



**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

AKDENİZ İKLİM KOŞULLARINDA KENTSEL MİKRO İKLİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR - KARŞIYAKA ÖRNEĞİ

Seda ŞEMSİYECİ

BURDUR, 2021

**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AKDENİZ İKLİM KOŞULLARINDA KENTSEL
MİKRO İKLİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR -
KARŞIYAKA ÖRNEĞİ**

Seda ŞEMSİYECİ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gülşah KAÇMAZ

BURDUR, 2021

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Akdeniz İklim Koşullarında Kentsel Mikro İklimin Değerlendirilmesi: İzmir - Karşıyaka Örneği”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

19 / 08/ 2020

Seda ŞEMSIYECİ

TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmam için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gülşah KAÇMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Urban GreenUP proje yürütücüsü Prof. Dr. Şerif HEPCAN'a, Dr. Öğr.Üyesi Merve YAVAŞ ile Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölüm başkanı Prof. Dr. Latif Gürkan KAYA ve bölümdeki tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca araştırmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Yüksek Mimar Sn. Hatice KOLAK, Sn. Merve DİLMAÇ'a ve Sn. Görkem ÇETİN'e teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

730426 sayılı hibe sözleşmesi kapsamında Avrupa Birliği'nin Ufuk 2020 Araştırma ve Yenilik programından fon almış olan Urban GreenUP projesine teşekkürü bir borç bilirim.

Ağustos, 2021

Seda ŞEMSIYECİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL DİZİNİ.....	v
ÇİZELGE DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kent İklimi ve Mikro İklim Kavramları	5
2.2. Kentsel Isı Adaları	5
2.2.1 Kentsel ısı adası türleri.....	7
2.3. Kent İklimine Etki Eden Faktörler.....	8
2.4. Dış Mekan Termal Konforu.....	9
2.5. Kent Mikro İklimi Modelleme Yöntemleri	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Araştırma Alanı.....	14
3.1.2. Araştırma Alanlarının Tanımı ve Konumu	15
3.1.3 Araştırma Alanlarının Mevcut Durum Analizi	15
3.1.4. Araştırma Alanı Yerel İklim Yapısı.....	18
3.1.5. Araştırma Alanlarında Meteorolojik Verilerin Elde Edilmesi	19
3.2 Yöntem.....	20
3.2.1. ENVI-met Yazılımı ve Yazılıma Veri Girişi	22
3.2.2. Araştırma Alanlarında Varyasyonların Oluşturulması	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	27
4.1. Sıcaklık ve Nem Verileri	27
4.2. Mevcut Kentsel Yapının Mikro İklim Üzerinde Yarattığı Değişimlerin Saptanması	28
4.2.1. Araştırma Alanlarının Mevcut Durumunu Yansıtan Simülasyon Çıktıları	28
4.3. Araştırma Alanlarındaki Varyasyonların Simülasyon Bulguları	35
4.4. Varyasyon 1: Maksimum Yeşil Alan ve Geçirimli Yüzey	35
4.4.1. Hava Sıcaklığı	35
4.4.2. Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT).....	38
4.4.3. Tahmini Ortalama Oy (PMV)	41
4.5. Varyasyon 2: Horizon 2020 Urban GreenUP Projesi Kapsamında Yapılan Değişiklikler	44
4.5.1. Hava Sıcaklığı	44
4.5.2. Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT).....	47
4.5.2. Tahmini Ortalama Oy (PMV)	50
4.6. Varyasyon 3: Minimum Yeşil Alan ve Maksimum Geçirimsiz Yüzey	53
4.6.1. Hava Sıcaklığı	53
4.6.2. Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT).....	58
4.6.3. Tahmini Ortalama Oy (PMV)	65

5. SONUÇ.....	73
KAYNAKLAR.....	78



ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışma Akış Şeması	4
Şekil 2.1. Isı ada oluşum nedenleri	6
Şekil 2.2 Yüzey ve hava sıcaklıklarının mekansal dağılımı	7
Şekil 2.3 Kentsel alanlarda iklimsel ölçekler ve dikey katmanlar	8
Şekil 2.4. Termal konforu etkileyen önemli değişkenler	10
Şekil 3.1. Araştırma alanı	14
Şekil 3.2. Araştırma alanlarının konumları	15
Şekil 3.3. Girne Caddesi genel bilgiler.....	16
Şekil 3.4. Vilayetler Evi genel bilgiler	17
Şekil 3.5. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı genel bilgiler	18
Şekil 3.6. İzmir’e ait hâkim rüzgâr yönünü gösterir rüzgargülü	19
Şekil 3.7. Mobil ölçüm cihazı	20
Şekil 3.8. Yöntem akış şeması.....	21
Şekil 3.9. Yazılımın işleyişi	22
Şekil 4.1. Mevcut durum hava sıcaklığı simülasyonu sonuçları	30
Şekil 4.2. Mevcut durum TMRT simülasyon sonuçları	32
Şekil 4.3. Mevcut durum PMV simülasyon sonuçları.....	34
Şekil 4.4. Varyasyon 1 hava sıcaklığı simülasyon sonuçları	37
Şekil 4.5. Mevcut durum ile varyasyon 1 arasındaki hava sıcaklığı değişim grafiği.....	38
Şekil 4.6. Varyasyon 1 TMRT simülasyon sonuçları	40
Şekil 4.7. Mevcut durum ile varyasyon 1 TMRT değişim grafiği	41
Şekil 4.8. Varyasyon 1 PMV simülasyon sonuçları.....	43
Şekil 4.9. Mevcut durum ile varyasyon 1 PMV değişim grafiği.....	44
Şekil 4.10. Varyasyon 2 hava sıcaklığı simülasyon sonuçları	46
Şekil 4.11. Mevcut durum - varyasyon 1 ve varyasyon 2 hava sıcaklığı değişim grafiği..	47
Şekil 4.12. Varyasyon 2 TMRT simülasyon sonuçları	49
Şekil 4.13. Mevcut durum - varyasyon 1 ve varyasyon 2 TMRT değişim grafiği.....	50
Şekil 4.14. Varyasyon 2 PMV simülasyon sonuçları.....	52
Şekil 4.15. Mevcut durum - varyasyon 1 ve varyasyon 2 PMV değişim grafiği	53

Şekil 4.16. Varyasyon 3 hava sıcaklığı simülasyon sonuçları	54
Şekil 4.17. Girne Caddesi'nin varyasyonlar arası hava sıcaklığı değişimi	55
Şekil 4.18. Vilayetler Evi'nin varyasyonlar arası hava sıcaklığı değişimi.....	56
Şekil 4.19. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nın varyasyonlar arası hava sıcaklığı değişimi	57
Şekil 4.20. Çalışma alanlarında hava sıcaklığı değişimleri	58
Şekil 4.21. Varyasyon 3 TMRT simülasyon sonuçları	60
Şekil 4.22. Girne Caddesi'nin varyasyonlar arası TMRT değişimi	61
Şekil 4.23. Vilayetler Evi'nin varyasyonlar arası TMRT değişimi.....	62
Şekil 4.24. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nın varyasyonlar arası TMRT değişimi ..	64
Şekil 4.25. Çalışma alanlarında TMRT değişimleri.....	65
Şekil 4.26. Varyasyon 3 PMV simülasyon sonuçları	66
Şekil 4.27. Çalışma alanlarında PMV değişim grafiği	67
Şekil 4.28. Girne Caddesi'nin varyasyonlar arası PMV değişimi.....	68
Şekil 4.29. Vilayetler Evi'nin varyasyonlar arası PMV değişimi	69
Şekil 4.30. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nın varyasyonlar arası PMV değişimi	70

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. PMV indeksine ait termal his ve stres seviyeleri.....	11
Tablo 3.1. İzmir İli 1938-2009 meteorojik veriler	19
Tablo 3.2. Girne Caddesi simülasyon başlangıç verileri	23
Tablo 3.3. Vilayetler Evi simülasyon başlangıç verileri.....	24
Tablo 3.4. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı simülasyon başlangıç verileri	25
Tablo 4.1. Çalışma alanlarında kaydedilen ortalama sıcaklık ve nem değerleri	27
Tablo 4.2. Çalışma alanlarında saat 13.00’da ölçülen sıcaklık değerleri (°C).....	28
Tablo 4.3. Simülasyon sonuçlarına göre hava sıcaklığı, TMRT ve PMV değerleri.....	72

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASHRE.....	:American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
AST	:Atmosferik Sınır Tabakası
DYP	:Doğal Yaşam Parkı
EPA	:U.S. Environmental Protection Agency
ET	:Effective Temperature
FES	:Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık
G1	:Girne Caddesi Varyasyon 1 Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
G2	:Girne Caddesi Varyasyon 2 Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
G3	:Girne Caddesi Varyasyon 3 Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
GM	:Girne Caddesi Mevcut Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
GT1	:Girne Caddesi Varasyon 1TMRT (Referans Noktası)
GT2	:Girne Caddesi Varasyon 2TMRT (Referans Noktası)
GT3	:Girne Caddesi Varasyon 3 TMRT (Referans Noktası)
GTM	:Girne Caddesi Mevcut Durum TMRT (Referans Noktası)
GP	:Girne Caddesi Mevcut Durum PMV (Referans Noktası)
GP1	:Girne Caddesi Varasyon 1 PMV (Referans Noktası)
GP2	:Girne Caddesi Varasyon 2 PMV (Referans Noktası)
GP3	:Girne Caddesi Varasyon 3 PMV (Referans Noktası)
KST	:Kentsel Sınır Tabakası
KÖT	:Kentsel Örtü Tabakası
MAX	:Maksimum
MİN	:Minimum
PET	:Physiological Equivalent Temperature
PMV	:Predicted Mean Vote
PPD	:Predicted Percentage of Dissatisfied
S1	:Sasalı DYP Otoparkı Varyasyon 1 Hava Durumu (Referans Noktası)
S2	:Sasalı DYP Otoparkı Varyasyon 1 Hava Durumu (Referans Noktası)
S3	:Sasalı DYP Otoparkı Varyasyon 3 Hava Durumu (Referans Noktası)
SET	:Standart Effective Temperature
SM	:Sasalı DYP Otoparkı Mevcut Durum Hava Durumu (Referans Noktası)

STM	:Sasalı DYP Otoparkı TMRT (Referans Nokrası)
ST1	:Sasalı DYP Otoparkı Varasyon 1 TMRT (Referans Noktası)
ST2	:Sasalı DYP Otoparkı Varasyon 2 TMRT (Referans Noktası)
ST3	:Sasalı DYP Otoparkı Varasyon 3 TMRT (Referans Noktası)
SP	:Sasalı DYP Otoparkı mevcut PMV (Referans Noktası)
SP1	:Sasalı DYP Otoparkı Varasyon 1 PMV (Referans Noktası)
SP2	:Sasalı DYP Otoparkı Varasyon 2 PMV (Referans Noktası)
SP3	:Sasalı DYP Otoparkı Varasyon 3 PMV (Referans Noktası)
SVF	:Gök Görünüş Oranı
TMRT	:Mean Radiant Temperature
UTCI	:Evrensel Termal İklim Endeksi
V1	:Vilayetler Evi Varyasyon 1 Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
V2	:Vilayetler Evi Varyasyon 2 Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
V3	:Vilayetler Evi Varyasyon 3 Durum Hava Durumu (Referans Noktası)
VM	:Vilayetler Evi Mevcut Durum Hava Durumu (Referans Noktası 1)
VP	:Vilayetler Evi Mevcut Durum PMV (Referans Noktası)
VP1	:Vilayetler Evi Varasyon 1 PMV (Referans Noktası)
VP2	:Vilayetler Evi Varasyon 2 PMV (Referans Noktası)
VP3	:Vilayetler Evi Varasyon 3 PMV (Referans Noktası 1)
VTM	:Vilayetler Evi Mevcut Durum TMRT (Referans Noktası)
VT1	:Vilayetler Evi Varasyon 1 TMRT (Referans Noktası)
VT2	:Vilayetler Evi Varasyon 2 TMRT (Referans Noktası 1)
VT3	:Vilayetler Evi Varasyon 3 TMRT (Referans Noktası)
°C	:Santigrat Derece
3D	:Üç Boyutlu

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Akdeniz İklim Koşullarında Kentsel Mikro İklimin Değerlendirilmesi: İzmir -
Karşıyaka Örneği**

Seda ŞEMSİYECİ

**Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gülşah KAÇMAZ

Ağustos, 2021

Sanayi devrimi ile birlikte kentleşmenin hızlanması ve insan faaliyetlerine bağlı olarak yeşil alanlar azalmış, azalan yeşil alanların yerini geçirimsiz yüzeyler kaplamıştır. Kentsel peyzajlarda değişen bu arazi örtüsüne bağlı olarak farklı özellikteki mikro iklimsel alanlar oluşmuştur. Mikro ölçeklerden başlayıp makro ölçeklere uzanan bu değişim özellikle dış mekanlarda insan termal konforu açısından olumsuz etkilere neden olmuştur.

Değişen kent dokularına yapılan müdahalelerin kent mikro iklimlerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada; farklı kent dokusuna sahip 3 araştırma alanı, yeşil alan miktarı, bitki materyali türü ve yüzey özelliklerine bağlı olarak kurgulanan farklı varyasyonlarla incelenmiştir. ENVI-met yazılımı ile oluşturulan bu iklim simülasyonlarında termal konfor indeksi olan PMV ile TMRT ve hava sıcaklığı değişimleri incelenmiştir.

Araştırmanın bulgularına göre, Akdeniz ikliminin hakim olduğu Karşıyaka - Çiğli çalışma alanlarında artan yeşil alan ve geçirimli yüzey miktarlarına bağlı olarak 2.5°C'ye varan sıcaklık düşüşü meydana gelebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca simülasyon sonuçlarında psikolojik stres seviyelerinde de olumlu değişimler gözlemlenmiştir.

Günümüzün en önemli problemlerinin başında gelen iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek için küresel anlamda alınacak önlemlerin yanında araştırma kapsamında olduğu gibi mikro ölçeklerde yapılacak müdahaleler de büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda yeşil alan miktarlarının artırılıp geçirimsiz yüzey miktarının azaltılması, kentsel alanlarda ortaya çıkan konforsuz iklim koşullarının iyileştirilmesinde oldukça etkili olacaktır.

Anahtar Kelimeler: ENVI-met, termal konfor, Akdeniz iklimi, İzmir, kent mikro iklimi, mikro iklim simülasyonu

SUMMARY

M. Sc. Thesis

Assessment of Urban Microclimate in Mediterranean Climate Conditions: The Case of İzmir – Karşıyaka

Seda ŞEMSİYECİ

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Gülşah KAÇMAZ

August, 2021

With the industrial revolution, green areas have decreased due to the acceleration of urbanization and human activities, and impermeable surfaces have replaced the decreasing green areas. Depending on this changing land cover in urban landscapes, different micro-climatic areas have been formed. This change, starting from micro-scales to macro-scales, has caused negative effects in terms of human thermal comfort, especially outdoors.

In this study, which was carried out in order to examine the effects of the interventions made on the changing urban textures on the urban microclimates; 3 research areas with different urban texture were examined with different variations based on the amount of green area, plant material type and surface properties. In these climate simulations created with ENVI-met software, the thermal comfort index PMV and TMRT and air temperature changes were examined.

According to the findings of the study, it has been determined that a temperature decrease of up to 2.5°C may occur in the Karşıyaka - Çiğli study areas, where the Mediterranean climate is dominant, due to the increased amount of green space and permeable surface. In addition, positive changes were observed in the psychological stress levels in the simulation results.

In addition to the measures to be taken globally in order to mitigate the effects of climate change, which is one of the most important problems of today, interventions to be made at micro scales, as well as within the scope of the research, are of great importance. In this context, increasing the amount of green areas and reducing the amount of impermeable surfaces will be very effective in improving the uncomfortable climatic conditions in urban areas.

Keywords: Envi-met, thermal comfort, Mediterranean Climate, İzmir, urban microclimate, microclimate simulation

1. GİRİŞ

Önüme geçilemeyen kentleşme, yapılı çevrenin plansız büyümesi, artan enerji ihtiyacı ve yüksek hava kirliliği seviyeleri gelişmekte olan ülkelerde bulunan yüksek yoğunluklu şehirlerin yaygın sorunlarından (Maoh ve Kanaroglou, 2007).

Bir kentsel gelişme süreci olarak tanımlanan kentleşme; yerleşim alanlarının genişlemesiyle, şehir ve kasabalarda nüfus artması şeklinde karakterize edilmektedir (Son vd., 2015). Artan nüfus ile birlikte gelişen yerleşim ihtiyacı; kentlerdeki yeşil alanların azalarak yerlerini, geçirimsiz yüzeylerden oluşan yerleşim alanları, cadde ve sokaklar gibi yüzeylere bırakmışlardır. Kentsel peyzajlardaki bu değişim ise; kentin örtü tabakası iklimini değiştirerek kendilerine özgü kent iklimlerinin oluşmasına sebep olmuştur (Ren vd., 2001).

Örneğin, kentsel ısı adası etkisi enerji tüketimini artırabilmekte, nem seviyelerini değiştirebilmekte ve hava kirliliğini kötüleştirebilmektedir (Saitoh vd., 1996; Tran, vd., 2006). Daha yüksek sıcaklık ve enerji perspektifinden bağımsız olarak, aşırı kalabalık ve yapısal yoğunluğa sahip kentsel alanlar, kentsel havalandırma ve dış mekan termal konforu gibi diğer mikro iklim özelliklerini de etkiler.

Kentsel ısı adası yoğunluğu büyük ölçüde kentsel özelliklere, yerel meteorolojik özelliklere, kentsel malzemelerin türüne ve yeşil alanların varlığına (ya da yokluğuna) bağlıdır (Akbari vd. 2016).

Sokaklarda, oyun alanlarında, şehir parklarında vb. açık hava etkinliklerini etkileyen faktörlerden biri de açık havada kalan kişilerin termal konforudur (Givonia vd., 2013). Dış ortamdaki termal konforun azalması ile dış ortamdaki yaşam kalitesi de düşmektedir. Termal konforun yanı sıra yüksek sıcaklıklar, konsantre kirlletici konsantrasyonları ile sağlık sorunlarına neden olmakta ve binaların soğutma yükünü artırmaktadır (Mirzaei, 2015; Aghamolaei vd., 2018; Li vd., 2018;). Bununla birlikte kanyonlardaki kentsel rüzgar akışını etkileyen bina formları ve yerleşim düzeni yayalar için ortam sıcaklığını ve termal konforu etkileyen faktörlerdendir (Ignatius vd. 2015).

Sıcak-nemli iklimlerde, kentsel tasarım ve planlamada kentsel dış mekanlarda gölge ve havalandırma sağlanmasının düşünülmesi çok önemlidir (Jusuf vd., 2007). Dış mekan termal konforunun iyileştirilmesinde yeşil alanlar ve yüzey malzemeleri önemli rol oynamaktadır. Yeşil alanlar, doğrudan güneş radyasyonunun yoğunluğunu azaltarak

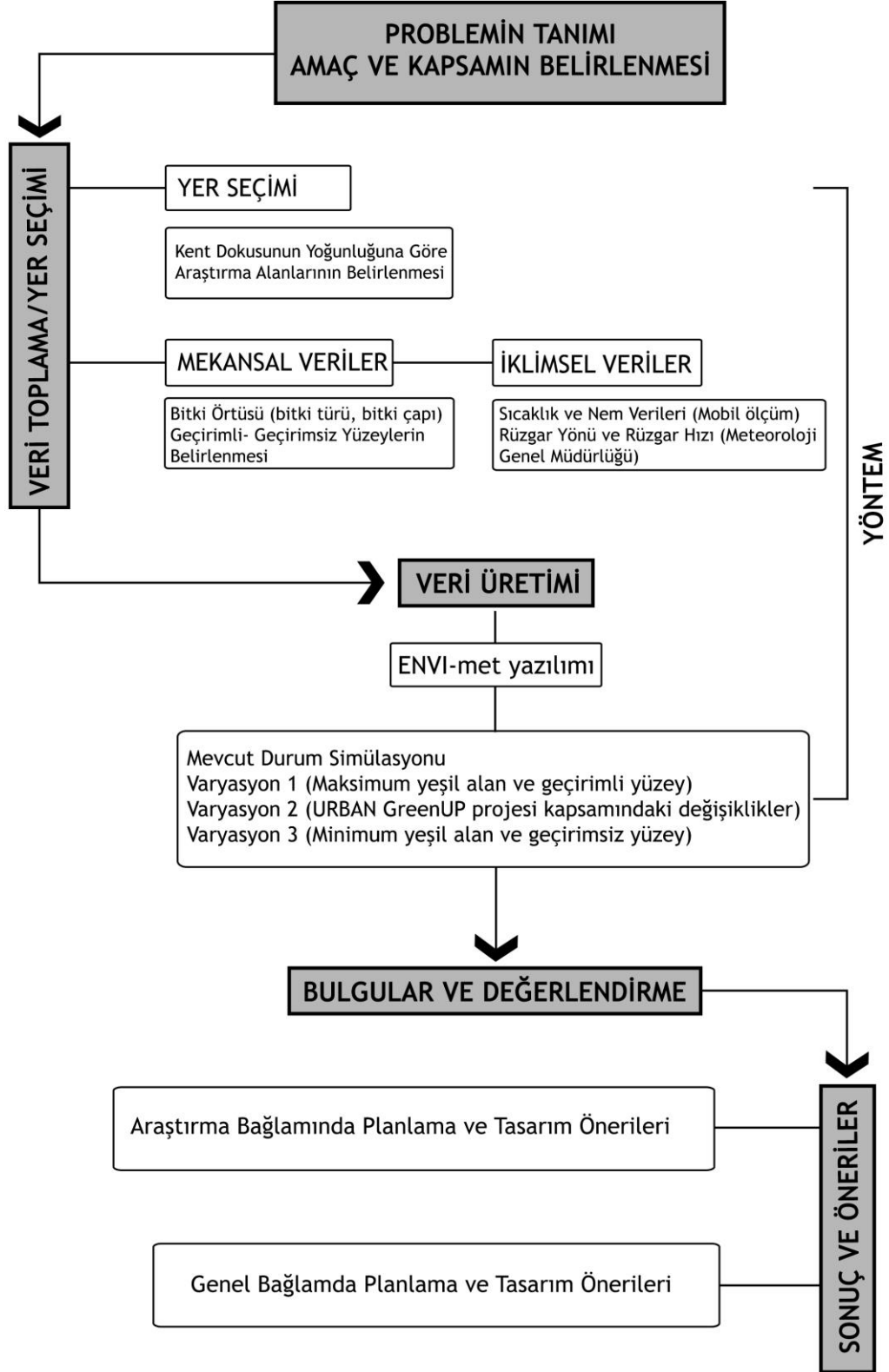
radyasyon koşullarını etkiler . Aynı zamanda kent dokusunda kullanılan malzemeler, gelen güneş ışımasını emdikleri ve atmosferdeki konvektif ve ışımsal süreçler yoluyla absorbe edilen ısının bir yüzdesini dağıtarak ortam sıcaklığını artırdıkları için kentsel termal dengede çok önemli bir rol oynamaktadır (Gorodkov, 2010; Gorodkov, 2013, Baldinelli vd. 2015).

