalışma kapsamında öncelikle mevcut meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılarak Bartın ili biyokonfor haritaları hazırlanmıştır. Daha sonra CNRM-CM6-1 modelinin SSP 245 ve SSP 585 senaryolarına göre öngörülen iklim parametre değişimleri mevcut verilere eklenmiş ve bu senaryoların gerçekleşmesi durumunda Bartın ilindeki biyokonfor bölgelerinin nasıl şekilleneceği ID ve ETv endeksleri kullanılarak belirlenmiştir

3.7. Sürdürülebilir Orman Alanları ve Biyoklimatik Konfor İlişkisi

Bartın, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan bir ilidir ve Karadeniz'e kuzeyde kıyısı bulunmaktadır. Orman bakımından zengin olan ilin büyük bir bölümü Küre Dağları Milli Parkı sınırları içindedir. Bartın Çayı, Türkiye'de ulaşım yapılan tek nehir olup, batıda Zonguldak, doğuda Kastamonu ve güneyde Karabük illeri ile komşudur. İlin yüzölçümü 2143 km²'dir ve il merkezinin rakımı 25 metredir. Şekil 3.9'de gösterilen değerlendirmeler için toplam 6 adet meteoroloji istasyonu bulunmaktadır.



Şekil 3. 9: Çalışma alanındaki yükseltiler

Bartın, Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan bir ildir ve kuzey, doğu ve batı tarafları 2000 metre yüksekliği aşmayan dağlarla çevrilidir. Bu dağlar, kıyıya yaklaştıkça sarp, dik ve kayalık bir yapıya sahiptir. Aladağ, Kocadağ, Karadağ, Kayaardı, Karasu ve Arıt Dağları, ilin en önemli dağları arasında yer almaktadır. İl merkezi, Aladağ'dan batıda, Karasu Dağları'ndan kuzeyde ve Arıt Dağları'ndan doğuda çevrili bir konumda bulunmaktadır. Şehir, Halatçıyama, Orduyeri, Kırtepe ve Ömertepesi adlı dört önemli tepe üzerine kurulmuştur. Bartın ilinin nüfusu 198.979'dur. Bu nüfusun %52,4'ü şehirlerde yaşamaktadır (2020 sonu). İlin yüzölçümü 2.330 km²'dir ve km² başına düşen kişi sayısı ortalama 85'tir (Merkez ilçede ise bu sayı 143'tür). İl genelinde yıllık nüfus artış hızı %0,37 olarak

gerçekleşmiştir. En yüksek nüfus artış hızı Amasra'da (%0,78) iken, en düşük oranlı ilçe ise Kurucaşile'dir (%-2,21). 04 Şubat 2021 tarihli TUIK verilerine göre, merkez ilçe ile birlikte Bartın ilinde toplam 4 ilçe, 8 belediye, 50 mahalle ve bu belediyelerde 263 köy bulunmaktadır (TUIK, 2021; Census of Turkey, 2021; Bartın, 2021; TÜİK, 2021; UN, 2022).

Bartın ilindeki yazlar sıcak, kışlar ise serin geçer. İl, genellikle ılıman bir deniz iklimine sahiptir ve bu Karadeniz iklimi olarak bilinir. Denize yakınlık ve sahil boyunca sıralanmış dağlar, kıyı şeridindeki sıcaklık farklarının genellikle azalmasına ve nemin artmasına sebep olur. Sıcaklık, yıl boyunca genellikle 13.6 °C civarındadır. Ortalama yıllık yağış miktarı ise 842 mm'dir. En kuru ay olan Mayıs'ta ortalama yağış 46 mm iken, en fazla yağış Aralık ayında ortalama 99 mm olarak kaydedilmiştir. En sıcak ay olan Ağustos'ta ortalama sıcaklık 23.2 °C iken, en soğuk ay olan Ocak'ta ortalama sıcaklık 4.4 °C'dir. Bartın'da yıl boyunca yaklaşık olarak 3044.21 saat güneş ışığı görülmektedir. Aylık ortalama güneşlenme süresi yaklaşık olarak 99.96 saattir. Turizm açısından en uygun aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos'tur, ancak Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim ayları da zaman zaman uygun günler sunmaktadır (Zeren Çetin, 2021a).

Bu çalışmada, Bartın ilinde bulunan 6 meteoroloji istasyonunun 1990, 2000 ve 2020 yıllarına ait sıcaklık (T), bağıl nem (RH) ve rüzgar hızı (WS) gibi çevresel iklim parametreleri biyoklimatik konfor analizi için kullanılmıştır. Bartın Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınan ilgili zaman dilimlerine ait iklim parametrelerinin yıllık ortalamaları hesaplanarak kullanılmıştır. Biyoklimatik konfor ile Land Use/Land Cover (LULC) arasındaki ilişkiyi belirlemek için çalışma alanını kapsayan 1990, 2000 ve 2020 yıllarına ait LULC verileri kullanılmıştır. Avrupa Birliği tarafından koordine edilen Çevre Bilgi Koordinasyonu (CORINE) programı kapsamında çalışma alanının ilgili yıllarına ait LULC verileri temin edilmiştir. Bu veriler, çalışma alanındaki ilgili yıllara ait LULC verilerinin elde edilmesi için ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Bu çalışmada uygulanan yöntemin temeli, çalışma alanının çevresel iklim parametreleri ve biyoklimatik indekslere bağlı olarak belirlenen ve haritalanan biyoklimatik konfor bölgeleri ile çalışma alanındaki LULC arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bartın ilindeki biyoklimatik konfor bölgeleri, sıcaklık (T), bağıl nem (RH) ve rüzgar hızı (WS) parametrelerine dayalı biyoklimatik konfor haritalama analizi kullanılarak belirlenmiştir. Bu analizde, sıcaklık için 15-20 °C, bağıl nem için %30-65 ve rüzgar hızı için 0-5 m/s aralığında değerlere "1" puan verilmiş ve bu

değerlere sahip alanlar biyoklimatik olarak "Rahat" olarak sınıflandırılmıştır. Bu değerlerden farklı olan bölgelere ise "0" puan verilerek biyoklimatik olarak "Rahatsız" olarak sınıflandırılmıştır.

PET, termal konfor analizlerinde en yaygın olarak kullanılan biyoklimatik bir indekstir. Bu indeks, sıcaklık (T), bağıl nem (RH) ve rüzgar hızı (WS) parametrelerine dayanarak geliştirilmiştir (Matzarakis vd., 2010; Çetin vd., 2010; Çetin, 2015; Çetin, 2019; Çetin, 2020; Parsons, 2003). PET indekslerinin diğer termal indekslere göre en önemli avantajı, sonuçların sıcaklık birimi (°C) cinsinden ifade edilmesi ve bu sayede elde edilen değerlerin daha anlaşılır olmasıdır (Matzarakis vd., 1999; Çetin vd., 2010). PET hesaplaması için izlenen adımlar şu şekildedir (Parsons, 2003; Çetin vd., 2019a; Matzarakis vd., 2010; Çetin vd., 2010; Çetin, 2020). PET indeksi için, "en soğuk" termal sınıfa karşılık gelen PET değeri 4 °C'den düşükken, "en sıcak" termal sınıfa karşılık gelen PET değeri 41 °C'den büyük olmalıdır. 18-23 °C aralığındaki PET değerleri "rahat" sınıfını temsil etmektedir. Thom (1959) tarafından önerilen THI, biyoiklim çalışmalarında yaygın olarak kullanılır ve sıcaklık-nem ilişkisini değerlendirmek için bir gösterge olarak kabul edilir. Bu indeks, mikroiklim çalışmalarında farklı sıcaklık ve nem seviyelerinin insan konforu üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılır. THI aşağıdaki denklemle hesaplanabilir (Parsons, 2003; Çetin vd., 2010; Çetin, 2015; Çetin, 2019; Çetin, 2020; Bozdoğan Sert vd., 2021; Çetin vd., 2019; Adiguzel vd., 2020; Gungor vd. 2021; Emmanuel, 2005).

$$THI = 0 \cdot T + (RH \cdot T / 100)$$

THI indeksi için 'en soğuk' termal sınıfa karşılık gelen THI değerleri -20 °C ile -10 °C arasındadır, 'en sıcak' termal sınıfa karşılık gelen THI değerleri ise 30 °C'den büyüktür. 15-20 °C aralığındaki THI değerleri 'rahat' sınıfını temsil etmektedir.

ArcGIS 10.8 yazılımının Mekansal Analiz modülünde yer alan Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) enterpolasyon yöntemi, çevresel iklim parametreleri ve biyoklimatik indekslere bağlı olarak biyoklimatik konfor alanlarının mekansal dağılım haritalarını oluşturmak için kullanılmıştır. Çevresel iklim parametrelerine bağlı olarak biyoklimatik konfor açısından uygun alanların belirlenmesinde etkili olan sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı parametreleri, biyoklimatik konfor açısından uygunluk puanlarına (1 veya 0) göre ArcGIS 10.8 yazılımı yardımıyla

yeniden sınıflandırılmıştır. Yeniden sınıflandırılan tematik haritalar, ArcGIS 10.8 yazılımının 'Weighted Overlay' modülü yardımıyla her bir çevresel iklim parametresinin faktör ağırlığına göre birlikte değerlendirilerek yoğun bir şekilde örtüşmüştür. Bu faktörlerin ağırlıkları doğrultusunda çevresel iklim parametrelerine bağlı olarak Bartın ilinin biyoiklimsel konfor açısından uygun alanlarını gösteren mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur.

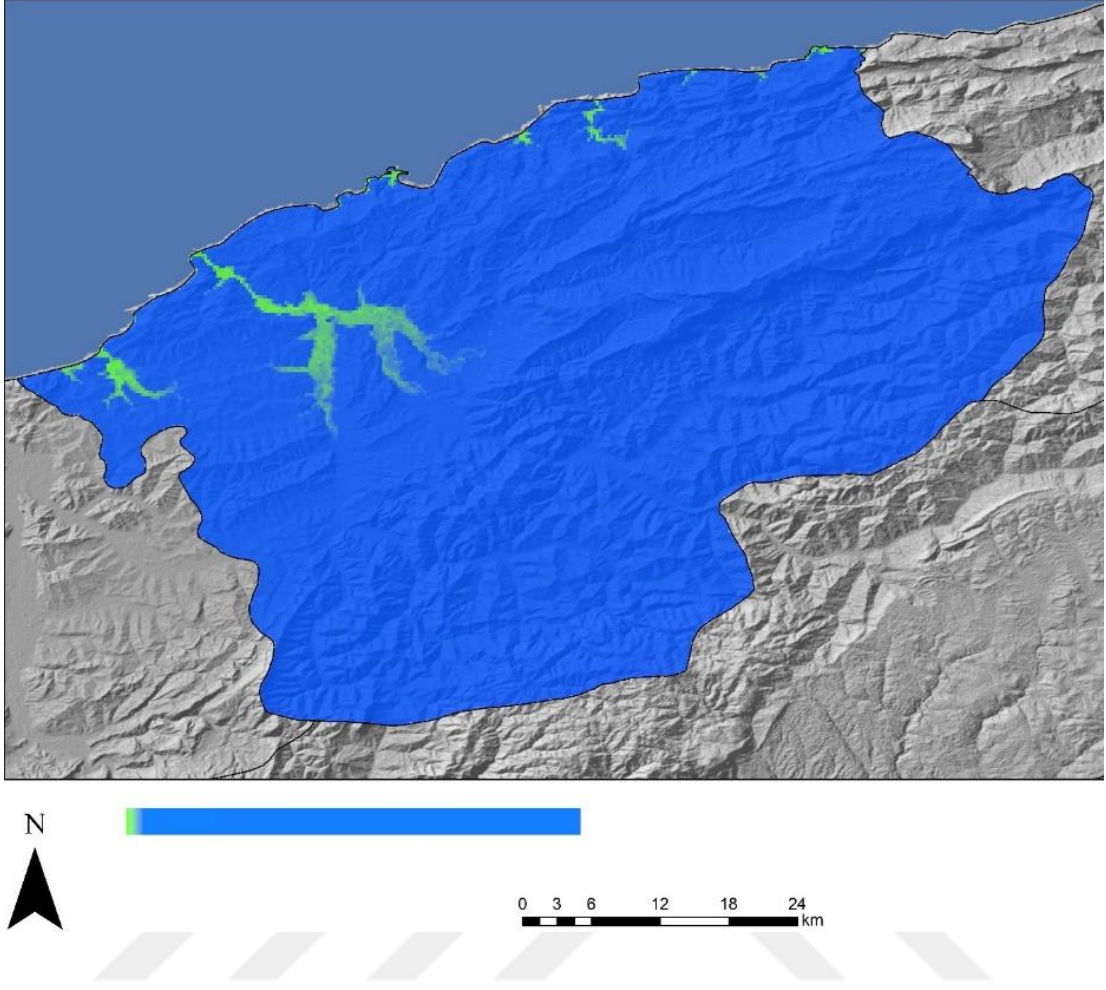
CORINE LULC haritalaması, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çeşitli arazi örtülerini içerecek şekilde tasarlanmıştır. CORINE arazi örtüsü sınıflandırması (CORINE, 2021), tüm Avrupa için standart olan ve hiyerarşik olarak üç seviyede düzenlenmiş 44 sınıftan oluşan bir arazi örtüsünü tanımlayan bir sınıflandırmadır. Birinci seviye beş ana sınıfa (yapay alanlar, tarım alanları, ormanlar ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar, su kütleleri) karşılık gelir. İkinci seviye (15 sınıf), fiziksel ve fizyognomik varlıkları kapsayan, daha yüksek ayrıntı düzeyine sahip arazi örtülerine (kentsel alanlar, ormanlar, göller vb.) karşılık gelir (EK 1 de sunulmuştur). Üçüncü seviye 44 sınıftan oluşmaktadır (Sahin vd., 2021; Çetin vd., 2021a,b; Pekkan vd., 2021; Kavlak vd., 2021). Bu çalışmada; CORINE LULC sınıfları kapsamında çalışma alanının 1990, 2000 ve 2020 yıllarına ait LULC sınıfları 6 sınıf (doğal ve yarı doğal alanlar, ormanlık alanlar, su yapıları, tarım alanları, yapay alanlar ve yerleşim alanları) olarak düzenlenmiştir (CORINE, 2021). Bu sınıflandırmada sanayi-ticaret-ulaşım alanları, maden-döküm-inşaat alanları, tarım dışı yeşil alanlar 'suni alanlar' kapsamında ele alınmıştır. Bitkiler, bitki örtüsüyle kaplı olmayan veya az miktarda bitki örtüsüyle kaplı açık alanlar (çıplak kayalar, seyrek bitkili alanlar vb.) 'doğal alanlar ve yarı doğal alanlar' kapsamında değerlendirilmiştir. Akarsu, baraj gibi göl alanları 'su yapıları' kapsamında değerlendirilmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

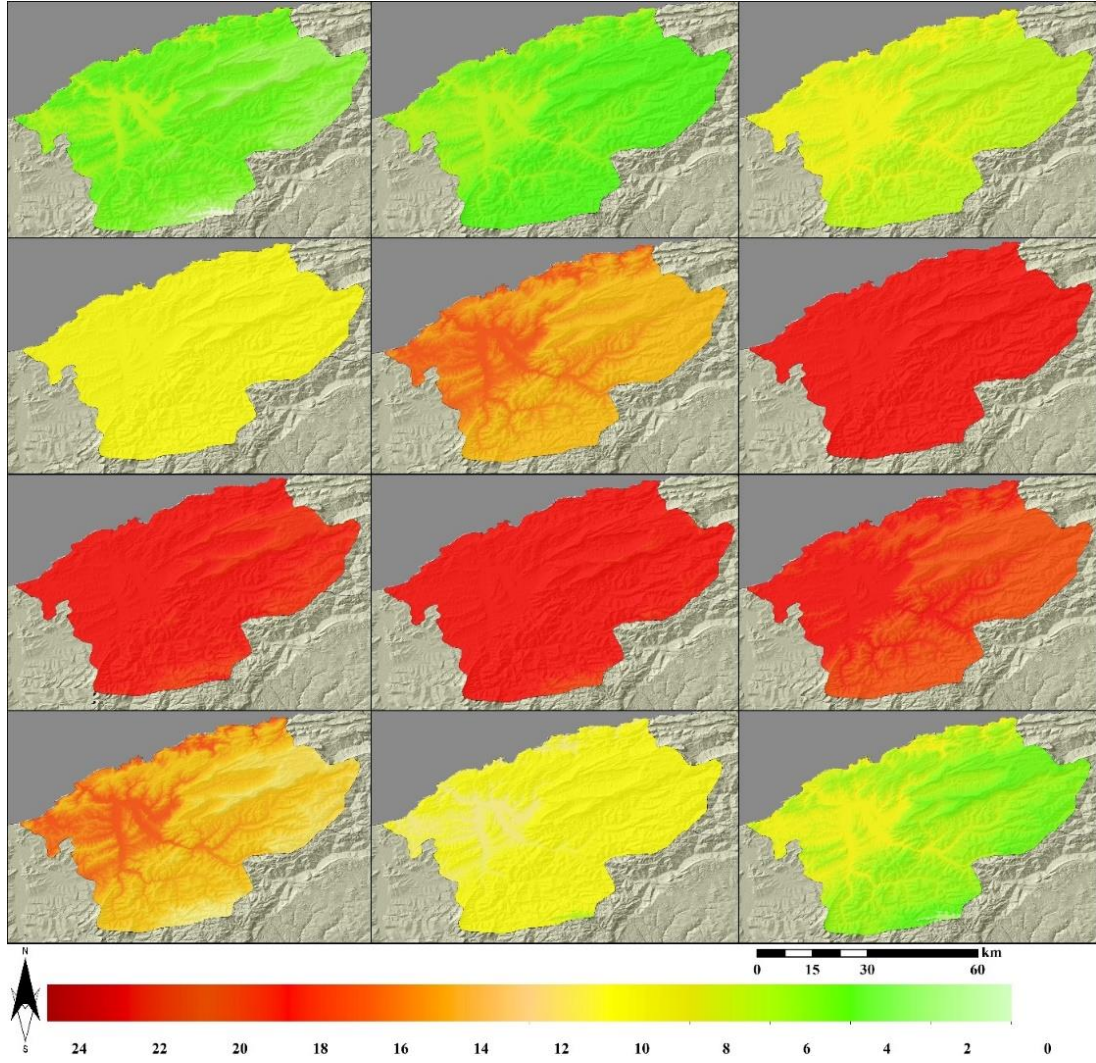
Bu bölümde doktora tezi olarak hazırlanan bu araştırmada farklı örnek alanlar üzerinde ilgili yöntemlerle gerçekleştirilen ölçüm ve tespitler sonucunda ulaşılan bilimsel bulgular tablo ve grafiksel araçlar kullanılarak verilmiş ve elde edilen bulgular araştırma konusuyla doğrudan ve dolaylı olan literatür bilgileri ile tartışılarak detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu bölümde ulaşılan bilimsel bulgular ve tartışmalar konunun daha ayrıntılı ele alınması ve daha kolay anlaşılması açısından alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1. Bartın Kentsel ve Ormanlık Alanındaki Yerleşim Alanının İklim Koşulları Kararı ile Bütünleştirilmesi

Bartın'da hava sıcaklığı, mikro bölgeler için aylık olarak değişim gösteren bir model sergilemektedir. Mikro bölgelerin aylık hava sıcaklığı değerleri 16 ile 28°C arasında değişmektedir ve yıllık ortalama hava sıcaklığı 23°C'dir. Kent merkezindeki yüksek hava sıcaklıkları, ortalama 25°C ile Ocak'tan Nisan'a ve Kasım'dan Aralık'a kadar görülmüştür. Ancak hava sıcaklığı Mayıs'tan Temmuz'a kadar ortalama 18°C'ye düşmüştür. Bartın'ın batı ve güney mikrobölgeleri, yıllık ortalama sıcaklıkları sırasıyla 26 ve 22 °C ile en yüksek ve en düşük sıcaklıklara sahip yöreler olarak öne çıkmaktadır (Şekil 4.1 ve 4.2).



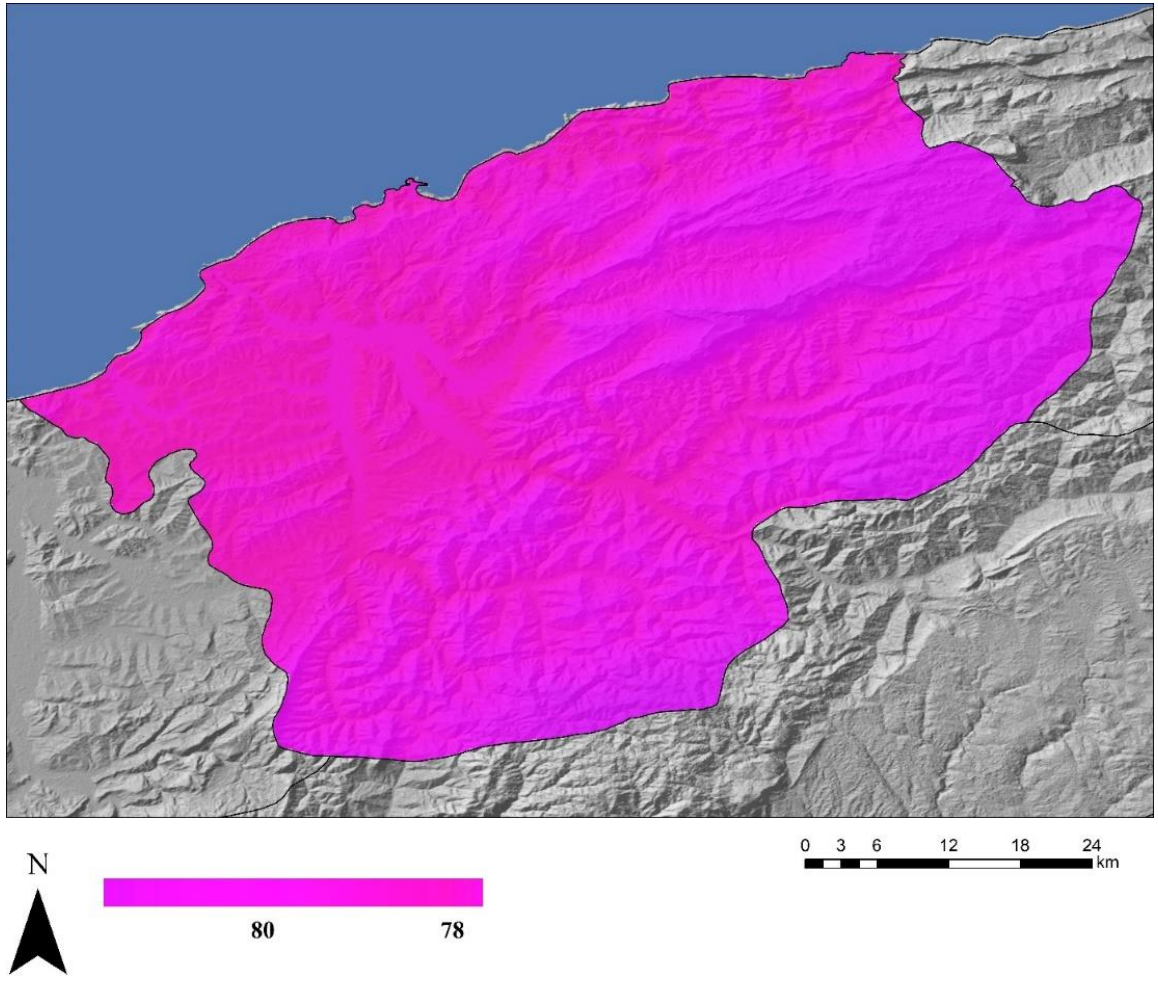
Şekil 4. 1: Yıllık hava sıcaklık değerleri



Şekil 4. 2: Aylık hava sıcaklığı değerleri

Bartın'ın birikmiş ortalama yıllık yağış miktarı 1.268 mm olarak kaydedilmiştir. Şehirdeki yağışların konsantrasyonu ve dağılımı düzensizdir. En düşük yağış değerleri Haziran'dan Eylül'e kadar gözlenmiştir. Ancak yağışlar Ocak'tan Mayıs'a ve Ekim'den Aralık'a kadar artmıştır. Kentin güneyinde yer alan mikro bölge, 1.361 mm ile en yüksek yıllık yağış miktarını göstermiştir. Yıl boyunca hava sıcaklığı ve yağıştaki bu değişimler, Bartın'daki ormanların büyümesi ve verimliliği üzerinde etkili olabilir, çünkü ekonomik faaliyetler arasında ormanlar, iklim değişikliğine karşı en savunmasız olanlardır.

Şekil 4.3'de gösterildiği gibi, mikro bölgeler su dengesi bileşenlerinde ve nem indeksinde farklı modeller sergilemektedir. Bartın'ın yıllık potansiyel evapotranspirasyonu 1.005,41 mm ($\pm 51,10$ mm) olarak ölçülmüştür. Her ikisi de kentin batısında yer alan Bartın mikro bölgeleri, en yüksek yıllık potansiyel evapotranspirasyon değerlerine sahiptir.



Şekil 4. 3: Bartın Genel Nemi

Bartın'ın doğusunda yer alan Ulus, kentsel şehirdeki yıllık potansiyel evapotranspirasyon ortalamasının altında olan 997 mm'nin üzerinde değerlere sahiptir. Kuzeybatıda yer alan mikro bölgeler, artışları radyasyon dengesindeki artış, sıfat etkisi, hava sıcaklığı ve bağıl nemdeki azalma ile ilişkili olduğundan, en yüksek evapotranspirasyon potansiyeline sahiptir.

Bartın'ın su fazlası yıllık ortalama 123,7 mm ($\pm 110,93$ mm) değer göstermiştir. Bartın, su fazlasında en yüksek varyasyona sahiptir. Bartın'ın hem kuzeyde hem de doğuda yer alan mikrobölgeleri, su fazlası sonuçlarının normal dağılımını göstermiştir. Mikro bölgelerde yıllar arası fazla su dağılımı modeli benzerdir.

Bartın, su fazlasını Bartın için ortalama yıllık değer in altında vermiştir. Mikrobölgeler arasında ortalama yıllık su fazlası 318,06 mm ($\pm 30,9$ mm) ile en yüksek, Bartın 12,04 mm

($\pm 12,50$ mm) değeriyle en düşük su fazlası vermiştir. Amasra'nın Arit, Hasankadı, Kozcağız, Kurucaşile, Ulus, Ulus Çubukeli, Ulus Ceyüpler Köyü (alınan ölçüm noktası) dahil olmak üzere Bartın'da yapılan ölçümler, tüm yılda 331 mm'nin üzerinde olan en yüksek su fazlası değerlerini vermiştir.

Ancak Bartın, en yüksek su açığına ve sonuçlarda değişkenliğe sahiptir. Bölgenin iki ilçesi Amasra ve Kurucaşile, kent içi en yüksek su açığı değerlerini vermiştir. Ek sulama, kuraklık dönemlerinde kullanımı verimlilik kayıplarını en aza indirdiğinden, kentsel şehrin en kurak mikro bölgelerindeki ormanların istikrarı ve üretkenliği için bir strateji olabilir.

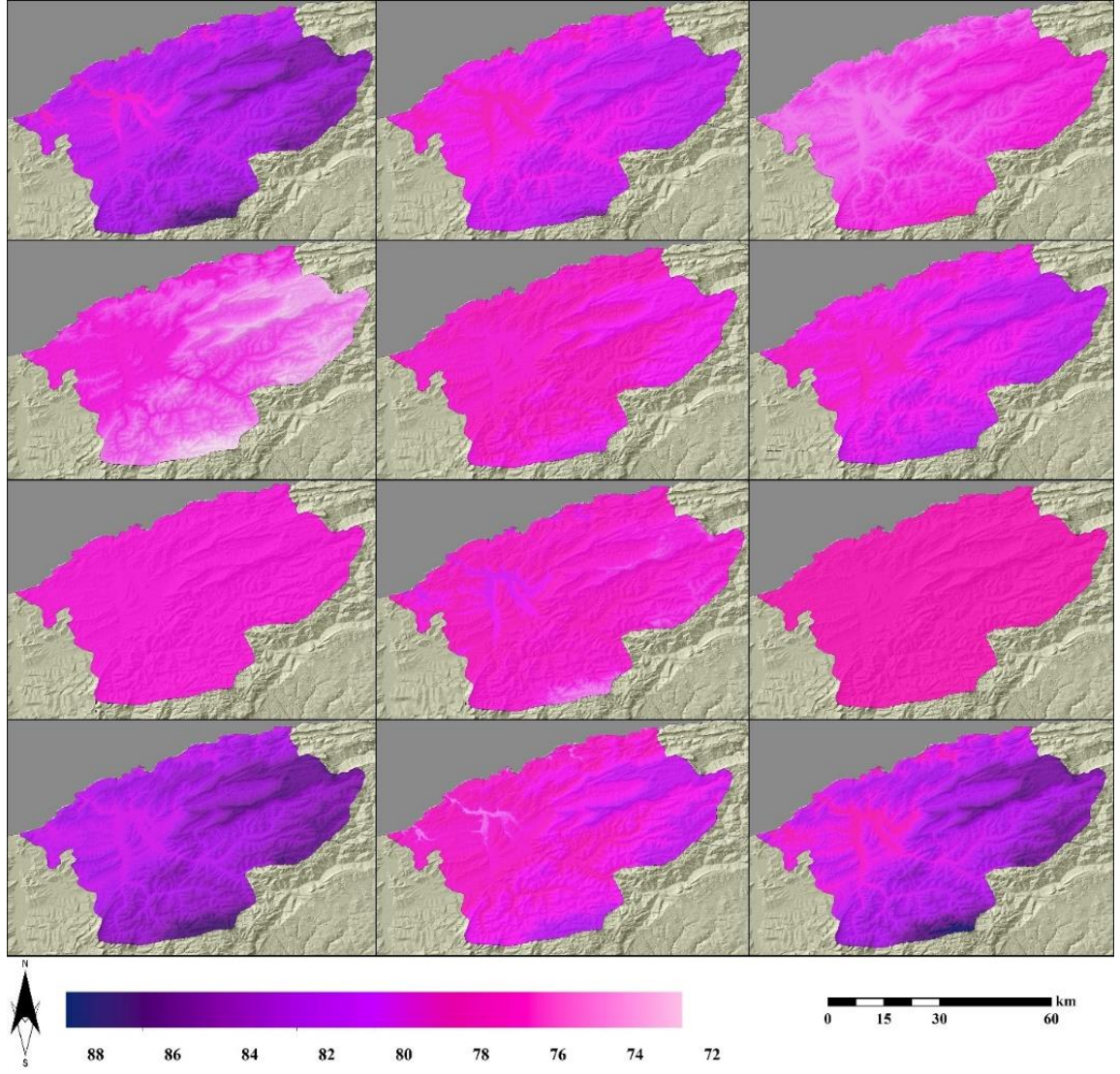
Nem indeksi (Ih), Şekil 4.4'de gösterildiği gibi, ortalama olarak 14,83 ($\pm 10,46$) vermiştir. En düşük Ih'yi -10,78 ($\pm 7,32$) değeriyle Bartın, en yüksek Ih değeri ise Amasra mikro bölgesinde göstermiştir. 29,15 ($\pm 3,54$), mikro bölgelerde su açığı ve su fazlası ile bir ilişki göstermektedir. Kurucaşile ve Amasra'dan alınan Ih sonuçları normal dağılım göstermiş, fazla bir değişiklik göstermemiştir. Arit, Hasankadı, Kozcağız, Ulus, Ulus Çubukeli ve Ulus Ceyüpler Koyu ise en yüksek varyasyonu göstermiştir.

Bartın'da ortalama yıllık su fazlası 123,7 mm ($\pm 123,1$ mm) idi. Kentsel şehirde Ocak-Temmuz ve Eylül-Aralık ayları arasında su fazlası gözlenmiştir. En yüksek su fazlası 41,6 mm değerle Ocak ayında gözlenmiştir. Bartın'da su açığı 73,95 mm ($\pm 76,17$ mm) olmuştur. Bartın'da en yüksek su açığı Mayıs-Kasım aylarında görülmüştür. Ağustos, 14 mm su açığıyla şehirdeki en kurak ay olmuştur.

Amasra, ulus, mikro bölge yıllık ortalama 79,53 mm ($\pm 14,2$ mm) su fazlası ve 130,3 mm ($\pm 27,7$ mm) yıllık ortalama su açığı göstermiştir. Bartın, Arit, Hasankadı, Kozcağız mikrobölgesi yerleşimleri arasında en yüksek su fazlasını vermiştir. Ulus ölçümleri mikrobölgede en yüksek su açığını göstermiştir.

Bartın mikro bölgesinde yıllık ortalama su fazlası 161,5 mm ($\pm 85,5$ mm) ve açığı 170,7 mm ($\pm 35,6$ mm) olarak gözlenmiştir. Amasra ve Ulus yöreleri, mikrobölgede en yüksek su fazlası değerlerini sergilemiştir. Arit mevki Ulus mikrobölgesinde en yüksek ortalama yıllık su açığına sahiptir.

Bartın mikro bölgesinde yıllık ortalama su fazlası 12,04 mm ($\pm 12,5$ mm), ortalama yıllık su açığı ise 182,77 mm ($\pm 133,1$ mm) olup, Şubat-Aralık ayları arasında dağılım göstermektedir. Bu mikro bölge dokuz aydan fazla su açığı yaşamaktadır. Bu mikro bölgenin lokaliteleri arasında Ulus en yüksek su fazlasını verirken, Kurucaşile, Amasra ve Ulus su fazlası ve açığında aynı varyasyona sahiptir.



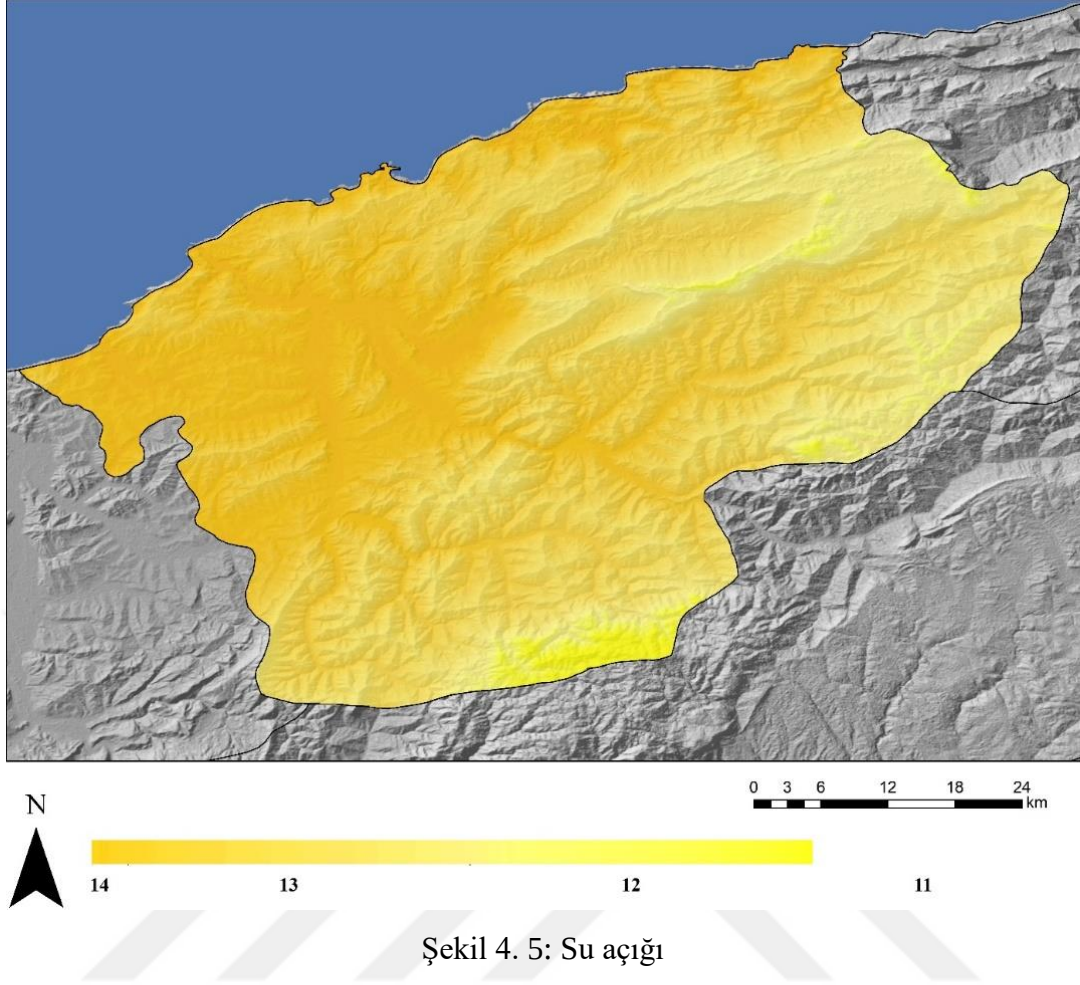
Şekil 4. 4: Bartın Nem indeksi

Bartın mikrobölgesi, Temmuz-Kasım ayları arasında dağılım gösteren, Eylül ayı dışında kalan ve su açığının %26'sını temsil eden yıllık ortalama 61,45 mm ($\pm 19,76$) su açığı vermiştir (Şekil 4.5). Kurucaşile mevkii 119 mm/yıl değeri ile mikrobölge içinde en yüksek su açığına sahiptir. Ulus, Amasra ve Kurucaşile mikrobölgede en düşük su açığı değerlerini sergilerken, en yüksek su fazlası ile öne çıkmıştır.

Bartın mikrobölgesinde yıllık ortalama su fazlası 293,1 mm ($\pm 17,2$ mm) ve yıllık ortalama su açığı 98,4 mm ($\pm 29,3$ mm) olup, en yüksek konsantrasyon Temmuz'dan Ekim'e kadardır. Ulus ve Amasra yöreleri, Kurucaşile ve Arıt'ta da gözlemlendiği gibi benzer su fazlası ve açığı değerleri göstermiştir. Ulus mikro bölgesinde en yüksek su fazlası Amasra'da, yıllık ortalama su açığı en yüksek ise Kurucaşile'dedir.

Bartın mikrobölgesi yıllık ortalama 308,06 mm ($\pm 39,2$ mm) su fazlası ve 134,2 mm ($\pm 17,4$ mm) yıllık ortalama su açığı göstermiştir. Amasra yöresinde su açığı en yüksek olan bölgedir. Ulus, bu mikro bölgede en yüksek su fazlasını vermiştir. Ayrıca, bu mikro bölge aynı anda hem yüksek su açığına hem de fazlasına sahiptir.

Bartın mikrobölgesi, diğer mikrobölgelere kıyasla nispeten düşük bir su açığına sahiptir ve Ağustos'tan Ekim'e kadar yoğunlaşan yıllık ortalama 16,9 mm ($\pm 10,2$ mm) değere sahiptir. Arıt mikro bölgesinin ortalama yıllık su fazlası 176,37 mm (± 98 mm) idi. Ulus mevki, 2,76 mm'lik düşük su açığının yanı sıra, bu mikro bölgenin yerleşim yerleri arasında en yüksek su fazlasını göstermiştir. Bölgedeki su fazlası indeksi, Amasra'da her iki bölge arasında 179 mm'lik bir farkla bulundu ve bu mikro bölgenin lokaliteleri arasında su fazlasında yüksek bir değişiklik olduğunu göstermektedir. Diğer yörelere göre oldukça farklılık gösteren 35,87 mm değeri ile Bartın en yüksek ve en iyi dağılan su açığını göstermiştir.



Bartın mikrobölgesi 15 ilçe ölçüsüne sahiptir ve diğer mikrobölgeler arasında bölgesel genişleme bakımından en büyüğüdür. Amasra yöresi, su fazlası bakımından en fazla yağış alan yöredir. Bu mikro bölge, yıllık ortalama 179,22 mm ($\pm 111,3$ mm) ile yüksek su fazlası değerlerine sahip olmasıyla öne çıkmıştır. Kurucaşile en yüksek su açığını verirken, Ulus en düşük değerleri göstermiştir ve bu bölge ortalama 8,21 mm ($\pm 8,21$ mm) su açığı vermiştir. (Şekil 4.6)

Bartın mikrobölgesi 14,36 mm/yıl (± 16 mm) su açığı değeri göstermiştir. Ulus'un ölçümleri, değerlerin toplamının %37'sini temsil eden bölge lokaliteleri arasında en yüksek su açığına sahiptir. Bu mikro bölgenin yıllık ortalama su fazlası 98,7 mm ($\pm 95,73$ mm)'dir. Bölge lokaliteleri arasında Amasra, Ocak-Haziran ve Ekim-Aralık ayları arasında iyi bir dağılım gösteren, yıllık ortalama değerinin 285 mm'yi geçmesiyle öne çıkmıştır.

Ulus mikrobölgesi yıllık ortalama 397,78 mm ($\pm 57,5$ mm) su fazlası vermiştir. Amasra'nın ölçümleri bölgesel ortalamanın 54 mm üzerindedir. Ulus ve Kurucaşile aynı su fazlasını vermiştir. Ancak bu bölgede en yüksek su açığını Amasra vermiştir.

Bartın mikrobölgesinde yıllık ortalama su açığı 91,5 mm ($\pm 28,9$ mm), su fazlası ise 197 mm'dir. En yüksek ve en düşük ortalama yıllık su fazlası değerleri sırasıyla Amasra ve Ulus'ta gözlenmiştir. Ayrıca en yüksek ve en düşük su açığı değerleri sırasıyla Kurucaşile ve Arıt'ta bulunmuştur.

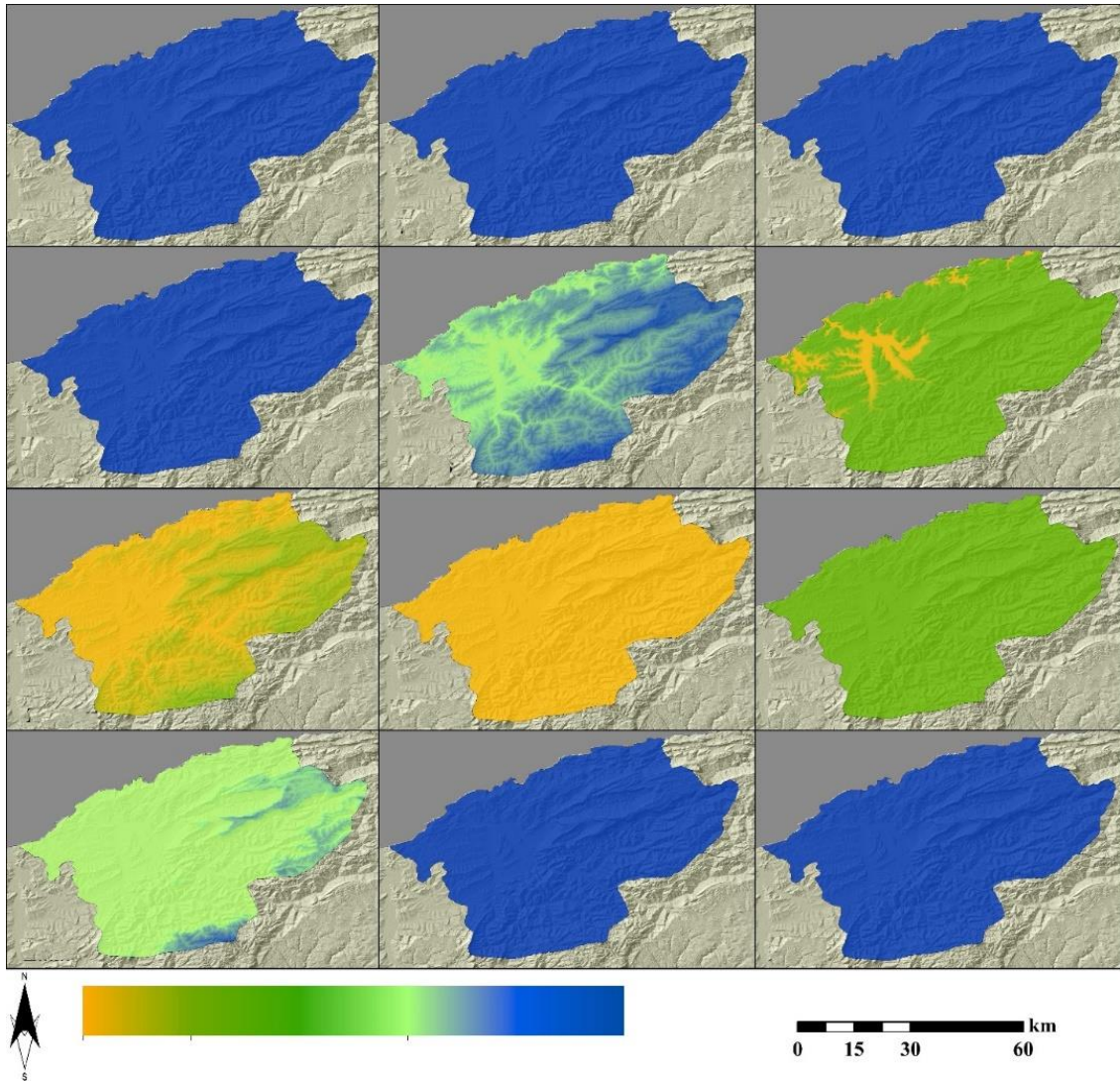
Bartın, su açığı ve fazlasında yüksek bir mekansal varyasyona sahiptir. Su fazlasındaki artış, Bartın'ın batısından doğusuna doğru gerçekleşmiş olup, en yüksek su fazlası değerleri kentin güneyi ve kuzeyinde yoğunlaşmıştır. Batıda yer alan Amasra mikrobölgesi en düşük su fazlası değerlerine sahipken, kuzey Amasra ve güney Ulus bölgeleri en yüksek değerleri göstermiştir.

Yağış, su dengesini doğrudan etkiler. Rolland 2003, Yang 2002, Pejman vd., 2009 ve Portmann ve diğerleri (2009), mekansal ve mevsimsel yağış değişikliklerini analiz ettiler. Kuzeyden gelen kıtasal ekvatorial hava kütesinin ve doğudan gelen tropik hava kütesinin, özellikle de güney bölgesinin tamamındaki etkileri nedeniyle, yağışın kuzey ve güneybatı kentsel kentte daha sık meydana geldiğini bulmuşlardır. Ayrıca bölgede meydana gelen orografik yağışlar da mevcuttur.

Bartın mikro bölgelerinde su açığındaki artış, enlem ile su açığı arasındaki güçlü negatif korelasyonda gösterildiği gibi güney-kuzeybatı doğrultusunda meydana gelmiştir. En yüksek su açığı değerleri enlem azaldıkça gözlenmiştir. Ulus mikro bölgesi güney en düşük su açığını gösterirken, Bartın batısı en yüksek su açığı değerlerine sahiptir.

Nem indeksine (Ih) göre, Bartın şehrinde üç iklim tipi sunulmaktadır, nemli, nemli yarı nemli ve kuru yarı nemli Thornthwaite ve Mather 1955; Kumar vd., 1987; Almorox vd., 2015; Leao 2017). Nemli yarı nemli indeks, tüm yerleşim yerlerinin %48,4'ünü kapsayarak kentsel şehirde daha yaygınken, kuru yarı nemli indeks kentsel şehrin yalnızca %7,8'ini kaplayarak en düşük varlığa sahiptir. Bartın'ın batısında yer alan Ulus mikrobölgesi kuru yarı nemli olarak sınıflandırılarak en yüksek su açığı değerini göstermiştir. Kurucaşile ve Amasra gibi su fazlası değerlerinin en yüksek olduğu mikrobölgeler nemli olarak

sınıflandırılmıştır.



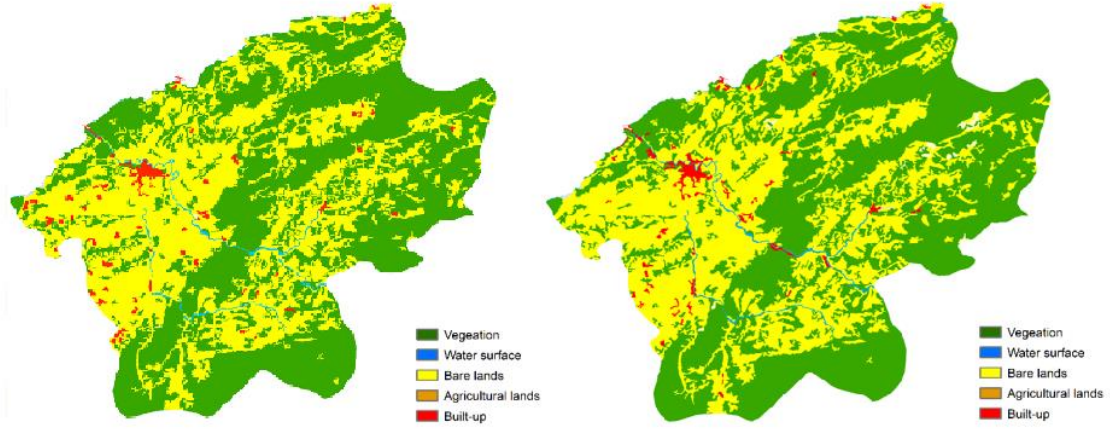
Şekil 4. 6: Bartın iklimsel konfor bölgesi

Bartın ilinde bulunan Amasra'nın ölçümleri nemli iklim tipine sahip olarak sınıflandırılmıştır. Bu ölçümler, sırasıyla 595,41 mm ve 123,43 mm yıllık ortalama su fazlası ve açığı değerlerine sahiptir. Bu endeksler, topoğrafyanın iklim unsurlarını doğrudan etkilediği ve sonuç olarak bölgesel kentsel, çevresel ve ormancılık faaliyetlerinin planlamasına müdahale ettiği orta ölçekli veya topo ölçekli çalışmalarda yararlı olabilir.

Bölgesel iklim bilgisi, daha iyi orman planlaması ve yönetimine ek olarak, sürdürülebilir ve daha karlı sistemlerle sonuçlanır. Meteoroloji istasyonlarının kullanımı gibi akıllı orman uygulamalarının tanıtılması, orman iklim bölgelerindeki değişikliklerle başa çıkmak için iyi bir yöntemdir.

4.2. İklimin Arazi Kullanımı/Örtüsü Üzerindeki Etkileri: Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Arazi Kullanımında İklim Arazi Örtüsü, Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST), Normalleştirilmiş Fark Yerleşik İndeksi (NDBI), Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Bartın merkez ilçesindeki arazi kullanımı, su yüzeyi, bitki örtüsü, çıplak araziler, tarım arazileri ve yapılaşma olmak üzere beş kategoriye ayrılmıştır. Şekil 4.7, 1990 ve 2021 yıllarında Bartın'daki arazi kullanımının mekânsal dağılımını göstermektedir.



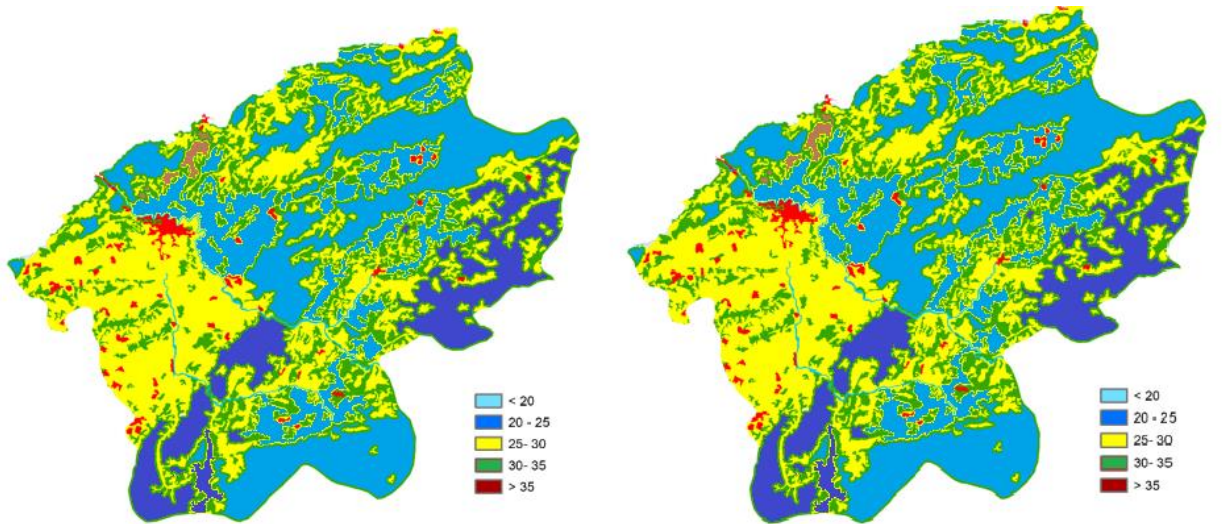
Şekil 4. 7: LULC'nin 1990 ve 2021'deki mekansal dağılımı.

Aşağıdaki Tablo 4.1, LULC'yi ve değişiklik statüsünü göstermektedir. (-) eksi işareti bir önceki döneme göre azaldığını, (+) artı işareti ise tersini göstermektedir.

Tablo 4 1: Bartın LULC (Arazi Kullanım/Örtüsü) ve değişim istatistik değerleri

Arazi tipi	Yıl1990		Yıl 2021		1990 ve 2021 dönemindeki değişim	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Su yüzeyi	534.3	0.68	576.72	0.69	+42.42	+0.01
Yerleşim	1674.98	1.29	5657.34	6.92	+3982.36	+5.63
Bitki örtüsü	67643.45	56.34	54754.12	51.93	-12889.33	-4.41
Tarım arazileri	12435.23	14.34	11534.43	15.23	-900.8	+0.89
Sade topraklar	31345.25	27.35	28493.10	25.23	-2852.15	-2.12
Toplam	113633.2	100	101015.7	100		

Analiz sonuçları, 1990-2021 yılları arasında meskûn alanların %5,63 oranında, 1674,98 hektardan 5657,34 hektara yükseldiğini gösteriyor. Ancak çıplak araziler ve bitki örtüsü azaldı. Arazi kullanım haritaları, kentsel bölgelerdeki mekânsal değişimi temel bilgilerle sunuyor. 1990'lı yıllarda tek veya iki katlı bahçeli binalar ağırlıklı olarak tarım arazilerine çok yakın konumlanıyordu. Ancak 2000'li yıllardan sonra çok katlı yapılaşma oranı arttı ve kent merkezi tarım alanlarından mekânsal olarak ayrıldı. Şekil 4.8'de görüldüğü gibi yapılaşma alanı 1990-2021 yılları arasında mekânsal olarak Bartın'ın doğusuna doğru genişlemiştir. Kentte tarım arazilerinin sayısı artsa da bu, dolaylı olarak bitki örtüsünün azalmasına yol açmıştır. Bitki örtüsündeki azalmanın birincil nedeni, yeşil alanların yeni tarım alanları açmak için tahrip edilmesidir. Diğer bir sebep ise yoğun bitki örtüsü çevresindeki yayla yerleşimlerdeki artıştır. Özellikle yaz aylarındaki yüksek sıcaklıklar nedeniyle kent nüfusunun önemli bir bölümü Mayıs ve Ekim ayları arasında havanın kent merkezine göre daha serin olduğu dağlardaki yayla yerleşimlerinde yaşamaktadır. Bartın'ın güneyindeki dağlarda bitki örtüsü ile uyumlu çok sayıda yayla yerleşimi bulunmaktadır. Bu nedenle, bu tür yerleşimlerde artan nüfus, dağların zengin ve eşsiz bitki örtüsünü yok etmiştir. Şekil 3, çalışma alanının 1990 ve 2021 LST haritalarını gösteriyor. Şekilde görüldüğü gibi, 1990'larda Bartın'ın güney kesiminde ortalama sıcaklık 20-25°C idi; 2021'de bu bölgede 30-35°C'ye yükseldi. Benzer şekilde kentsel yerleşimlerin LST değerlerinde de ciddi bir artış yaşanmıştır.