Araştırmacılar bu konu hakkında çeşitli çalışmalar yaparak iklim üzerindeki antropolojik etkinin ekosisteme etkisini ve bu etkinin nasıl en aza indirilebileceği hakkında bazı sayısal modeller geliştirmişlerdir. Bu sayısal modeller sayesinde, mikro ölçekten makro ölçeğe iklim – tasarım – planlama ilişkisinin ortaya konulduğu ve hayata geçirilebildiği doğa esaslı çözümler bağlamında kent gelişimleri desteklenmektedir. Bruse (1999)’a göre mikro ölçekli sayısal modeller, tasarım kararlarını optimize etmek için farklı planlama senaryoları oluşturma fırsatı sunmaktadır. Kent mikro ikliminin modellenmesi ile ilgili dünyada farklı yöntemler ve çalışmalar yapılsa da ülkemiz için yapılan bilimsel çalışma sayısı yeterli değildir. Bu nedenle, bu çalışma hem mikro ölçekte kentsel mekanların tasarımından başlayıp daha genel çerçeveye yeşil alanların ve yüzey özelliklerinin kentsel iklim koşullarının iyileştirilmesindeki önemini ortaya koyacak, hem de yapılacak diğer çalışmalara örnek oluşturacaktır. Ayrıca, sıcak – yarı kurak iklimin hakim olduğu ve kentsel sıcaklıkların giderek arttığı İzmir kentinde bu konuda, bu yöntemle yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Karşıyaka ilçesinin mikro ölçeklerde ele alındığı bu araştırmada; farklı özellikteki yeşil alan ve yüzey özelliklerine sahip kentsel açık alanların kent mikro iklimi ve termal konfora katkıları mikro ölçekli sayısal modeller aracılığıyla incelenmiştir. Oluşturulan simülasyonlarda mikro-iklimsel değişiklikler ve termal konfor; hava sıcaklığı, Predictive Mean Vote (PMV, Tahmini Ortalama Oy) ve Mean radiant temperature (TMRT, Ortalama Yansıyan Sıcaklık) indeklerine göre incelenmiştir. Çalışma genel hatları ile 5 aşamadan oluşmaktadır (Şekil 1.1). Giriş kısmında çalışmanın konusu ve amacı ortaya konmuştur. Genel Bilgiler kısmında konu ile ilgili literatür bilgisi özetlenmiştir. Araştırmanın Materyal ve Yöntem kısmında, Materyal kısmında çalışma alanları tanıtılmış, iklimsel ve mekansal veriler ortaya konmuştur. Yöntem kısmında ise, mekansal ve iklimsel verilerin ENVI-met yazılımı aracılığıyla oluşturulan simülasyonlar üzerinden analiz edilirken izlenen yollar açıklanmıştır. Bulgular ve Değerlendirme kısmında, yazılımda gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen simülasyonlar birbirleri içinde ve varyasyonlar arasında değerlendirilmiştir. Çalışmanın son bölümü olan Sonuç ve Öneriler kısmında ise hem

alanlar özelinde saptamalar yapılmış hem de genel sonuçlar ortaya konmuş ve öneriler geliştirilmiştir.





Şekil 1.1. Çalışma Akış Şeması

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kent İklimi ve Mikro İklim Kavramları

Geçtiğimiz yarım yüzyılda gelişen hızlı kentleşme insanları sadece kentsel alanlara getirmekle kalmamış, aynı zamanda fiziksel çevreyi de kademeli olarak değiştirmiştir. Bu durum kentel peyzajları hem değiştirmiş, hem de kentsel alanlardaki ilgili faaliyetler şehrin meteorolojisini ve kentsel iklimini değiştirmiştir (Esser, 1989; Lambin vd., 1999; Zhou vd., 2004; Lam, 2006; He vd., 2007). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Marsh (1991) tarafından ise kent iklimi; yapılaşmış alanlar ile bölge iklimi arasındaki etkileşimler sonucu farklılaşan yerel iklim olarak tanımlanmıştır.

Kentsel alanlarda kentleşmenin neden olduğu iklim değişikliği; büyük ölçekli antropojenik ve doğal zorlamalardan kaynaklanan küresel iklim değişikliğinden ve bölgesel iklim değişikliğinden etkilenen kentsel iklim değişikliğinin önemli bir bileşeni haline gelir ve iklim sisteminin dahili salınımlarından kaynaklanan doğal iklim değişkenliğidir (Ren, 2015). Çağlar boyunca bu iklim değişikliği farklı şekillerde gündeme geldiyse de Kent İklimi Bilimi olarak, Luke Howard tarafından 1800'lü yıllarda çalışılmaya başlanmıştır. Howard'ın en dikkat çeken keşiflerinden bir tanesi; kent merkezinde iklimin, kırsal alanlara göre daha sıcak olduğu ve bunun sebebinin kentlerdeki yapılaşma, kalabalık insan nüfusu ve yakıt tüketimine bağlı olarak meydana gelen ısı adalarından kaynaklanmasıdır (Mills, 2007).

Mikro iklim ise, temel olarak belirli bir yerel bölgenin, o bölgenin mezo ve makro ikliminden farklı olan iklim özellikleridir. Mevcut makro ve mezoiklim için alınan koruma ve kullanma kararlarının neden olduğu iklim değişiklikleri mikro iklimi oluşturur (Arslanoğlu, 2008).

Mikro iklim ise, temel olarak belirli bir yerel bölgenin, o bölgenin mezo ve makro ikliminden farklı olan iklim özellikleridir. Mevcut makro ve mezoiklim için alınan koruma ve kullanma kararlarının neden olduğu iklim değişiklikleri mikro iklimi oluşturur (Arslanoğlu, 2008).

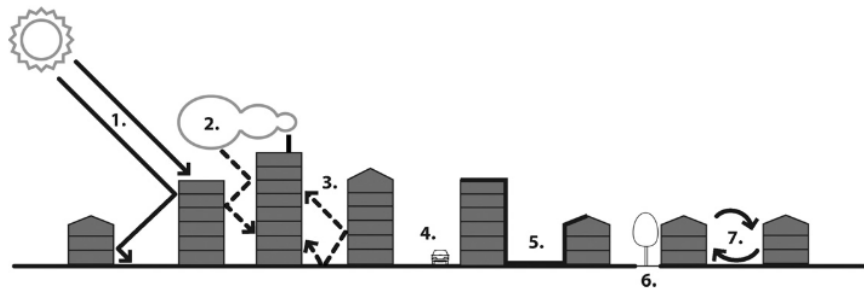
2.2. Kentsel Isı Adaları

Kentleşmeye bağlı olarak, birçok kentsel yerleşim alanı, kırsal çevrelerine kıyasla daha yüksek sıcaklıklara maruz kalırlar. Bu sıcaklık farkı, **kentsel ısı adası** olarak tanımlanmaktadır.

Oke (1997)'ye göre bir milyon veya daha fazla kişinin yaşadığı bir şehrin yıllık ortalama hava sıcaklığı çevresinden 1 ila 3°C daha sıcak olabilir. Açık, sakin bir gecede ise bu sıcaklık farkı 12°C'ye kadar çıkabilmektedir (Oke, 1987). Ayrıca Oke (1982) küçük şehir ve kasabaların bile ısı adaları üretebildiğini ancak şehir büyüklüğü azaldıkça etkinin genellikle azaldığını ileri sürmüştür.

Kentsel ısı adası etkisini oluşturan nedenler (Oke, 1987, Santamouris, 2001);

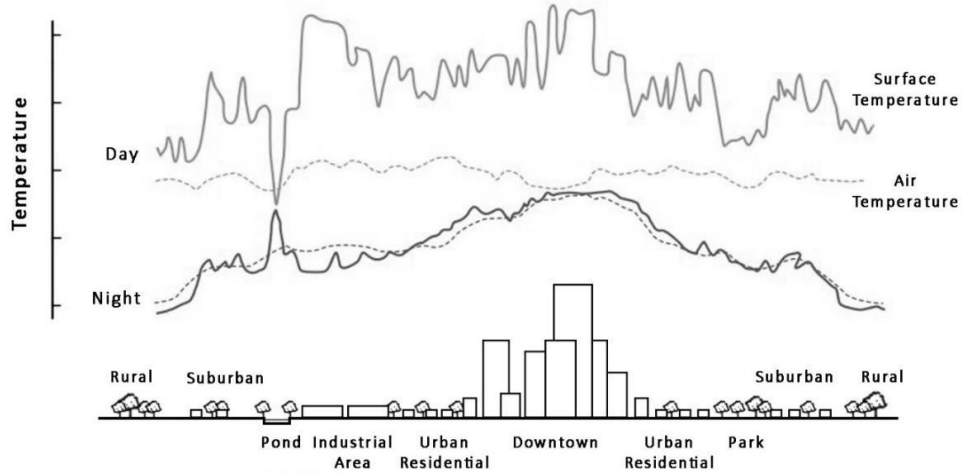
- **Düşük albedolu (yansım) malzemeler:** güneşten gelen kısa dalga radyasyonunun soğurulması ve daha sonra depolanan ısıнын ortama salınmasıdır.
- **Kentsel atmosferdeki hava kirliliği:** uzun dalga radyasyonunu emerek kentsel ortama yeniden yayar.
- **Gökyüzünün binalar tarafından engellenmesi:** cadde kanyonlarından düşen uzun dalgalı radyasyonlu ısı kaybına neden olur. Isı, engelleyici yüzeyler tarafından yakalanır ve yeniden şehir dokusuna yayılır.
- **Antropojenik ısı:** trafik, alan ısıtma ve endüstriler gibi yanma süreçleri tarafından açığa çıkarılır.
- **Büyük termal girişli malzemeler inşa ederek artan ısı depolaması:** şehirler, kırsal alanlara kıyasla daha geniş bir yüzey alanına sahiptir ve bu nedenle daha fazla ısı depolarlar.
- **Kentsel alanlardan buharlaşmanın azalması:** "geçirimsiz yüzeyler" nedeniyle azalmıştır (daha az geçirgen malzemeler ve kırsal alanlara kıyasla daha az bitki örtüsü). Sonuç olarak, hissedilir sıcaklığa daha fazla gizli ısı aktarılır.
- **Sokakların içinden gelen türbülanslı ısı nakli:** rüzgar hızının düşürülmesiyle azalır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Isı ada oluşum nedenleri (Kleerekoper vd., 2012)

Kentsel ısı adası etkisi de dahil olmak üzere kentsel iklimlerin oluşumunda; yerleşim alanının yapısı, kapsamı, dokusu ve metabolizması yakından ilişkilidir. Bu da yüzey enerjisi ve su dengesinde önemli değişikliklerle sonuçlanmaktadır (Oke, 1988)

Şekil 2.2’de de açıkça görüldüğü gibi kırsal alandan banliyö bölgesine geçişte keskin bir ısı artışı ve ardından şehir merkezinde en yüksek sıcaklık seviyesine kadar yumuşak bir artış görülmektedir (Voogt, 2004). Yüzey sıcaklıkları, malzeme özelliklerine bağlı olarak gün boyunca atmosferik hava sıcaklıklarından daha fazla değişim göstermektedir. Su kütlelerinin ise suyun güneş enerjisini binalar ve asfalt yüzeyler gibi emmemesi nedeniyle gece gündüz değerleri bakımından neredeyse sabit bir sıcaklıkta bulunduğunu göstermektedir. Parklar, açık alanlar ve su kütleleri hem yüzey hem de hava sıcaklıkları bakımından şehir içinde daha serin alanlar yaratabilmektedirler (EPA, 2008).



Şekil 2.2 Yüzey ve hava sıcaklıklarının mekansal dağılımı (EPA, 2008)

2.2.1 Kentsel ısı adası türleri

Kentsel ısı adaları iki kategoriye ayrılabilir. Bunlar; yüzeydeki ve atmosferik ısı adalarıdır. Bu iki ısı adası oluşumu, yoğunluğu, etkileri, zamansal davranışları ve homojenlik dereceleri açısından farklılıklar göstermektedir (Erell vd., 2011).

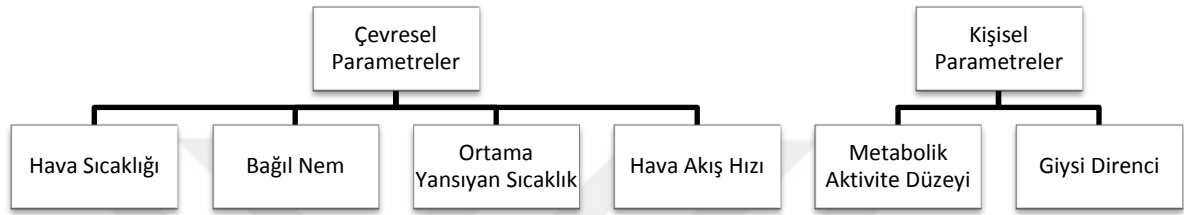
Yüzeydeki Isı Adaları: bu ısı adaları, yollar ve çatılar gibi geçirimsiz yüzeylerin doğal yüzeylerden daha fazla ısıyı emmesi ve yayması nedeniyle oluşur. 32°C sıcaklığa sahip sıcak bir günde, geleneksel çatı kaplama malzemeleri, hava sıcaklıklarından 15°C'ye kadar daha yüksek sıcaklığa ulaşabilir (Simmons vd. 2008).

- **Kentsel alanlarda doğal peyzajların azalması:** bitki materyalinin kent peyzajında azalmasına bağlı olarak, bitkilerin gölge etkisi ve yapraklarıyla buharlaşmaya olan katkıları azalmıştır. Buna karşın, geçirimsiz yüzeyler (çatı, kaldırım, binalar ve otoparklar vb.) artmış, doğal peyzajlara göre daha az gölge ve nemli mekanların oluşmasına neden olmuştur. Bu da yüksek sıcaklıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.
- **Kentsel malzeme özellikleri:** geçirimsiz malzemelerden meydana gelen yüzey örtüleri, bina ve çatı malzemeleri gibi materyaller, kent yüzeyine ulaşan güneş ışınlarını daha az yansıtma eğilimindedirler. Dolayısıyla bitki materyaline göre ısıyı daha çok absorbe etmekte ve yaymaktadırlar.
- **Kentsel geometri:** bir kentteki binaların boyutları ve aralıkları, rüzgar akışını ve kentsel malzemelerin güneş enerjisini emme ve salma becerisini etkilemektedir. Geniş geçirimsiz yüzeylerden oluşan kent dokusuna sahip bölgelerde, komşu binalar tarafından engellenen yüzeyler ve yapılar, ısınıyı hemen dışarı atamayan büyük termal kütleler haline gelmektedirler. Ayrıca dar sokaklar ve yüksek katlı binalardan oluşan bu kentler, doğal rüzgar akışını engelleyebilen kentsel kanyonlar meydana getirebilirler.
- **İnsan kaynaklı oluşan ısı:** insan faaliyetlerinden meydana gelen (araç, klima, binalar, endüstriyel tesisler vb.) antropojenik atık ısı kaynakları, ısı adası etkilerine katkıda bulunabilir.
- **Hava koşulları ve coğrafi şartlar:** sakin hava koşullarında, kentsel yüzeylere ulaşan güneş enerjisi miktarı maksimum düzeye çıkarak, taşınacak ısı miktarını minimum seviyeye indirgeyerek şiddetli ısı adası oluşmasına neden olmaktadır. Aksine kuvvetli rüzgarlar ve bulut örtüsü ısı adası oluşumunu baskılamaktadır.

2.4. Dış Mekan Termal Konforu

İklim; hem insanların yaşam biçimlerini şekillendirip hem de fiziksel çevrenin oluşmasında önemli etkiye sahiptir (Çalışkan, 2012). Termal konfor; kullanıcıların fiziksel ortamdaki memnuniyetini belirten zihinsel durum olarak tanımlanmaktadır (ASHRAE, 2004). İnsan termal konfor seviyesini tanımlamak için yerel mikro iklim koşulları ile insan termal algısını ilişkilendiren bir dizi biyometeorolojik indeks geliştirilmiştir (ASCE, 2004). Isıl dengeye dayanan ve en çok kullanılan bazı indeksler; Predicted Mean Vote (PMV) ve Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) indeksleri; Fanger (1972), Effective Temperature (ET) ve Standart Effective Temperature (SET); Gagge vd. (1972) ve Hoppe (1999) tarafından ortaya konulan Physiological Equivalent Temperature (PET) indeksleridir.

Fanger tarafından geliştirilen PMV (Predictive Mean Vote) ve PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) indeksi, termal konfor çalışma alanında en popüler indeks haline gelmiştir. PMV, “yedi noktalı termal duyum ölçeğinde geniş bir insan grubunun oylarının ortalama değerini tahmin eden bir indeks” olarak tanımlanırken, PPD ise “PMV’de belirlenen termal olarak memnun olmayan kişilerin yüzdesinin nicel bir tahminini oluşturan bir indeks” olarak tanımlamaktadır (Janssen, 1989). Fanger (1970)’e göre termal konforu etkileyen önemli değişkenler aşağıda verilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Termal konforu etkileyen önemli değişkenler (Fanger, 1970)

PMV, Fanger tarafından üretilen bir denklem olan ve belirli bir çevrede insanların ortamdaki duydukları termal memnuniyeti derecelendiren bir sistemdir ve altı parametreye bağlı olarak değişmektedir. Bunlar; hava sıcaklığı, ortalama yansıyan sıcaklık, rüzgar hızı, bağıl nem, metabolik hız ve termal giysi yalıtımı olarak sıralanmaktadır (Fanger, 1970). Bu faktörler önemlidir, çünkü hepsi insan vücudunun konveksiyon, iletim ve radyasyon yoluyla ısı değişim süreci ile ilişkilidir.

Hava sıcaklığı: kuru termometre sıcaklığı ile ölçülen en önemli çevresel faktördür. Bu, herhangi bir hava hareketi ile birlikte konvektif ısı dağılımını belirlemektedir. (Fanger, 1970).

Bağıl nem: mevcut sıcaklıkta taşınabilecek maksimum miktarın yüzdesi olarak ifade edilen havada taşınan nem miktarıdır (Parsons, 2003).

Ortama yansıyan sıcaklık: yüksek sıcaklıklı bir cismin daha düşük sıcaklıktaki bir cisme aktarılan ısıdır (Senin ve Mydin, 2013). Dış mekan T_{mrt}'sini hesaplamak için, çevreden gelen tüm dalga radyasyon akışlarının yanı sıra doğrudan güneş radyasyonu da ölçülmeli ve tüm akış bileşenleri aç faktörleri tarafından ağırlıklandırılmalıdır (Fanger, 1970).