Şekil 4. 8: 1990 ve 2021 yılları için LST haritaları

Tablo 4.2, LST değerlerinin istatistiksel bir özetini göstermektedir. Genel olarak çalışma

alanının maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinde 30 yıl boyunca bir artış olmuştur. Ortalama sıcaklık 25,72°C'den 27,00°C'ye yükselmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular diğer çalışmalarla benzer sonuçlar göstermektedir (Scott ve Lemieux 2009; Lise ve Tol 2002; Lin ve Matzarakis 2008; Zhong ve Chen 2019; De Freitas 2003).

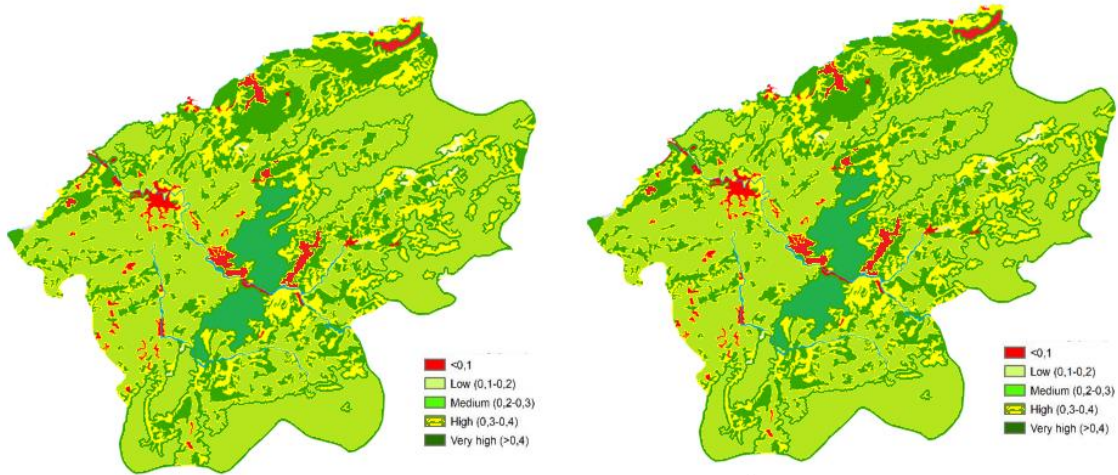
Tablo 4 2: Bartın İli için Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) Değerlerine İlişkin istatistik değerleri

	Min	Max	Ortalama	Standart sapma
1990	18.29	43.48	40.03	0.40
2021	18.80	48.34	42.97	0.42

Normalleştirilmiş fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), bitki örtüsünü tanımlar ve izler. Çeşitli çalışmalar ayrıca NDVI'nın Kentsel Isı Adası (KHI) üzerindeki etkilerini de araştırmaktadır (Zhong ve Chen 2019; De Freitas 2003; Clements ve Georgiou 1998; Scott ve Lemieux 2009; Fletcher ve Morakabati 2008). Genellikle 0,1 ile 0,75 arasındaki değerler bitki örtüsünü gösterir.

NDVI haritaları Şekil 4.9'te gösterilmektedir. En düşük değerler çıplak arazileri ve binaları gösterir. Ancak Scott ve McBoyle (2001), De Freitas (2003, 2005), Berrittella vd., (2006), Lin ve Matzarakis (2008), Scott ve Lemieux (2009) tarafından vurgulandığı gibi, NDVI değerlerini kullanarak çıplak araziler ile yapılaşma alanlarını ayırt etmek zordur. 0.1'in üzerindeki NDVI değeri, bitki örtüsüne karşılık gelir. Benzer şekilde bu çalışmada da NDVI değerleri düşük (0,1 - 0,2), orta (0,2 - 0,3), yüksek (0,3-0,4) ve çok yüksek (0,4-...) olarak kategorize edilmiştir.

Şekil 4.9'te gösterildiği gibi, en sert değişiklikler esas olarak üç bölgede meydana gelmiştir. İlk bölge, Bartın şehir merkezinde NDVI değerlerinin önemli ölçüde düştüğü alandır. Kuzeydeki tarım arazileri ile güneydeki yayla yerleşimlerindeki değişim de belirgindir. Özellikle zengin bitki örtüsüne sahip olan dağlardaki yayla yerleşimleri, çalışma alanı genelinde bitki örtüsünün azalmasına neden olmuştur.



Şekil 4. 9: 1990 ve 2021 NDVI yoğunluk haritası

Tablo 4.3, 1990 ve 2021'deki NDVI yoğunluk sınıflarını göstermektedir ve Tablo 4.4, NDVI değerlerinin istatistiksel bir özetini vermektedir. Tablo 4.4'te gösterildiği gibi, düşük, orta ve yüksek yoğunluklu sınıflarda düşüşler olurken, yapılaşma alanlarında çok yüksek bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 4 3: 1990 ile 2021 yılları arasındaki NDVI yoğunluk sınıfları

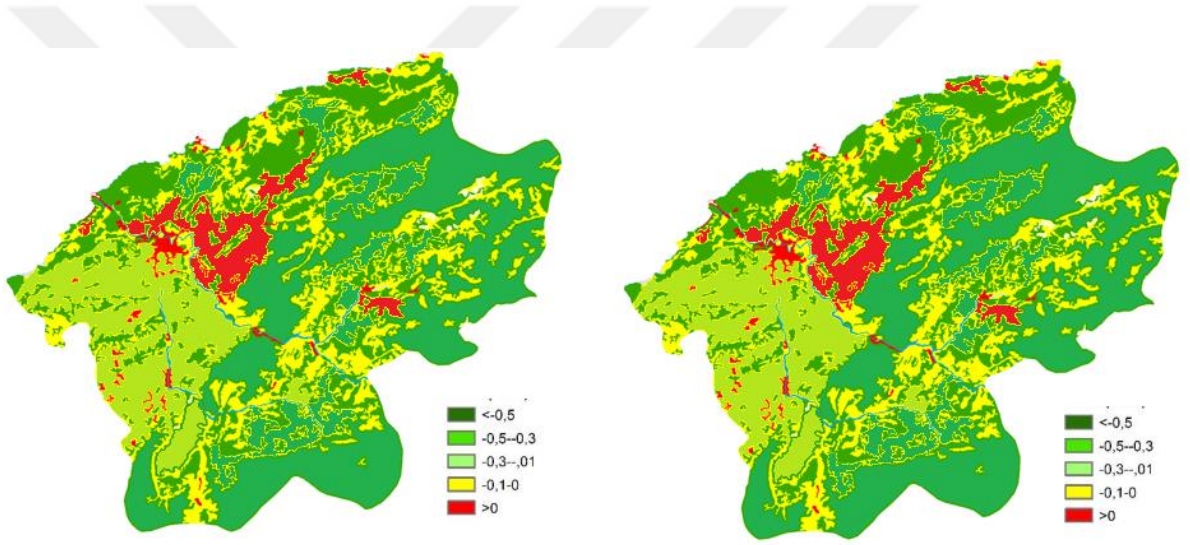
	Yıl 1990		Yıl 2021		1990 yılından 2021 yılına kadar	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
<0.1	1895.37	2.31	3895.23	6.65	+1999.86	+4.34
Düşük (0.1-0.2)	213476.23	26.47	19867.24	24.49	-193609	-1.98
Orta (0.2-0.3)	21345.35	24.36	19856.29	23.47	-1489.06	-0.89
Yüksek (0.3-0.4)	29765.12	33.44	30345.23	32.12	+580.11	-1.32
Çok Yüksek	17345.23	13.42	17312.96	13.27	-32.27	-0.15

(>0.4)						
Toplam	17345.23	100	17312.96	100		

Tablo 4 4: Bartın İli için NDVI değerlerinin istatistik değerleri

	Min	Max	Ortalama	Standart sapma
1990	-0.36	0.58	0.07	0.11
2021	-0.23	0.72	1.13	0.16

NDBI, yerleşim alanlarının diğer arazi kullanımlarından ve arazi örtüsünden ayırt edilmesine yardımcı olduğu için birçok çalışmada uygulanmıştır. NDBI yoğunluk haritaları Şekil 4.10'te verilmiş ve istatistiksel veriler Tablo 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 10: 1990 ve 2021'de NDBI yoğunluk haritası.

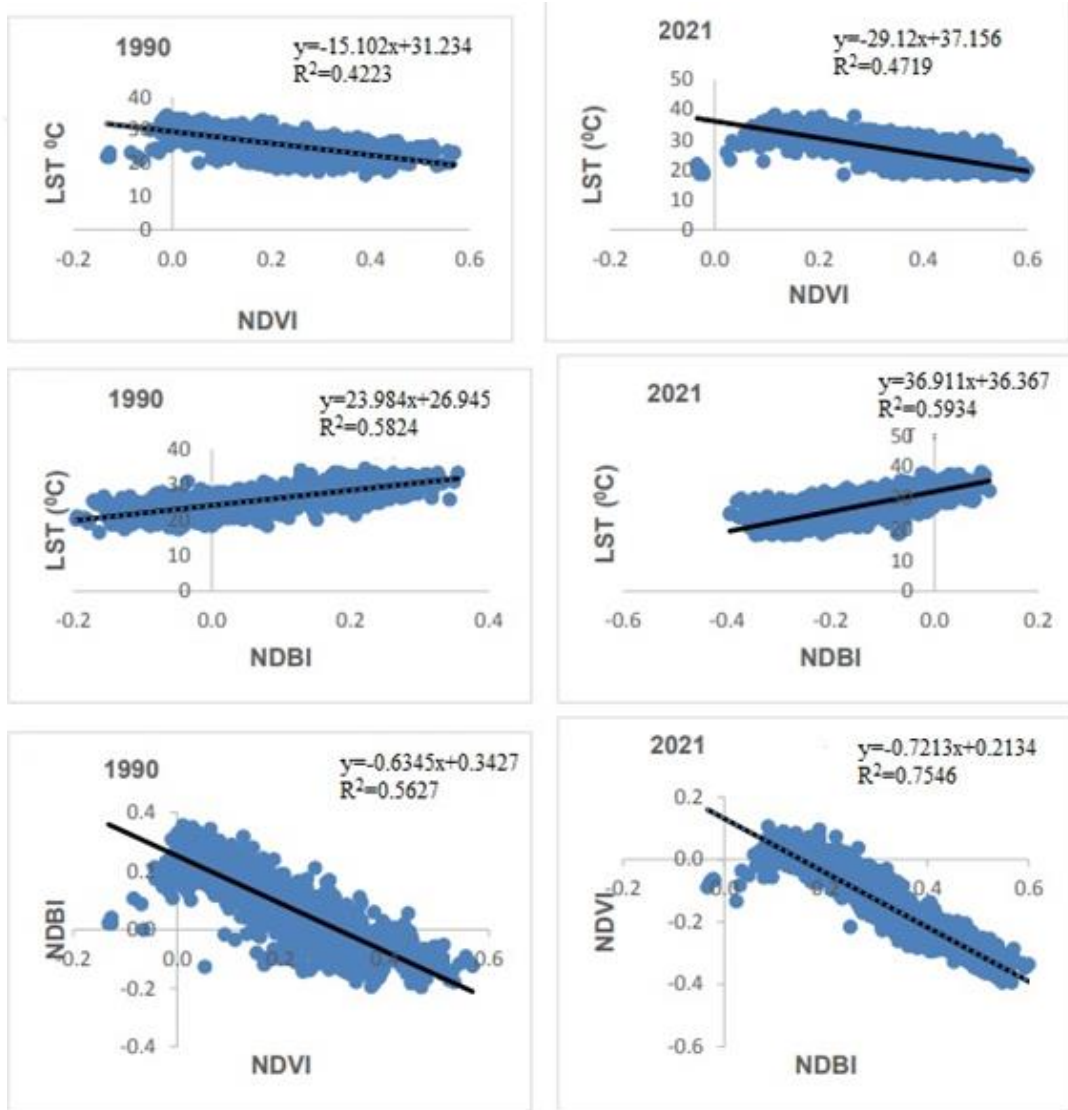
Tablo 4 5: Bartın İli için NDBI değerlerinin istatistik değerleri

	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma
1990	-0.32	0.61	0.01	0.15
2021	-0.48	0.42	-0.27	0.18

Negatif NDBI değerleri bitki örtüsüne, küçük pozitif değerler çıplak arazilere ve önemli pozitif değerler yerleşim alanlarına karşılık gelir. Ancak meskeni gösteren NDBI değerleri

bazı çalışmalarda farklılık göstermektedir (Zhong ve Chen 2019; Lin ve Matzarakis 2008; Lise ve Tol 2002; Scott ve Lemieux 2009; De Freitas 2003). 1990 yılı için yerleşim yerlerini temsil eden NDBI değeri 0,07 iken, 2021 yılında bu değer 0,16'ya yükselmiştir.

LST ile NDVI, LST ile NDBI, NDBI ile NDVI arasındaki korelasyonlar Şekil 4.11'da gösterilmektedir ve değer matrisi aşağıdaki Tablo 4.6'de sunulmaktadır. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi, 1990 ile 2021 yılları arasında NDVI ve LST değerleri arasında negatif bir ilişki vardır.



Şekil 4. 11: LST ile NDVI, LST ile NDBI ve NDVI ile NDBI arasındaki ilişki

Tablo 4 6: Parametrelerin korelasyon matrisi

	1990				2021		
	LST	NDVI	NDBİ		LST	NDVI	NDBİ
LST	1	-0.3225	0.3523		1	-0.33.45	0.3843
NDVI	-0.4235	1	-0.4623		-0.4823	1	-0.4923
NDBİ	0.7223	-0.8323	1		0.7012	-0.7123	1

4.3. Orman Mikro İklimi ve Kentsel Mikro İklim Değişikliğinin ve Bunun İnsan Sağlığına Etkisinin Değerlendirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Temelli Yaklaşımı

Kentleşme, kentsel alanın her yerinde gerçekleşmekte olup, özellikle tarım arazilerinin yerini karışık yapılı arazilerin almasıyla birlikte, bitki örtüsü kentte neredeyse yok olmaktadır. Landsat 7 ve 8 görüntüleri, 2000 ve 2020 yıllarına ait NDVI değişim matrisini çalışma alanı için analiz etmek ve genelleştirmek için kullanılmıştır. NDVI görüntüleri daha sonra, şehirdeki bitki örtüsü yoğunluğunu temsil eden NDVI değerine dayalı olarak beş sınıfa yeniden sınıflandırılmıştır. Sonuçlar, 2000 yılının 2020'ye kıyasla daha yüksek NDVI değerlerine sahip olduğu sonucuna varmıştır. NDVI'nin daha yüksek değerleri şehirdeki K, KD ve GB bölgelerinde ve şehrin bir bölümünde gözlemlenirken, en düşük NDVI değerleri merkezi meskûn bölgelerde bulunmaktadır. Şehir içinde, 2000 yılında -0,29 ile 0,59 arasında değişen NDVI değerleri tespit edilirken, 2020 yılı için NDVI değerleri -0,26 ile 0,49 arasında değişen bir düşüş göstermiştir. Kentin bitki örtüsü deseni, yüksek NDVI değerlerine sahip bölgelerin bitki örtüsü ve tarımın hakim olduğunu göstermektedir. En düşük NDVI değerlerinin bulunduğu alanlar ise yüksek yapılaşmanın hakim olduğu bölgelerdir.

2000 ve 2020 görüntülerinin NDVI değerleri karşılaştırıldığında en büyük değişiklikler en düşük ve çok yüksek kategorilerinde gözlemlenmiştir. 2020 yılında çok yüksek NDVI değerlerine sahip alanlar yüzde 70,87 azalırken, düşük NDVI yoğunluğuna sahip alanlar aynı yıl yüzde 41,47 oranında artmıştır, bu da bu dönemde çalışma alanında belirgin bir bitki örtüsü kaybına işaret etmektedir. NDVI değerlerinin çok yüksek kategorisindeki azalma, şehirdeki bitki örtüsü ve tarım arazileri olan alanlara yayılan yapılaşma alanlarının artmasının bir sonucudur. NDVI analizi, şehir içindeki bitki örtüsü oranının küçüldüğünü ve

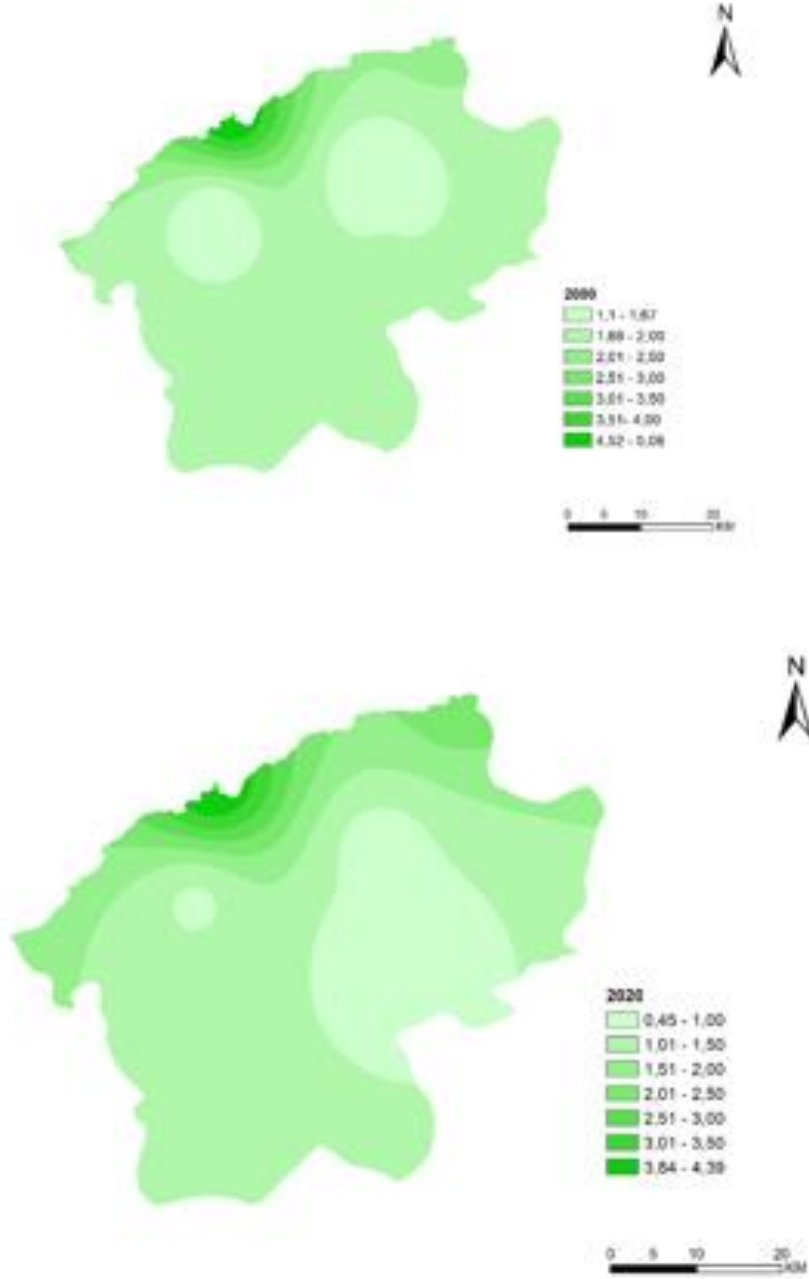
bu durumun buharlaşmalı soğutmada azalmaya ve artan yüzey sıcaklığına yol açtığını açıkça göstermektedir.

Artan kara yüzeyi sıcaklığının arkasındaki en önemli değişkenlerden biri şehirdeki yapılaşma yüzeylerindeki artış olduğundan, şehir içindeki herhangi bir değişikliği belgelemek için 2000 ve 2020 için NDBI hesaplanmıştır. NDBI'nin daha yüksek değerleri daha yüksek yapılaşma yoğunluğunu gösterir. Sonuçlar, 2000-2020 yılları arasında yapılaşma yoğunluğunda olumlu değişiklikler gözlemlendiğini ortaya koymuştur. 2000 yılında -0,46'dan 0,22'ye kaydedilen NDBI değerleri, 2020'de -0,57'den 0,36'ya yükseldi. Sonuç, 2000'den 2020'ye geçen yıllarda yerleşim alanında dikkate değer bir artış olduğunu göstermektedir.

2000 yılında, şehrin en eski bölgesi olan daha yoğun yerleşim bölgeleri ve daha yüksek kentsel hizmetlerin ve altyapı tesislerinin bulunduğu yerlerde daha yüksek NDBI değerleri bulunmaktadır. Ayrıca, 2020'de, daha yüksek NDBI değerleri, şehrin doğu, kuzey ve güneybatı kısımlarındaki uç köşeler dışında şehir genelinde iyi bir şekilde dağılmıştır, bu da şehirdeki yerleşik yapıların alanının merkezi bölgelerden uzaklaştığını göstermektedir. 2020'de neredeyse tüm şehri kaplayan yüksek NDBI değerlerine sahip alanlarda şehirde bulunan boş arazilerin de SWIR bölgesinde daha yüksek yansımaları nedeniyle yüksek NDBI değerleri kaydettiği not edilmelidir. Şehir içindeki boş araziler, apartman ve diğer yerleşim birimlerinin inşası için tarım ve yeşil alanları istila niteliğindedir, bu nedenle NDBI değerinin artmasına katkısı da önemlidir.

Bartın şehrinde 2000 ve 2020 yılları arasındaki LST, ETM/OLI (TIRS) verilerinden elde edilmiş ve bunların uzay-zamansal modeli daha fazla analiz edilmiştir. Bartın ilinde bulunan LST değerleri 2000 yılında 26,61 ile 35,96 arasında değişirken, 2020 yılında 26,44 ile 37,07 arasında değişmektedir. Bu aralıklar ayrıca Çok Düşükten Çok Yüksek kategorilerine gruplanmıştır. 2000 yılında Çok Düşük kategorisindeki toplam alan yüzde 8 iken, 2020'de bu oran yüzde 6'ya düşmüştür. En önemli değişiklikler Düşük ila Çok Yüksek kategorilerinde yaşanmıştır. 2000-2020 yılları arasında Düşük kategoride toplam alan yüzde 16 azalırken, Çok Yüksek kategoride toplam alan yüzde 25 artmıştır. Bu, yüksek arazi yüzey değerlerinin şehrin neredeyse tüm bölgelerine yayıldığını göstermektedir. Kentleşme uzun yıllar boyunca gerçekleştiğinden, kentin çekirdeği artan sıcaklığa eğilimlidir. 2000 yılına kıyasla en yüksek LST değerleri 2020'de gözlemlendi ve şehrin güneydoğu ve orta kesimini

kapladı, 2000 yılında olduğu gibi şehrin kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde bazı küçük yüksek sıcaklık yamaları görülmüştür. Şekil 4.12'deki şehir kesit profiline göre, meskûn alanlar ile bitki örtüsüyle kaplı alanlar arasındaki yüzey ısıma sıcaklık farkının 7 °C'ye ulaşabildiği görülmüştür.

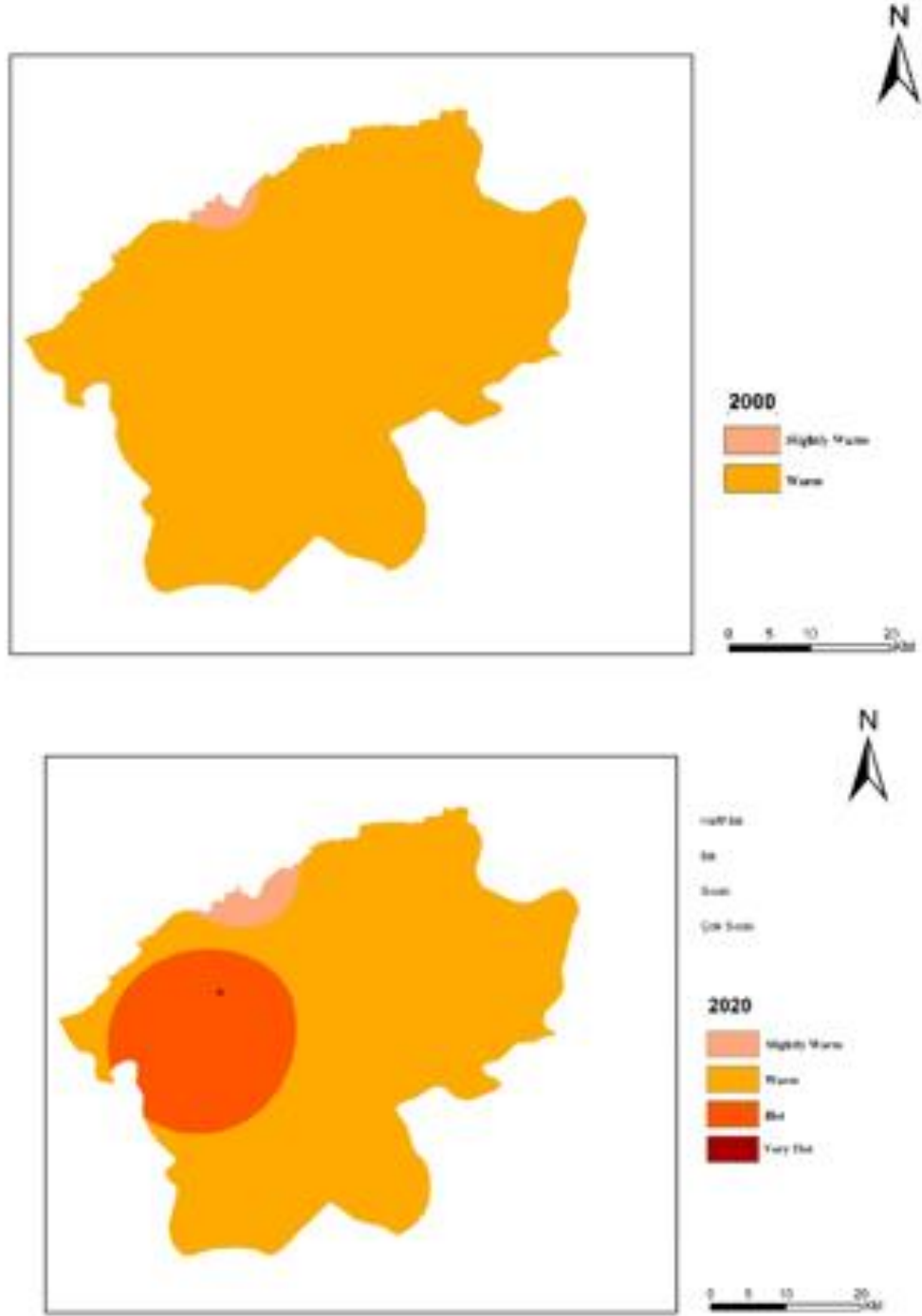


Şekil 4. 12: 2000 ve 2020 yılları için haritalama ve mekansal dağılımı

Şehirdeki yüzey sıcaklığındaki zamanla değişim, her iki yılda ortalama LST değerlerini sunan Şekil 4.12'de gösterilmiştir. ANOVA, her iki yılın sıcaklık ortalamaları arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Grup varyansları arasında her iki yılın ortalama LST değerleri kullanılırken, grup içi varyanslar ise her iki yılın LST değerlerinin alan bazlı değerlerini temsil etmektedir. İl genelinde yıllara göre arazi yüzeyi sıcaklık değişiminde ve gruplar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmektedir. Ortalama F değeri 12.844 olup, grup içi ve gruplar arası değişim miktarındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır (0.001). Bu nedenle, Şekil 3 ve ANOVA testi, iki yıl arasındaki arazi sıcaklığının önemli ölçüde farklı olduğunu ve arazi yüzey sıcaklığında önemli bir artış kaydedildiğini göstermektedir.