Hava akış hızı: hava sıcaklığında herhangi bir değişiklik olmaksızın ısı yayılımına bağlı olarak ısı kaybını artırabilir (Liping vd., 2007). M/s cinsinden ile ölçülür ve aynı

zamanda deriden nemin buharlaşmasını, dolayısıyla buharlaşmalı soğutma etkisini de etkiler.

Meabolik aktivite düzeyi: Bir organizmadaki metabolik faaliyetlerle kimyasal enerjinin ısıya ve mekanik işe dönüşme hızıdır (Janssen, 1989). Yapılan aktiviteler gün boyunca ısı üretir. Üretilen ısı çevreye dağıtılmalıdır, aksi takdirde vücut sıcaklığında bir değişiklik meydana gelir.

Giysi direnci: ısı dağılımını etkileyen baskın faktörlerden biridir. Termal konfor çalışmaları için “clo” adı verilen bir birim olarak tasarlanmıştır. Bu, 6.45 W/m²K (yani 0.155 m²K/W'lik bir direnç) geçirgenliğinin (U-değeri) tüm gövdesi üzerinde yalıtkan bir kaplamaya karşılık gelir. 1 clo, pamuklu iç çamaşırı ile normal bir iş elbisesinin yalıtım değeridir. Kısa kollu gömlekler ile şortlar yaklaşık 0.25 clo, kalın kışlık takım elbiseler yaklaşık 2 clo ve en ağır arktik giysiler 4.5 clo olarak belirlenmiştir (Auliciems ve Szokolay 2007).

Denklem sonucunda elde edilen değer -3 ile 3 arasında değer alıp insanların çevreden duyduğu memnuniyeti temsil etmektedir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. PMV indeksine ait termal his ve stres seviyeleri (Matzarakis vd., 1999)

PMV (°C)	Termal Algı	Psikolojik Stres Seviyesi
-3.5	Çok Soğuk	Aşırı Soğuk Stresi
-2.5	Soğuk	Güçlü Soğuk Stresi
-1.5	Serin	Orta Soğuk Stresi
-0.5	Hafif Serin	Hafif Soğuk Stresi
0.5	Konforlu	Termal stres yok
1.5	Hafif Ilıman	Hafif sıcaklık stresi
2.5	Sıcak	Güçlü sıcaklık stresi
3.5 +	Çok Sıcak	Aşırı sıcaklık stresi

2.5. Kent Mikro İklimi Modelleme Yöntemleri

Yoğun bir şekilde yapılaşmış kentsel alanlarda hava sıcaklıkları (Landsberg, 1981), güneşlenme süresi (Song vd., 2019) ve güneş radyasyonu yoğunluğu (Wang vd., 2015), çevredeki kırsal alanlardan önemli ölçüde farklılaşmaktadır (Liu vd., 2020). Yüksek sıcaklıkların görüldüğü bu çevrelerde, dış mekan termal konforu, açık alanların tasarımında önemli bir konu olarak görülmektedir. Birçok araştırma bu konuyu farklı yaklaşımlarla ele

almıştır (Farag vd., 2019). Güneşli ve gölgeli banklarda oturan insanların sayıldığı 1970 yılında mikro iklimin açık hava etkinlikleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada; insanların dış mekanlardaki davranışları termal konforu değerlendirmek için ilk kez kullanılmıştır (Gehl, 2011). Fakat kullanılan yöntemler işlem ve sonuç açısından basit olarak kabul edilmiştir (Farag vd., 2019). Son on yılda kentsel klimatoloji ve biyometeoroloji alanlarında teknoloji ve yazılımdaki hızlı ilerleme, dünya çapında çeşitli iklimlerde çok sayıda araştırma projesi aracılığıyla ayrıntılı mikroklimatik analiz ve termal konfor değerlendirmelerinin yapılmasını sağlamıştır (Chen ve Ng, 2012).

Kent ikliminin modellenmesi için birçok yazılım mevcuttur. Bunlardan bazıları; RayMan (Matzarakis vd., 2000), ENVI-met (Bruse, 2000), Solweig (Lindberg vd., 2008), Ladybug/Honeybee (URL-1), UrbanSim (URL - 2), Umi (URL -3) gibi birçok dış mekan termal konfor simülasyon modelleme araçları mevcuttur. Bunlardan en yaygın kullanılanları RayMan ve ENVI-met yazılımlarıdır.

- **ENVI-met:** Yazılım, Mainz Üniversitesi'nden Prof. M. Bruse ve ekibi tarafından geliştirilmiştir (Huttner vd., 2008). ENVI-met, basit bir tek boyutlu toprak, ışımsal transfer modeli ve bir bitki örtüsü modelini içeren üç boyutlu hidrostatik olmayan bir mikro iklim modelidir (Bruse ve Fleer, 1998). ENVI-met, karmaşık kentsel ortamlarda uzun dalgalı ve kısa dalgalı radyasyon değişimini simüle etmektedir (Huttner, 2012). Yapılı ortamı sümüle eden, yüzey-hava-bitki, termal etkileşimleri ve kentsel yapılar ve açık alanlarda hava kalitesini hesaplamak için (Koerniawan, 2015), akışkanlar dinamiği, termodinamik ilkelerini kullanmaktadır (Tariq ve Arch, 2014).

- **RayMan:** RayMan modeli, Delphi'de üretilen Windows tabanlı bir yazılımdır. (Matzarakis vd., 2009). RayMan termal konforu etkileyen parametreler (hava sıcaklığı, hava nemi, bulut örtüsü derecesi, günün ve yılın zamanı, çevreleyen yüzeylerin albedoları ve katı açısı oranları) yardımıyla PMV, Fizyolojik Olarak Eşdeğer Sıcaklık (PET) ve Standart Etkili Sıcaklık (SET) gibi kentsel biyoiklim ve termal endekslerin değerlendirilmesi için de gereklidir (Matzarakis ve Mayer, 2000). Bu Yazılım yardımı ile Termal indeksler Tahmini Ortalama Oy (PMV), Standart Etkin Sıcaklık (SET), Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES) ve Evrensel Termal İklim Endeksi (UTCI) gibi termal konfor indeksleri hesaplanabilmektedir (Matzarakis, 2002).

- **Solweig:** karmaşık kentsel ortamlarda 3D radyasyon akışlarının ve ortalama radyan sıcaklığın (TMRT) mekansal değişimlerini tahmin etmek için kullanılabilen bir bilgisayar yazılım aracıdır. Bu uygulama yarımküresel fotoğraflarla birlikte kullanılabilir ve SVF

(gök görünüş oranı), TMRT, PET ve UTCI'yı hesaplamak ve güneş diyagramlarını görüntülemek için kullanılabilir (Lindberg vd. 2008).

- **UrbanSim:** arazi kullanımı, ulaşım, ekonomi ve çevre arasındaki etkileşimleri içeren kentsel gelişimin planlanmasını ve analizini destekleyen bir simülasyon sistemidir (Waddell, 2002). (URL - 2)

- **CitySim Pro:** kentsel yerleşimlerin sürdürülebilirliğinin simülasyonunu ve optimizasyonunu amaçlayan bir grafik kullanıcı arayüzüdür (Waddell, 2002) .

- **Umi:** mahallelerin entegre operasyonel enerji, güneş ışığı, dış mekan konforu ve yürünebilirlik analizini sağlayan entegre kentsel modelledir (Reinhart vd., 2013)



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Akdeniz iklim koşullarında kent mikro iklim değerlendirilmesi yapılan bu çalışmada, araştırmanın ana materyalini; İzmir'in Karşıyaka ve Çiğli ilçelerinde farklı kentsel dokudaki üç farklı araştırma alanı oluşturmaktadır. Araştırma alanlarının yanısıra kentin meteorolojik verileri de çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Araştırmanın ana materyallerine ek olarak, mobil sıcaklık ve nem ölçüm cihazları (ONSET, 2015), Google Earth Pro uydu görüntüleri, ENVI-met 4.4.5 yazılımı, AutoCAD 2016 yazılımı ve konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar araştırmanın yardımcı materyalini oluşturmaktadır.

3.1.1. Araştırma Alanı

İzmir ili, Anadolu'nun batısında kalan bir kıyı şehri olup, Ege Denizi'nin doğusunda 38°39' enlemleri, 27°28' boylamları arasındadır. Şehrin kuzeyinde Balıkesir, doğusunda Manisa, güneyinde Aydın illeri ve Ege Denizi arasında yer almaktadır. İzmir yarımadası, Gediz ve Küçük Menderes vadileri arasında yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanı (URL-4 2020)

3.1.2. Araştırma Alanlarının Tanımı ve Konumu

Çalışma alanının İzmir kenti olarak belirlenmesinin en temel nedeni Akdeniz iklim koşullarının görüldüğü tipik bir kent olmasıdır. Akdeniz iklim koşullarının kentsel mikro iklimde, yeşil alan ve yüzey özelliklerinin kent iklimine nasıl etki edeceğinin karşılaştırmalı bir şekilde ortaya konduğu bu çalışma kapsamında farklı kent dokusuna sahip üç farklı lokasyon çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanlarından ilki Karşıyaka’ da bulunan Girne Caddesi, ikincisi Karşıyaka Vilayetler Evi Otoparkı ve Çiğli’de bulunan Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı’dır (Şekil 3.2).

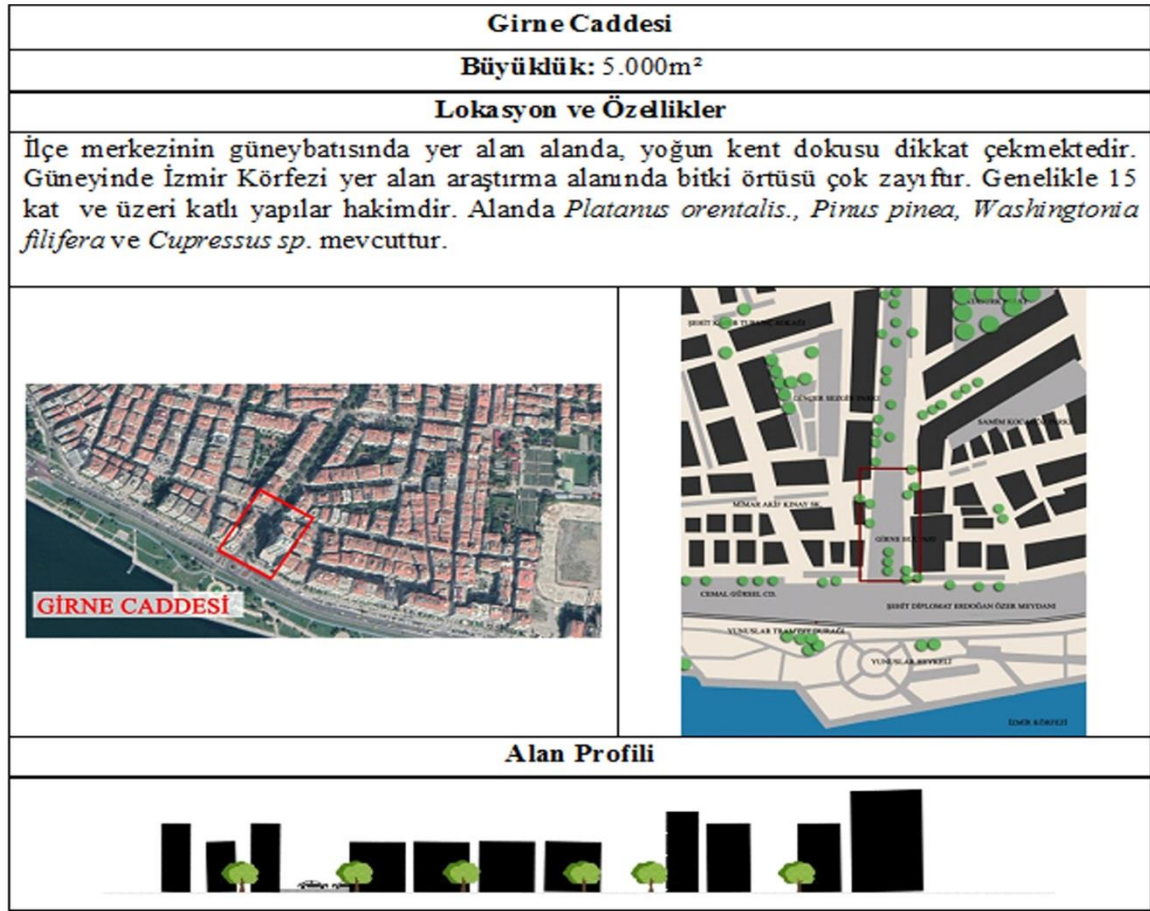


Şekil 3.2. Araştırma alanlarının konumları

3.1.3 Araştırma Alanlarının Mevcut Durum Analizi

Karşıyaka ve Çiğli ilçelerinin farklı kent dokusuna sahip bölgelerinden seçilen araştırma alanları;

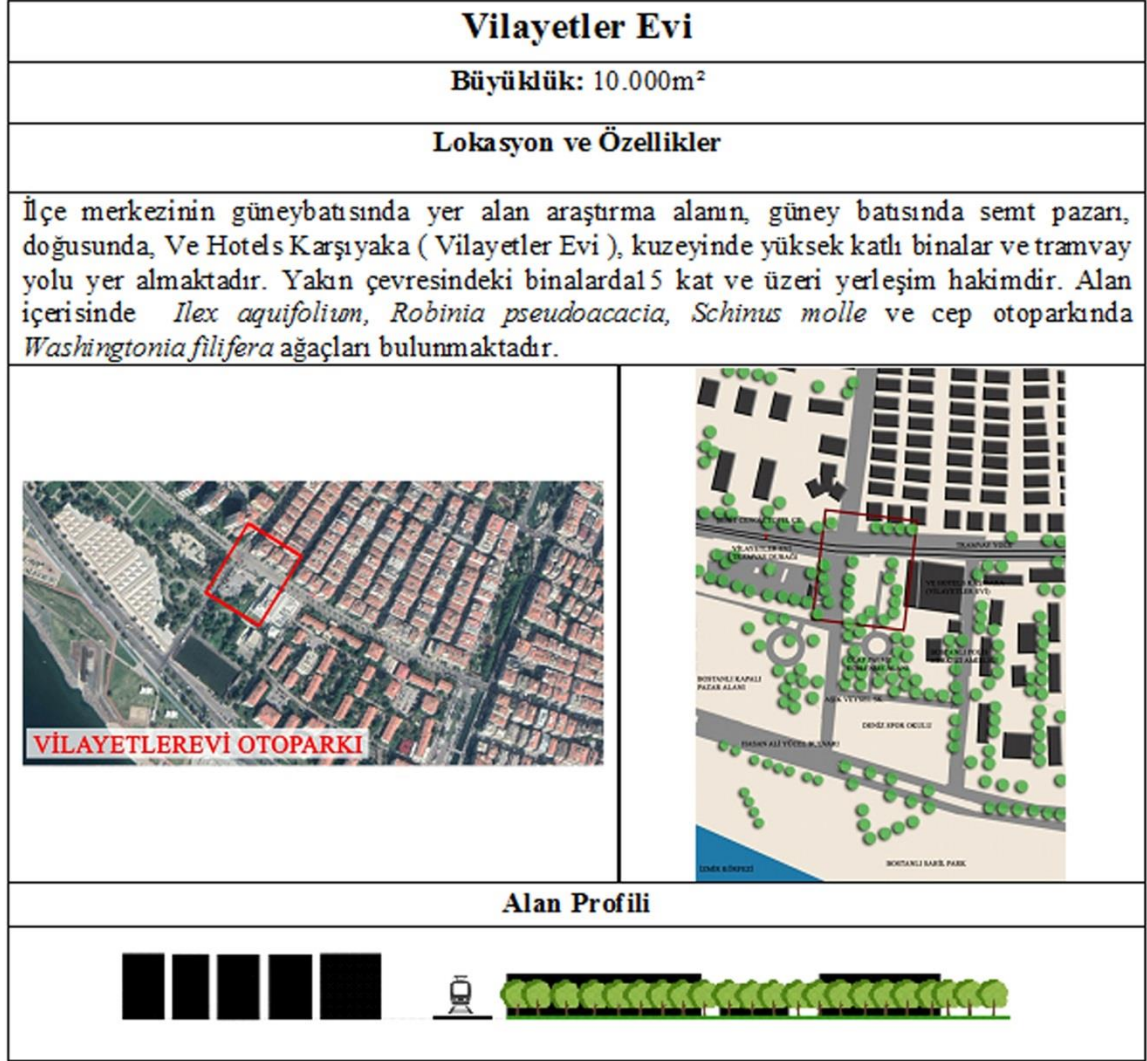
1. **Girne Caddesi**, kentin kuzeybatısında yer alan çalışma alanı, konut ve ticaret kullanımı olarak kullanılmaktadır. Araştırma alanın güneybatısında İzmir Körfezi bulunmaktadır. Alan genelinde bina yükseklikleri 18 m olup, 33m'ye kadar çıkmaktadır. 4 şeritli yol akısına sahip olan bölgede yollar arasında çim alan, mevsimlik bitkiler ve 4 adet *Platanus orientalis* içeren ortalama 5m genişliğinde refüj yer almaktadır. Alanın her iki tarafı araç park etmeye müsaittir ve bünyesinde *Platanus orentalis.*, *Pinus pinea*, *Washingtonia filifera* ve *Cupressus macrocarpa* ağaçları bulunmaktadır. Ayrıca bölge, yaya sirkülasyonu bakımından da oldukça hareketlidir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Girne Caddesi genel bilgiler

2. **Vilayetler Evi**; kentin kuzeybatısında yer alan araştırma alanı, konut ve ticaret alanları içerisinde kalmaktadır. Güneybatısında İzmir Körfezi'ni bulanan araştırma alanının içerisinde Tramvay yolu geçmektedir. Vilayetler Evinin bir kısmını da içine bulunduran alanda, bir dinlenme alanını da yer alırken, bir kısmında da otopark bulunmaktadır. Otopark dışında yol boyunca cep otoparkları mevcuttur. *Ilex aquifolium*, *Robinia*

pseudoacacia, *Schinus molle* ve cep otoparkında *Washingtonia filifera* ağaçlar ve çalıları bulunmaktadır. Ayrıca bölge, yaya sirkülasyonu bakımından oldukça hareketlidir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Vilayetler Evi genel bilgileri

3. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı, İzmir'in kuzeybatısında yer alan Sasalı Doğal Yaşam Parkı'nın içinde bulunan çalışma alanı geniş bir otoparkın bir bölümüdür. İçerisinde az miktarda yeşil alan bulunduran bölgenin, yakın çevresi bol miktarda ağaç toplulukları ve büyük ölçekte tarım alanlarıyla çevrilidir (Şekil 3.5).

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı	
Büyükölük: 10.000m²	
Lokasyon	
İlçe merkezinin güneybatısında yer alan alanın çevresi yoğun bitki örtüsüyle kaplıdır. Yakın çevresinde yerleşim bulunmamaktadır.	
	
Alan Profili	
	

Şekil 3.5. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı genel bilgiler

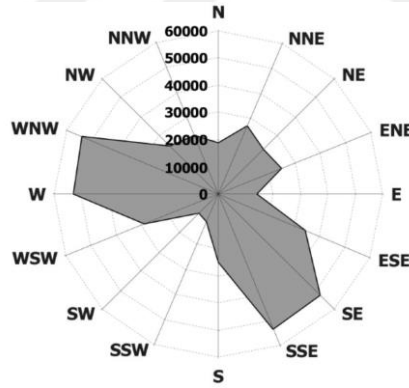
3.1.4. Araştırma Alanı Yerel İklim Yapısı

Araştırma alanının bulunduğu kent olan İzmir, Köppen iklim sınıflandırmasına göre, kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim (Akdeniz iklimi) yapısına sahiptir (Şekil 3.6) (MGM, 2016). İzmir’de yıllık sıcaklık ortalaması 17.8°C iken, ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 33.1°C ve en düşük ortalama sıcaklık Ocak ayında 5.7°C’dir. Mayıs ayından itibaren 5 ay boyunca sıcaklıklar 20°C’nin üzerindedir (Tablo 3.1) (MGM, 2020).

Tablo 3.1. İzmir İli 1938-2009 meteorojik veriler (MGM, 2020)

İZMİR	Ölçüm Periyodu (1938 - 2019)												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.7	9.5	11.6	15.8	20.7	25.3	27.8	27.6	23.6	18.8	14.2	10.4	17.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.3	13.5	16.2	20.8	26.0	30.7	33.1	32.9	29.1	23.9	18.5	14.0	22.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.7	6.1	7.6	11.1	15.4	19.8	22.4	22.3	18.6	14.5	10.6	7.4	13.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.2	5.1	6.4	7.9	9.8	11.5	12.2	11.9	10.1	7.5	5.5	4.1	96.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.7	10.8	9.2	7.9	5.3	2.2	0.5	0.5	2.0	5.4	8.8	12.8	78.1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	136.1	102.3	75.6	46.0	31.3	11.6	4.1	5.7	15.8	44.6	93.7	144.3	711.1

Güzelyalı/İzmir Meteoroloji İstasyonu verilerine göre İzmir kentinin hâkim rüzgâr yönü Güney -Güneydoğu, mevsimsel değişimlere bağlı olarak ikincil derece hâkim rüzgâr yönü ise Batı-Kuzeybatıdır (Şekil 3.6) (Baş ve Türkseven Doğrusoy, 2009).