Şekil 4. 13: 2000 ve 2018'de LULC'nin HI ye mekansal dağılımı

Yerleşik ve bitki örtüsü alanlarının LST üzerindeki etkisini analiz etmek için NDVI, LST ve NDBI'nin alan bazında bir mekansal-zamansal analizi yapılmıştır. Faktörler arasındaki ilişkiyi hesaplamak için her alanın ortalama NDVI, NDBI ve LST değerleri kullanılır. NDVI'nin maksimum değerleri, 2000 yılında şehrin batı kesiminde 10. bölgede 0,32 olarak belirlenmiştir. 2000 yılında tarım/bitki örtüsü altındaki şehir alanının toplam yüzdesi 46,57

iken, 2020'de bu oran yüzde 27,74'e düşmüştür. Çalışma, yüksek NDVI değerleri kaydeden alanların, düşük NDVI değerli alanlara kıyasla biraz daha düşük kara yüzeyi sıcaklığına sahip olduğunu göstermektedir.

NDBI, şehrin her bir bölgesinin yapılaşma yoğunluğunu hesaplamak için kullanılmıştır. Kentin merkezi kesimleri yüksek yapılaşma yoğunluğuna sahiptir. Yoğunlukla şehrin merkezi kısmı olan Alan 20, 0,07 ile rekor düzeyde en yüksek ortalama değere sahipken, Alan 10, yani -0,21 ile 2000 yılı için en düşük NDBI değerini kaydeden alandır. Her alan için LST değerleri de analiz edilmiştir. LST için minimum değerler, NDVI, NDBI ve LST arasındaki tüm ilişki senaryolarını açıkça gösteren minimum NDVI değerinin kaydedildiği Alan 10'da belirlenmiştir.

2020 yılı, şehirdeki çeşitli gelişim faaliyetleri nedeniyle LULC'de ciddi bir değişikliğe tanıklık etmiştir. Sonuçlar, kentin toplam yeşil alanlarında bozulma olduğunu göstermektedir. NDVI'nin 2020 yılı için en yüksek ortalama değerleri (0,26) 17 numaralı alanda kaydedilmişken, en düşük ortalama değerler 14 ve 26 numaralı alanlarda, yani ticari alanın ortasında, şehirdeki ticaret alanının oluşturduğu bölgelerde gözlemlenmiştir. İlin NDBI ortalama değerlerinin en yüksek olduğu 4. bölge, şehirdeki yapılaşmanın yoğun olduğunu göstermektedir. 2000 ve 2020 yıllarında bitki örtüsü ve yapılaşma alanındaki önemli değişiklik, çalışma alanındaki hızlı kentsel büyümeyi göstermektedir. Çalışma, şehrin yerel iklimindeki büyük değişikliklerden sorumlu olan düşük NDVI bölgelerinde LST ortalama değerlerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

LST, NDVI ve NDBI arasındaki ilişki 2000 ve 2020 yılları için incelenmiştir. En yüksek NDBI değerlerinin kaydedildiği alanlarda yüksek yüzey sıcaklıkları ile yüksek NDVI değerleri arasında bir ilişki gözlemlenmiştir. Bu alanlar, diğer bölgelere kıyasla daha düşük yüzey sıcaklıklarına sahiptir ve düşük NDVI değerlerine sahip alanlara göre daha serindir. Artan sıcaklık, iklim değişikliğine bağlı olarak insan sağlığını ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir (Tan vd., 2010; Zeren Çetin, 2019; Adigüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adigüzel, 2023; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartin, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zeren Cetin vd., 2023a,b). Bu çalışmada, artan sıcaklığın insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla istatistiksel bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu hipotezi test etmek için uydu verileri kullanılmıştır.

Bartın ilindeki uyku yoksunluğunun mekansal analizi Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Toplam alanın yüzde 45,49'unu oluşturan toplam 17 alan, Yüksek uyku yoksunluğu kategorisine aittir. Orta kategorideki Uykudan Yoksun, toplam alanın yüzde 35'ini oluşturan 13 alanı içerir. Şehirde uykudan mahrum kalan nüfusun düşük yüzdesi 7 bölgeden oluşmaktadır.

Analiz, uykudan mahrum Yüksek ila Orta kategorilerinin şehir merkezi ve çevresinde bulunduğunu göstermektedir. Orta bölgelerde ise sıcaklık artışı riskinin yüksek olduğu alanlar bulunmaktadır.

Isı stresinin mekansal analizi olarak, gece sıcaklığının normal vücut sıcaklığından (37°C) daha yüksek olması, insan vücudunda psikolojik stresi tetikleyebilir. Bu koşullar uzun bir süre devam ederse veya ısı stresi ile ilişkili daha biyofiziksel koşullarla birleşirse, şehirdeki savunmasız nüfusu etkileyebilir (Taha, 1996; Rosenfeld vd., 1998; Akbari vd., 1997).

Şekil 4.13'te gösterilen Isı Stresi mekânsal analizi, alanların %40,54'ünün Bartın şehrinin 30 bölgesini kapsayan Düşük ila Orta ısı stresi kategorisinde yer aldığını göstermektedir. Analiz, Düşük ila Orta Isı Stresi altındaki hane kategorisinin Bartın şehri genelinde eşit olarak dağıldığını ve yüksek sıcaklık alanlarıyla anlamlı bir ilişki göstermediğini ortaya koymaktadır.

Bartın ilinde LST'nin sağlık üzerindeki etkisini incelemek için Karl Pearson Korelasyonu kullanılmıştır. Veriler analiz edildi ve korelasyonların önemi test edildi. Artan yüzey sıcaklığının %1'lik bir önem düzeyinde uyku sorunlarına yol açtığı analizden anlaşıldı. Uyku yoksunluğunun meydana gelmesi ($r=.480^{**}$), artan kara yüzeyi sıcaklığı ile güçlü bir pozitif korelasyon gösterdi. Isı Stresi de pozitif korelasyon gösterse de, artan arazi yüzeyi sıcaklığı ile stres arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($r=.216$).

Kentsel termal ortamın uzay-zamansal dağılımını değerlendirmek için LST, en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilir. Küresel olarak bilinen bir gerçektir ki, kentsel mikro iklimdeki değişim, artan insan yapımı çevrelerin ve doğal bitki örtüsünden dönüşümün bir sonucudur (Taha, 1996; Rosenfeld vd., 1998; Akbari vd., 1997).

Bartın'ın hesaplanan kara yüzey sıcaklığı 2000 yılında ortalama 30,82 °C ile 26,61 °C ile 35,95 °C arasında, 2020 yılında ise ortalama 31,52 °C ile 26,44 °C ile 37,08 °C arasında değişmiştir. Maksimum sıcaklık daha eski/orta kısımda kaydedilmiştir, çünkü Bartın şehrinin eski kısmının arazi kullanım modeli esas olarak asfalt yollardan elde edilen asfalttan ve arazinin endüstriyel, ticari, yerleşim ve ulaşım alanlarına diğer antropojenik dönüşümlerinden oluşmaktadır. Chen ve diğerlerine (2006) göre, herhangi bir şehrin LST'sindeki değişiklik, esas olarak doğal manzaradan, yani arazi kullanımından, topografyadan etkilenir; yeşil örtü, yerleşik, açık arazi ve su kütlelerinin dağılımı. Bu çalışma, SPSS yazılımı kullanılarak Karl Pearson korelasyon tekniği kullanılarak LST, NDVI ve NDBI arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir. 2000 yılında NDBI ile LST arasında negatif korelasyon gözlenirken pozitif korelasyon olduğu fark edilmiştir.

2000 yılında LST ile NDVI arasında yüksek dereceli bir korelasyon ($r^2=0.881$) ve ayrıca LST ile NDVI arasında yüksek derecede negatif bir korelasyon ($r^2=-0.815$) gözlenmiştir. 2000 yılına kıyasla 2020 yılında LST ile NDBI arasındaki korelasyon zayıf derecedeydi yani LST ile NDBI arasındaki ilişki orta derecede ($r^2=0.550$), LST ile NDVI arasındaki ilişki ($r^2=-0.668$) gözlemlendi. Negatif yönde ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. LST ile NDBI arasında pozitif bir korelasyon, şehrin yüksek yoğunluklu bölgelerindeki sıcaklıkta sürekli bir artış olduğunu gösterir. ANOVA testinin sonuçları da yıllar içinde artış olduğunu göstermiştir.

Mevcut çalışmada, şehrin yüzey sıcaklığı üzerindeki ısı adası etkisinin ölçülebilir bir tasviri için LST kullanılmıştır. NDBI ve NDVI'nin mekansal-zamansal değerlendirmesi, kentleşme ve yeşil çevrenin bozulmasının, Bartın kentindeki LST değerlerindeki değişimin ve minimum/maksimum sıcaklıktaki artış eğiliminin başlıca nedenleri olduğunu açıkça göstermektedir. Bu, dünya çapındaki araştırmacılar tarafından yürütülen ve bu araştırmanın literatür incelemesinde/girişinde zaten tartışılan çalışmalardan da anlaşılmaktadır. Birçok çalışma, şehir sıcaklığındaki artışın ve yerel mikro iklim değişikliğinin esas olarak plansız ve gelişigüzel yerleşim alanlarının bir sonucu olduğu sonucuna varmıştır. Yükseltilmiş LST'nin arkasındaki bir diğer önemli faktör, bitki örtüsünün betona dönüşmesidir. Bu nedenle, bitki örtüsünün azaltılması, açık alanların yerleşim alanına dönüştürülmesi gibi antropojenik faaliyetler önemli bir rol oynamaktadır. Son olarak çalışma, kentleşme ve artan yapılaşma alanlarının çalışma alanındaki mikro iklim dönüşümü üzerinde doğrudan etkisi olduğu sonucuna varmıştır.

Mevcut çalışma alanında LST'nin insan sağılığı üzerindeki etkisini (uyku yoksunluğu ve ısı stresi) incelemek için, analiz için Karl Pearson Korelasyonu benimsendi ve korelasyonların önemi test edildi. Uyku sorunlarının ortaya çıkması ($r=.480^{**}$) ile artan kara yüzeyi sıcaklığı arasında güçlü bir pozitif korelasyon gözlemlendi. Stres pozitif korelasyon gösterse de, artan LST ile stres arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($r= .216$).

Yüksek yoğunluklu alanlarda ve ekonomik olarak daha zayıf kesimlerde yer alan alanlar, yüksek oranda uyku bozukluğu gösterdi çünkü iklim değışikliği, yüksek yoğunluklu nüfus arasında ve toplumun daha fakir kesiminde hastalık riskini artırabilir. Isı stresi, yüksek sıcaklık alanlarıyla herhangi bir doğrudan ilişki göstermemiştir, ancak düşük gelirli hanelerin bulunduğu bölgelerde çok sayıda ısı stresi olduğu bildirilmiştir.

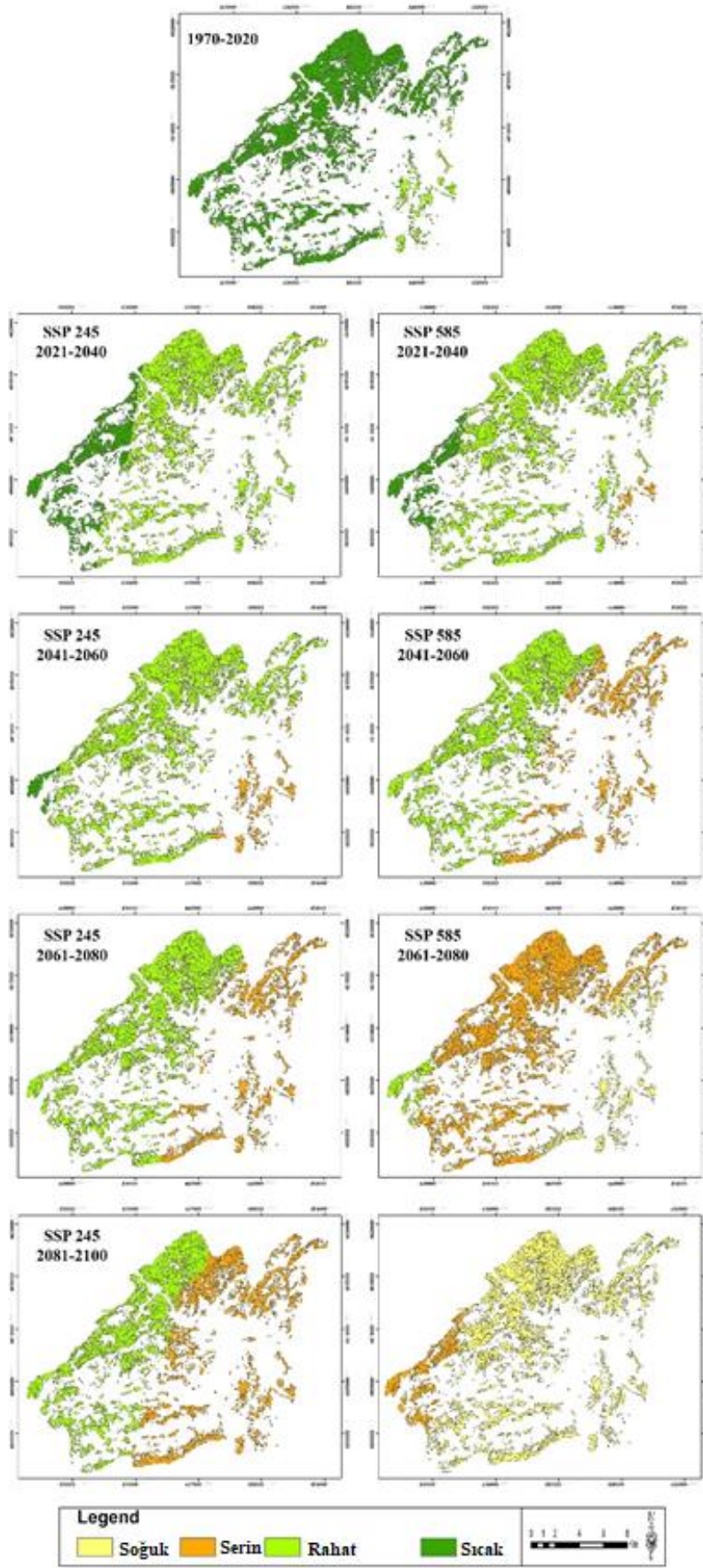
Isı riski ile ilgili birçok çalışma, insan vücudunun artan sıcaklıklara adaptasyonunun bir üst sınırı olduğunu göstermektedir ve bu durum, artan sıcaklığın insan vücudu üzerindeki etkilerinin araştırılmasını önemli kılmaktadır (Sherwood ve Huber, 2010). Bununla birlikte, sağılık riskine eğilimli insan eşğini tanımlamak zordur, bu nedenle, bir popölasyondaki savunmasız grupları belirlemek önemlidir.

Çeşitli araştırmalar, bir bölgenin nüfus yoğunluğunun genellikle kentsel alanlardaki yüksek sıcaklıklarla ve ayrıca genellikle şehir merkezindeki sağılık risklerine yakınlıkla ilişkili olduğunu göstermektedir (Meze-Hausken, 2008). Açıkça ifade etmek gerekirse, birçok çalışma, bir kentsel alandaki yüksek nüfus yoğunluğunun sağılık riskini artırabileceğini öne sürmektedir; bu nedenle, yüksek yoğunluklu bir alandaki insanları savunmasız bir grup olarak dahil etmek pratiktir (Harlan vd., 2006; Dolney ve Sheridan, 2006; Hajat ve Kosatky, 2010). Bir diğer savunmasız grup da kent yoksullarıdır. Üçüncü dünya ülkeleri, dünyanın kentsel nüfusunun üçte birinden fazlasına ev sahipliği yapmaktadır. Düşük ve orta gelirli ülkelerde, beş yaşın altındaki çocukların bodur olması yaygın bir durumdur (Dodman ve Satterthwaite, 2008). Dördüncü olarak, yoksul topluluklar ısıyla ilgili sağılık risklerine karşı daha savunmasızdır, genellikle bu topluluklar nispeten yüksek riskli alanlarda yoğunlaşmıştır. Ayrıca, sıcaklıklardaki küresel artışın neden olduğu riskli hava olayları, psikolojik ve fiziksel stresin yanı sıra ısı stresi riskini de artırabilmektedir (Hulme, 2014; Rifkin vd., 2018).

4.4. Küresel İklim Değişikliği Senaryolarına Bağlı Olarak Gelecekteki İklim ve Orman Bölgeleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi Gelecekteki Etki İklim ve Orman Alanı Bölgelerinin Tahmini

Bartın ilinin biyokonfor bölgelerinin 2020, 2040, 2060, 2080 ve 2100 yıllarındaki durumunu SSP 245 ve SSP 585 senaryolarına göre DI yöntemi kullanılarak gösteren harita Şekil 4.14'de sunulmaktadır. Haritalanan bölgelerin sayısal değerleri Tablo 4.7'te verilmiştir.





Şekil 4. 14: DI yöntemi kullanılarak oluşturulan modeller

Tablo 4 7: SSP 245 ve SSP 585 senaryoları altında haritalanan uygun alanların mevcut ve gelecekteki durumunun sayısal değerleri

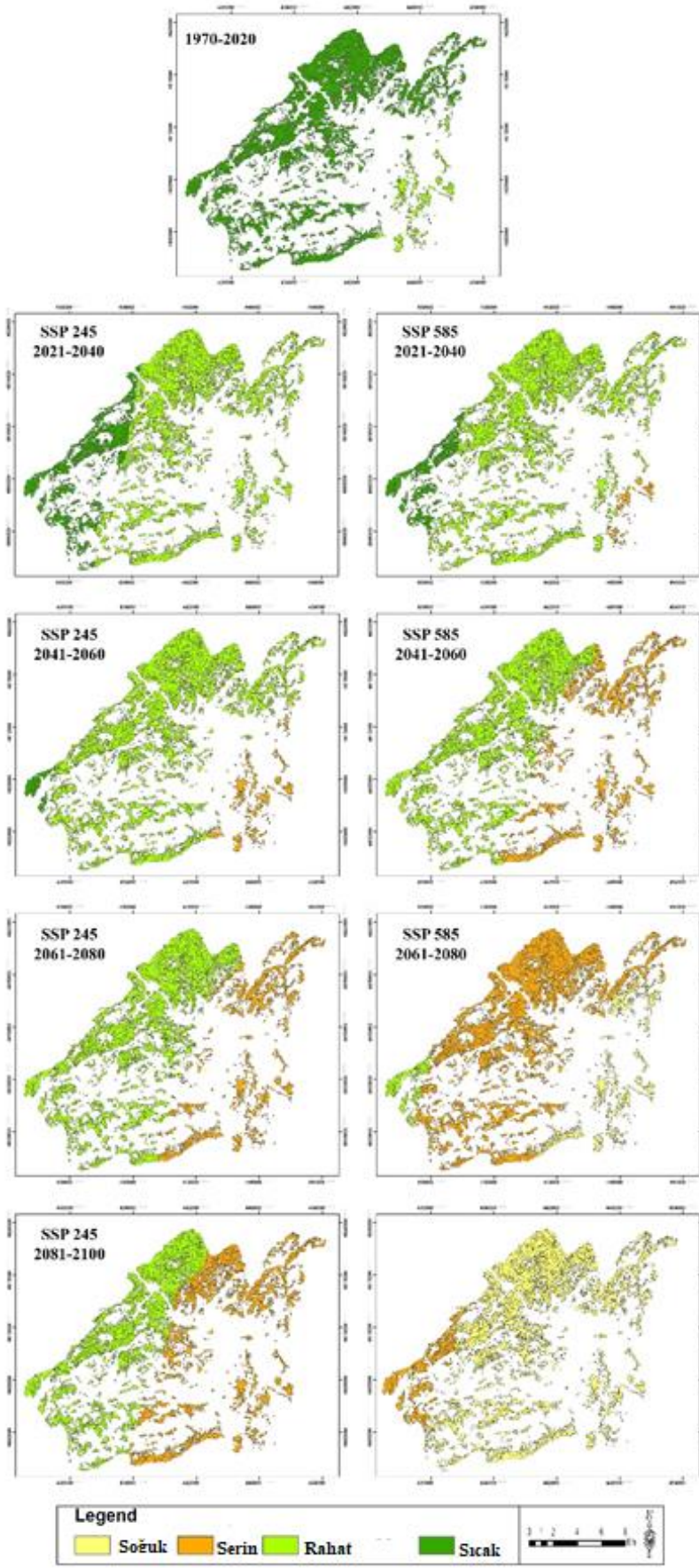
Senaryo	Mekansal Dağılım	Alaka düzeyi	Bugün	2040	2060	2080	2100
SSPs 245	Yüzde (%)	Uygun değil soğuk –	34.61	24.27	9.76	13.12	11.38
		Uygun harika -	19.07	28.61	34.86	32.12	33.37
		Çok uygun rahat –	18.12	27.48	35.67	33.42	33.67
		Sıcak sıcak -	28.2	19.64	19.71	21.34	21.58
SSPs 585	Yüzde (%)	Uygun değil soğuk –	32.43	32.91	14.9	8.96	5.15
		Uygun harika -	25.87	26.06	27.73	23.56	24.56
		Çok uygun rahat –	20.45	21.02	32.52	43.69	45.71
		Sıcak sıcak -	21.25	20.01	24.85	23.79	24.58

DI yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda hem SSP 245 hem de SSP 585 senaryolarına göre il genelinde konfor alanlarının artacağı belirlenmiştir. Bugün il %34,61 soğuk, %19,07 serin, %18,12 rahat ve %28,20 sıcak bölgelerden oluşmaktadır. SSP 245 senaryosu kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda 2040 yılında il %24,27 soğuk, %28,61 serin, %27,48 rahat ve %19,64 sıcak bölgelerden oluşacaktır. 2060 yılında il %9,76 soğuk, %34,86 serin, %35,67 konforlu ve %19,71 sıcak bölgelerden oluşacaktır.

2080 yılında ilin %13,12'si soğuk, %32,12'si serin, %33,42'si rahat, %21,34'ü sıcak bölgelerden oluşacakken, 2100 yılı için yapılan projeksiyonlar ilin kompozisyonunun %11,38 soğuk, %33,37 serin, %33,67 konforlu ve %21,58 sıcak bölgelerden oluşacağı yönündedir.

SSP 585 senaryosu dikkate alındığında 2040 yılında ilin %32,91 soğuk, %26,06 serin, %21,02 rahat ve %20,01 sıcak bölgelerden oluşacağı, 2060 yılında ise %14,90 soğuk, %27,73 serin, %32,52 rahat ve %24,85 sıcak bölgelerden oluşması hesaplanmıştır. 2080 yılında ilin %8,96 soğuk, %23,56 serin, %43,69 rahat ve %23,79 sıcak bölgelerden oluşması öngörülmektedir. 2100 yılı için il %5,15 soğuk, %24,56 serin, %45,71 rahat ve %24,58 sıcak bölgelerden oluşacaktır. Yapılan hesaplamalar sonucunda SSP 585 senaryosuna göre ilde 2100 yılında soğuk bölge olmayacağı ve yaklaşık olarak konforlu bölgelerin oluşacağı öngörülmektedir. İlin dörtte üçünün, sıcak bölgelerin ise ilin beşte birini oluşturması öngörülmektedir.

Bartın ili biyokonfor bölgelerinin 2020, 2040, 2060, 2080 ve 2100 yıllarında SSP 245 ve SSP 585 senaryolarına göre ETv yöntemi kullanılarak gelecekteki durumunu gösteren harita Şekil 4.15'te ve tablo Tablo 4.8'te sunulmuştur.



Şekil 4. 15: ETV yöntemi kullanılarak oluşturulan modeller

Tablo 4 8: SSP 245 ve SSP 585 senaryoları kapsamında haritalanan uygun alanların mevcut ve gelecekteki durumunun sayısal değerleri

Senaryo	Mekansal Dağılım	Alaka düzeyi	Bugün	2040	2060	2080	2100
SSPs 245	Yüzde (%)	Uygun değil – soğuk	25.43	26.38	19.23	19.98	19.02
		Uygun harika -	22.07	25.15	28.17	28.88	29.01
		Çok uygun – rahat	19.23	30.03	31.26	31.27	31.96
		Sıcak sıcak -	33.27	18.44	21.34	19.87	20.01
SSPs 585	Yüzde (%)	Uygun değil – soğuk	29.16	29.23	21.21	30.11	32.17
		Uygun harika -	23.38	22.83	24.33	18.81	17.01
		Çok uygun – rahat	23.12	23.29	24.61	19.96	18.57
		Sıcak sıcak -	24.34	24.65	29.85	31.12	32.25

DI yöntemi gibi, ETv yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalar, SSPs 245 senaryosuna göre konforlu bölgelerin 2060 yılına kadar artacağını ve 2080'deki düşüşün ardından 2100'de daha da artacağını göstermiştir. SSPs 585 senaryosuna göre, konforlu bölgelerin 2060 yılına kadar artacağı ancak daha sonra azalacağı belirlendi. İl şu anda %25,43 soğuk, %22,07 serin, %19,23 konforlu ve %33,27 sıcak bölgelerden oluşmaktadır. SSPs 245 senaryosuna göre yapılan hesaplamalara göre 2040 yılında ilin %26,38 soğuk, %25,15 serin, %30,03 konforlu ve %18,44 sıcak bölgelerden oluşacağı öngörülmektedir. 2060 yılında ilin %19,23 soğuk, %28,17 serin, %31,26 rahat ve %21,34 sıcak bölgelerden oluştuğu ve uygun bölgelerin ili kapsadığı tahmin edilmektedir.

2080 yılı için öngörülen değerler %19,98 soğuk, %28,88 serin, %31,27 rahat bölgeler ve %19,87 sıcak bölgelerdir. 2100 yılında il %19,02 soğuk, %29,01 serin, %31,96 rahat ve %20,01 sıcak bölgelere sahip olacaktır.

SSPs 585 senaryosu kullanılarak yapılan hesaplamalara göre, 2040 yılında ilin %29,23 soğuk, %22,83 serin, %23,29 rahat ve %24,65 sıcak bölgelerden oluşacağı, 2060 yılında ise %29,85 soğuk, %21,21 serin, %24,23 konforlu ve %24,61 sıcak bölgeler bulunacaktır. Ayrıca yapılan tahminler, 2080 yılında ilin %30,11 soğuk, %18,81 serin, %19,96 rahat ve %31,12 sıcak bölgelerden oluşacağını, 2100 yılında ise daha önce olmayan konforlu bölgelerin ve %32,25 sıcak bölgelerin olacağını göstermiştir. SSP 585 senaryosuna göre 2080 yılına kadar serin bölgeler olmayacak ve 2100 yılına kadar konforlu bölgeler ortadan kalkacaktır.

Çalışma sonuçları, her iki yöntem ve her iki senaryoya göre, küresel iklim değişikliği nedeniyle Bartın ilinin biyokonfor bölgelerinde önemli değişiklikler olacağını göstermiştir. Sıcaklık artışı, soğuktan sığa kaymaya neden olacak ve 2100 yılında sıcak bölgeler önemli ölçüde artacaktır. Sıcaklık artışı kuzeyden güneye doğru hissedilecek ve ilin güneyinde kayda değer boyutlara ulaşacaktır.

Bu çalışmanın sonuçları, küresel iklim değişikliğinin biyokonforu önemli ölçüde etkileyeceğini göstermektedir. Bu bulgular önemli bir riskin geldiğini gösteriyor. Bu çalışma kapsamında oluşturulan haritalar göz önüne alındığında, Bartın'da özellikle güney bölgesinde 2100 yılına kadar bu bölgelerde sıcak kuşakların oluşacağı önemli sıcaklık artışlarının olacağı ifade edilebilir. Burada dikkat çeken ilk nokta, sıcaklık artışının fazla olduğu bölgelerin orman yoğunluğunun yüksek olduğu ve özellikle orman alanı açısından önemli olduğudur. Kent merkezlerinde binalar, sert yüzeyler, soğutma sistemleri, araçlar ve insan faaliyetleri nedeniyle sıcaklıklar daha da artmakta ve ortaya çıkan ısı adalarındaki ortalama sıcaklıklar çok daha yüksek seviyelere ulaşmaktadır (Zeren Çetin, 2019; Adıgüzel ve Zeren Çetin, 2022; Adıgüzel, 2023; Cetin, 2019; Cetin, 2020a,b; Cevik Degerli, 2023; Cevik Degerli ve Cetin, 2022a,b, 2023; Bartın, 2021; Zeren Cetin 2023a,b; Zeren Cetin vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Zeren Cetin vd., 2023a,b; Gungor vd. 2021; Bozdogan Sert vd. 2021). Dolayısıyla, kent yoğunluğunun en yüksek olduğu bölgelerde ortalama sıcaklıkların çok daha yüksek seviyelere ulaşacağı söylenebilir.

Dikkate alınması gereken bir diğ er nokta ise burada elde edilen değerlerin yıllık ortalama meteorolojik veriler kullanılarak hesaplanmış olmasıdır. 1988-2021 d onemi için tüm Bartın ili ortalama değerlerine göre yıllık ortalama sıcaklık 19,2  C iken, ortalama sıcaklıklar Haziran ayında 24,1  C, Temmuz ayında 27,1  C ve Ağustos ayında 27,5  C olmuştur (TSMS 2021). Böylece alanlar için önemli olan yaz aylarında sıcaklık artışı önemli seviyelere ulaşacak, kent ve orman faaliyetlerini olumsuz etkileyecektir.

Elde edilen sonuçlar, 2100 yılına kadar konfor bölgelerinin soğuktan sıcağa doğru kayacağını, değişimin dikkat çekici düzeyde olacağını ve en yüksek değişimlerin hem orman yoğunluğunun hem de orman faaliyetlerinin yüksek olduğu bölgelerde gözlemleneceğini göstermiştir. Yaz aylarında sıcaklıkların zaten çok yüksek olduğu ve yaz mevsiminde insanların klima sistemlerine ihtiyaç duyduğu göz önüne alındığında, gelecekte bu ihtiyacın ve iklimlendirme sistemlerinin kullanımının çok daha artacağı öngörülmektedir. Bu da yüksek düzeyde enerji tüketime neden olacaktır. 2030 yılında dünya genelinde enerji tüketime %60 artacağı ve ülkemizde bunun iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu dönemde nüfusun sadece %1 oranında artacağı dikkate alındığında enerji tüketime artışı ne kadar yüksek olacağı anlaşılmaktadır ( etin vd. 2018a; Adiguzel vd. 2020, 2021; Zeren Cetin ve Sevik 2020). Mikro iklim koşullarını insanlara uygun seviyelere ayarlamak için ihtiyaç duyulan iklimlendirme sistemleri, hem enerji tüketimi hem de maliyetler açısından oldukça önemlidir. Ayrıca enerji ihtiyacını karşılamak için yapılacak üretim karbon salınımında artışa neden olabilir ve küresel iklim değişikliğini hızlandırabilir (Elhadar 2020).

Sıcaklık artışı, insanlar için biyokonfor bölgelerindeki değişikliklerin yanı sıra tüm organizmaları etkileyen değişikliklere neden olacaktır. İ lim, organizmaların yaşam koşullarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve organizmaların tüm fenotipik özellikleri, genetik yapı (Hrivnak vd., 2017) ile çevresel değişkenlerin ( etin vd., 2018a, b) karşılıklı etkileşimi ile şekillenmektedir. İ lim faktörleri, bitki gelişimini ve yery zindeki dağılımını etkileyen en önemli faktörlerdir (Ertugrul vd., 2021) ve iklim değişiklikleri, tüm organizmaları doğrudan ve dolaylı olarak etkiler. Dolayısıyla, küresel iklim değişikliğinin organizmalar ve ekosistemler üzerinde yıkıcı ve geri döndürülemez etkiler yaratabileceği, orman yangınları, kuraklık, sel,   lleşme, erozyon gibi i lime bağlı doğa olaylarına neden olabileceği ve ekolojik bozulma oranlarını artırabileceği ve en önemli etkilerin ise sıcaklık

artışı ve su kaynaklarının azalması olacağı yönündedir (Dai vd. 2018; Mukherjee vd. 2018; Lee vd. 2019; Cetin 2020). Ekosistemin dağılımında ve işlevinde etkili bir sonuç oynayan iklim değişikliği, ekosistemin habitat değişikliklerine verdiği tepkileri şekillendirecektir (Lenihan vd. 2008; Varol vd. 2021). Sıcaklık ve yağış rejimindeki değişiklik böcek ve mantar gibi biyotik zararların ve orman yangınları ve sel gibi abiyotik zararların sıklığını artıracaktır (Seidl vd., 2014; Birrell vd., 2020; Ertugrul vd., 2021).

Küresel iklim değişikliğinin en yıkıcı etkisinin etkili bir göç mekanizması olmayan bitkiler üzerinde olacağı bildirilmiştir. Ekosistem sürekliliğini tehlikeye atan iklim değişiklikleri, ağaçlar arasında iklime uyum, yerel uyum, göç ve can kaybı gibi reaksiyonlara neden olmaktadır (Benito Garzon vd., 2019; Gárate- Escamilla vd., 2019). Ayrıca, yabancı türlerin istilasası gibi olumsuz etkilerinin yanı sıra, iklim değişikliğinin birçok türün büyümesini yavaşlatacağı ve tropikal ormanların karbon dengesi üzerinde önemli etkileri olabileceği de bildirilmiştir (Rahman vd., 2018).

Şiddetli yağışlarda öngörülen artışın orta ve uzun vadede gıda döngülerinde, toprak verimliliğinde ve gıda akışlarında belirsizlikler getireceği belirtilmiştir (Peñuelas vd., 2018). Dolayısıyla birçok bitki türünün iklim değişikliğine bağlı olarak oluşacak etkilere uyum sağlayamayacağı ve bunun birçok türün (özellikle nadir ve endemik olanların) yok olması, ekosistem kayıpları ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi sonuçları olacaktır. (Varol vd., 2021).

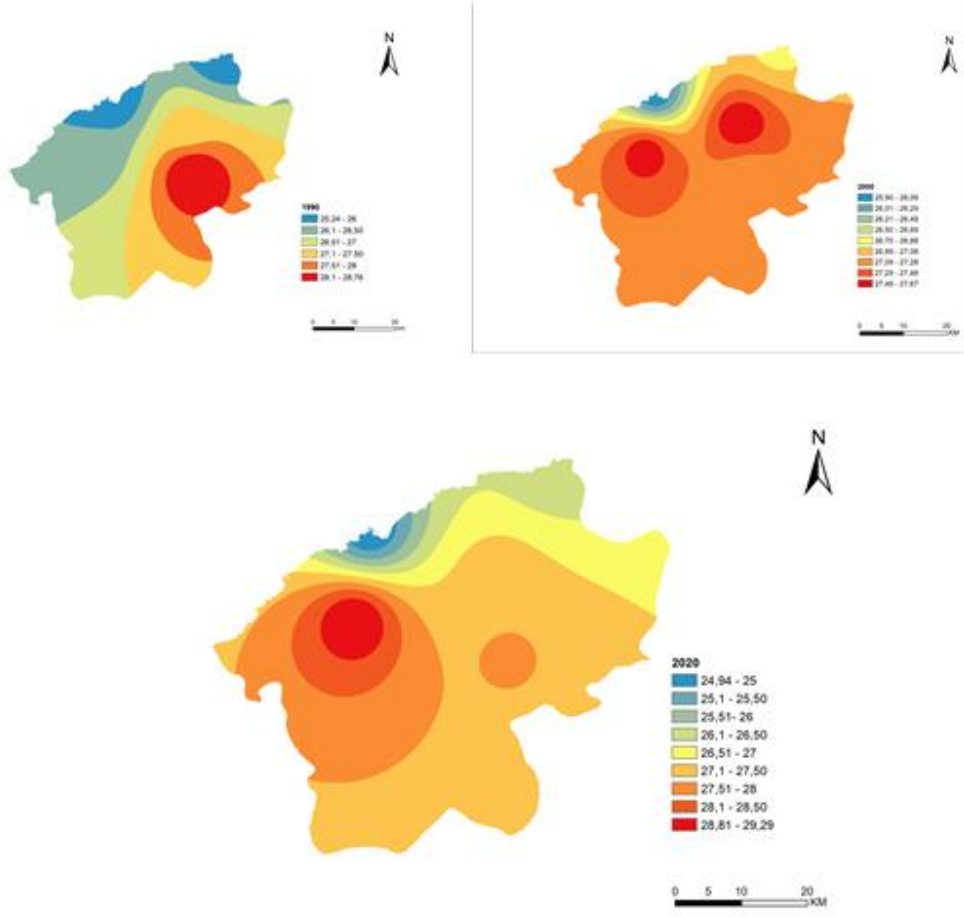
İklim değişikliğinin ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri, ekosistemin bir parçası olan insanların yaşamını da olumsuz etkileyecek ve iklim değişikliğinin insan yaşamı için çok önemli olan gıda ve su kaynakları üzerindeki yıkıcı etkileri, erişimde zorluklara neden olacaktır. Bu kaynaklara ve insanların yaşamlarını önemli ölçüde ve geri döndürülemez şekilde etkileyecektir. Bu nedenle, bu çalışmanın sonucu çeşitli açılardan değerlendirildiğinde, Bartın ili için elde edilen sonuçların tüm dünyada benzer şekilde gözlemleneceği ve dünyadaki tüm organizmaların yaşamlarını önemli ölçüde etkileyecek değişikliklerin meydana gelebileceği söylenebilir.

4.5. Sürdürülebilir Orman Alanlarında Biyoklimatik Konfor Alanları ile Arazi Kullanımı/Örtüsü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bartın İli Örneği

T, RH ve WS'nin mekansal dağılımı İlin 1990 yılı ortalama T verilerinin dağılımına ilişkin Şekil 2'deki harita incelendiğinde; ilde yıllık ortalama T 25,24 ile 26,00 °C arasında değişmektedir; T aralığı ortalamasının en düşük olduğu alanların Amasra ve Kurucuşile ilçesi ve çevresinde, en yüksek T aralığının olduğu alanların ise Ulus ilçesi ve çevresinde yer aldığı görülmektedir.

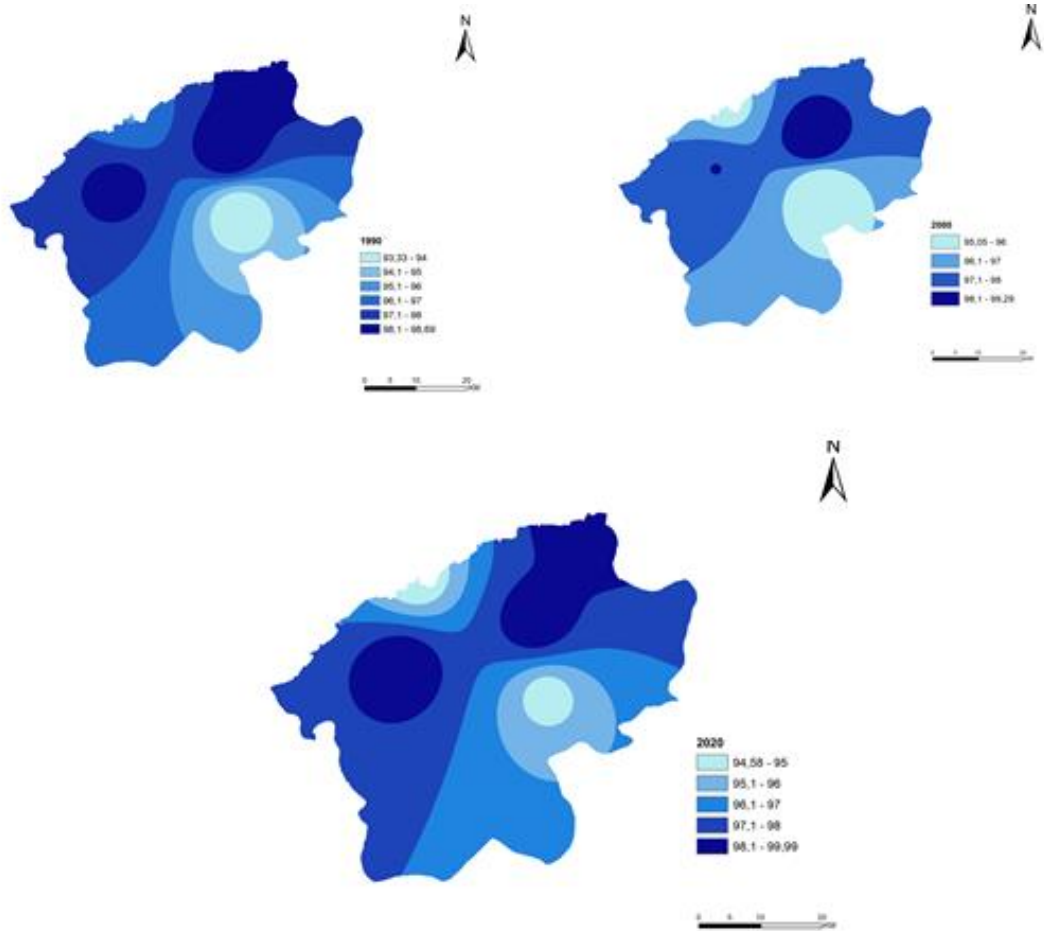
2000 yılı ilin ortalama T verilerinin dağılımına göre ilin yıllık ortalama T değeri 1990 yılına göre ortalama 1 °C artarak 25.90 °C-26.09 °C arasında değişmiştir. T aralığının en düşük olduğu alanların Amasra ilçesi ve çevresi olduğu, en yüksek T aralığının ise Bartın ilçe merkezi ve çevresinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. 2020 yılı ilin ortalama T verilerinin dağılımına göre ilin yıllık ortalama T değeri 2000 yılına göre ortalama 1 °C azalarak 24,94 °C-25,00 °C arasında değişmiştir. T aralığının en düşük olduğu alanların Amasra ilçesi ve çevresi olduğu, en yüksek T aralığının ise Bartın ilçe merkezi ve çevresinde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Bartın şehir merkezi ve çevresinin 2020 yılı ortalama T değeri 27,51 °C ile 28,00 °C arasındadır. İl merkezi ve çevresinin yıllık ortalama T'si 30 yıl öncesine göre ortalama 2,8°C artmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4. 16: 1990, 2000 ve 2020'de tüm dönemler için T'nin haritalanması ve mekansal dağılımı

İlin 6 farklı meteoroloji istasyonuna ait RH verileri temel alınarak oluşturulan 1990 yılı RH haritası incelendiğinde; yıllık ortalama RH değerinin %93,33 ile %98,69 arasında olduğu görülecektir. Yıllık bağıl nemin en yüksek olduğu alanlar Kurucaşile ve çevresinde, en düşük yıllık bağıl neme sahip alanlar ise Ulus çevresinde yoğunlaşmıştır. Bartın şehir merkezi ve çevresinin ortalama bağıl nem değeri %96,1 ile %97 arasındadır. 2000 yılı ortalama RH dağılım haritasına göre 2000 yılı ortalama RH değerleri %95,05-%99,29 bandındadır. Yıllık ortalama bağıl nemin en yüksek olduğu alanlar Kurucaşile civarında, en düşük değerler ise Amasra çevresinde yoğunlaşmaktadır. 2020 yılı ortalama BN dağılım haritasına göre; Yılın ortalama RH değerleri %94,58-%99,99 bandındadır. Yıllık ortalama bağıl nemin en yüksek olduğu alanlar Kurucaşile civarı ve Bartın merkez, en düşük değerler ise Ulus ve Amasra çevresinde yoğunlaşmaktadır. 1990 yılından 2020 yılına kadar ilgili yıllardaki sıcaklık artışına bağlı olarak ilin yıllık bağıl nemi ortalama %3 oranında azalmıştır. Bartın şehir merkezi ve çevresinin ortalama bağıl nem değeri ortalama %3 oranında azalmıştır (Şekil 4.17).



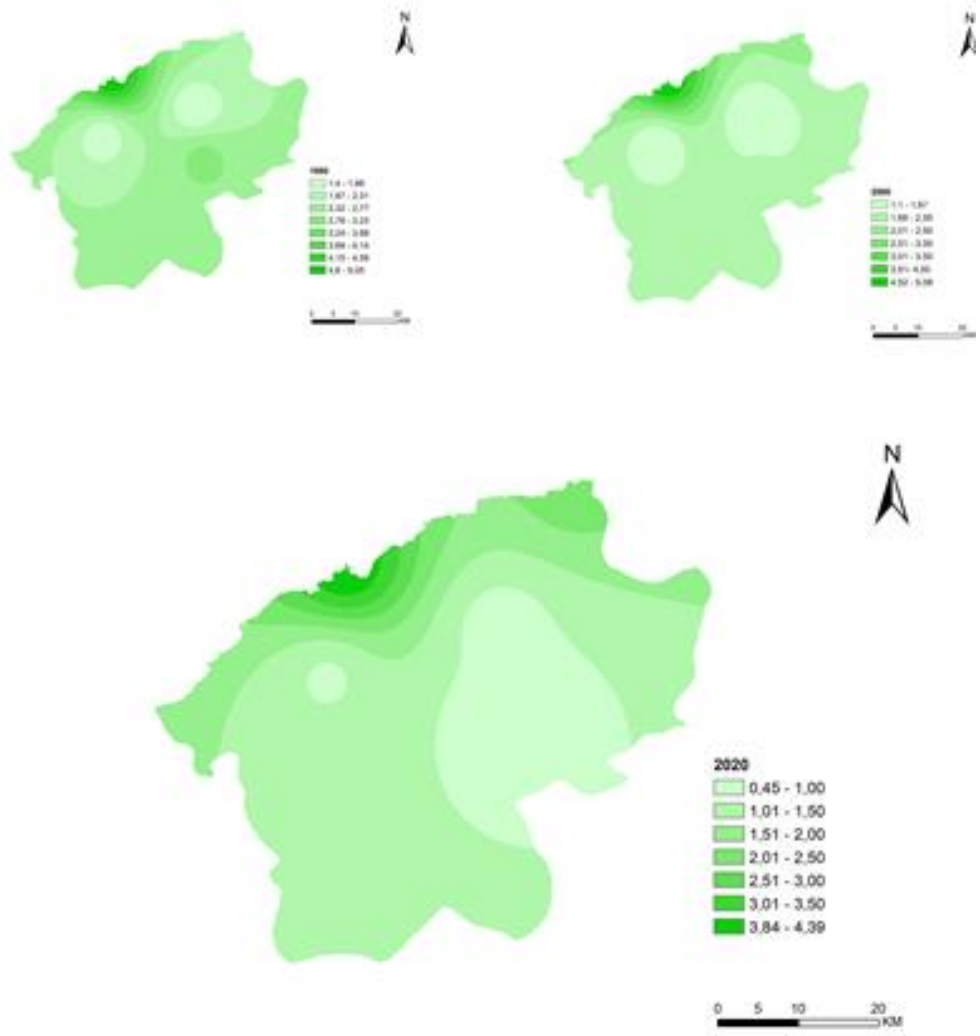
Şekil 4. 17: 1990, 2000 ve 2020'de tüm dönemler için RH'nin haritalanması ve mekansal dağılımı

Bartın ilinin 1990 yılı ortalama WS verilerinin dağılım haritası incelendiğinde; ilin yıllık ortalama WS değerinin 1,4 m/sn ile 5,05 m/sn arasında değiştiği anlaşılmaktadır. 1,4-1,86 m/sn ile ortalama WS ortalamasının en düşük olduğu bölgeler Ulus ve çevresinde, en yüksek değerler ise Amasra ve Kurucaşile ilçeleri ve çevresinde yoğunlaşmaktadır.

1990 yılına göre azalma eğilimi gösteren 2000 yılı ortalama WS değerleri 1,1 m/s ile 1,67 m/s arasındadır. İlin ilgili yıldaki en düşük WS ortalaması, 1990 yılında olduğu gibi Ulus ve çevresinde yoğunlaşmaktadır. WS ortalamasının en yüksek olduğu bölgeler Amasra civarındır.

1990 yılına göre düşüş eğilimi gösteren 2020 yılı ortalama WS değerleri 0,45 m/s ile 1,00 m/s arasındadır. İlin ilgili yıldaki en düşük ortalama WS değeri (0,45 m/s-1,00 m/s) 1990

yılında olduğu gibi Ulus ve çevresinde yoğunlaşmaktadır. WS ortalama değerlerinin en yüksek olduğu bölgeler Amasra civarındadır. (Şekil 4.18).



Şekil 4. 18: 1990, 2000 ve 2020'deki tüm dönemler için WS'nin haritalanması ve mekansal dağılımı

Bartın ilinin biyoklimatik konfor bölgelerinin mekansal dağılımı, çalışmada kullanılan ECP ve biyoklimatik indekslere göre farklılık göstermektedir. Bu bölümde biyoklimatik konfor bölgelerinin ilgili parametre ve indekslere göre mekansal dağılımı yorumlanmaktadır.

ECP'ye göre biyoklimatik konfor bölgelerinin mekansal dağılımı, çalışma alanının çevresel iklim parametrelerine dayalı olarak yapılan analize göre 2020 yılında 1990 yılına göre

konforlu alanların arttığı görülmektedir. Konfor alanlarının yıllara göre değişimi incelendiğinde, her iki yılda da 2020 yılında ilin tamamının biyoklimatik açıdan konforlu olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca 2020 yılında konforlu alanların arttığı, 1990 yılında ise biyoklimatik konfor alanlarının azaldığı tespit edilmiştir.

PET indeksine dayalı biyoklimatik konfor bölgelerinin yıllık ortalama verilerine göre yapılan analizde, biyoklimatik konfor bölgelerinin biyoklimatik indekslere göre mekansal dağılımı dikkate alındığında, her iki yılda da biyoklimatik konfor açısından serin alanların hakim olduğu görülmektedir. 1990 yılında konforlu, soğuk alanlar 2020 yılında serin alanlara dönüşmüştür. 1990, 2000 ve 2020 yıllarına göre konfor alanlarının değişimi incelendiğinde her iki yılda da tüm ilin çok soğuk kategoride yer aldığı ve konforlu olduğu görülmüştür.

Isı İndeksine göre hazırlanan yıllık harita değerlendirildiğinde 2000 yılında biyoklimatik konfor açısından soğuk ve serin bölgelerin hakim olduğu görülmektedir. 2020 yılında ise Ulus ve çevresi dışında bu alanların konforlu alanlara dönüştüğü gözlenmiştir. Konfor alanlarının mevsimlere göre değişimi incelendiğinde 1990 yılında çok soğuk olan şehrin 2020 yılında soğuk kategorisine dönüştüğü ve bu dönemde biyoklimatik açıdan rahat olmadığı belirlendi. 1990'lı yıllarda ilin hemen hemen tamamında soğuk bölgeler hakimken, 2020'de bu bölgelerin çoğunun konforlu alanlara dönüştüğü belirlenmiştir. Sonbahar mevsiminde ise 1990 yılında Ulus yöresi ve 2020 yılında Amasra ilçesi dışında ilin hemen hemen her bölgesinin rahat olduğu sonucuna varılmıştır.

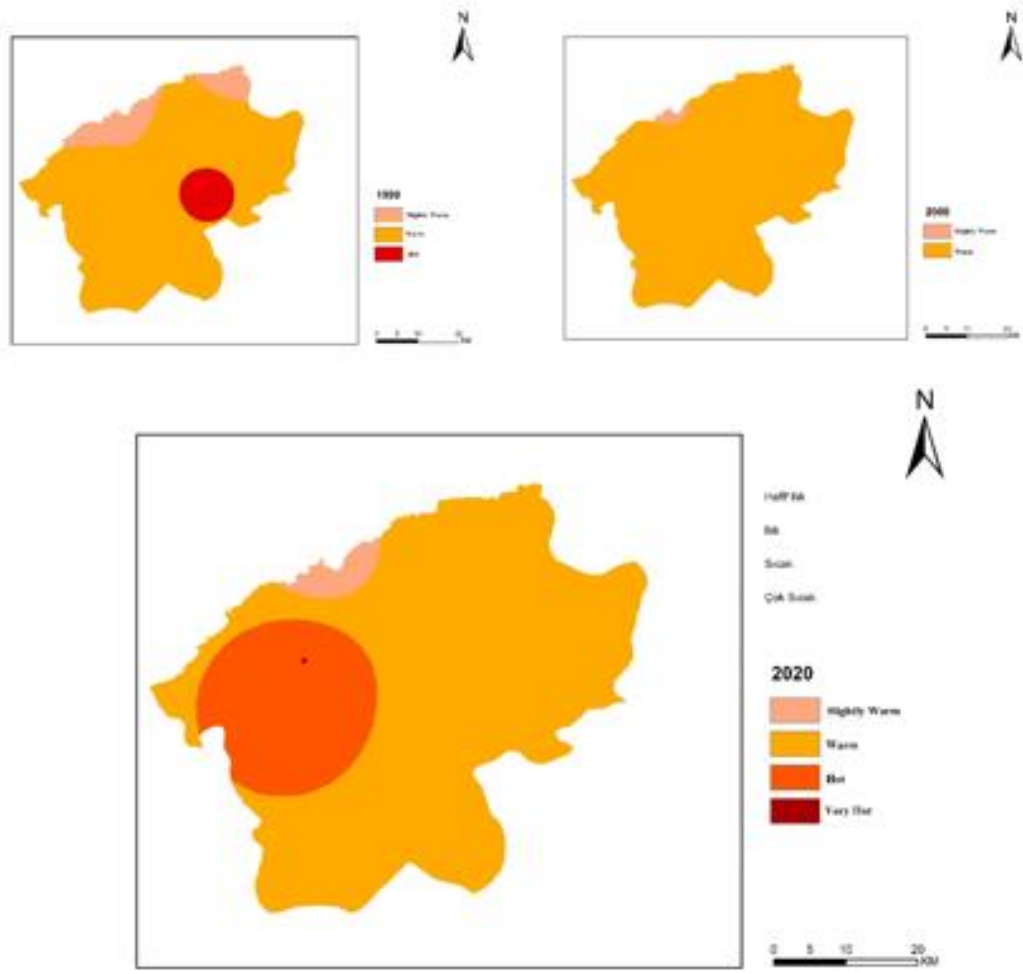
UTCI'a göre hazırlanan yıllık harita incelendiğinde, 1990 yılında tüm ilin hafif soğuk stresi altında olduğu görülmektedir. 2020 yılına göre konfor alanlarının değişimi incelendiğinde, 1990 yılında ilin hemen tamamında orta derecede soğuk stresli alanların hakim olduğu görülürken, Bartın il merkezi ile Amasra ve Kurucaşile'de hafif stresli alanlara dönüştüğü tespit edilmiştir. 1990'lı yıllarda Amasra ve Kurucaşile dışında ilin hemen tamamında hafif soğuk stresi olan alanlar yayılmıştır. Ancak Bartın şehir merkezi, Amasra ve Kurucaşile'nin biyoklimatik konfor sınıflandırmasının 2020 yılında değiştiği ve bu bölgelerde termal stresin olmadığı anlaşılmaktadır. Yıllar boyunca her iki yılda da il genelinde ısı stres görülmezken, 1990'dan 2020'ye kadar olan yıllarda hafif soğuk stresi olan alanlardan ısı stres olmayan alanlara doğru bir değişim olduğu görülmektedir.