Şekil 3.6. İzmir’e ait hâkim rüzgâr yönünü gösterir rüzgargülü (MGM, 2020)

3.1.5. Araştırma Alanlarında Meteorolojik Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmanın ana materyallerinden bir olan meteorolojik verilerin bir bölümü (hava sıcaklığı ve bağıl nem), 24-25 Ağustos 2020 tarihinde HOBOWare (ONSET, 2015) mobil ölçüm cihazlarıyla 24 saat içerisinde ölçülmüştür. Ölçümler günün belirgin sıcaklık değişimlerinin olduğu 13.00, 17.00, 21.00, 01.00 ve 05.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

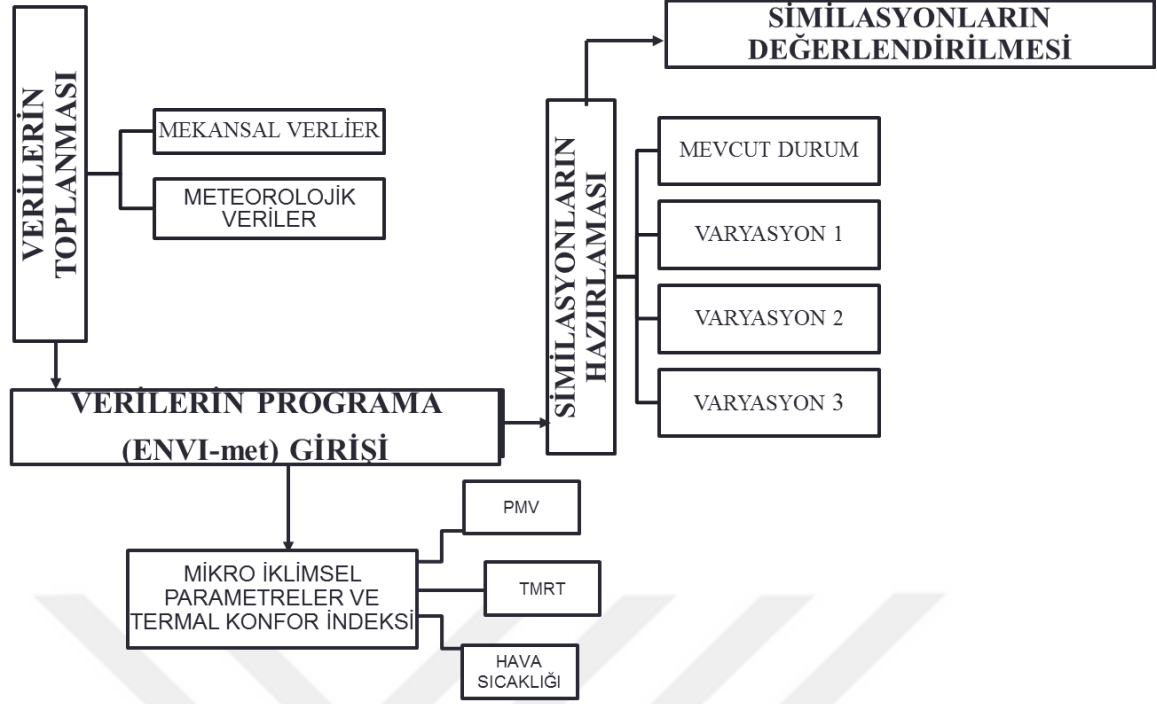
(Şekil 3.7). Aynı günlere ait rüzgar hızı ve rüzgar yönüne ait veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir (URLI - 4).



Şekil 3.7. Mobil ölçüm cihazı

3.2 Yöntem

Deneyisel yöntemler uygulanan bu çalışmada, farklı yeşil alan miktarı ve yüzey özelliklerine bağlı olarak; hava sıcaklığı (°C), Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT; Mean Radiant Temperature) ve termal konfor indekslerinden Tahmini Ortalama Oy (PMV; Predicted Mean Vote) belirlenerek araştırma alanlarının termal konfor açısından değerlendirmeleri yapılmıştır. Araştırmada ENVI-met yazılımı (URL - 6) kullanılmış ve hava sıcaklığı, TMRT ve PMV simülasyonlar oluşturulmuştur (Şekil 3.8). Araştırma kapsamında kullanılan yöntem kurgulanırken, Yücekaya (2017), Adıgüzel, (2018) ve Yavaş (2019)'dan faydalanılmıştır.



Şekil 3.8. Yöntem akış şeması

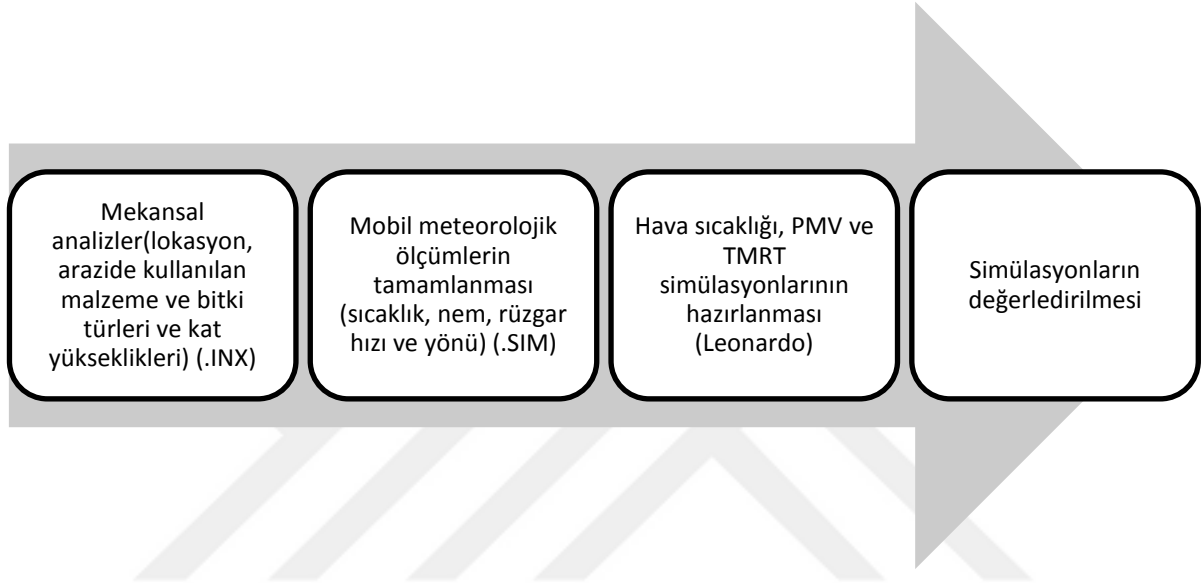
Araştırmada kullanılan yazılım ENVI-met ile hava sıcaklığı, Ortalama yansıyan sıcaklık (TMRT; Mean Radiant Temperature) ve termal konfor indeksi olan, Tahmini Ortalama Oy (PMV; Predicted Mean Vote) belirlenmiştir.

Dış mekan termal konforu üç şekilde değerlendirilebilmektedir. Bunlar ölçümler, anket ve simülasyonlardır. Bunlar tek tek uygulanabildiği gibi, hepsi birden de kullanılabilmektedir (Bakovic, 2018). Bu araştırmada değerlendirme yöntemi olarak ise; simülasyonlar seçilmiştir. Simülasyonlar hem kentsel tasarım sürecinde kentin mikro iklimini belirlemede kullanılabilmekte, hem de tasarım süreci bittikten sonra alanlara dair değişiklikler yapmaya izin vermektedir.

Dış mekan termal konforunu belirleyen Solweig, Rayman ve ENVI-met gibi programlar mevcuttur. ENVI-met bu programlar arasında hata payı en düşük olan simülasyon aracıdır (Liu vd., 2020). Bu nedenle araştırmada Michael Bruse tarafından geliştirilen ENVI-met programı kullanılmıştır. Aynı zamanda yazılım, atmosferik modelleme platformlarından en basit ve en çok kullanılmaktadır.

3.2.1. ENVI-met Yazılımı ve Yazılıma Veri Girişi

ENVI-met bütünsel bir mikro iklim modelidir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılımıdır. Kentsel ortamlarda ve atmosferik koşullarda ısı enerjisi dengesini hesaplamak için RANS denklemlerini kullanır (Aldakheelallah, 2020). Yazılımı çalıştırırken bir takım mekansal ve iklimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Yazılımın işleyişi

Yazılımı çalıştırmak için gerekli olan simülasyon başlangıç verileri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Tablo 3.2, 3.3 ve 3.4);

Tablo 3.2. Girne Caddesi simülasyon başlangıç verileri

Alansal veriler	Araştırma Alanı		Girne Caddesi	
	Izgara Hücresi (x, y, z)		50*50*30	
	Izgara Boyutu (metre) (x, y, z)		1*2*2	
	Model rotasyonu		15°	
	Referans Noktasındaki Pürüzlülük		2	
.SIM verileri	Simülasyon başlangıç günü		24 Ağustos 2020	
	Simülasyon başlangıç saati		13.00	
	Simülasyonun toplam çalışma saati		24	
İklim verileri	Rüzgar hızı (m/sn)		0.5	
	Rüzgar Yönü (0:N,90:E,180:S,270:W)		225°	
	Minimum sıcaklık	Maksimum sıcaklık	33.62 C°	39.49 C°
	Minimum bağıl nem	Maksimum bağıl nem	34.30 C°	71.97 C°
Mekansal veriler	Taşıt yolu/otopark		Asfalt	
	Yaya yolları		Granit	
	Yeşil alan (geçirimli yüzey)		Orta yoğunlukta çim	
	Kullanılan bitkiler		<i>Platanus sp.</i> , <i>Pinus pinea</i> , <i>Washingtonia filifera</i> ve <i>Cupressus macrocarpa</i>	

Tablo 3.3. Vilayetler Evi simülasyon başlangıç verileri

Alansal veriler	Araştırma Alanı		Vilayetler Evi	
	Izgara Hücresi (x, y, z)		50*50*30	
	Izgara Boyutu (metre) (x, y, z)		2*2*2	
	Model rotasyonu		15°	
	Referans Noktasındaki Pürüzlülük		2	
.SIM verileri	Simülasyon başlangıç günü		24 Ağustos 2020	
	Simülasyon başlangıç saati		13.00	
	Simülasyonun toplam çalışma saati		24	
İklim verileri	Rüzgar hızı (m/sn)		0.5	
	Rüzgar Yönü (0:N,90:E,180:S,270:W)		225°	
	Minimum sıcaklık	Maksimum sıcaklık	32.18 C°	43.14 C°
	Minimum bağıl nem	Maksimum bağıl nem	21.77 C°	47.03 C°
Mekansal veriler	Taşıt yolu/otopark		Asfalt	
	Yaya yolları		Beton kaldırım taşı	
	Yeşil alan (geçirimli yüzey)		Orta yoğunlukta çim	
	Kullanılan bitkiler		Ilex aquifolium, Robinia pseudoacacia, Schinus molle ve Washingtonia filifera	

Tablo 3.4. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı simülasyon başlangıç verileri

Alansal veriler	Araştırma Alanı		Sasalı DYP	
	Izgara Hücresi (x, y, z)		50*50*30	
	Izgara Boyutu (metre) (x, y, z)		2*2*1	
	Model rotasyonu		0	
	Referans Noktasındaki Pürüzlülük		1	
.SIM verileri	Simülasyon başlangıç günü		24 Ağustos 2020	
	Simülasyon başlangıç saati		13.00	
	Simülasyonun toplam çalışma saati		24	
İklim verileri	Rüzgar hızı (m/sn)		0.5	
	Rüzgar Yönü (0:N,90:E,180:S,270:W)		225°	
	Minimum sıcaklık	Maksimum sıcaklık	34.44 C°	42.10 C°
	Minimum bağıl nem	Maksimum bağıl nem	28.79 C°	40.33 C°
Mekansal veriler	Taşıt yolu		-	
	Yaya yolları/otopark		Beton kaldırım taşı	
	Yeşil alan (geçirimli yüzey)		Orta yoğunlukta çim	
	Kullanılan bitkiler		<i>Ilex aquifolium</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Schinus molle</i> ve <i>Washingtonia filifera</i>	

3.2.2. Araştırma Alanlarında Varyasyonların Oluşturulması

Araştırma alanlarına dair mevcut durum simülasyonları oluşturulduktan sonra, kent mikro iklimine etki edebilecek üç farklı varyasyon oluşturulmuştur;

- **Varyasyon 1**, maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeyden meydana gelen senaryodur. Bu senaryoda araştırma alanı içerisinde mümkün olan maksimum yeşil alan senaryosu oluşturulmuş, bitki seçimlerinde geniş yapraklı ağaçlar ve çim alanlar yerine yer örtücü bitki türleri tercih edilmiştir. Yüzey kaplamalarında ise geçirimli olan Photocat Test malzemesi kullanılmıştır.

- **Varyasyon 2**, Urban GreenUP, doğa esaslı çözümler bağlamında iklim değişikliği etkilerini azaltmak, hava kalitesini ve su yönetimini iyileştirmek gibi amaçlarla dünyada bir çok ülkede uygulamaları olan Avrupa Birliği'nin finanse ettiği bir projedir. Bu proje kapsamında; Girne Caddesi'nde karşılıklı yönlerde iki adet Parklet eklenmiş ve yol boyunca

Pinus pinea'lar dikilmiştir. Vilayeler Evi ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparklarında ise yeşil otoparklar tasarlanmış, kaldırımlar geçirimli yüzey malzemeleriyle değiştirilmiş ve *Plantanus orientalis*'ler dikilmiştir (URL - 7). Bu, projenin değerlendirildiği mevcut durum senaryosudur.

- **Varyasyon 3**, araştırma alanlarında minimum yeşil alan ve maksimum geçimsiz yüzeylerden meydana gelen senaryodur. Mevcut duruma göre yeşil alanların minimuma indirildiği ve geçirimli yüzey bulunmayan senaryodur.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu aşamasında, araştırma alanlarında değiştirilen yeşil alan ve geçirimli-geçirimsiz yüzey parametrelerine göre değişen hava sıcaklığı, Ortalama Yasıyan Sıcaklık (TMRT) ve termal konfor indeksi olan Tahmini Ortalama Oy (PMV) değerleri ENVI-met yazılımı ile analiz edilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır.

4.1. Sıcaklık ve Nem Verileri

Meteorolojik verilerin elde edilmesinde yaz dönemini temsil eden ay olarak Ağustos ayı tercih edilmiştir. Hava sıcaklığı, nem, rüzgar hızı, yüzey malzemesi ve bitki örtüsünün termal konfor üzerindeki etkisi; hava sıcaklığı, TMRT ve PMV değerleri üzerinden incelenmiştir. Mobil ölçüm cihazlarıyla 24 saat boyunca günde beş defa sıcaklık ve nem ölçümü yapılarak elde edilen veriler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışma alanlarında kaydedilen ortalama sıcaklık ve nem değerleri

ÖLÇÜM SAATİ	GİRNE CADDESİ		VİLAYETLER EVİ		SASALI DYP	
	Sıcaklık °C	Nem%	Sıcaklık °C	Nem%	Sıcaklık °C	Nem%
13.00	38.21	32.13	38.71	30.34	38.12	33.19
17.00	30.79	53.81	34.54	49.14	35.45	35.54
21.00	27.85	60.24	27.23	68.43	23.97	61.11
01.00	26.09	68.70	25.15	78.92	22.70	78.96
05.00	24.04	69.53	22.67	81.50	20.30	79.22
09.00	27.39	57.02	30.03	55.36	30.66	45.51

Çalışma alanında ölçülen sıcaklık verileri değerlendirilirken çalışma alanlarının Akdeniz İklimine sahip olması göz önünde bulundurularak saat 13.00’de elde edilen veriler temel alınmış ve simülasyon çıktıları bu saate göre değerlendirilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Çalışma alanlarında saat 13.00’da ölçülen sıcaklık değerleri (°C)

Araştırma Alanları	Maksimum Sıcaklık	Minimum Sıcaklık	Sıcaklık Farkı	Ortalama Sıcaklık
GİRNE CADDESİ	43.25	33.05	10,21	38.15
VİLAYETLER EVİ	43.18	32.18	11.0	38.74
SASALI DYP	42.19	34.47	7.73	38.14

4.2. Mevcut Kentsel Yapının Mikro İklim Üzerinde Yarattığı Değişimlerin Saptanması

Seçilen çalışma alanlarından elde edilen hava sıcaklığı ve bağıl nem verileri ENVI-met yazılımı ile analiz edilmiştir. Oluşturulan varyasyonlarda kent mikro ikliminin yeşil alan ve yüzey özelliklerine bağlı olarak değişimi, alanlara özgü hava sıcaklığı, ortalama yansıyan sıcaklık (TMRT) ve termal konfor indeksi olan tahmini ortalama oy (PMV) değerleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

4.2.1. Araştırma Alanlarının Mevcut Durumunu Yansıtan Simülasyon Çıktıları

Simülasyon çıktılarının elde edilmesinde 24.08.2020 tarih ve saat 13.00 değerleri esas alınmıştır. Mevcut durum için hava sıcaklığı, TMRT ve PMV değerlerinin karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan her çalışma için alanların orta noktaları referans noktası olarak belirlenmiş ve çalışmanın her bir varyasyonu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.2.1.1. Hava sıcaklığı

Mevcut durumda referans noktalarının hava sıcaklıkları; Girne Caddesi’nde (GM) 34.13°C, Vilayetler Evi’nde (VM) 35.6°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı’nda (SM) 36.1°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1).

Alan genelindeki mevcut durum similasyon sonuçlarına göre Girne Caddesi’ndeki hava sıcaklığı aralığı 33.53°C-35.53°C, Vilayetler Evi’nde 34.8°C-38.70°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı’nda 35.77°C-37.51°C arasında değişmiştir.

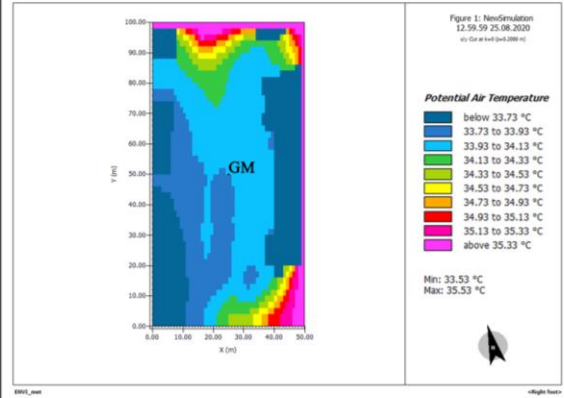
Hava sıcaklıklarında, Girne Caddesi en düşük hava sıcaklığına sahip araştırma alanıdır. Adıgüzel (2018)’in de çalışmasında vurguladığı gibi şehir içi yollarda ağaçlardan oluşan ve rüzgar tüneli görevi gören yolların serinletici etkisi bulunmaktadır. Girne

Caddesi'nde diğ er çalışma alanlarına göre 1-2 C sıcaklık değişiminin bu etkiden kaynaklandığı d ş n mektedir.

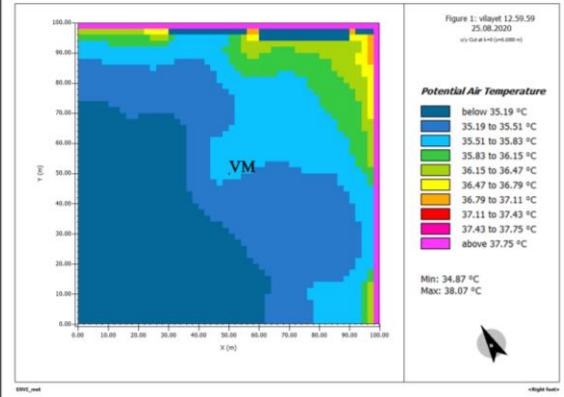
Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda hava sıcaklığının en yüksek değere sahip olması ve geçirimsiz yüzeylerin alanda bıraktığı etki ve özellikle ölçümün yapıldığı noktalarda yeşil alan bulunmaması diğ er araştırma alanları ile arasında sıcaklık farkı oluşmasına neden olmuştur. Vilayetler Evi ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda hava sıcaklıklarının Girne Caddesine göre yüksek sıcaklığa sahip olması, araştırma alanların benzer fiziksel yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki araştırma alanında geçirimsiz yüzey kaplamaları ve gölgeleme elemanı olarak kullanılan bir materyalin bulunmaması birbirine yakın hava sıcaklığı değerlerinin oluşmasında önemli bir faktördür.