İlin 1990, 2000 ve 2020 AAKD sınıflarına ilişkin Şekil 4.19 ve Tablo 4.9 incelendiğinde, her iki yılda da ilde en fazla alanı kapsayan AAKD tipinin ormanlık alanlar, doğal-yarı doğal alanlar ve tarım alanları olduğu görülüyor. 1990 ile 2020 arasında doğal ve yarı doğal alanlar, su kütleleri, yapay ve kentsel alanlarda bir artış yaşanırken, orman alanları ve tarım alanlarında bir azalma gözlemlenmiştir.



Tablo 4 9: LULC'deki değişikliklerin 1990, 2000, 2020'de CORINE LULC verileri

Sıra	CODE_199	BÖLGE								
No	0	KODU	Sayı	Alan	MIN	MAX	Oran	Mean	STD	Total
				3676000	26.3304		10.6602		1.64253	111111.
1	Yerleşim	1	3676	0	1	36.9907	8	30.2263	8	9
			10360	1.04E+0	26.3492	36.9875	10.6382	31.0211	2.18900	
2	Tarım	2	0	9	9	3	4	6	4	3213792
	Doğal-Yarı				30.2011	30.6383	0.43716	30.4333	0.15749	1856.43
3	Doğal	3	61	610000	5	1	4	4	4	4
			12832	1.28E+0	26.3373	36.9851	10.6478	31.3903	2.05389	
4	Orman	4	8	9	1	2	2	7	8	4028263
					26.3766	29.5525	3.17591	28.9101	1.09039	4712.35
5	Yapay	5	163	1630000	1	3	9	8	7	9
				1857000	26.3305	36.9427	10.6122	31.3101		58142.8
6	Su Yüzeyi	6	1857	0	1	6	6	2	2.28436	9
OI		BÖLGE								
D	code_2000	KODU	Sayı	Alan	MIN	MAX	Oran	Mean	STD	Total
				3779000		33.6296	6.58186	32.3219	1.05583	122144.
0	Yerleşim	1	3779	0	27.0478	6	3	2	7	5
			10339	1.03E+0	27.0672	34.0655	6.99826	32.0223	0.80834	
1	Tarım	2	4	9	7	4	6	8	6	3310922
	Doğal-Yarı		12845	1.28E+0	27.0548	34.0476	6.99276		0.73330	
2	Doğal	3	2	9	8	4	2	31.845	2	4090554
					31.9828	31.9924	0.00963	31.9879	0.00251	863.673
3	Orman	4	27	270000	2	5	4	1	8	5
						31.7043	4.60804	30.8297	1.66612	5117.73
4	Yapay	5	166	1660000	27.0963	5	9	3	7	5
				1867000		33.5852	6.53731	32.0982	0.84807	59927.3
5	Su Yüzeyi	6	1867	0	27.0479	1	7	3	7	9
OI		BÖLGE								
D	Code_2020	KODU	Sayı	Alan	MIN	MAX	Oran	Mean	STD	Total
				3243000	25.9151	41.0260		36.3549	3.80312	
0	Yerleşim	1	3243	0	8	8	15.1109	3	6	117899
			10010		25.9583	40.9984	15.0401	34.4112	2.45190	
1	Tarım	2	7	1E+09	3	5	2	8	1	3444810
	Doğal-Yarı				30.6213	34.9875	4.36618	32.8070	0.86602	30871.4
2	Doğal	3	941	9410000	8	6	8	7	4	6
			13134	1.31E+0	25.9308	40.9978	15.0670	33.2280	1.75297	
3	Orman	4	0	9	1	9	7	5	7	4364172
					26.0239	34.4069	8.38305	32.8953	2.88493	5888.26
4	Yapay	5	179	1790000	4	9	3	4	8	6
				1875000	25.9153	40.8688	14.9534		2.73730	66015.3
5	Su Yüzeyi	6	1875	0	8	4	5	35.2082	3	7



Şekil 4. 19: 1990, 2000 ve 2018'deki tüm dönemler için CORINE'ye dayalı LULC'nin HI mekansal dağılımına dayalı biyoiklimatik koşulların haritalanması ve mekansal dağılımı.

ECP yıllık iklim verilerine göre, 1990 yılında biyoiklimsel konfor açısından en fazla örtüşen LULC tipi doğal-yarı-doğal alanlar iken, ilgili yıldaki ormanlık alanların sadece %6,5'inin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Biyoiklimsel konfor açısından 2020 yılında en fazla örtüşme oranı ise orman alanlarıyla yaşanmıştır.

1990, 2000 ve 2020 yılları arasında ormanlık alanlarda ve kentsel alanlarda biyoiklimsel konfora uygun alanların artarak %3,30'a ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 4.10, 4.11, 4.12). 1990 yılında biyoiklimsel konforun en yüksek olduğu dönem, doğal ve yarı doğal alanlar dışındaki tüm LULC türlerinde (orman alanları, su kütleleri, tarım alanları, yapay alanlar ve kentsel alanlar) biyoiklimsel konfora uygun alanların oranının %10'un üzerinde olduğu bulunmuştur.

1990 yılında kentsel alanların %25'i biyoiklimsel konfor açısından uygun iken, 2020 yılında tüm LULC tipleri biyoiklimsel konfor açısından uygun değildir. Arazi türleri 2020 yılındaydı ve ilgili dönemde ormanlık alanların ve kentsel alanların %28'i biyoiklimsel olarak rahattır.

Tablo 4 10: 1990'da biyoklimatik indekslere dayalı biyoiklimsel konfor sınıflandırması ile LULC arasındaki ilişkinin mekansal dağılımı

Obje No*	Kod_1990	Bölge Kodu	Sayı	Alan	MIN	MAX	Oran	MEAN	STD	Total
					Biraz					
1	112	1	3676	36760000	Ilık	Sıcak	10.66028	Ilık	1.642538	111111.9
					Biraz					
2	222	2	103600	1.04E+09	Ilık	Sıcak	10.63824	Ilık	2.189004	3213792
3	231	3	61	610000	ılık	Ilık	0.437164	Ilık	0.157494	1856.434
					Biraz					
4	311	4	128328	1.28E+09	Ilık	Sıcak	10.64782	Ilık	2.053898	4028263
					Biraz			Biraz		
5	331	5	163	1630000	Ilık	Ilık	3.175919	Sıcak	1.090397	4712.359
					Biraz					
6	511	6	1857	18570000	Ilık	Sıcak	10.61226	Ilık	2.28436	58142.89

Tablo 4 11: 2000 yılında biyoklimatik indekslere dayalı biyoiklimsel konfor sınıflandırması ile LULC arasındaki ilişkinin mekansal dağılımı

Obje No*	Kod_1990	Bölge Kodu	Sayı	Alan	MIN	MAX	Oran	MEAN	STD	Total
					Biraz					
1	112	1	3779	37790000	Ilık	Ilık	6.581863	Ilık	1.055837	122144.5
					Biraz					
2	211	2	103394	1.03E+09	Ilık	Ilık	6.998266	Ilık	0.808346	3310922
					Biraz					
3	311	3	128452	1.28E+09	Ilık	Ilık	6.992762	Ilık	0.733302	4090554
4	321	4	27	270000	Ilık	Ilık	0.009634	Ilık	0.002518	863.6735
					Biraz					
5	331	5	166	1660000	Ilık	Ilık	4.608049	Ilık	1.666127	5117.735
					Biraz					
6	511	6	1867	18670000	Ilık	Ilık	6.537317	Ilık	0.848077	59927.39

Tablo 4 12: 2020'de biyoklimatik endekslere dayalı biyoiklimsel konfor sınıflandırması ile LULC arasındaki ilişkinin mekansal dağılımı

Obje No*	Kod_1990	Bölge Kodu	Sayı	Alan	MIN Biraz	MAX Çok	Oran	MEAN	STD	Total
1	111	1	3243	32430000	Ilık	Sıcak	15.1109	Hot	3.803126	117899
2	211	2	100107	1E+09	Ilık	Sıcak	15.04012	Ilık	2.451901	3444810
3	231	3	941	9410000	Ilık	Ilık	4.366188	Ilık	0.866024	30871.46
4	311	4	131340	1.31E+09	Warm	Sıcak	15.06707	Ilık	1.752977	4364172
5	331	5	179	1790000	Ilık	Ilık	8.383053	Ilık	2.884938	5888.266
6	511	6	1875	18750000	Ilık	Sıcak	14.95345	Ilık	2.737303	66015.37

PET endeksine göre, 1990 yılında biyoklimsel konfor açısından en fazla örtüşen LULC tipi doğal-yarı-doğal alanlar olmuştur. İlgili dönemde, doğal-yarı doğal alanların %25'i, ormanlık alanların %26'sı, su kütlelerinin %26'sı, tarım alanlarının %27'si, yapay alanların %26,5'i ve kentsel alanların %27,5'i biyoklimatik konforlu alanlardır. 2020 yılı için ise en fazla örtüşme oranı orman alanları ile yaşanmıştır.

1990, 2000 ve 2020 yılları arasında ormanlık alanlarda ve kentsel alanlarda biyoklimsel konfora uygun alanların artarak %3,30'a ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 4.10, 4.11, 4.12). 1990 yılında biyoiklimsel konforun en yüksek olduğu dönem, doğal ve yarı doğal alanlar dışındaki tüm LULC türlerinde (orman alanları, su kütleleri, tarım alanları, yapay alanlar ve kentsel alanlar) biyoiklimsel konfora uygun alanların oranının %10'un üzerinde olduğu bulunmuştur.

1990 yılında kentsel alanların %25'i biyoiklimsel konfor açısından uygun iken, 2020 yılında tüm LULC tipleri biyoiklimsel konfor açısından uygun değildir. Arazi türleri 2020 yılında, ilgili dönemde ormanlık alanların ve kentsel alanların %28'i biyoiklimsel olarak uygundur.

1990 yılındaki UTCI indeksine göre termal stresin ve biyoiklimsel konfor alanlarının en yüksek oranda olmadığı dönemin yaz dönemi olduğu ve bunu dönemin takip ettiği belirlenmiştir. Yaz döneminde tüm LULC tiplerinin %100'ünde termal stresin olmadığı ve tüm alanların biyoiklimsel olarak rahat olduğu tespit edilmiştir. Aynı yıl içinde doğal-yarı doğal alanların %26'sının, ormanlık alanların %31'inin, sulak alanların %28'inin, tarım

alanlarının %27'sinin, yapay alanların %25'inin ve kentsel alanların %27'sinin kapalı olduğu görülmüştür. Bu alanlar biyoklimatik konforlu alanlardır.

2020 yılı için ilgili endeksin konfor değerlerine bakıldığında, termal stresin olmadığı bölgelerde yine en yüksek konforun yaz döneminde olduğu, ardından dönemin geldiği görülecektir. Bu dönem içinde tüm LULC tiplerinin %25'inin - 1990 yılında olduğu gibi - herhangi bir termal strese sahip olmadığı, tüm alanların biyoklimatik açıdan rahat olduğu belirlenmiştir. Aynı yıl içinde doğal-yarı doğal alanların %25'i, orman alanlarının %30'u, su kütlelerinin %28'i, tarım alanlarının %27'si ve yapay alanların %26'sı biyoklimatik konforlu alanlardır. Bu dönemde kentsel alanların biyoklimatik konfor değerlerinin 1990 yılına göre %3 arttığı tespit edilmiştir.

Fiziksel planlama ve tasarım süreçleri genellikle sürdürülebilir ve çevre dostu yaşam alanları yaratmayı amaçlar. Bu süreçler, çevresel ve kültürel unsurları koruyarak insanlar için en uygun yaşam koşullarını sağlamaya odaklanır. Bu nedenle biyoklimatik konfor, bu süreçler için ayrı bir öneme sahiptir. İklim koşullarının daha elverişli bir yaşam sağlayacak şekilde değerlendirilmesi ve planlamaya dahil edilmesi kritik öneme sahiptir. Benzer şekilde, mevcut Arazi Kullanımı ve Fiziksel Özelliklerin iklim üzerindeki etkisi kritik olup, sürdürülebilir tasarım ve planlamada dikkate alınması gereken unsurlardan biridir. Bu nedenle sürdürülebilir mekanların tasarımında kilit görevlerden biri iklim faktörleri ile fiziksel özelliklerin birbirleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır (Zeren Cetin ve Sevik, 2020).

Çalışmanın en önemli sonucu, çalışma alanındaki biyoklimatik olarak konforlu alanların (konum ve alan dağılımı) ve bu alanların örtüştüğü arazi kullanım tiplerinin, kullanılan parametrelere/indekslere, ilgili yıllara ve yılın farklı dönemlerine göre farklılık göstermesidir. Biyoklimatik konforlu alanların her endekste farklı oluşması aslında normal bir sonuçtur. Çünkü her endekste değerlendirilen parametreler ve bu parametrelerin konfor aralıkları ve konfor gruplandırmaları farklı tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan ECP'de T, RH ve WS parametreleri değerlendirilmiş; çalışma alanı, çevresel parametre aralıklarına göre biyoklimatik açıdan "Rahat" ve "Rahatsız" alanlar olmak üzere 2 ölçekte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, verilerin yorumlanmasını sınırlandıran bir değerlendirme şeklidir. Çalışmada kullanılan diğer bir indeks ise PET indeksidir.

Biyoklimatik konfor analizlerinde en yaygın kullanılan indeks olan PET'te RH ve WS parametreleri kullanılmaktadır. Daneshvar vd., (2013), hem termal konfor algısını tanımlamada hem de termal adaptasyon ve konfor aralıklarının özelliklerini analiz etmede çok önemli bir indeks olduğunu vurgulamaktadır. Çalışmada kullanılan ve termal stres seviyelerini değerlendiren basit bir doğrusal denklemle ifade edilen THI, çeşitli hava sıcaklığı ve bağıl nem koşulları kombinasyonları için makul bir rahatsızlık ölçüsü sağlar (Desai ve Dhorde, 2018). Rüzgar hızı parametresi ilgili indekste değerlendirilmez. UTCI indeksi, çeşitli meteorolojik değişkenlerin insan vücudunun ısı dengesi üzerindeki etkisini PET indeksine benzer şekilde termo-fizyolojik bir şekilde yansıtır. Roshan ve diğerleri, (2019), bu endeksin genel meteorolojik bilgilerin sıcak stres veya soğuk stres eğilimlerini değerlendirmek için insan biyometeorolojik uygulamaları için bir kanıta dönüştürülmesini sağladığını vurgulamaktadır. Ayrıca parametre ve indekslerdeki konfor aralıkları da birbirinden farklıdır.

Tahbaz ve Beheshti'nin 2010 araştırma projesinin sonuçları, çalışmamızın bulgularını doğrulamaktadır. İlgili projede THI, Algılanan Sıcaklık (PT), Rahatsızlık İndeksi (DI), Tropikal Yaz İndeksi (TSI), Wet Bulb Globe Temperature (WBGT), PET ve UTCI incelenmiş ve psikrometrik diyagramda karşılaştırılmıştır (Tahbaz ve Beheshti, 2010). İlgili çalışmada bu endekslerin birbiriyle uyumlu olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, çalışma alanının termal koşullarının tahmininde hangi endeksin daha uygun olacağını yerel gözlemler yaparak keşfetmeli ve özelliklerine göre hangi endeksi kullanmanın daha doğru olacağını gösteren multidisipliner yaklaşımlarla netleştirilmelidir.

Blazejczyk ve diğerleri., (2012), mikroklimatik ölçek açısından UTCI'nin termal koşulların geçici değişkenliğini diğer endekslere göre daha iyi temsil ettiğini ve meteorolojik parametrelerin yoğunluğundaki küçük farklılıkları bile yansıttığını vurgulamaktadır. İlgili çalışma, UTCI'nin küresel doğasının, çok çeşitli iklim koşulları altında biyoklimatik koşulları temsil etme yeteneği ile bu endeksin yararlılığını gösterdiğini de göstermiştir. Zare ve diğerleri, (2018), UTCI ve PET endeksleri arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirtirken, Lindner-Cendrowska, (2013), UTCI'nin PET endeksine kıyasla kentsel alanların biyoiklimsel koşullarını turizm ve rekreasyon amaçlı değerlendirmede daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Farajzadeh ve diğerleri, 2015, PET endeksinin diğer endekslere göre avantajının, iç ortamlardaki deneyimlerine dayanarak dış ortam termal durumunu değerlendirebilen kişiler için daha anlaşılır olması olduğunu belirtmiştir.

Bu noktada, kentlerin her türlü yerel iklim kuşağında gerçek biyoklimatik koşulların değerlendirilmesi için kentsel iklim izleme sistemlerinin kurulması büyük önem taşımaktadır. Kentsel iklim izleme sistemleri, en konforlu alanların yanı sıra termal stres (sıcak noktalar) açısından en kritik alanların belirlenmesine olanak tanıyabilecektir (Banc vd., 2020).

Son yıllarda Türkiye'de biyoiklimsel konfor bölgelerinin belirlenmesine yönelik birçok uluslararası çalışma yapılmıştır. Türkiye'deki birçok farklı şehrin belirli yıllar boyunca biyoiklimsel konfor koşullarını belirlemek için; Çetin ve Sevik, 2020, Gungor ve diğerleri, 2021; Kilicoglu ve diğerleri, 2021 ve Bozdogan Sert ve diğerleri, 2021 PET indeksini kullanmış; Çetin ve diğerleri, 2019a PET ve DI indeks yöntemlerine güvenmiştir; Çetin vd., 2018, Adiguzel vd., 2020 ve Gungor vd., 2021 çevresel iklim parametreleri yöntemini benimsemiştir. Bu çalışma, sürdürülebilir orman alanlarının arazi kullanımı, arazi örtüsü değişimine etkisinin belirlenmesi için Bartın ili biyoiklimsel konfor alanları üzerine yapılan ilk çalışmadır. Çalışmanın ilgili çalışmalardan en önemli temel farkı, biyoiklimsel konfor açısından uygun alanların belirlenmesinde birden fazla parametre ve indeks kullanılması ve bu nedenle indeksler arasındaki yaklaşım farklılıklarını ortaya koyabilmesidir. İkinci önemli fark, biyoiklimsel olarak konforlu bölgelerin her bir parametreye/endekse göre 3 farklı 30 yıllık zaman diliminde (1990, 2000, 2020) yıllık olarak değişmesidir. Üçüncü önemli fark, referans yıllardaki iklimsel olarak rahat bölgeler ile ilin arazi örtüsünün birlikte değerlendirilmesidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde Doktora çalışması olan “Sürdürülebilir Ormancılık Anlayışı Açısından Arazi Kullanım Değişiminin Biyoklimatik Konfor Şartlarına Etkisi” başlıklı doktora tezi olarak gerçekleştirilen bu araştırmada, Sürdürülebilir Ormancılık Anlayışı Açısından Arazi Kullanım Değişiminin Biyoklimatik Konfor Şartlarına Etkisi ormanlarının gelişiminde, küresel iklim değişikliğinin, dinamiklerinde ve doğal sınırları üzerindeki etkileri bir ön değerlendirme niteliğinde uygulamacılara ve gelecekte yapılacak akademik çalışmalara konuyla ilgili bir takım temel ve uygulamalı bilgiler sunmak amaçlanmıştır. Buna göre;

Bartın Kentsel ve Ormanlık Alanındaki Yerleşim Alanının İklim Koşulları Kararı ile Bütünleştirilmesi olarak Öneriler;

Bartın iline bağlı Amasra'nın ölçümleri nemli iklim tipine sahip olarak sınıflandırılmıştır. Bu ölçümler, sırasıyla 595,41 mm ve 123,43 mm yıllık ortalama su fazlası ve açığı değerlerine sahiptir. Bu endeksler, topoğrafyanın iklim unsurlarına doğrudan etki ettiği ve sonuç olarak bölgesel kentsel, çevresel ve ormancılık faaliyetlerinin planlanmasında orta ölçekli veya topo ölçekli çalışmalarda yararlı olabilir. Bölgesel iklim bilgisi, sadece orman planlamasını ve yönetimini değil, aynı zamanda sürdürülebilir ve daha karlı sistemlere de yol açar. Meteoroloji istasyonları gibi akıllı orman uygulamalarının tanıtılması, orman iklim bölgelerindeki değişikliklerle başa çıkmak için ekim modellerinde değişikliklere yol açabilir.

Bartın kent merkezindeki hakim iklim, nemli yarı nemli olarak sınıflandırılmıştır. Bartın'ın yıl boyunca iki iyi tanımlanmış dönemi vardır: kuru ve yağışlı dönem. Thornthwaite (1948) sınıflandırmasına göre Bartın ilinde hakim olan üç iklim tipi nemli, nemli yarı nemli ve kuru yarı nemlidir. Bartın'daki su karakterizasyonu 123,67 mm yıl⁻¹ su fazlası, 79,7 mm yıl⁻¹ su açığı ve 1.003,9 mm yıl⁻¹ potansiyel evapotranspirasyon göstermiştir. Enlem arttıkça su açığı ve potansiyel evapotranspirasyon azalır.

İklimin arazi kullanımı/örtüsü üzerindeki etkileri: Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak Türkiye'de Bartın ili arazi kullanımında iklim arazi örtüsü; Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST); Normalleştirilmiş Fark Yerleşik İndeksi (NDBI); Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) olarak Öneriler;

Bu çalışmada Bartın'da kentsel ısı etkisinin 30 yıl içindeki değişimini belirlemek amacıyla 1990 ve 2021 yıllarına ait LST değerleri analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Bartın ilinin ortalama sıcaklığı 1990 yılında 25°C iken 30 yılda 27°C'ye yükselmiştir. LST değerlerindeki mekansal değişimleri belirlemek için 1990 ve 2021 LULCC haritaları oluşturulmuştur.

LULC haritaları sonucunda Bartın ilçesinin arazi kullanımının 1990 yılından 2021 yılına kadar kentleşme, tarımsal ve endüstriyel uygulamalar nedeniyle hızla değiştiği tespit edilmiştir. 1991 yılında Bartın, Zonguldak'ın bir ilçesi olmaktan çıkarılmış ve il statüsü kazanmıştır. Bu değişiklik, önceden tarım arazilerinin yakınında yer alan tek veya iki katlı yapılarla karakterize olan bölgenin yerleşim dokusunu değiştirmiştir. Yerleşim alanları, tarım alanlarından tamamen ayrılmış ve çalışma alanının doğusuna doğru genişlemiştir. Bu durum, geçirimsiz yüzeylerde %92'lik bir artışa yol açmıştır. Ayrıca, yaylalardaki nüfus artışı, zengin bitki örtüsüne sahip dağlardaki ormanları yok etmiştir.

Bartın ilinde LULC ve artan LST dikkate alındığında, en yüksek sıcaklık artışlarının kentsel alanlar ve çıplak araziler gibi geçirimsiz yüzeylerde yaşandığı tespit edilmiştir. LST'nin LULC ile korele olduğu gözlemlenmiştir. LST ve zemin yüzeyi özellikleri arasındaki ilişkilerin açıklaması, kentsel ısı etkisini azaltmak için etkili önlemler alınmasını sağlar. Bu nedenle, YST ile ilişkili faktörlerin belirlenmesi de amaçlanmıştır.

Çalışma sonuçları, LST ve NDVI arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu, yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarda arazi yüzey sıcaklığının daha düşük olduğunu ima etmektedir. NDVI ve LST arasındaki önemli negatif korelasyon, sağlıklı bitki örtüsünün yüzey sıcaklığını düşürdüğünü göstermektedir.

Yoğun kentsel alanlarda ve çıplak arazilerde daha yüksek sıcaklık değerlerini haklı çıkaran LST ve NDBI arasında güçlü bir pozitif korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada NDBI ile NDVI arasında güçlü negatif bir korelasyon saptanmıştır. Bitki örtüsünü artırmaya yönelik girişimler, KSS etkisini sınırlamak ve iklim değişikliğinin zararlı sonuçlarını

önlemek için basit ama etkili önlemler olacaktır. Bu nedenle, Bartın merkez ilçesinde KSS'nin olumsuz etkilerini azaltmak için kentsel yeşil alanlar artırılmalı, yeşil çatı sistemleri teşvik edilmeli ve kent genelinde yeşil kuşak yaklaşımı benimsenmelidir.

Dağlar, önemli ölçüde farklı ekolojik taleplere sahip olan *Pinus brutia* ve *Fagus orientalis* gibi relik ve endemik türlerin yanı sıra, bitki türleri ve çeşitliliği açısından dünyadaki ender bölgelerden biridir. Bu nedenle dağlarda artan yayla yerleşimlerinden kaynaklanan orman tahribatının önüne geçilmelidir. Yaban hayatı koruma alanı statüsü, bölgede aşırı yapılaşmayı önlemek için yasal olarak yeterli değildir. Bu nedenle, bu tür alanlarda yapılaşmaya izin vermeyecek veya yapılaşmayı sınırlandıracak bir sit alanı statüsünün ilan edilerek alanın korunması sağlanmalıdır.

Kentsel mikro iklim değişikliğini ve bunun insan sağlığı üzerindeki etkisini değerlendirmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama temelli yaklaşım öneriler olarak;

Bu çalışma, LST, NDVI ve NDBI arasındaki ilişkileri inceleyerek bu faktörlerin mikro iklim değişikliği üzerindeki etkilerini ve ayrıca Bartın şehrinde insan sağlığına olan etkilerini değerlendirmiştir. Bu amaçla, uydu verileri, özellikle Landsat termal görüntüleri, UHI oluşumunu anlamak için ideal bir kaynaktır. Sonuçlar, Bartın'da hızlı kentleşmenin, kentin arazi kullanım deseninde dikkate değer değişikliklere yol açtığını ve yerleşim alanlarının ve bitki örtüsünün dağılımının değişmesine neden olduğunu göstermektedir. Yerleşim alanlarındaki artış ve yeni konut ve ticaret komplekslerinin inşası için bitki örtüsünün azaltılması, şehir genelinde arazi yüzeyi sıcaklığında bir artışa neden olur ve en belirgin şekilde merkezi bölgelerde ısı adası oluşumu gözlemlenir. Çalışma, ayrıca artan sıcaklığın sağlık üzerindeki etkilerini de araştırmakta ve doğrudan veya dolaylı yoldan insanların fiziksel ve psikolojik sağlığına müdahale ettiği sonucuna varmaktadır. Ekonomik olarak daha zayıf bölgelerin ısının olumsuz etkilerine karşı daha savunmasız olduğu da bulunmuştur. Bununla birlikte, bu çalışmanın en önemli sınırlamalarından biri, verilerin mikro ölçekte olduğu için spektral çözünürlüğünün yetersiz olmasıdır. Ayrıca, yer merkezli termal sensörlerle elde edilen verilerin de bu çalışmanın sınırlamalarından biridir. Bununla birlikte, bu çalışma, kentsel gelişimin LST üzerindeki etkisi ve bunun insan sağlığına etkisi hakkında önemli bir anlayış sağlamaktadır ve karar vericilere veya planlamacılara gelecekteki gelişmeleri sürdürülebilir bir şekilde planlamak için rehberlik edebilir.