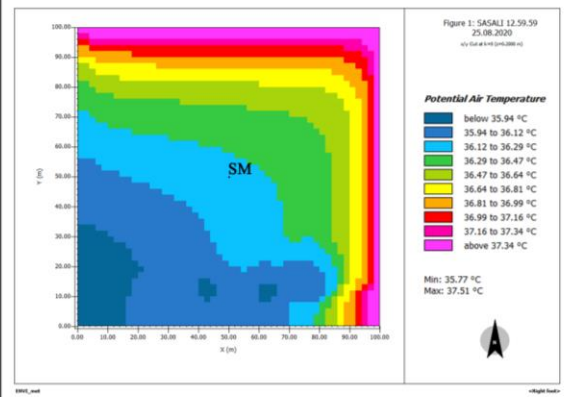
1. GİRNE CADDESİ



2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOYOLU



Şekil 4.1. Mevcut durum hava sıcaklığı simülasyonu sonuçları

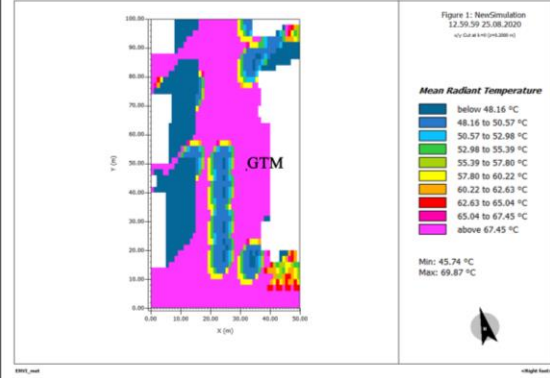
4.2.1.3. Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT)

Mevcut durumda referans noktalarının TMRT değerleri ise; Girne Caddesi'nde (GTM) 49°C, Vilayetler Evi'nde (VTM) 76°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (STM) 77°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).

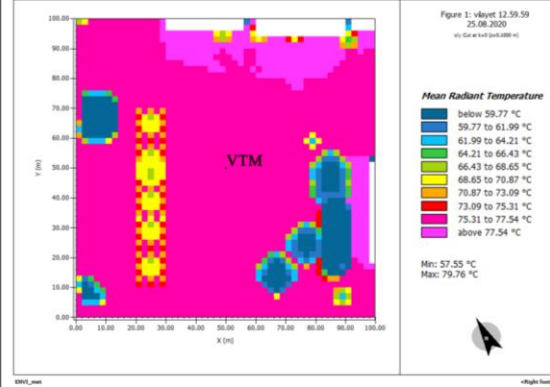
TMRT değeri mevcut durumda alanlar genelinde incelendiğinde, Girne Caddesi'nde 45.74-69.87°C, Vilayetler Evi'nde 57.55-79.96°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda 59.40- 78.19°C arasında değişmektedir.

Gölge etkisinin çok az olduğu Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda TMRT değeri, en yüksek sıcaklık stresini temsil eden pembe renkte olup, bu rengin hemen hemen tüm alana yayıldığı göze çarpmaktadır. Vilayetler Evi'nde de aynı şekilde gölge oluşumunun az olduğu noktalarda alana hakim TMRT değerinin 75.31-77.54°C arasında olduğu görülmüştür. Dikkat çeken başka bir nokta ise; *Washingtonia filifera* ağaçlarından gölge sağlanan alanların TMRT değeri 68.65-75.31°C arasında değişirken, geniş yapraklı ağaçların oluşturduğu gölge alanların TMRT değeri 59.77-61.99°C arasında değişmektedir. Köseoğlu (2012) araştırmasında, palmiye ağaçlarının kapladıkları alanlara orantılı olarak gölge etkisinin az olacağını belirtmiştir. Bu da ilgili çalışmada olduğu gibi geniş yapraklı ağaçların, pek çok açıdan *Washingtonia filifera*'ya göre kent mikro iklimine daha olumlu etki ettiğini göstermektedir. Kent genelinde simgesel etkileri dışında çok da fazla işlevi bulunmayan *Washingtonia filifera* gibi palmyegillerin bu bağlamda yeniden düşünülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

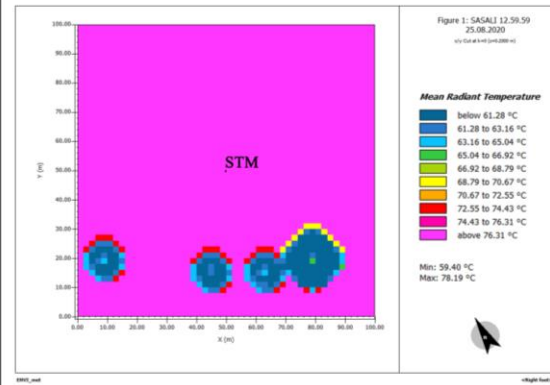
1. GİRNE CADDESİ



2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOPARKI



Şekil 4.2. Mevcut durum TMRT simülasyon sonuçları

4.2.1.2. Tahmini Ortalama Oy (PMV)

PMV değerlerinin referans noktalarındaki değerler; Girne Caddesi'nde (GP) 3.3°C, Vilayetler Evi'nde (VP) 5.6°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (SP) 5.2°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).

Mevcut duruma ilişkin alan genelinde PMV değerlerinin simülasyon sonuçları aşağıdadır;

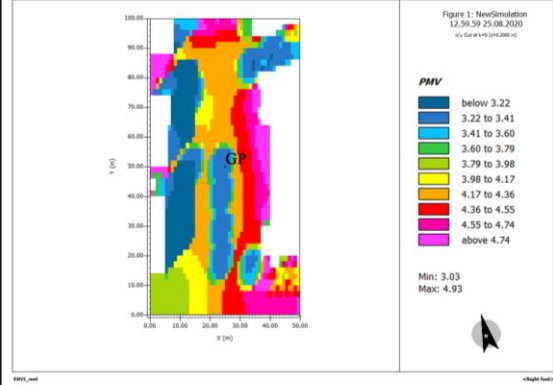
Girne Cadde'sinde 3.03 ile 4.93°C arasında değişmektedir. Girne Caddesi PMV değerleri bakımından diğer araştırma alanlarına göre daha düşük sıcaklık stresine sahiptir. Simülasyon sonuçlarına göre caddedeki ağırlıklı renk turuncudur. PMV değeri 4.17-4.36°C arasında olup aşırı sıcaklık stresini ifade etmektedir.

Vilayetler Evi'nde 4.02 ile 6.23°C arasında değişirken, ağırlıklı olarak sarı renkle temsil edilen alan 5.12 ile 5.34°C ile aşırı sıcaklık stresi altındadır.

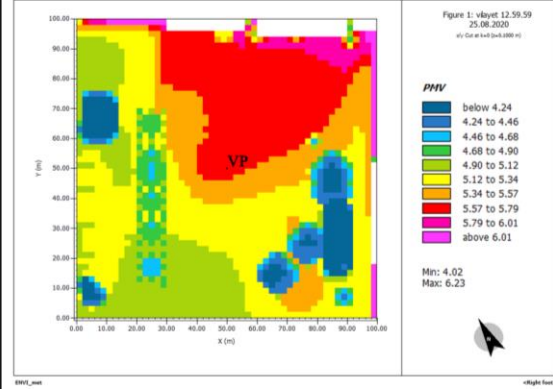
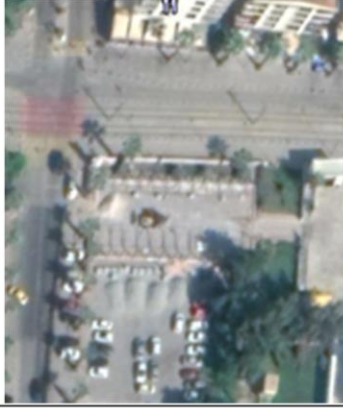
Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri 4.10 ile 8.82°C arasındadır. Alandaki ağırlıklı renkler kırmızı, turuncu ve sarıdır. Bu renklerin PMV değerleri 4.96 ile 5.48°C arasında olup aşırı sıcaklık stresini göstermektedir.

Girne Caddesi incelendiğinde diğer çalışma alanlarına göre kısmen sıcaklık stresinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin bina gölgeleri ve küçük de olsa ağaçların oluşturduğu gölge etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Girne Caddesi'nin İzmir Körfezi'ne dik olarak bir koridor olarak uzanmasının etkisiyle, denizden gelen rüzgarları alması da bu sonuçların görülmesinde etkili olmuştur.

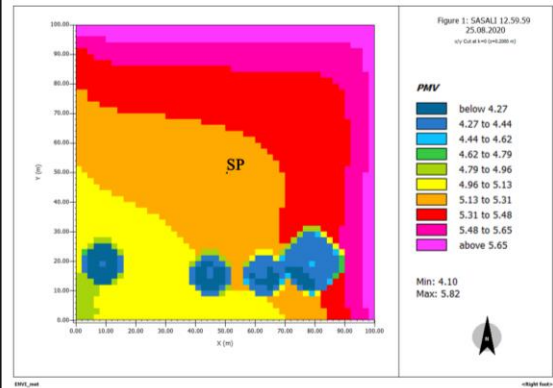
1. GİRNE CADDESİ



2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOPARKI



Şekil 4.3. Mevcut durum PMV simülasyon sonuçları

4.3. Araştırma Alanlarındaki Varyasyonların Simölasyon Bulguları

Araştırmanın bu bölümünde, değiştirilen tasarım parametrelerinin (yüzey malzemesi, bitki örtüsü vb.) kent mikro iklimine etkileri ortaya konulmuştur;

- **Birinci varyasyon**, maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeylerin kent mikro iklimi üzerindeki etkilerinin inceleneyeği durumdur.
- **İkinci varyasyon**, Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında yapılan müdahalelerin çalışma alanlarında kent ekosistemi açısından iyileştirici özelliklerinin olduğu durumdur. Bu varyasyon, mevcut duruma göre daha fazla yeşil alan ve geçirimli yüzeylerden oluşan; Girne Caddesi'ne eklenen Parklet'ler ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı ile Vilayetler Evi'nde oluşturulan yeşil çatılı otoparkların kent mikro iklimi üzerine etkileri inceleneyeği durumdur.
- **Üçüncü varyasyon** ise; minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzeylerin kent mikro iklimi üzerindeki etkilerinin inceleneyeği durumdur.

Tüm varyasyonlar için hava sıcaklığı, ortalama yansıyan sıcaklık (TMRT) ve tahmini ortalama oy (PMV) değerleri mikro-iklim simölasyon haritaları üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir.

4.4. Varyasyon 1: Maksimum Yeşil Alan ve Geçirimli Yüzey

Araştırma alanlarının maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeylerle oluşturulan iklim simölasyonlarındaki değerler hem birbiri içinde hem de mevcut durum ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Aynı zamanda alanların orta noktalarından referans noktası belirlenerek, nokta bazında da değerlendirmeler yapılmıştır.

4.4.1. Hava Sıcaklığı

Maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeyler ile oluşturulan ilk varyasyondaki hava sıcaklığı değişimleri referans nokta bazında aşağıdaki şekildedir;

Mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki hava sıcaklığı (G1) 34.1°C iken, varyasyon 1'de 33.1°C'dir. Vilayetler Evi'nde (V1) 35.6°C iken, varyasyon 1'de 33.6°C'dir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (S1) ise; 36.1°C iken, 33.3°C'ye düştüğü görölmüştür (şekil 4.4).

Alan genelindeki hava sıcaklığı değerleri ise;

Girne Caddesi'ndeki varyasyon 1'de 32.65-33.99°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında

hava sıcaklığı değişimi bakımından; minimum değerler arasında 0.88°C 'lik bir düşüş görülürken, maksimum değerler arasında 1.54°C 'lik düşüş tespit edilmiştir.

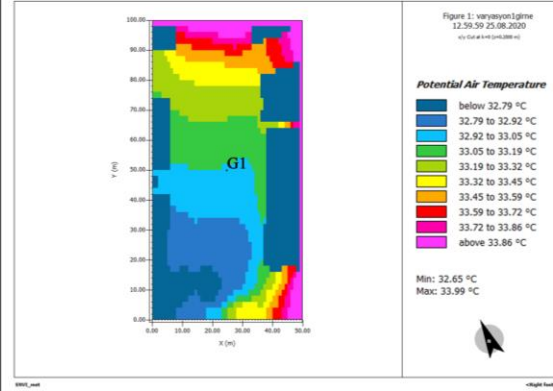
Vilayetler Evi'nde hava sıcaklığı $34.79\text{-}36.80^{\circ}\text{C}$ arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında hava sıcaklığı bakımından; minimum değerler arasında 0.08°C 'lik düşüş görülürken, maksimum hava sıcaklıkları arasında 1.9°C 'lik düşüş tespit edilmiştir.

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda hava sıcaklığı $33.09\text{-}34.91^{\circ}\text{C}$ arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında hava sıcaklıklarında minimum değerler arasında 2.68°C 'lik düşüş görülürken, maksimum hava sıcaklıklarında 2.6°C 'lik düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

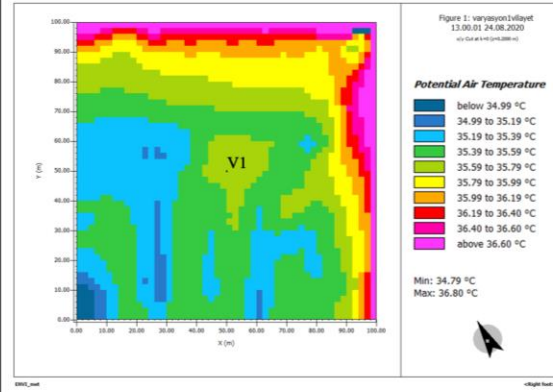
Yapılan değişiklikler (maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzey) sonrasında araştırma alanlarında 2.5°C 'ye varan sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir. Varyasyon 1 ile mevcut durum arasında simülasyonlar karşılaştırıldığında; mevcut durumda sıcaklık değeri kademeli olarak artarken, varyasyon 1'de bitki materyali eklenen alanlarda hava sıcaklıklarında düşüş olduğu görülmüştür. Araştırma alanları arasında en çok Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'ndaki değişim göze çarpmaktadır. Bunun nedeninin ise diğer çalışma alanlarında yer yer ağaçların olmasına karşın bu alanın sadece güneyinde ağaç bulunmasının yapılan değişikliklerden en fazla etkilenmesine neden olduğu düşünülmektedir. Özellikle Vilayetler Evi ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda mevcut durumda kademeli olarak değişen hava sıcaklığı, varyasyon 1'de ağaçların oluşturduğu etki ile tüm alana yayılmış durumdadır. Yavaş (2019) da araştırmasında geniş caddelerdeki bitkilendirmenin kent iklimine fayda sağlanacağını belirtmiştir.

Makhelouf (2008), Vartholomaïos (2017), Yücekaya (2017), Adıgüzel (2018), Yavaş (2019) gibi pek çok araştırmacı da benzer şekilde; kentlerdeki yeşil alanların makro ve mikro kent iklimine olumlu etkileri olduğunu ileri sürmüşlerdir.

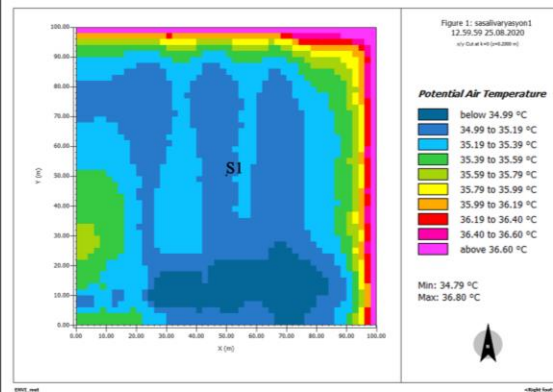
1. GİRNE CADDESİ



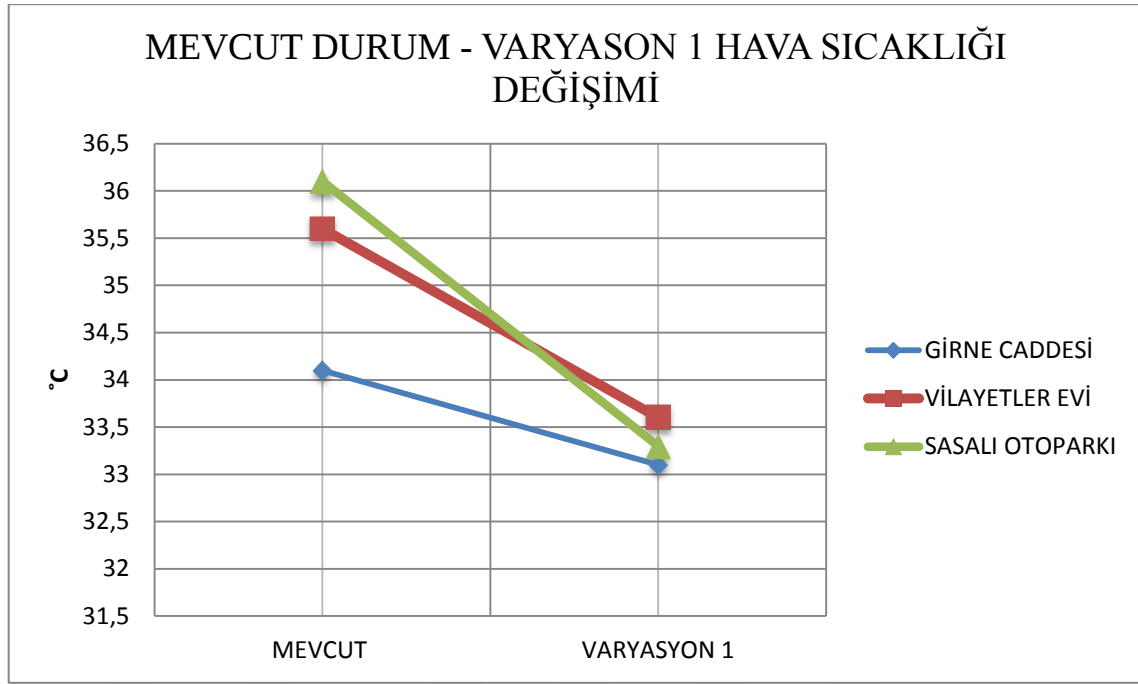
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM OTOYOLU



Şekil 4.4. Varyasyon 1 hava sıcaklığı simülasyon sonuçları



Şekil 4.5. Mevcut durum ile varyasyon 1 arasındaki hava sıcaklığı değişim grafiği

4.4.2. Ortalama Yansayan Sıcaklık (TMRT)

Maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeyler ile oluşturulan ilk varyasyondaki TMRT değişimleri referans nokta bazında aşağıdaki şekilde oluşmuştur;

Varyasyon 1’de referans noktalarında TMRT değeri, Girne Caddesi’nde (GT1) 36°C, Vilayetler Evi’nde (VT1) 69.34°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı’nda (ST1) 50,92°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.6).

Referans noktalar bazında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında TMRT değeri, mevcut durumda Girne Caddesi’ndeki TMRT değeri 48.1°C iken, Varyasyon 1’de TMRT değeri 36°C’dir. Vilayetler Evi’nde mevcut durumda TMRT değeri 76°C iken, varyasyon 1’de 69.34°C’dir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı’nda TMRT değeri 77°C iken, 50,92°C’ye düşmüştür.

Alanlar genelinde TMRT değerleri ise;

Girne Caddesi’nde 35.28-59.71°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında TMRT değişikliği, minimum değerde 10.46°C’lik ve maksimum değerde 10.16°C’lik düşüş göstermiştir.

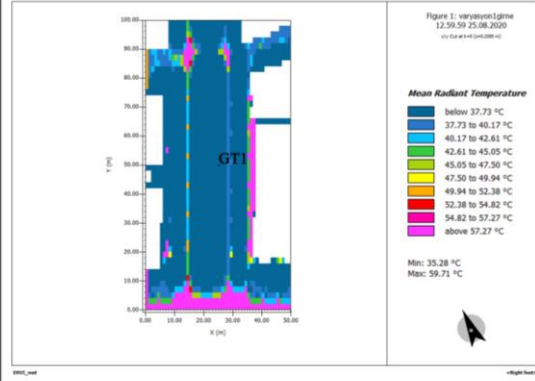
Vilayetler Evi'nde TMRT değeri 49.21-71.56°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında TMRT değişikliği, minimum değerde 8.14°C'lik ve maksimum değerde 8.20°C'lik düşüş göstermiştir.

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda TMRT değeri 48.88-69.31°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında TMRT değişikliği minimum değerde 10.52°C'lik ve maksimum değerde 8.88°C'lik düşüş göstermiştir (Şekil 4.7).