Küresel İklim Değişikliği Senaryolarına Bağlı Olarak Gelecekteki İklim ve Orman Bölgeleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi öneriler

İklim değişikliğinin ekosistemlere olan olumsuz etkileri, bu ekosistemlerin bir parçası olan insanların yaşamını da olumsuz etkileyecek ve iklim değişikliğinin insanların gıda ve su kaynaklarına olan erişimini zorlaştırarak yaşamlarını önemli ve geri dönüşü olmayacak şekilde etkileyecektir. Bu nedenle, bu çalışmanın sonuçları, Bartın ili için elde edilen bulguların dünya genelinde benzer şekillerde gözlemlenebileceği ve tüm dünya organizmalarının yaşamlarını önemli ölçüde etkileyecek değişikliklere neden olabileceği anlamına gelmektedir, bu da kısa bir süre içinde olabilir.

Bu çalışmanın sonuçları, yakın gelecekte Bartın ilinde biyokonfor bölgelerinde önemli değişiklikler olacağını, bu değişikliğin genellikle ısınma şeklinde olacağını, konfor bölgelerinin 2100'e doğru sıcaktan daha sıcak hale kayacağını ve en yüksek sıcaklık artışının orman yoğunluğunun ve orman faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgelerde gerçekleşeceğini göstermektedir. Bu sonuç, uygun konfor koşullarının sağlanabilmesi için soğutma sistemlerinin kullanımının ve maliyetinin artacağı şeklinde yorumlanabilir. Soğutma sistemleri, enerji tüketimi ve gaz emisyonlarına katkıda bulunduğu için, küresel iklim değişikliğinin artmasına neden olmaktadır ve sıcaklığın artması, bu sistemlerin daha fazla kullanılmasına yol açarak daha yüksek sıcaklık artışlarına sebep olacaktır.

Birçok çalışma, küresel iklim değişikliğinin tüm dünyayı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyeceğini bildirmiştir. Bu etkilerden korunmanın en etkili yolu, önce iklim değişikliğini yavaşlatmak, sonra durdurmaktır. Ancak bu şu anda mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, küresel iklim değişikliğine karşı en etkili savunma mekanizması, olası değişiklikleri önceden belirlemek ve gerekli önlemleri alarak bu etkilerle başa çıkmaktır. Bu tür olumsuz etkilerle mücadelede yerel ve bölgesel önlemler önemli bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, yanlış planlama ve yönetim durumunda orman alanlarının yoğun olduğu bölgelerde rahatsızlık bölgelerinin artacağını göstermektedir. Bu bölgelerde ağaç kesimi, bina inşaatı, geçirimsiz yüzeylerin artışı, araç trafiği ve insan faaliyetleri gibi faktörler, ortalama sıcaklığın daha yüksek olmasına yol açarak bu olumsuz etkileri artırabilir. Bu nedenle, bu unsurlara göre düzenlemeler yapılması ivediliktir.

Kent içinde yeşil alanların artırılması, ışığı yansıtan sert yüzeylerin çim veya daha uygun malzemelerle değiştirilmesi, çatı bahçelerinin oluşturulması, binaların dış yüzeylerinin uygun malzemelerle kaplanması ve yeşil bina uygulamalarına öncelik verilmesi önerilebilir. Küresel iklim değişikliğinin etkilerini orta ve uzun vadede en aza indirmek için fosil yakıt tüketiminin en aza indirilmesi, araç kullanımının azaltılması için önlemler alınması (toplu ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi, bisiklet yollarının planlanması, elektrikli araç kullanımının artırılması vb.) ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması önerilebilir.

Ayrıca, bu sürecin en önemli etkilerinin yaşam için vazgeçilmez bir kaynak olan su üzerinde olacağı bilinmektedir. Bu nedenle su tasarrufu yapmak, suları kirleten faktörleri azaltmak ve atık suları geri dönüştürerek tarımsal amaçlar için kullanmak da önemlidir.

Sürdürülebilir Orman Alanlarında Biyoklimatik Konfor Alanları ile Arazi Kullanımı/Örtü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bartın İli Örneği Öneriler;

Bartın'ın arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin, sıcaklık (T), nem (RH) ve rüzgar hızı (WS) iklim indekslerine dayalı genel iklim verileri üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve Corine verileri kullanılarak ilin 1990, 2000 ve 2020 yıllarındaki biyoiklimsel konfor bölgeleri belirlenmiştir. Bu konfor bölgeleri, ilgili yıllardaki arazi kullanımı ile birlikte değerlendirilmiştir.

Çalışma sonuçları, ilin yıllık ortalama sıcaklığının 1990'dan 2000'e kadar 5 °C arttığını, nemin yaklaşık %2 azaldığını ve rüzgar hızının ise sırasıyla yaklaşık %2 azaldığını göstermiştir. Bu değişikliklerde orman planlaması ve yönetimi, yanlış orman bitkisi seçimi, yeşil alan dağılımındaki değişiklikler, ekosistem azalmaları, su kaynaklarının kullanımı ve yanlış arazi kullanımının etkisi büyük rol oynamaktadır.

Bartın'da son 30 yılda kentleşme oranının %42 arttığı ve kentsel/yapılı alanın %9 artış gösterdiği görülmüştür. Ayrıca tarım ve orman alanlarında azalma yaşandığı belirlenmiştir. Hem referans yıllarında hem de çalışma sonuçlarına göre, en konforlu bölgelerin ormanlık alanlarda ve su kütlesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu, bitki örtüsü ve su kütlesinin, termal konforu artırdığını gösteren bir kanıttır.

Orman alanlarının biyoiklimsel konfor düzeylerinin değerlendirilmesi sonuçlarına göre, 2000 yılında konforlu alanların arttığı ve yıl boyunca dağılımının değiştigi belirlenmiştir. Ormanlık alanlardaki konfor seviyelerinin yazdan sonbahara ve ilkbahara kaydığını söylemek mümkündür. Bu verilerin dikkate alınarak ormanlık alanlarda yerel strateji planlarının oluşturulması ve bunların bölge planları ve politikalarına entegre edilmesi, iklim değişikliği çalışmalarına uyum sağlamak açısından önemlidir.

Sonuç olarak, bu alışma, Bartın ilinin biyoiklimsel konfor bölgelerinin yıllık değişimlerini inceleyerek evre, insan ve doğa ile daha uyumlu sürdürülebilir orman modellerinin planlanması için bir temel oluşturmaktadır. LULC verileri ile 2000 ve 2020 yılları arasındaki ilişkiyi de değerlendirmektedir.



KAYNAKLAR

- Abo Aisha, A. E. S., ve Cetin, M. (2023). Determination of Boron for Indoor Architecture Plants Used in Indoor Architectural Designs. *Scientific Research Communications*, 3(2):15-23, <https://doi.org/10.52460/src.2023.007>
- Adiguzel, F., Cetin, M., Kaya, E., Simsek, M., Gungor, S., ve Bozdogan Sert, E. (2020). Defining suitable areas for bioclimatic comfort for landscape planning and landscape management in Hatay, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 139(3): 1493–1503. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03065-7>
- Adiguzel, F., Bozdogan Sert, E., Dinc, Y., Cetin, M., Gungor, S., Yuka, P., Sertkaya Dogan, O., Kaya, E., Karakaya, K., ve Vural, E. (2021). Determining the relationships between climatic elements and thermal comfort and tourism activities using the tourism climate index for urban planning: a case study of Izmir Province: Tourism climate index for urban planning. *Theoretical and Applied Climatology*, 147(3-4), 1105-1120. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03874-9>
- Adiguzel, F., Cetin, M., Dogan, M., Gungor, S., Kose, M., Bozdogan Sert, E., ve Kaya, E. (2022). The assessment of the thermal behavior of an urban park surface in a dense urban area for planning decisions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(7): 519. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10172-y>
- Adigüz el, A. D., ve Zeren Ç etin, İ. (2022). Urbanization models suitable for thermal-bioclimatic comfort levels. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8(1), 78–89.
- Adigüz el, F. (2023). Effects of Green Spaces on Microclimate in Sustainable Urban Planning. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 10(3), 124–131. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1342287>
- Ajibola, K. (2001). Design for comfort in Nigeria—a bioclimatic approach. *Renewable Energy*, 23(1): 57-76. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148100001130>
- Akbari, H., Bretz, S., Kurn, D. M., ve Hanford, J. (1997). Peak power and cooling energy savings of high-albedo roofs. *Energy and Buildings*, 25(2): 117–126. [https://doi.org/10.1016/s0378-7788\(96\)01001-8](https://doi.org/10.1016/s0378-7788(96)01001-8)
- Alkan, A., Adigüz el, F., ve Kaya, E. (2017). Batman Kentinde Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeş il Alanların Önemi. *istanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi* (34), 63-76.
- Alley, W.M. (1984). On the treatment of evapotranspiration, soil moisture accounting, and aquifer recharge in monthly water balance models. *Water Resources Research*, 20(8): 1137-1149. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/WR020i008p01137>
- Almorox, J., Quej, V.H., ve Martí, P. (2015). Global performance ranking of temperature-based approaches for evapotranspiration estimation considering Köppen climate

- Alrabiti, O. B. M. (2023). Ordu, Bingöl ve Aydın İllerinde Bazı İklim Parametreleri ve Biyokonfor Değerlerinin Aylık ve Yıllık Bazda Değişimi. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu
- Alrabiti, O. B. M., ve Cetin, M. (2023). Monthly Change of Some Climate Parameters and Biocomfort Status in Ordu Province. *Scientific Research Communications*, 3(2):1-14. doi:10.52460/src.2023.006. <https://doi.org/10.52460/src.2023.006>
- Amelung, B., ve Viner, D. (2006). Mediterranean tourism: exploring the future with the tourism climatic index. *Journal of Sustainable Tourism*, 14(4): 349-366. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2167/jost549.0>
- Amelung, B., Nicholls, S., ve Viner, D. (2007). Implications of global climate change for tourism flows and seasonality. *Journal of Travel Research*, 45: 285-296. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0047287506295937>
- Amiranashvili, A., Matzarakis, A., ve Kartvelishvili, L. (2008). Tourism climate index in Tbilisi. *Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology* 115:27–30. <http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/744/1/TCI-Tb-Konf08En.pdf>
- Amiranashvili, A., Matzarakis, A., ve Kartvelishvili, L. (2010). Tourism Climate Index in Batumi, Modern Problems of Using of Health Resort Resources, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, 2010, pp. 116-121. <http://dspace.gela.org.ge/bitstream/123456789/660/1/TCI-Batumi-Konf-2010-En.pdf>
- Amiranashvili, A.G., Japaridze, N.D., Kartvelishvili, L.G., Khazaradze, K.R., ve Kurdashvili, L.R. (2018). Tourism Climate Index in Kutaisi (Georgia), International Scientific Conference, ISSN 1512-1976, v. 6, Kutaisi, Georgia. <http://www.openlibrary.ge/handle/123456789/7330>
- Ataei, H., ve Hasheminasab, F. (2012). Comparative assessment of human bioclimatic in Isfahan City using Terjunde, TCI, PET, PMV. *Urban Reg Stud Res* 4(14):17-19.
- Auliciems, A., ve Kalma, J.D. (1979) A climatic classification of human thermal stress in Australia. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 18(5): 616-626. https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/18/5/1520-0450_1979_018_0616_accoht_2_0_co_2.xml
- Bakhtiari, B., ve Bakhtiari, A. (2013). Determination of tourism climate index in Kerman province. *Desert*, 18(2):113-126. https://jdesert.ut.ac.ir/article_50003_e04a9ca8e1009d1a9602927aa991decba.pdf
- Banc, Ș., Croitoru, A. E., David, N. A., ve Scripcă, A. S. (2020). Changes detected in five bioclimatic indices in large Romanian cities over the period 1961–2016. *Atmosphere*, 11(8): 819.

- Bartin (2021). NDVI, NDBI & NDWI Calculation Using Landsat 7,8 (September 2021)
Bartin. (2021). NDVI, NDBI & NDWI Calculation Using Landsat 7,8, the report of Ph.D. dissertation in Bartın University, Institute of Science, and Department of Forest Engineering, YOK 100/2000 Scholarship, Program of Sustainable Forestry, Institute of Graduate School, Department of Forest Engineering, Bartın, Turkey (September 2021).
- Benito Garzón, M., Robson, T.M., ve Hampe, A. (2019). Δ Trait SDMs: species distribution models that account for local adaptation and phenotypic plasticity. *New Phytologist*, 222(4), 1757-1765.
- Berrittella, M., Bigano, A., Roson, R., ve Richard, S.J.T. (2006). A general equilibrium analysis of climate change impacts on tourism. *Tourism Management*, 27:913–924. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517705000518>
- Birrell, J.H., Shah, A.A., Hotaling, S., Giersch, J.J., Williamson, C.E. Jacobsen, D., Woods, H.A. (2020). Insects in high-elevation streams: Life in extreme environments imperiled by climate change. *Global Change Biology*, 26(12): 6667-6684
- Blazejczyk, K., Epstein, Y., Jendritzky, G., Staiger, H., ve Tinz, B. (2012). Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International Journal of Biometeorology*, 56(3): 515-535.
- Bode, S., Hapke, J., ve Zisler, S. (2003). Need and options for a regenerative energy supply in holiday facilities. *Tourism Management*, 24(3): 257-266.. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517702000675>
- Bozdogan Sert, E., Kaya, E., Adiguzel, F., Cetin, M., Gungor, S., Zeren Cetin, I., ve Dinc, Y. (2021). Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of Iskenderun (Hatay, Turkey). *Theoretical and Applied Climatology*, 144(1-2), 103-113. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03524-0>
- Bruno, J. F., Côté, I. M., ve Toth, L. T. (2019). Climate change, coral loss, and the curious case of the parrotfish paradigm: Why don't marine protected areas improve reef resilience?. *Annual review of Marine Science*, 11: 307-334.
- Çalı, K. (2018). Kentsel planlama çalışmalarında biyokonfor; Manisa örneği, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Cantürk, U. (2018). Kastamonu ilinin alansal değişiminin belirlenmesi ve peyzaj plan kararlarının alınması, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Cantürk, O. (2020). Samsun'da bazı iklim parametreleri ve kuraklık durumunun küresel ısınmaya bağlı olarak değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu
- Cesur, A., Zeren Cetin, I., Abo Aisha, A.E.S., Alrabiti, O.B.M., Aljama, A.M.O., Jawed, A.A., Cetin, M., Sevik, H., ve Ozel, H.B. (2021). The usability of Cupressus

arizonica annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27): 35642-35648. DOI: 10.1007/s11356-021-13166-4; <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13166-4>

Census of Turkey (2021). Provisional population Totals. Government of Turkey

Cetin, M. (2015). Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu City. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(10): 640. doi:10.1007/s10661-015-4861-3. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-015-4861-3>

Cetin, M. (2015b). Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 22(5): 420-424. <https://doi.org/10.1080/13504509.2015.1061066>

Cetin, M. (2015c). Evaluation of the sustainable tourism potential of a protected area for landscape planning: a case study of the ancient city of Pompeipolis in Kastamonu. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 22(6): 490-495. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504509.2015.1081651>

Cetin, M. (2015d). Consideration of permeable pavement in landscape architecture. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 16(1): 385-392.

Cetin, M. (2016). Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: A case study of Cide Coastline. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4 (9): 800-804. <http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/872>

Cetin, M. (2016b). A Change in the Amount of CO₂ at the Center of the Examination Halls: Case Study of Turkey. *Studies on Ethno-Medicine* 10(2): 146-155.

Cetin, M. (2016c). Peyzaj planlamada biyoklimatik konfor alanların belirlenmesi: Cide kıyısı şeridi örneği. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 4(9): 800-804.

Cetin, M. (2018). The finding of suitable biocomfort area mapping for Karabük City Center. In *International Agricultural, Biological & Life Science Conference* (pp. 295-299). 2018, September. Turkey: Edirne.

Cetin, M. (2019). The effect of urban planning on urban formations determining bioclimatic comfort area's effect using satellitia imagines on air quality: a case study of Bursa city. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(10): 1237-1249. <https://doi.org/10.1007/s11869-019-00742-4>

Cetin, M. (2020). Climate comfort depending on different altitudes and land use in the urban areas in Kahramanmaraş City. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13(8), 991-999 DOI: 10.1007/s11869-020-00858-y, <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00858-y>

Cetin, M. (2020a). The changing of important factors in the landscape planning occur due to global climate change in temperature, Rain and climate types: A case study of

Mersin City. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 8(12): 2695-2701. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i12.2695-2701.3891>

- Cetin, M., Yildirim, E., Canturk, U., ve Sevik, H. (2018). Investigation of bioclimatic comfort area of Elazig city centre. In book title: Recent Researches in Science and Landscape Management (Edited by Recep Efe, Murat Zencirkiran and Isa Curebal), Cambridge Scholars Publishing. ISBN (10): 1-5275-1087-5, ISBN (13): 978-1-5275-1087-6, Lady Stephenson Library, Newcastle upon Tyne, NE6 2PA, UK. 324-333
- Cetin, M., Adiguzel, F., Gungor, S., Kaya, E., ve Sancar, M.C. (2019b). Evaluation of thermal climatic region areas in terms of building density in urban management and planning for Burdur, Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(9): 1103–1112. <https://doi.org/10.1007/s11869-019-00727-3>
- Cetin, M., ve Zeren, I. (2016a). Evaluation of the value of biocomfort for Kastamonu-Inebolu. In International Conference GREDIT (pp. 4-35).
- Cetin, M., ve Zeren, I. (2016b). Bioclimatic mapping of rural areas in Bozkurt, Turkey, for recreation. In VII International Scientific Agriculture Symposium," Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings (pp. 2924-2931). University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture. Bioclimatic mapping of rural areas in Bozkurt, Turkey, for recreation. In VII International Scientific Agriculture Symposium," Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings (pp. 2924-2931). University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173053633>
- Cetin, M., ve Sevik, H. (2016a). Assessing Potential Areas of Ecotourism through a Case Study in Ilgaz Mountain National Park, InTech, Chapter 5, Eds: Leszek Butowski, 190, ISBN: 978-953-51-2281-4, 81-110.
- Cetin, M., ve Sevik, H. (2016b). Evaluating the recreation potential of Ilgaz mountain national park in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1): 1-10.
- Cetin, M., Topay, M., Kaya, L., ve Yilmaz, B. (2010a). Biyoiklimsel konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: Kütahya örneği. *Turkish Journal of Forestry* 11(1): 83-95.
- Cetin, M., Topay, M., Kaya, L.G., ve Yılmaz, B. (2010b). Efficiency of bioclimatic comfort in landscape planning process: case of Kutahya. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A* 11(1): 83-95.
- Cetin, M., Adiguzel, F., Gungor, S., Kaya, E., & Sancar, M. C. (2019b). Evaluation of thermal climatic region areas in terms of building density in urban management and planning for Burdur, Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12, 1103-1112.
- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., ve Sen, B. (2019b). Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3): 311-316.

- Cetin, M., Sevik, H., ve Cobanoglu, O. (2020). Ca, Cu, and Li in washed and unwashed specimens of needles, bark, and branches of the blue spruce (*Picea pungens*) in the city of Ankara. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 21816-21825.
- Cetin, M., Aksoy, T., Cabuk, S. N., Kurkcuoglu, M. A. S., ve Cabuk, A. (2021a). Employing remote sensing technique to monitor the influence of newly established universities in creating an urban development process on the respective cities. *Land Use Policy*, 109: 105705.
- Cetin, M., Agacsapan, B., Cabuk, S. N., Senyel Kurkcuoglu, M. A., Isik Pekkan, O., Baran Argun, E., ... ve Cabuk, A. (2021b). Assessment of the Ecological Footprint of Eskisehir Technical University–İki Eylül Campus. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 49(10): 2311-2327.
- Cetin, M., Adiguzel, F., ve Zeren Cetin, I. (2023). Determination of the effect of urban forests and other green areas on surface temperature in Antalya. In *Concepts and Applications of Remote Sensing in Forestry* (pp. 319-336). Singapore: Springer Nature Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-4200-6_16, https://doi.org/10.1007/978-981-19-4200-6_16 Determination of the Effect of Urban Forests and Other Green Areas on Surface Temperature in Antalya. In: Suratman, M.N. (eds) *Concepts and Applications of Remote Sensing in Forestry* . Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4200-6_16
- Cetin, M., Sevik, H., Koc, I., ve Zeren Cetin, I. (2023). The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of thermal biology*, 112, 103434. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103434>
- Cetin M, ve Alrabiti OBM (2022) Determination of appropriate areas in terms of bio comfort by using summer temperature index with the help of GIS throughout Ordu province. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning* 3(3): 409-417.
- Cetin, M., ve Abo Aisha, A. E. S. (2023). Variation of Al concentrations depending on the growing environment in some indoor plants that used in architectural designs. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(7), 18748-18754.
- Cetin, M., ve Jawed, A. A. (2022). Variation of Ba concentrations in some plants grown in Pakistan depending on traffic density. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-7.
- Cetin, M., ve Jawed, A. A. (2021). The chancing of Mg concentrations in some plants grown in pakistan depends on plant species and the growing environment. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 7(2), 167-174.
- Cetin, M., Adiguzel, F., ve Zeren Cetin, I. (2023a). Determination of the effect of urban forests and other green areas on surface temperature in Antalya. In *Concepts and Applications of Remote Sensing in Forestry* (pp. 319-336). Singapore: Springer Nature Singapore. Determination of the Effect of Urban Forests and Other Green Areas on Surface Temperature in Antalya. In: Suratman, M.N. (eds) *Concepts and*

- Cetin, M., Sevik, H., Koc, I., ve Zeren Cetin, I. (2023b). The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of Thermal Biology*, 112, 103434.
- Cetin, M., Kaya, A. Y., Elmastas, N., Adiguzel, F., Siyavus, A. E., ve Kocan, N. (2023c). Assessment of emergency gathering points and temporary shelter areas for disaster resilience in Elazığ, Turkey. *Natural Hazards*, 1-25. *Nat Hazards* (2023). Doi: 10.1007/s11069-023-06271-9, <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06271-9>
- Cevik Degerli, B., ve Cetin, M. (2022a). Using the remote sensing method to simulate the land change in the year 2030. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(12), 2453-2466.
- Cevik Degerli, B., ve Cetin, M. (2022b). Evaluation from rural to urban scale for the effect of NDVI-NDBI indices on land surface temperature, in Samsun, Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(12), 2446-2452.
- Cevik Degerli, B., ve Cetin, M. (2023) Evaluation of UTFVI index effect on climate change in terms of urbanization. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8. *Environ Sci Pollut Res* 30, 75273–75280 (2023). Doi: 10.1007/s11356-023-27613-x , <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27613-x>
- Cevik Degerli, B. (2023). Kentsel peyzaj planlamada ısı adası oluşumunun uzaktan algılama yönetimi ile analizi; Samsun örneği. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu
- Chen, X. L., Zhao, H. M., Li, P. X., ve 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>
- Chow, W. T., Akbar, S. N. A. B. A., Heng, S. L., ve Roth, M. (2016). Assessment of measured and perceived microclimates within a tropical urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16: 62-75.
- Chung, Y.S., ve Kim, H.S. (2019). Observations on changes in Korean Changma rain associated with climate warming in 2017 and 2018. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(2): 197-215. <https://rd.springer.com/article/10.1007/s11869-018-00658-5>
- Chugunkova, A. V., ve Pyzhev, A. I. (2020). Impacts of Global Climate Change on Duration of Logging Season in Siberian Boreal Forests. *Forests*, 11(7): 756.
- Clarke, H., Tran, B., Boer, M. M., Price, O., Kenny, B., ve Bradstock, R. (2019). Climate change effects on the frequency, seasonality and interannual variability of suitable prescribed burning weather conditions in south-eastern Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 271: 148-157.