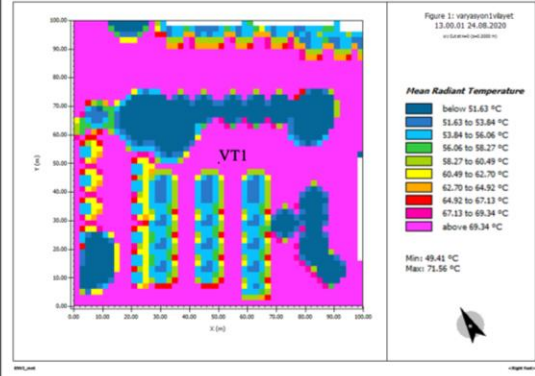
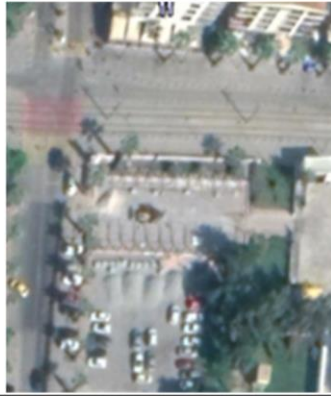
Girne Caddesi'nde mevcut durumda ağırlıklı renk olan koyu pembe 67.45-68.87°C arasındadır. Varyasyon 1'de ise; koyu mavi renk (35.28-37.73°C), alan genelinde ağırlık kazanmaktadır. Vilayetler Evi'nde mevcut durumda ağırlıklı renk olan koyu pembe 75.31-77.54°C arasında değişmektedir. Varyasyon 1 de ise 69.34-71.56°C'ye gerilemiştir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda ise ağırlıklı renk olan pembe 76.31-78.19°C iken, varyasyon 1'de 67.27-69.31°C'ye düşmüştür. Ağaçların bulunduğu noktalarda ise; TMRT değeri 50.92°C civarındadır.

Maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeylerden oluşan varyasyon 1'de ağaçların ve geçirimli yüzeylerin ekisi ile güneş radyasyonu yansımalarının azalması araştırma alanlarındaki TMRT değerinin azalmasında etkili olmuştur.

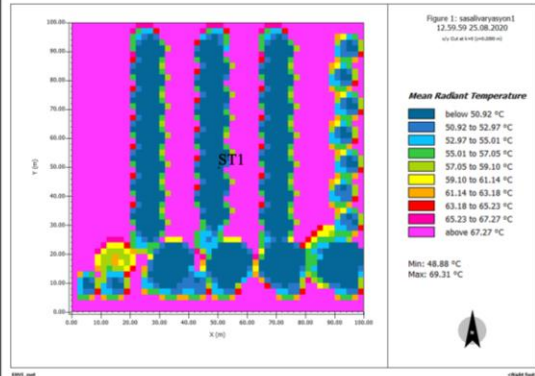
1. GİRNE CADDESİ



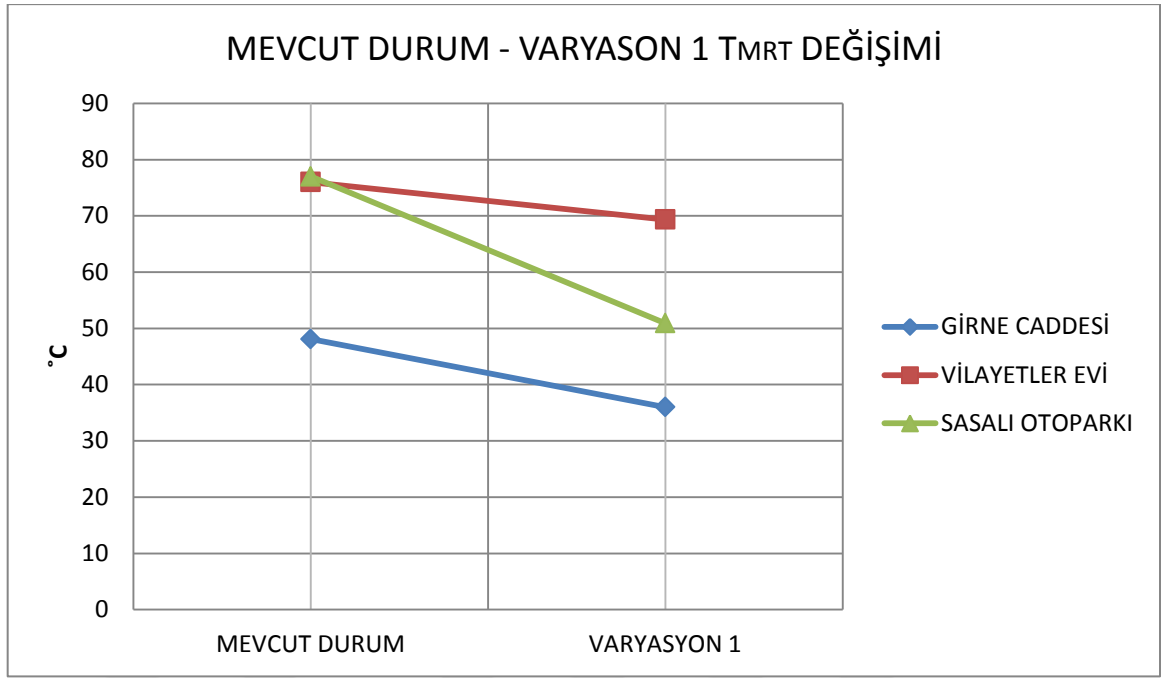
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOPARKI



Şekil 4.6. Varyasyon 1 TMRT simülasyon sonuçları



Şekil 4.7. Mevcut durum ile varyasyon 1 TMRT değişim grafiği

4.4.3. Tahmini Ortalama Oy (PMV)

Maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzeyler ile oluşturulan ilk varyasyondaki TMRT değişimleri referans nokta bazında aşağıdaki şekilde oluşmuştur;

Girne Caddesi'nde (GP1) 2.6°C, Vilayetler Evi'nde (VP1) 4.8°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (SP1) 3.1°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8).

Mevcut durum ile varyasyon 1 arasında PMV değerini referans noktalar bazında değerlendirecek olursak, mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki PMV değeri 3.3°C iken, varyasyon 1'de PMV değeri 2.6°C'dir. Psikolojik stres seviyesi ise değişmemiştir. Ayrıca simülasyon sonuçlarına göre, Girne Caddesi'nde mevcut durumda ağırlıklı renk turuncu (4.17-4.36°C) iken, varyasyon 1'de eklenen ağaçların etkisiyle mavi renge dönerek (2.54 - 2.71°C) aşırı sıcaklık stresinden güçlü ısısalık stresine gerilemiştir.

Alanlar genelindeki PMV değerleri ise;

Girne Caddesi 2.54-4.18°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında PMV değeri değişikliği minimum değerlerde 0.5°C'lik ve maksimum değerlerde 0.75°C'lik düşüş göstermiştir.

Vilayetler Evi'nde PMV değeri 3,64-5.23°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında PMV değişikliği minimum değerde 0.38°C'lik ve maksimum değerde 1°C'lik düşüş göstermiştir.

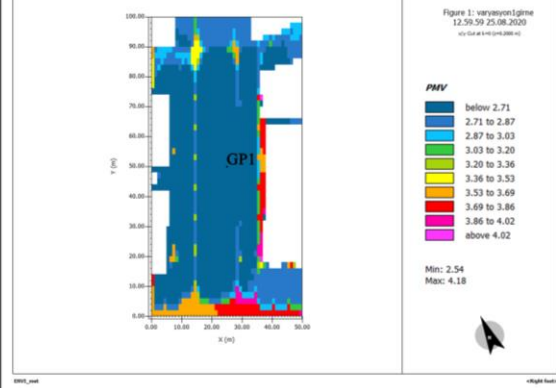
Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri 3.12-4.66°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 1 arasında PMV değerde minimum 0.98°C'lik ve maksimum PMV değerde 1.16°C'lik düşüş göstermiştir (Şekil 4.9).

Girne Caddesi'nde mevcut durumda 3.03-4.93°C iken varyasyon 1'de 2.54-4.18 arasında değişmektedir. Varyasyonlar arasında 1.5°C civarında değişim olmasına rağmen alandaki termal konfor seviyesi değişmemiştir.

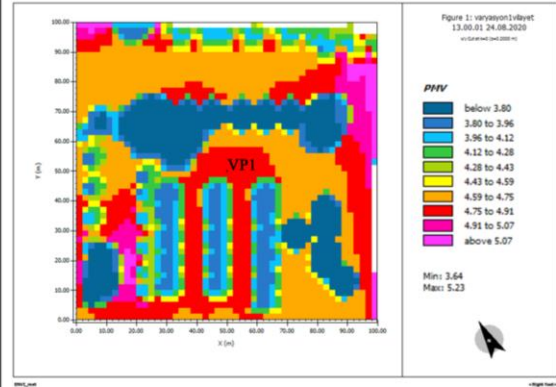
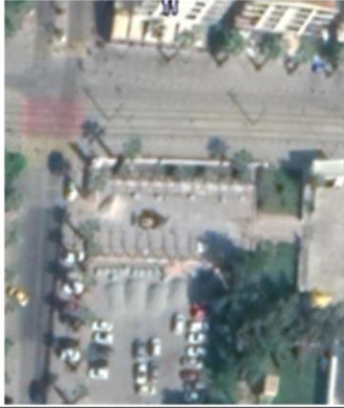
Vilayetler Evi'nde mevcut durumda PMV değeri 5.6°C iken, varyasyon 1'de 4.8°C'ye düşmüştür. Ancak alanının termal konfor seviyesi değişmemiştir.

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri ise; 5.2°C iken, 3.1°C'ye düşmüştür. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda alan genelinde mevcut durumda kademeli olarak değişen PMV değeri 4.96-5.82°C arasındayken, varyasyon 1'de yapraklı ağaçların soğutucu etkisiyle kademeli olmaktan çıkıp 4.04-4.35°C arasında değişim göstermektedir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı mevcut durumda aşırı sıcaklık stresine sahip iken, varyasyon 1'de araştırma alanı güçlü sıcaklık stresi termal seviyesine gerilemiştir.

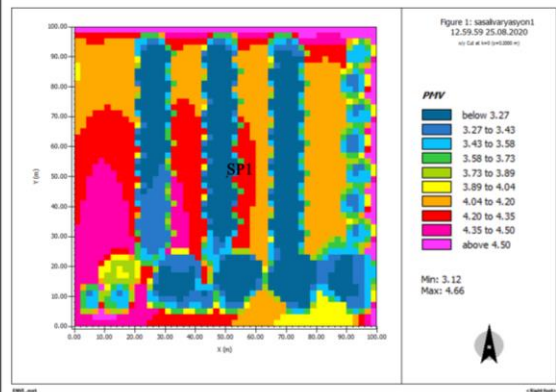
1. GİRNE CADDESİ



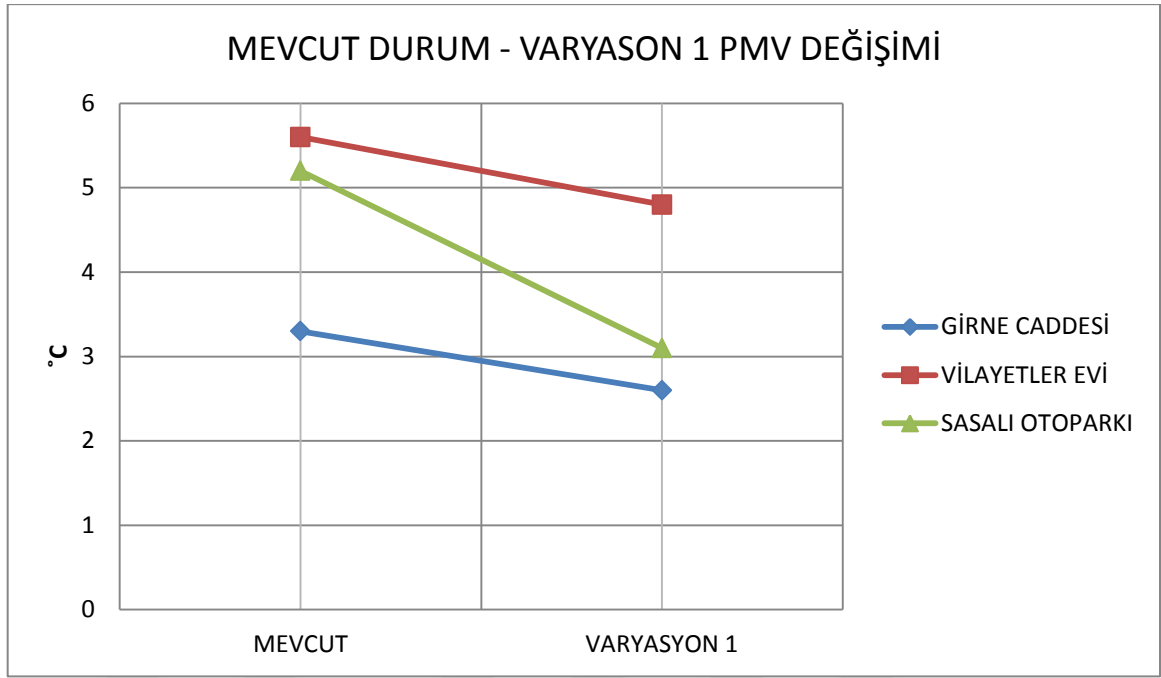
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOPARKI



Şekil 4.8. Varyasyon 1 PMV simülasyon sonuçları



Şekil 4.9. Mevcut durum ile varyasyon 1 PMV değişim grafiği

4.5. Varyasyon 2: Horizon 2020 Urban GreenUP Projesi Kapsamında Yapılan Değişiklikler

Araştırma alanlarının Horizon 2020 Urban GreenUP Projesi kapsamında oluşturulan simülasyonları, mevcut duruma göre daha fazla yeşil alan ve daha fazla geçirimli yüzey ile oluşturulmuştur. Alanlar arasında değerlendirme yapılmasını kolaylaştırmak için alanların orta noktalarından referans noktaları belirlenmiştir.

4.5.1. Hava Sıcaklığı

Horizon 2020 Urban GreenUP Projesi kapsamında yapılan değişikliklerle oluşturulan varyasyon 2'deki hava sıcaklığı değişimleri referans noktalar bazında aşağıdaki şekildedir;

Girne Caddesi'nde (G2) 33°C, Vilayetler Evi'nde (V2) 35.4°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (S3) 34.1°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.10).

Mevcut durum, varsayım 1 ve varyasyon 2 arasında hava sıcaklıklarını referans noktalar bazında değerlendirecek olursak, mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki hava sıcaklığı 33.73°C iken varyasyon 1'de 33.00°C, varyasyon 2'de 33.10°C'dir. Vilayetler Evi'nde hava sıcaklığı mevcut durumda 35.7°C, varyasyon 1'de 35.6°C, varyasyon 2'de 35.4°C'dir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda mevcut durumda hava sıcaklığı 36.1°C iken varyasyon 1'de 33.3°C, varyasyon 2'de 34.1°C'dir.

Alanlar genelindeki hava sıcaklığı değerleri ise;

Girne Caddesi'nde 32.60-34.58°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında hava sıcaklığı değişikliği, minimum sıcaklıklarda 0.93°C'lik ve maksimum hava sıcaklıklarında 0.95°C'lik düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında, minimum hava sıcaklıklarında 0.05°C'lik düşüş ve maksimum hava sıcaklıklarında 0.59°C'lik artış mevcuttur.

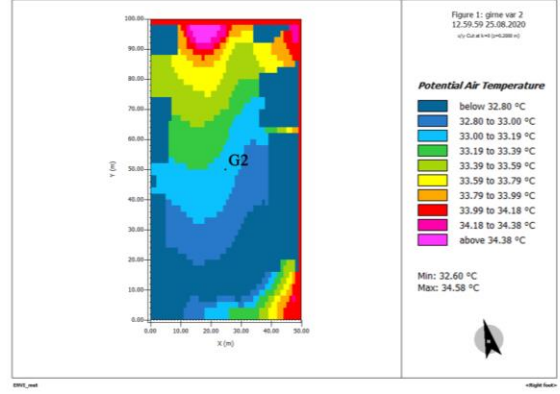
Vilayetler Evi'nde hava sıcaklığı 34.72-37.72°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında hava sıcaklığı değişikliği, minimum sıcaklıklarda 0.15°C'lik ve maksimum hava sıcaklıklarında 0.35°C'lik düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında; minimum hava sıcaklıklarında 0.07°C'lik düşüş ve maksimum hava sıcaklıklarında 0.92°C'lik artış mevcuttur (Şekil 4.11).

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda hava sıcaklığı 33.35-35.51°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasındaki hava sıcaklığı değişim minimum hava sıcaklığında 2.42°C'lik ve maksimum hava sıcaklığında 2°C'lik düşüş göstermiştir.

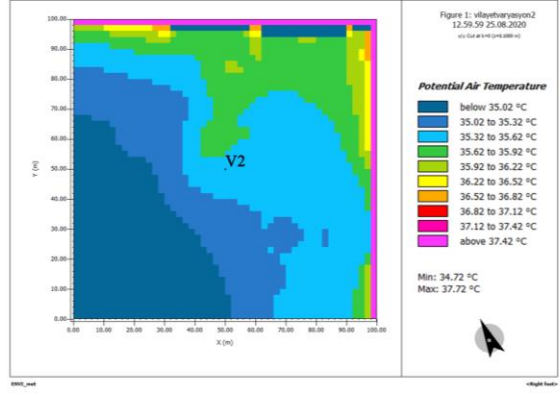
Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında oluşturulan varyasyon 2'de tüm alanların hava sıcaklıklarında mevcut duruma göre düşüş söz konusudur. Ancak varyasyon 2'yi varyasyon 1 ile kıyaslayacak olursak, yeşil alanların artışına ve Horizon 2020 Urban GreenUp Projesinde geçirimsiz yüzeylerin varlığına bağlı olarak varyasyon 1'deki hava sıcaklık değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.

Girne Caddesi'nde düşük değeri temsil eden mavi renk varyasyon 1'de varyasyon 2'ye göre daha geniş alana sahiptir. Vilayetler Evi mevcut duruma göre benzer fiziksel dağılım göstermesine rağmen hava sıcaklıklarında 0.35°C'lik düşüş sağlanmıştır. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda mevcut durumda ağırlıklı renk olan mavi tonları (daha düşük hava sıcaklığını temsil eden renk) 33.09-33.64°C arasında değişirken, varyasyon 2'de 33.35-34.00°C arasındadır. Ayrıca mavi renk tonlarından oluşan alanlar varyasyon 1'e göre varyasyon 2'de daha fazla yüzey alanına sahiptir.

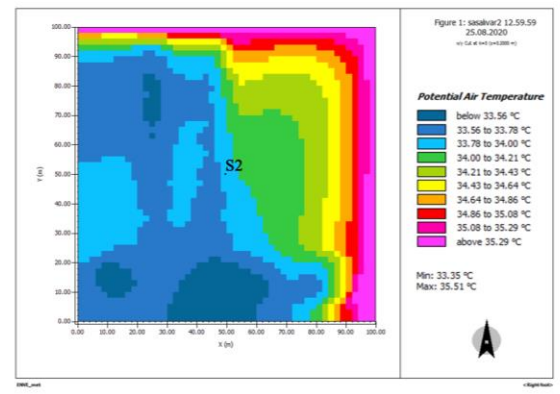
1. GİRNE CADDESİ



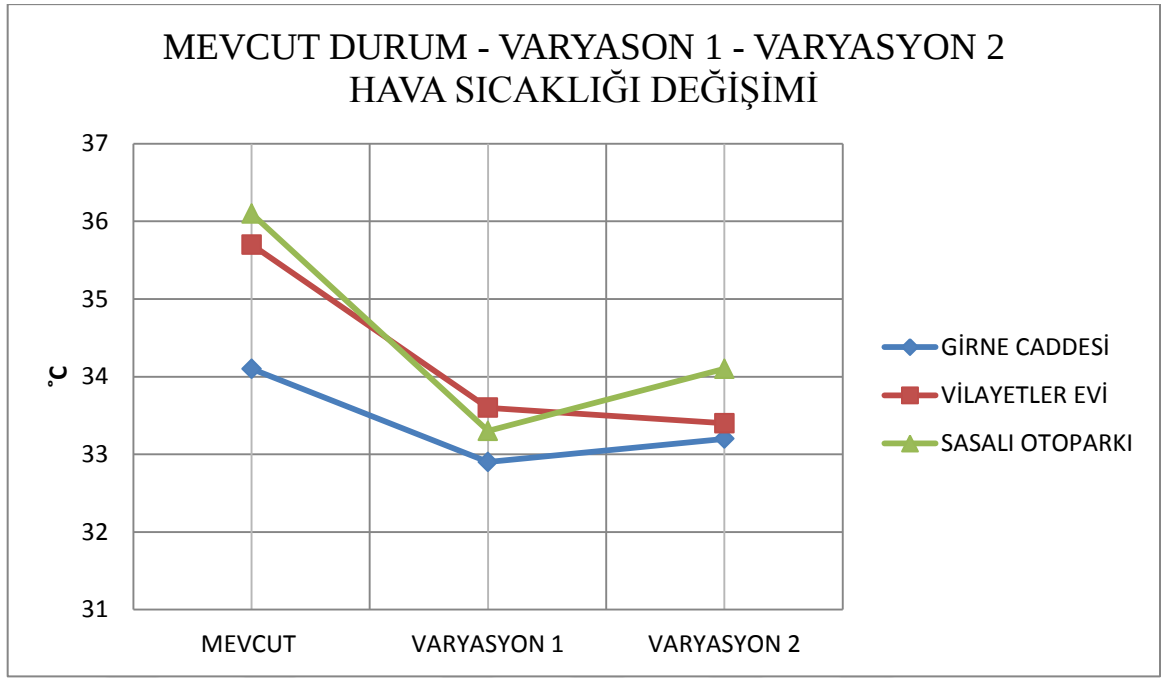
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOYOLU



Şekil 4.10. Varyasyon 2 hava sıcaklığı simülasyon sonuçları



Şekil 4.11. Mevcut durum - varyasyon 1 ve varyasyon 2 hava sıcaklığı değişim grafiği

4.5.2. Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT)

Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında, mevcut duruma göre artan yeşil alanlarla oluşturulan ikinci varyasyondaki TMRT değişimleri referans noktalara göre;

Girne Caddesi'nde (GT2) 41.8°C, Vilayetler Evi'nde (VT2) 74.4°C, ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (ST2) 54.4°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Mevcut durum, varsaysyon 1 ve varyasyon 2 arasında referans noktalarının TMRT değerleri değerlendirilecek olursak, mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki TMRT değeri 50.5°C iken, varyasyon 1'de 37.73°C ve varyasyon 2'de 41.8°C olarak hesaplanmıştır. Varyasyon 1, varyasyon 2'ye göre yaklaşık 4°C daha serin olup, mevcut durum ile arasında 14°C'ye yakın fark oluşmuştur. Bu farkın ağaçlar ve geçirimli yüzeylerin eklenmesi ile birlikte olduğu düşünülmektedir.

Alanlar genelinde TMRT değerleri ise;

Girne Caddesi'nde 39.49-62.70°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında TMRT değerleri minimum değerde 6.25°C düşüş ve maksimum değerde 7.17°C düşüş göstermektedir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında TMRT değerlerinde minimum değerde 4.21°C, maksimum değerde 2.99°C artış görülmektedir.

Vilayetler Evi'nde TMRT değeri 55.58-76.57°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında TMRT değeri minimum değerde 1.97°C ve maksimum değerde 3.19°C düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında TMRT değerlerinde ise minimum değerde 6.17°C ve maksimum değerde 5.11°C artış görülmektedir.

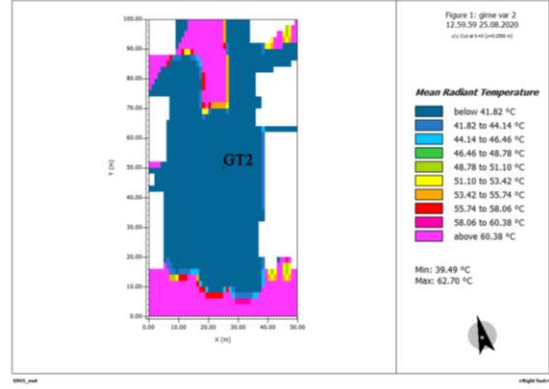
Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda TMRT değeri 52.41-72.23°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında TMRT değeri minimum değerde 6.99°C ve maksimum değerde 5.96°C düşüş göstermektedir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında TMRT değerlerinde minimum değerde 3.53°C, maksimum değerde 2.92°C artış görülmektedir (Şekil 4.13).

Vilayetler Evi'nde mevcut durumda TMRT değeri 71.4°C iken, varyasyon 1'de 68°C, varyasyon 2'de 74.4°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda TMRT değeri mevcut durumda 77°C iken 1'de 51°C ve varyasyon 2'de 54.4°C olarak tespit edilmiştir. Girne Caddesi'nde simülasyon sonucu varyasyon 1 ve varyasyon 2 arasında benzer TMRT değerleri görülse de, varyasyon 1 de daha düşük TMRT değerini gösteren koyu mavi olan alan daha fazla yüzey alanına sahiptir. Ayrıca varyasyon 1, varyasyon 2'ye göre yaklaşık 4°C daha serindir. Varyasyon 2'de TMRT değeri 39.49-62.70°C olup, mevcut durum ile arasında 14°C'ye yakın fark oluşmuştur.

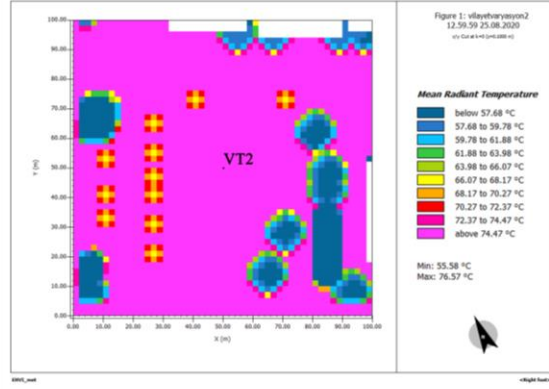
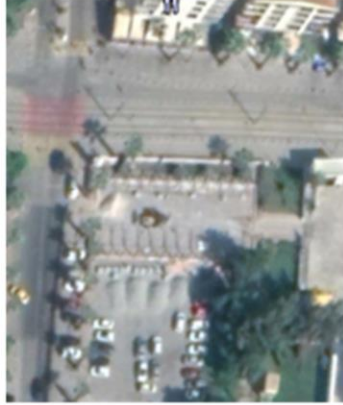
Vilayetler Evi'nde alan genelinde TMRT değerinde varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında 5°C civarında değişim görülürken, varyasyon 1'deki ağaçların bulundukları yerde mikro ölçülerde iyileşmeler gözlemlenmektedir.

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda ise mevcut duruma göre varyasyon 2'deki TMRT değerinde, ağaç eklenen bölümlerde gölge etkisi sayesinde belirgin değişimler göze çarpmaktadır.

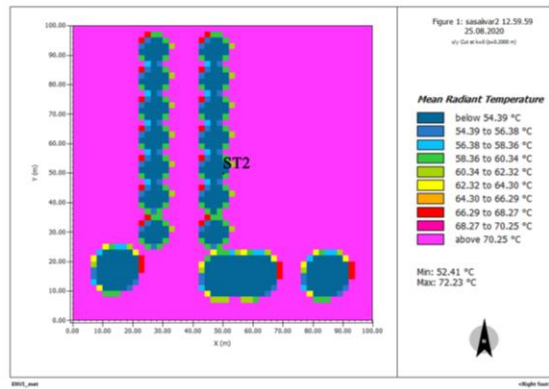
1. GİRNE CADDESİ



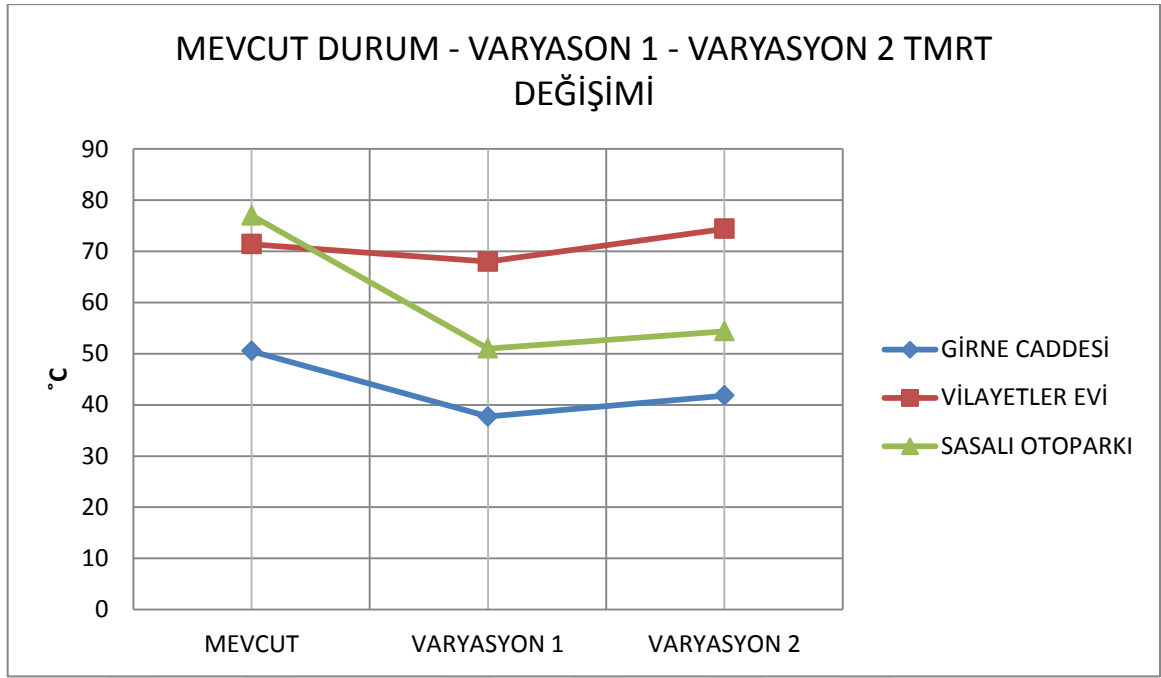
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOPARKI



Şekil 4.12. Varyasyon 2 TMRT simülasyon sonuçları



Şekil 4.13. Mevcut durum - varyasyon 1 ve varyasyon 2 TMRT değişim grafiği

4.5.2. Tahmini Ortalama Oy (PMV)

Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında yapılan değişikliklerle oluşturulan ikinci varyasyondaki PMV değişimleri referans noktalarında şöyledir;

Girne Caddesinde(GP2) 2.8°C, Vilayetler Evi (VP2) 5.3°C, ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (SP2) 3.6°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14).

Mevcut durum, varsaysyon 1 ve varyasyon 2 arasında PMV değerlerini referans noktaları bazında değerlendirecek olursak, mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki PMV değeri 3.3°C iken, Varyasyon 1'de PMV değeri 2.6°C ve varyasyon 2'de PMV değeri 2.8°C'dir. Vilayetler Evi'nde mevcut durumda PMV değeri 5.6°C iken, varyasyon 1'de 4.8°C, varyasyon 2'de 5.3°C'dir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri mevcut durumda 5.2°C iken varyasyon 1'de 3.1°C ve varyasyon 2'de 3.6°C'dir.

Alanlar genelinde PMV değerleri ise;

Girne Caddesi'nde 2.66-4.50°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında PMV değişikliği minimum değerlerinde 0.37°C'lik ve maksimum değerinde 0.43°C'lik düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında PMV değerlerinde minimum değerinde 0.12°C'lik ve maksimum değerinde 0.32°C artış göstermiştir.

Vilayetler Evi'nde PMV değeri 3.86-5.89°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında PMV minimum değerinde 0.16°C'lik, maksimum değerinde 0.34°C düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında PMV değerlerinde minimumda 0.22°C'lik artış ve maksimumda 0.66°C'lik artış göstermiştir.

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri 3.28-4.97°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 2 arasında PMV değeri minimum değerinde 0.82°C'lik ve maksimum değerinde 0.85°C'lik düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasında PMV değerlerinde minimum değerinde 0.16°C artış ve maksimum değerinde 0.31°C artış göstermiştir (Şekil 4.15).

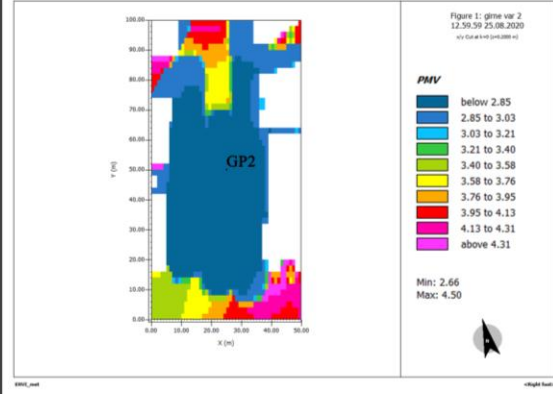
Girne Caddesi'nde varyasyon 1'de hakim olan koyu mavi renk 2.54-2.71°C arasında değişirken varyasyon 2'de 2.66-2.68°C arasında değişmektedir. Aynı zamanda koyu mavi yüzeylerin fiziksel alanı küçülmüştür.

Vilayetler Evi'nde varyasyon 1'de ağırlıklı renkler kırmızı - turuncu (5.59-5.91°C) iken varyasyon 2'de ağırlıklı renk sarı - turuncu (4.88-5.28°C) arasında değişmektedir. Mevcut durumda olan palmyeler varyasyon 2'de de bulunurken, palmyeler ile geniş yapraklı bitkiler arasındaki fark burada da görülmüştür.

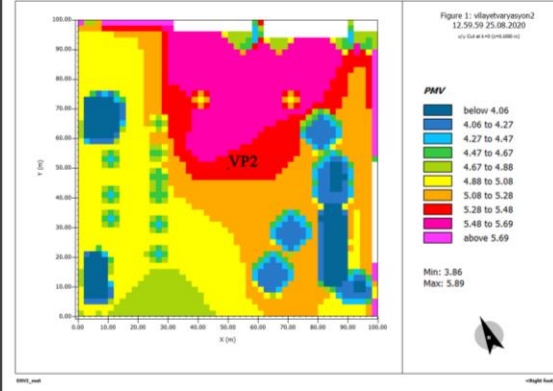
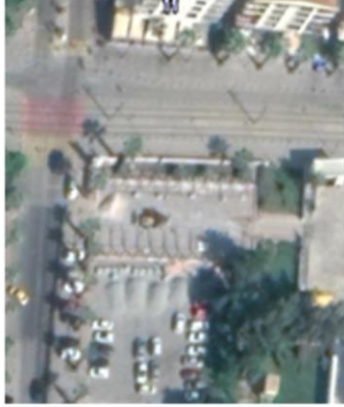
Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV sonucuna göre, varyasyon 2 ve varyasyon 3 arasındaki değişim; varyasyon 1'de daha fazla sıralı ağaç olması, varyasyon 2'de sadece iki sıra dikilmiş ağaç olması simülasyon sonuçlarında bitki materyalinin önemini göstermiştir. Ayrıca alana ait oluşturulan simülasyonlardan elde edilen minimum ve maksimum değerler dışında, kısmen daha yüksek değere sahip renklerin temsil ettikleri alanlarda küçülmeler söz konusu olmuştur.

Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında oluşturulan varyasyon 2'de (mevcut duruma göre daha fazla yeşil alan ve geçirimli yüzey) tüm alanların PMV değerlerinde mevcut duruma göre artış söz konusudur. Ancak varyasyon 2'yi varyasyon 1 ile kıyaslayacak olursak, varyasyon 1'deki yeşil alanların ve geçirimli yüzeylerin artışına bağlı olarak varyasyon 1'deki PMV değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.

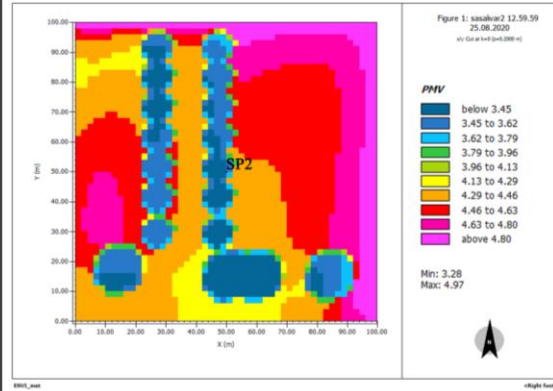
1. GİRNE CADDESİ



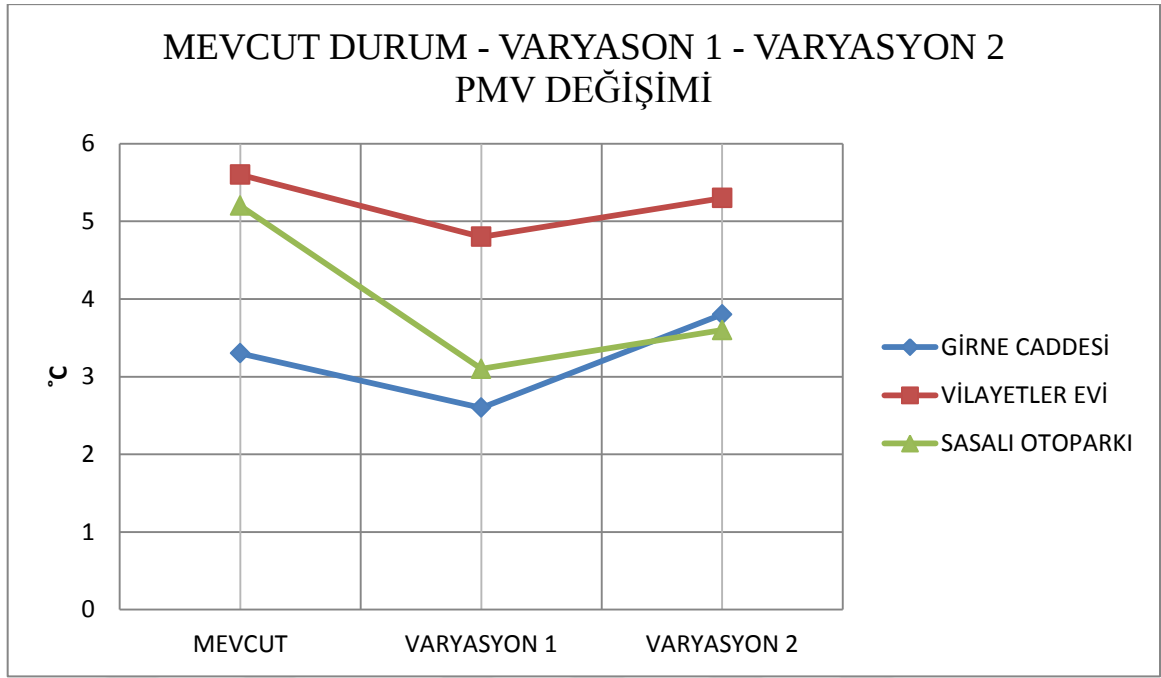
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOYOLU



Şekil 4.14. Varyasyon 2 PMV simülasyon sonuçları



Şekil 4.15. Mevcut durum - varyasyon 1 ve varyasyon 2 PMV değişim grafiği

4.6. Varyasyon 3: Minimum Yeşil Alan ve Maksimum Geçirimsiz Yüzey

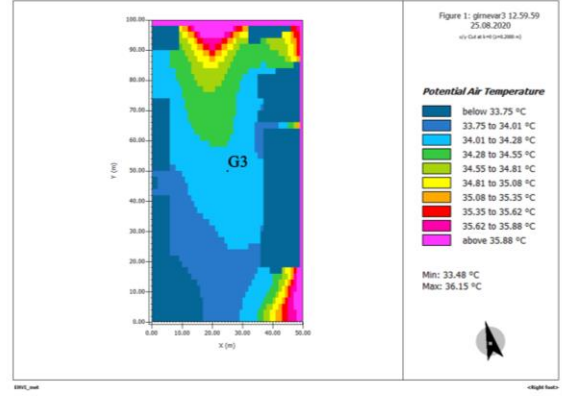
Bu varyasyon araştırma alanlarının, minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzeye sahip olması ile oluşturulmuş senaryodur.

4.6.1. Hava Sıcaklığı

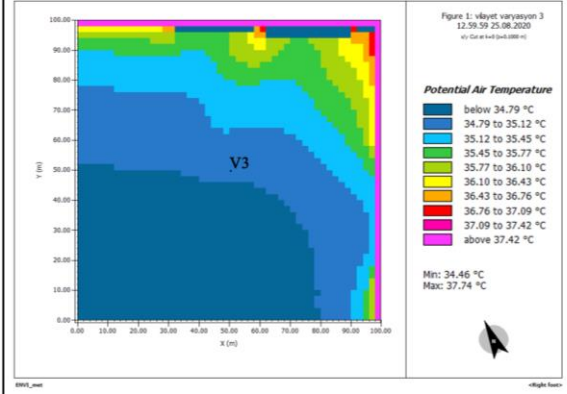
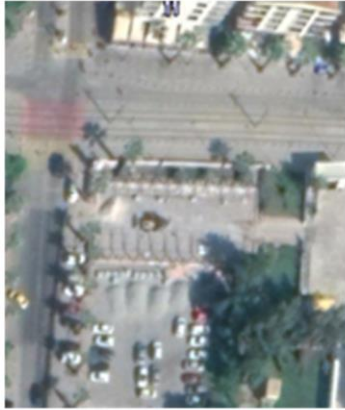
Minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzey ile oluşturulan varyasyon 3'deki hava sıcaklığı değişimleri referans noktalarında aşağıdaki gibi tespit edilmiştir;

Girne Caddesi'nde (G3) 34.1°C, Vilayetler Evi'nde (V3) 35°C, ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (S3) 34.4°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.16).