- Clements, M., ve Georgiou, A. (1998). The impact of political instability on a fragile tourism product. *Tourism Management*, 19(3). 283-288. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517798000120>
- CORINE (2021) CORINE Land Cover — Copernicus Land Monitoring Service, [accessed on 28.08.2021]. <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>
- Dai, A., Zhao, T., ve Chen, J. (2018). Climate change and drought: a precipitation and evaporation perspective. *Current Climate Change Reports*, 4(3): 301-312.
- Daneshvar, M. R. M., Bagherzadeh, A., ve Tavousi, T. (2013). Assessment of bioclimatic comfort conditions based on Physiologically Equivalent Temperature (PET) using the RayMan Model in Iran. *Central European Journal of Geosciences*, 5(1): 53-60.
- De Freitas, C.R. (2003). Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *international Journal of Biometeorology*, 48(1):45–54. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-003-0177-z>
- De Freitas, C.R. (2005). The Climate-Tourism Relationship and its Relevance to Climate Change Impact Assessment, in: Hall, M.C. and Higham, J. (eds.) *Tourism, Recreation and Climate Change*, Channel View Publications, Clevedon, 29-43. https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=7nNEFApnJAcC&oi=fnd&pg=PA29&dq=The+Climate-Tourism+Relationship+and+its+Relevance+to+Climate+Change+Impact+Assessment,+in:+Hall,+M.C.+and+Higham&ots=MhY3tQ4FNq&sig=A9SeB_suGGmZ9jIEIuWnrazWPw4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Desai, M. S., ve Dhorde, A. G. (2018). Trends in thermal discomfort indices over western coastal cities of India. *Theoretical and Applied Climatology*, 131(3): 1305-1321.
- Dodman, D., ve Satterthwaite, D. (2008). Institutional capacity, climate change adaptation and the urban poor. *IDS Bulletin*, 39(4): 67–74. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2008.tb00478.x>
- Dolney, T. J., ve Sheridan, S. C. (2006). The relationship between extreme heat and ambulance response calls for the city of Toronto, Ontario, Canada. *Environmental Research*, 101(1): 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.08.008>
- Du, C., Ren, H., Qin, Q., Meng, J., ve Zhao, S. (2015). A practical splitwindow algorithm for estimating land surface temperature from landsat 8 data. *Remote Sensing*, 7(1): 647–665. <https://doi.org/10.3390/rs70100647>
- Elhadar, Y.O. (2020). Specific climate parameters and seasonal changes of biocomfort zones Gaziantep province. Dissertation, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Landscape Architecture, Gaziantep il genelinde bazı iklim parametreleri ve biyokonfor alanlarının mevsimsel değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu

- Elahsadi, A.H.M. (2020). Biyoklimatik konfor ölçütlerinin peyzaj planlama sürecindeki etkinliği; Van ili örneği, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Emmanuel, R. (2005). Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment*, 40(12): 1591-1601.
- Endler, C., Oehler, K., ve Matzarakis, A. (2010). Vertical gradient of climate change and climate tourism conditions in the Black Forest. *International Journal of Biometeorology*, 54(1): 45-61.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H.B., Cetin, M., ve Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1): 1-17.
- Farajzadeh, H., Saligheh, M., Alijani, B., ve Matzarakis, A. (2015). Comparison of selected thermal indices in the northwest of Iran. *Natural Environment Change*, 1(1): 1-20.
- Farajzadeh, M., ve AhmadAbadi, A. (2010). Assessment and zoning of tourism climate of Iran using tourism climate index (TCI). *Physical Geography Research Quarterly*, 42(71). *Physical Geography Research Quarterly* 42(71): 42-31. https://jphgr.ut.ac.ir/m/article_21546.html?lang=en
- Fielding, D., ve Shortland, A. (2011). How do tourists react to political violence? An empirical analysis of tourism in Egypt. *Defence and Peace Economics*, 22(2), 217-243. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10242694.2011.542340>
- Fletcher, J., ve Morakabati, Y. (2008). Tourism Activity, Terrorism And Political Instability Within The Commonwealth: The Cases Of Fiji And Kenya. *International Journal of Tourism Research* 10: 537-556. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jtr.699>
- Gárate- Escamilla, H., Hampe, A., Vizcaíno- Palomar, N., Robson, T.M., ve Benito Garzón, M. (2019). Range-wide variation in local adaptation and phenotypic plasticity of fitness-related traits in *Fagus sylvatica* and their implications under climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 28(9): 1336-1350.
- Gao, F., Jin, Y., Li, X., Schaaf, C. B., ve Strahler, A. H. (2002). Bidirectional NDVI and atmospherically resistant BRDF inversion for vegetation canopy. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 40(6): 1269–1278. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2002.800241>
- Grassl, H. (1976). The dependence of the measured cool skin of the ocean on wind stress and total heat flux. *Boundary-Layer Meteorology* 10(4): 465-474.
- Grassl, H. (1979). Possible changes of planetary albedo due to aerosol particles. In *Developments in Atmospheric Science* (Vol. 10, pp. 229-241). Elsevier.
- Grassl, H. (1981). The climate at maximum entropy production by meridional atmospheric

- and oceanic heat fluxes. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 107(451): 153-166.
- Grassl, H. (1989). Extraction of surface temperature from satellite data. In *Applications of Remote Sensing to Agrometeorology* (pp. 199-220). Springer, Dordrecht.
- Grassl, H. (2006). Climate change, new weather extremes and climate policy. In *Earth System Science in the Anthropocene* (pp. 41-50). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Grassl, H. (2011). Climate change challenges. *Surveys in Geophysics* 32(4-5): 319.
- Guilbert, J., Beckage, B., Winter, J.M., Horton, R. M., Perkins, T., ve Bomblies, A. (2014). Impacts of projected climate change over the Lake Champlain Basin in Vermont. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 53(8): 1861-1875. <https://journals.ametsoc.org/doi/full/10.1175/JAMC-D-13-0338.1>
- Gungor, S., Cetin, M., Adiguzel, F. (2021). Calculation of comfortable thermal conditions for Mersin urban city planning in Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 14(4): 515–522. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00955-y>
- Harlfinger, O. (1991). Holiday bioclimatology: A study of Palma de Majorca, Spain. *GeoJournal* 25 (4): 377-381.
- Hajat, S., ve Kosatky, T. (2010). Heat-related mortality: A review and exploration of heterogeneity. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 64(9): 753–760. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.087999>
- Hanewinkel, M., Cullmann, D. A., Schelhaas, M. J., Nabuurs, G. J., ve Zimmermann, N. E. (2013). Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3(3): 203-207.
- Hausfather, Z. (2019). CMIP6: the next generation of climate models explained. Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>. Accessed 12 March 2020
- Harlan, S. L., Brazel, A. J., Prashad, L., Stefanov, W. L., ve Larsen, L. (2006). Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress. *Social Science & Medicine*, 63(11): 2847-2863.
- Heisler, G. M. (1974). Trees and human comfort in urban areas. *Journal of Forestry*, 72(8): 466-469.
- Hejazizadeh, Z., Karbalaee, A., Hosseini, S.A., ve Tabatabaei, S.A. (2019). Comparison of the holiday climate index (HCI) and the tourism climate index (TCI) in desert regions and Makran coasts of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 12: 803 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-019-4997-5>
- Hernandez, A.B., ve Ryan, G. (2011). Coping with climate change in the tourism industry: A review and agenda for future research. *Tourism and Hospitality Management* 17(1): 79– 90. <https://hrcak.srce.hr/69285>

- Hrivnak, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., Tvauri, I., ve Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecology and Evolution*, 7(23): 10018-10030.
- Hester, E. T., ve Bauman, K. S. (2013). Stream and Retention Pond Thermal Response to Heated Summer Runoff From Urban Impervious Surfaces. *Journal of the American Water Resources Association*, 49(2): 328–342. <https://doi.org/10.1111/jawr.12019>
- Hulme, M. (2014). Attributing weather extremes to ‘climate change’: A review. *Progress in Physical Geography*, 38(4): 499–511. <https://doi.org/10.1177/0309133314538644>
- Insaf, T.Z., Lin, S., ve Sheridan, S.C. (2013). Climate trends in indices for temperature and precipitation across New York State, 1948–2008. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 6(1): 247-257. <https://rd.springer.com/article/10.1007/s11869-011-0168-x>
- Jedd, T.M., Hayes, M.J., Carrillo, C.M., Haigh, T., Chizinski, C.J., ve Swigart, J. (2018). Measuring park visitation vulnerability to climate extremes in US Rockies National Parks tourism. In *Tourism in Changing Natural Environments* (pp. 32-57). Routledge. *Tourism Geographies* 20(2): 224-249. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14616688.2017.1377283>
- Jia, X., Fu, T., Hu, B., Shi, Z., Zhou, L., ve Zhu, Y. (2020). Identification of the potential risk areas for soil heavy metal pollution based on the source-sink theory. *Journal of Hazardous Materials*, 393: 122424.
- Kumar, K.K., Kumar, K.R., ve Rakhecha, P.R. (1987). Comparison of Penman and Thornthwaite methods of estimating potential evapotranspiration for Indian conditions. *Theoretical and Applied Climatology*, 38: 140-146. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00868097>
- Kaya, L.G., Cetin, M., ve Doygun, H. (2009). A holistic approach in analyzing the landscape potential: Porsuk Dam Lake and its environs, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(8): 1525-1533.
- Kavlak, M. O., Cabuk, S. N., ve Cetin, M. (2021). Development of forest fire risk map using geographical information systems and remote sensing capabilities: Ören case. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25): 33265-33291.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., ve Sevik, H. (2020). Site selection by using the multi-criteria technique—a case study of Bafra, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-12.. 192(9): 608. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08562-1>
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., ve Sevik, H. (2021). Integrating multicriteria decision-making analysis for a GIS-based settlement area in the district of Atakum, Samsun, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 143(1-2), 379-388. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03439-2>
- Kovács, A., ve Unger, J. (2014a). Modification of the Tourism Climatic Index to Central European climatic conditions—examples. *időjárás/quarterly Journal of the*

- Kovács, A., ve Unger, J. (2014b). Analysis of tourism climatic conditions in Hungary considering the subjective thermal sensation characteristics of the South-Hungarian residents. *Acta Climatologica et Chorologica* 47: 77-84.
- Koleoglu, O. (2021). Balıkesir ilinde bazı iklim parametreleri ve kuraklık durumunun küresel ısınmaya bağlı olarak değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Kümüştas, U. (2022). Kentsel açık yeşil alanların planlanmasında biyoiklimsel konfor değerinin önemi 'Kastamonu kent örneği'. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Leao, S.Z. (2017). Assessing the trade-off between data quality and spatial resolution for the Thornthwaite Moisture Index mapping. *Journal of Spatial Science*, 62(1): 85-102. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14498596.2016.1220871>
- Lee, M.H., Im, E.S., ve Bae, D.H. (2019). A comparative assessment of climate change impacts on drought over Korea based on multiple climate projections and multiple drought indices. *Climate Dynamics*, 53(1-2): 389-404.
- Lenihan, J.M., Bachelet, D., Neilson, R.P., ve Drapek, R. (2008). Response of vegetation distribution, ecosystem productivity, and fire to climate change scenarios for California. *Climatic Change*, 87(Suppl 1): 215-230
- Lin, W., Zeng, C., Lam, N. S. N., Liu, Z., Tao, J., Zhang, X., ... Chen, Q. (2021). Study of the relationship between the spatial structure and thermal comfort of a pure forest with four distinct seasons at the microscale level. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62: 127168.
- Lin, T-P, ve Matzarakis, A. (2008). Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology*, 52:281–290. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-007-0122-7>
- Lindner-Cendrowska, K. (2013). Assessment of bioclimatic conditions in cities for tourism and recreational purposes (a Warsaw case study). *Geographia Polonica*, 86(1): 55-66.
- Lise, W., ve Tol, R.S.J. (2002). Impact of climate on tourist demand. *Climatic Change* 55 (4): 429-449. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1020728021446>
- Liu, H., ve Weng, Q. (2008). Seasonal variations in the relationship between landscape pattern and land surface temperature in Indianapolis, USA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144(1–3): 199–219. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9979-5>
- Liu, L., ve Zhang, Y. (2011). Urban heat island analysis using the landsat TM data and ASTER Data: A case study in Hong Kong. *Remote Sensing*, 3(7): 1535–1552. <https://doi.org/10.3390/rs3071535>

- Liu, H., ve Weng, Q. (2012). Enhancing temporal resolution of satellite imagery for public health studies: A case study of West Nile Virus outbreak in Los Angeles in 2007. *Remote Sensing of Environment*, 117: 57–71. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.06.023>
- Liu Shaojun J, Zhang JH, Wu SA, Zhang MJ, ve Che XF (2014) Possible impact of global climate changes on climate comfort degree and tourist flows in Hainan Island. *Journal of Tropical Meteorology*, 30(5): 977-982.
- Lucena, R.L., de Freitas Santos, T.H., Ferreira, A.M., ve Steinke, E.T. (2016). Heat and Human Comfort in a Town in Brazil's Semi-arid Region (2016). *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, 8(4), 15 -30
- Ma, L., ve Sun, G. (2009). Evaluation of climate comfort index for tourism hot-spot cities in west China. *Arid Land Geography*, 32(5): 791-797.
- Maddison, D. (2001). In search of warmer climates? The impact of climate change on flows of British tourists. *Climatic Change* 49: 193-2208. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010742511380>
- Mallick, J. (2014). Land Characterization Analysis of Surface Temperature of Semi-Arid Mountainous City Abha, Saudi Arabia Using Remote Sensing and GIS. *Journal of Geographic Information System*, 06(06): 664–676. <https://doi.org/10.4236/jgis.2014.66055>
- Matzarakis, A., Mayer, H., ve Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43(2): 76-84.
- Matzarakis, A. (2002). Examples of Climate and Tourism Research for Tourism Demands, Proceedings of the 15th Conference on Biometeorology and Aerobiology joint with the International Congress on Biometeorology, Kansas City 2002, 391–392.
- Matzarakis, A. (2006). Weather and climate related information for tourism. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 3:99 115. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14790530600938279>
- Matzarakis, A. (2007). Climate change and tourism: Assessment and coping strategies. (Eds: Amelung, B. and Blazejczyk, K. and Matzarakis, A.), *Climate, Thermal Comfort and Tourism*, pp: 139-154.
- Matzarakis, A., Rutz, F., ve Mayer, H. (2010). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 54(2): 131-139.
- Matzarakis, A., Hämmerle, M., Koch, E., ve Rudel, E. (2012). The climate tourism potential of Alpine destinations using the example of Sonnblick, Rauris and Salzburg. *Theoretical and Applied Climatology*, 110(4): 645-658.

- Mesbahzadeh, T., Mirakbari, M., Mohseni Saravi, M., Soleimani Sardoo, F., ve Miglietta, M. M. (2020). Meteorological drought analysis using copula theory and drought indicators under climate change scenarios (RCP). *Meteorological Applications*, 27(1): e1856.
- Meze-Hausken, E. (2008). On the (im-) possibilities of defining human climate thresholds. *Climatic Change*, 89(3), 299-324.
- MEU (2012). The Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization (MEU). Turkey's national climate change: Adaptation Strategy and Action Plan 2011-2023.
- Mieczkowski, Z. (1985). The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer* 29 (3): 220-233. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-0064.1985.tb00365.x>
- Mintz, Y., ve Serafini, Y.V. (1992). A global monthly climatology of soil moisture and water balance. *Climate Dynamics*, 8(1): 13-27. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00209340>
- Monteiro, M.V., Doick, K.J., Handley, P., ve Peace, A. (2016). The impact of greenspace size on the extent of local nocturnal air temperature cooling in London. *Urban Forestry & Urban Greening* 16: 160–169.
- Moreno, A., Amelung, B., ve Santamarta, L. (2008). Linking beach recreation to weather conditions: a case study in Zandvoort, Netherlands. *Tour Mar Environ* 5(2–1):111–119. <https://www.ingentaconnect.com/content/cog/tme/2008/00000005/F0020002/art00004>
- Mukherjee, S., Mishra, A., ve Trenberth, K.E. (2018). Climate change and drought: a perspective on drought indices. *Current Climate Change Reports*, 4(2): 145-163.
- Oke, T.R. (1989). The micrometeorology of the urban forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 324(1223): 335-349. <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rstb.1989.0051>
- Ortakavak, Z., Çabuk, S. N., Cetin, M., Senyel Kurkcuoglu, M. A., ve Cabuk, A. (2020). Determination of the nighttime light imagery for urban city population using DMSP-OLS methods in Istanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1–17.
- Ozel HB, Cetin M, Sevik H, Varol T, Isik B, ve Yaman B (2021a) The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura*, 72: 359-365. <https://doi.org/10.1007/s42977-021-00085-1>
- Ozel, H.B., Abo Aisha, A.E.S., Cetin, M. Sevik, H., ve Zeren Cetin, I. (2021b). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(7): 388. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09178-9>

- Parker, A.J. (1982). The topographic relative moisture index: an approach to soil-moisture assessment in mountain terrain. *Physical Geography*, 3(2): 160-168. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02723646.1982.10642224>
- Parsons, K. C. (2003). Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance. Taylor & Francis, London, New York.
- Pejman, A.H., Bidhendi, G.N., Karbassi, A.R., Mehrdadi, N., ve Bidhendi, M.E. (2009). Evaluation of spatial and seasonal variations in surface water quality using multivariate statistical techniques. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 6(3): 467-476. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03326086>
- Pekkan, O. I., Kurkcuoglu, M. A. S., Cabuk, S. N., Aksoy, T., Yilmazel, B., Kucukpehlivan, T., ... Cetin, M. (2021). Assessing the effects of wind farms on soil organic carbon. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14): 18216-18233.
- Peñuelas, J., Sardans, J., Filella, I., Estiarte, M., ...Terradas, J. (2018). Assessment of the impacts of climate change on Mediterranean terrestrial ecosystems based on data from field experiments and long-term monitored field gradients in Catalonia. *Environmental and Experimental Botany*, 152: 49-59.
- Portmann, R.W., Solomon, S., ve Hegerl, G.C. (2009). Spatial and seasonal patterns in climate change, temperatures, and precipitation across the United Urban cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(18): 7324-7329. <https://www.pnas.org/content/106/18/7324.short>
- Purevdorj, T. S., Tateishi, R., Ishiyama, T., ve Honda, Y. (1998). Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices. *International Journal of Remote Sensing*, 19(18): 3519–3535. <https://doi.org/10.1080/014311698213795>
- Qin, Z., Karnieli, A., ve Berliner, P. (2001). A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. *International Journal of Remote Sensing*, 22(18): 3719–3746. <https://doi.org/10.1080/01431160010006971>
- Rahman, M., Islam, M., ve Bräuning, A., (2018). Tree radial growth is projected to decline in South Asian moist forest trees under climate change. *Global and Planetary Change*, 170: 106-119.
- Rifkin, D. I., Long, M. W., ve Perry, M. J. (2018). Climate change and sleep: A systematic review of the literature and conceptual framework. *Sleep Medicine Reviews*, 42: 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2018.07.007>
- Rizvanovic, M., Kennedy, J. D., Nogués-Bravo, D., ve Marske, K. A. (2019). Persistence of genetic diversity and phylogeographic structure of three New Zealand forest beetles under climate change. *Diversity and Distributions*, 25(1): 142-153.

- Rolland, C. (2003). Spatial and seasonal variations of air temperature lapse rates in Alpine regions. *Journal of Climate*, 16(7): 1032-1046. <https://journals.ametsoc.org/doi/full/10.1175/1520-0442%282003%29016%3C1032%3ASASVOA%3E2.0.CO%3B2>
- Roshan, G. R., Farrokhzad, M., ve Orosa, J. A. (2019). A climate-architecture modeling to explore the effect of land use change scenario on building bioclimatic design pattern in order to provide human thermal comfort. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 17(2): 1131-1151.
- Rosenfeld, A. H., Akbari, H., Romm, J. J., Pomerantz, M. (1998). Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction. *Energy and buildings*, 28(1), 51-62.
- Rozenstein, O., Qin, Z., Derimian, Y., Karnieli, A. (2014). Derivation of land surface temperature for landsat-8 TIRS using a split window algorithm. *Sensors (Switzerland)*, 14(4), 5768–5780. <https://doi.org/10.3390/s140405768>
- Sahin, G., Cabuk, S. N., ve Cetin, M. (2021). The change detection in coastal settlements using image processing techniques: a case study of Korfez. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(10): 15172-15187.
- Saat, A. (2020). Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde yaz biyokonfor durumunun incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Seidl, R., Schelhaas, M.J., Rammer, W., ve Verkerk, P.J. (2014). Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4(9): 806-810.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H.B., ve Pinar, B. (2019). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8):983-991
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Ozel, S., ve Zeren Cetin, I. (2020a). Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (2): 78.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. U., Ozel, H. B., Mossi, M. M. M., ve Zeren Cetin, I. (2020b). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (2): 2423-2431.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Erbek, A., ve Zeren Cetin, I. (2021). The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability* 23(4): 6395-6407.
- Sewell, W.D., Kates, R.W., ve Phillips, L.E. (1968). Human response to weather and climate: geographical contributions. *Geographical Review*, 58(2): 262-280. <https://www.jstor.org/stable/212438?seq=1>

- Scott, D., ve McBoyle, G. (2001). Using a 'tourism climate index' to examine the implications of climate change for climate as a natural resource for tourism. A. Matzarakis and C. de Freitas (Eds.). Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation. 5-10 October 2001: International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation, Greece.
- Scott, D., McBoyle, G., ve Schwartzentruber, M. (2004). Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Climate Research*. 27 (2): 105-117. <https://www.int-res.com/abstracts/cr/v27/n2/p105-117/>
- Scott, D., ve Lemieux, C. (2009). Weather and Climate Information for Tourism. Commissioned White Paper for the World Climate Conference 3. World Meteorological Organization: Geneva and United Nations World Tourism Organization: Madrid.
- Scott, D., Rutty, M., Amelung, B., ve Tang, M. (2016). An Inter-Comparison of the Holiday Climate Index (HCI) and the Tourism Climate Index (TCI) in Europe 2016. *Atmosphere* 7(6): 80, <https://www.mdpi.com/2073-4433/7/6/80>
- Shahmohamadi, P., Che-Ani, A. I., Eteessam, I., Maulud, K. N. A., ve Tawil, N. M. (2011). Healthy environment: The need to mitigate urban heat island effects on human health. *Procedia Engineering*, 20, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.139>
- Sherwood, S. C., ve Huber, M. (2010). An adaptability limit to climate change due to heat stress. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107(21), 9552–9555. <https://doi.org/10.1073/pnas.0913352107>
- Singh, P., Kikon, N., ve Verma, P. (2017). Impact of land use change and urbanization on urban heat island in Lucknow city, Central India. A remote sensing based estimate. *Sustainable Cities and Society*, 32, 100–114. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.018>
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., ve Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- Svensson, M. K., Thorsson, S., ve Lindqvist, S. (2003). A geographical information system model for creating bioclimatic maps—examples from a high, mid-latitude city. *International Journal of Biometeorology*, 47(2): 102-112.
- Taha, H. (1996). Modeling impacts of increased urban vegetation on ozone air quality in the South Coast Air Basin. *Atmospheric Environment*, 30(20): 3423-3430.
- Tahbaz, M., ve Beheshti, S. (2010). Toward a new chart for outdoor thermal analysis. In Nceub 3rd International Conference: Adapting to Change: New Thinking on Comfort. 2010, April Cumberland Lodge, Windsor Great Park, UK.

- Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., ... ve Chen, H. (2010). The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International Journal of Biometeorology*, 54(1): 75–84. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0256-x>
- Thom, E. C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12, 57–60.
- Thompson, S.A. (1992). Simulation of climate change impacts on water balances in the Central United States. *Physical Geography*, 13(1): 31-52. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02723646.1992.10642443>
- Thornthwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1): 55-94. <https://www.jstor.org/stable/210739>
- Thornthwaite, C.W., ve Mather, J.R. (1955). The water balance. Publ. Climatology-Drexel Inst. of Tech., Lab. of Clim, 8(1); 104. Centerton, NJ, USA.
- TFM (2021). Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, General Director of Forestry. Turkish Forest Management. Forest Report for Province. <https://www.ogm.gov.tr/tr>. Accessed 12 March 2020
- TSMS (2021). Turkish State Metrological Service. Seasonal normal belonging to the provinces. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BARTIN>. Accessed 12 March 2020 Turkish State of Meteorological Service, Accesses on 28/08/2021. <https://www.mgm.gov.tr/eng/forecast-cities.aspx>
- TUIK (2021). Turkish Statistical Institute <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210> [accessed on 28.08.2021].
- TÜİK (2021). Nüfus verileri. Erişim tarihi : 28.08.2021 Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote sensing of Environment*, 8(2): 127-150.
- UN (2022). World Population Prospects 2022. Erişim tarihi: 15 Nisan 2023, <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022>
- UNDP (2019) United Nations Development Programme (Turkey) Turkey UNDP Climate Change Adaptation. <https://www.adaptation-undp.org/explore/western-asia/turkey>. [accessed on 28.08.2021].
- USGS (2021) USGS LANDSAT veriler [accessed on 28.08.2021]. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H.B., ve Sevik, H. (2021). Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management* 491: 119199. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119199>

- Varol, T., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., ve Zeren Cetin, I. (2022). The effects of climate change scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(2), 45... <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05516-w>
- Wang, F., Qin, Z., Song, C., Tu, L., Karnieli, A., ve Zhao, S. (2015). An improved mono-window algorithm for land surface temperature retrieval from landsat 8 thermal infrared sensor data. *Remote Sensing*, 7(4): 4268–4289. <https://doi.org/10.3390/rs70404268>
- Wang, Y.F., Yin, X.M., ve Cheng, X.P. (2016). Analysis of the tourism climate comfortable index in Panzhuhua region based on Fuzzy analysis hierarchy process. *Environ Eng* 34: 1083–1086, 1107.
- Willmott, C.J., Rowe, C.M., ve Mintz, Y. (1985). Climatology of the terrestrial seasonal water cycle. *Journal of Climatology*, 5(6): 589-606. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.3370050602>
- Willmott, C.J., Feddema, J.J. (1992). A more rational climatic moisture index. *The Professional Geographer*, 44(1): 84-88.. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.0033-0124.1992.00084.x>
- Yang, K.L. (2002). Spatial and seasonal variation of PM10 mass concentrations in Taiwan. *Atmospheric Environment*, 36(21): 3403-3411. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231002003126>
- Yang, H., Wang, F., Yu, J., Huang, K., Zhang, H., ve Fu, Z. (2021). An improved weighted index for the assessment of heavy metal pollution in soils in Zhejiang, China. *Environmental Research*, 192, 110246.
- Yıldırım, S. (2022). Bazı iklimsel parametrelerin biyoklimatik konfor ölçütlerine göre bölgesel peyzaj planlamasındaki etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Zare, S., Hasheminejad, N., Shirvan, H. E., Hemmatjo, R., Sarebanzadeh, K., ve Ahmadi, S. (2018). Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. *Weather and Climate Extremes*, 19: 49-57.
- Zeren Çetin, İ. (2019). Trabzon ilinin biyoklimatik konfor açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu
- Zeren Çetin, İ. (2019). The evaluation in terms of bioclimatic comfort of the province of Trabzon, Master Thesis, Kastamonu University, Institute of Science, Kastamonu, Turkey.
- Zeren Cetin, I., Ozel, H.B., ve Varol, T. (2020). Integrating of settlement area in urban and forest area of Bartın with climatic condition decision for managements. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13: 1013-1022. DOI: 10.1007/s11869-020-00871-1, <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00871-1>

- Zeren Cetin, I., ve 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. DOI: 10.1007/s10661-019-8029-4. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8029-4>
- Zeren Cetin, I., Varol, T., ve Ozel, H. B. (2023a). A geographic information systems and remote sensing–based approach to assess urban micro-climate change and its impact on human health in Bartın, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(5), 540. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-023-11105-z> ; <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11105-z>
- Zeren Cetin, I., Varol, T., Ozel, H. B., ve Sevik, H. (2023b). The effects of climate on land use/cover: a case study in Turkey by using remote sensing data. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5688-5699. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-22566-z>; <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22566-z>
- Zha, Y., Gao, J., ve Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3): 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>
- Yuan-Dong, Z., Xiao-He, Z., ve Shi-Rong, L. (2011). Correlation analysis on normalized difference vegetation index (NDVI) of different vegetations and climatic factors in Southwest China. *Ying yong sheng tai xue bao= The journal of Applied Ecology*, 22(2): 323-330.
- Zhou, Y., Hartemink, A. E., Shi, Z., Liang, Z., ve Lu, Y. (2019). Land use and climate change effects on soil organic carbon in North and Northeast China. *Science of the Total Environment*, 647: 1230-1238.
- Zhong, L., ve Chen, D. (2019). Progress and Prospects of Tourism Climate Research in China. *Atmosphere* 10: 701. <https://www.mdpi.com/2073-4433/10/11/701>

BİBLİYOGRAFYA

- Basile, R.M., ve Corbin, S.W. (1969). A Graphical Method for Determining Thornthwaite Climate Classifications. *Annals of the Association of American Geographers*, 59(3): 561-571.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8306.1969.tb00691.x>
- Karl, T. R., Wang, W. C., Schlesinger, M. E., Knight, R. W., & Portman, D. (1990). A method of relating general circulation model simulated climate to the observed local climate. Part I: Seasonal statistics. *Journal of Climate*, 3(10), 1053-1079.
- Pearson, K. (1895a). Correlation coefficient. In *Royal Society Proceedings* (Vol. 58, p. 214).
- Pearson, K. (1895b). On skew probability curves. *Nature*, 52(1344), 317-317.
- Pearson, K. (1895c). VII. Note on regression and inheritance in the case of two parents. *proceedings of the royal society of London*, 58(347-352), 240-242.
- Pearson, K. (1895d). X. Contributions to the mathematical theory of evolution.—II. Skew variation in homogeneous material. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.(A.)*, (186), 343-414.
- Plackett, R. L. (1983). Karl Pearson and the chi-squared test. *International statistical review/revue internationale de statistique*, 59-72.
- Wang, W. C., Zeng, Z., & Karl, T. R. (1990). Urban heat islands in China. *Geophysical Research Letters*, 17(13), 2377-2380.

EKLER

EK 1: Analizlerde kullanılan değişkenler ve kodları.

[illegible]

ÖZGEÇMİŞ