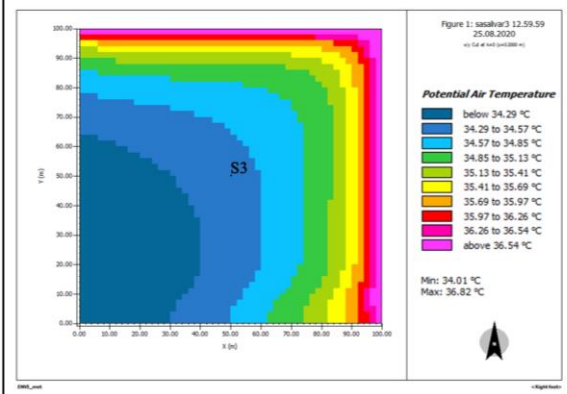
1. GİRNE CADDESİ



2. VİLAYETLER EVİ



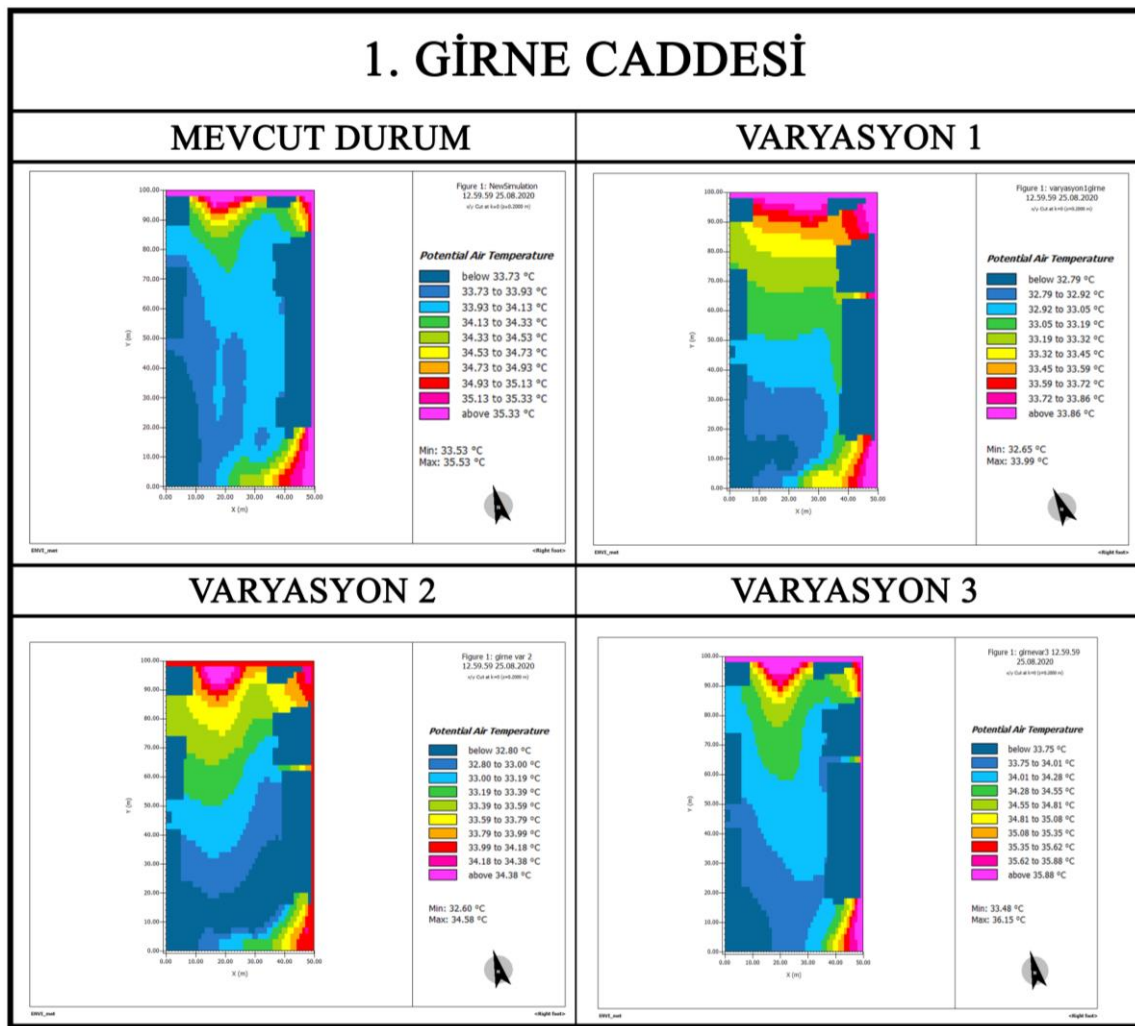
3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOYOLU



Şekil 4.16. Varyasyon 3 hava sıcaklığı simülasyon sonuçları

Alanlar genelinde hava sıcaklığı değişimi ise;

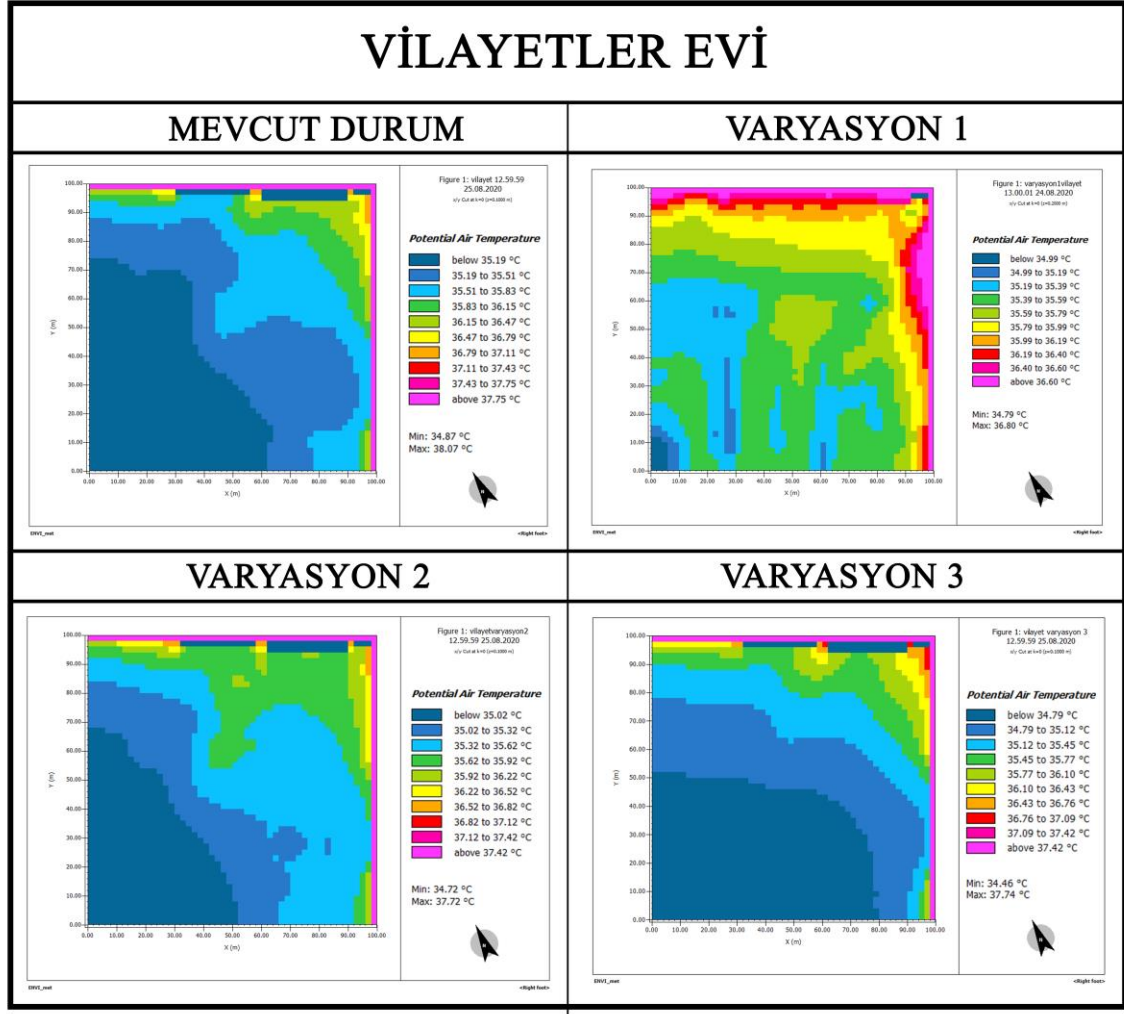
Girne Caddesi'nde 33.48-36.15°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı, minimum sıcaklıklarda 0.05°C düşüş, maksimum sıcaklıklarında ise 0.62°C artış göstermektedir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı değişikliği minimum sıcaklıklarda 0.83°C artış ve maksimum sıcaklıklarda 2.16°C artış olarak tespit edilmiştir. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı değişikliği ise, minimum sıcaklıklarda 0.88°C, maksimum sıcaklıklarında da 1.57°C artış görülmektedir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Girne Caddesi'nin varyasyonlar arası hava sıcaklığı değişimi

Vilayetler Evi'nde 34.46-37.74°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı minimum sıcaklıklarda 0.41°C ve maksimum sıcaklıklarda ise 0.33°C düşüş göstermektedir.

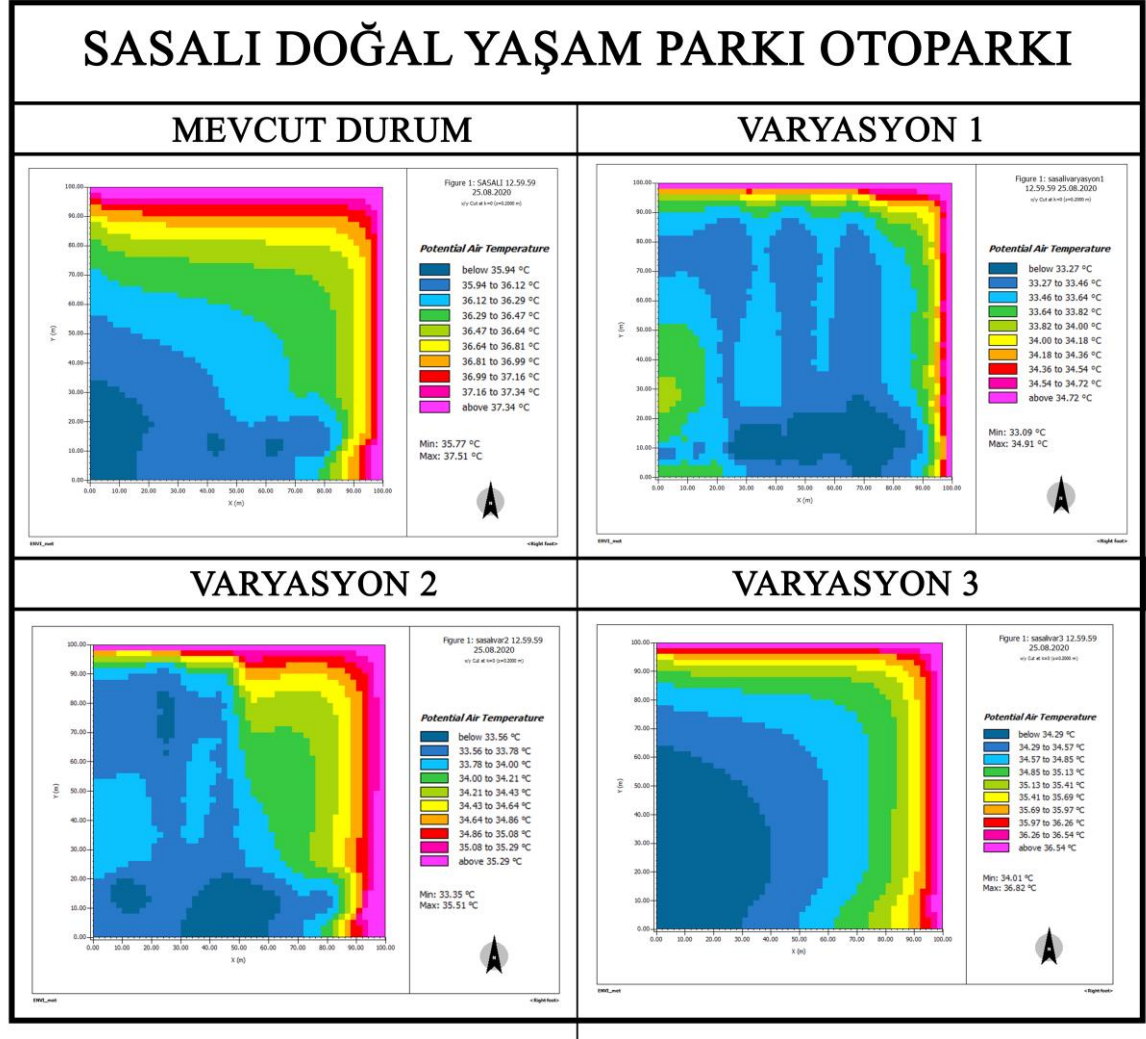
Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı değişikliği minimum hava sıcaklıklarında 0.33°C düşüş ve maksimum hava sıcaklıklarında 0.94°C artış olarak belirlenmiştir. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı değişikliği minimum sıcaklıklarda 0.26°C düşüş, maksimum sıcaklıklarda 0.02°C artış olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Vilayetler Evi'nin varyasyonlar arası hava sıcaklığı değişimi

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda $34.01-36.82^{\circ}\text{C}$ arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı değişikliği minimum sıcaklıklarda 1.76°C düşüş ve maksimum hava sıcaklıklarında 0.69°C düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı değişikliği minimum sıcaklıklarda 0.92°C artış ve maksimum hava sıcaklıklarında 1.91°C artış mevcuttur. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasında hava sıcaklığı

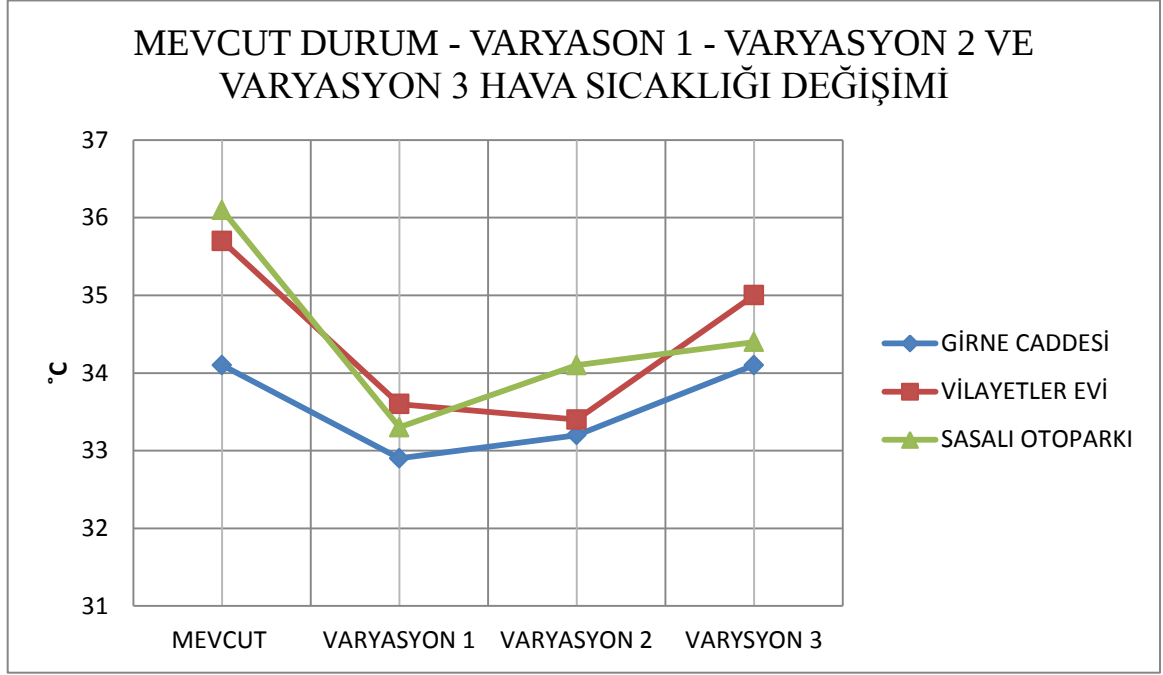
değişikliği minimum sıcaklıklarda 0.66°C artış ve maksimum hava sıcaklıklarında 1.31°C artış göstermiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nın varyasyonlar arası hava sıcaklığı değişimi

Girne Caddesi'nde varyasyon 3'de düşük sıcaklığı temsil eden renk olan mavi tonları ağırlıkta gözüktüğü de hava sıcaklığı 33.48-34.28°C arasında değişmektedir. Varyasyon 2'de yine mavi tonlarında olan hava sıcaklığı 32.80- 33.19°C olup varyasyon 3 ve varyasyon 2 arasında 1°C yakın hava sıcaklığı artışı mevcuttur. Varyasyon 1'de (maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzey) hava sıcaklığı 32.65-33.05°C, mevcut durumda 33.53-33.73°C arasında değişmektedir. Vilayetler Evi'nde mevcut durum, varyasyon 2 ve varyasyon 3 benzer fiziksel dağılım gösterse de varyasyon 1'de ağaçların etkisiyle

farklılıklar söz konusudur. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı mevcut durum simülasyon sonuçları benzer fiziksel özellikler gösterirken, farklı oranlarda yeşil alan ve geçirimli yüzey içeren varyasyon 1 ve varyasyon 2 (Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında tasarlanan simülasyon) birbirleri içerisinde benzer özellik göstermiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Çalışma alanlarında hava sıcaklığı değişimleri

4.6.2. Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT)

Minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzeylerle oluşturulan üçüncü varyasyondaki referans noktaları arasındaki TMRT değişimleri,

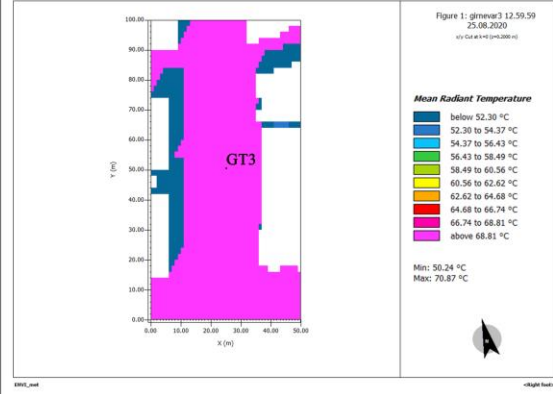
Girne Caddesi'nde (GT3) 67°C, Vilayetler Evi'nde (VT3) 76.1°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (ST3) 68.7°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.21).

Mevcut durum, varyasyon 1, varyasyon 2 ve varyasyon 3'e ait referans noktalarının TMRT değerlerini alan bazında değerlendirecek olursak; mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki TMRT değeri 50.5°C, Varyasyon 1'de 37.73°C, varyasyon 2'de 41.8°C ve varyasyon 3'de 67°C'dir. Vilayetler Evi'nde mevcut durumda TMRT değeri 71.4°C, varyasyon 1'de 68°C, varyasyon 2'de 74.4°C ve varyasyon 3'de 76.1°C'dir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda ise mevcut durumda 77°C, varyasyon 1'de 51°C,

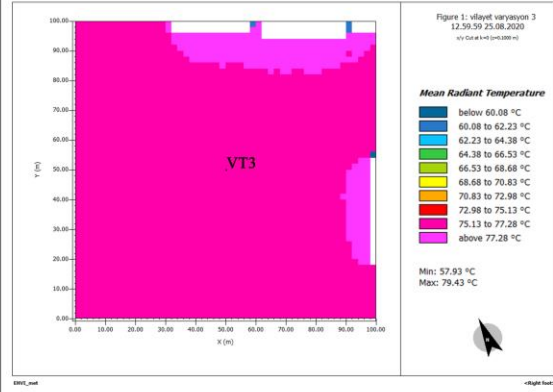
varyasyon 2’de 54.4°C ve varyasyon 3’de 68.7°C’dir. Varyasyonların referans noktaları arasındaki TMRT değerleri değişimi, alanlar genelindeki TMRT değişimleri ile paralellik göstermektedir.



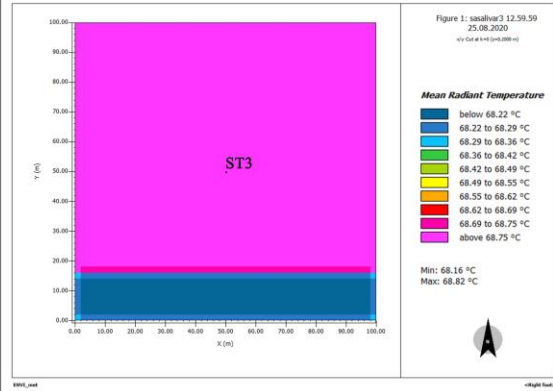
1. GİRNE CADDESİ



2. VİLAYETLER EVİ

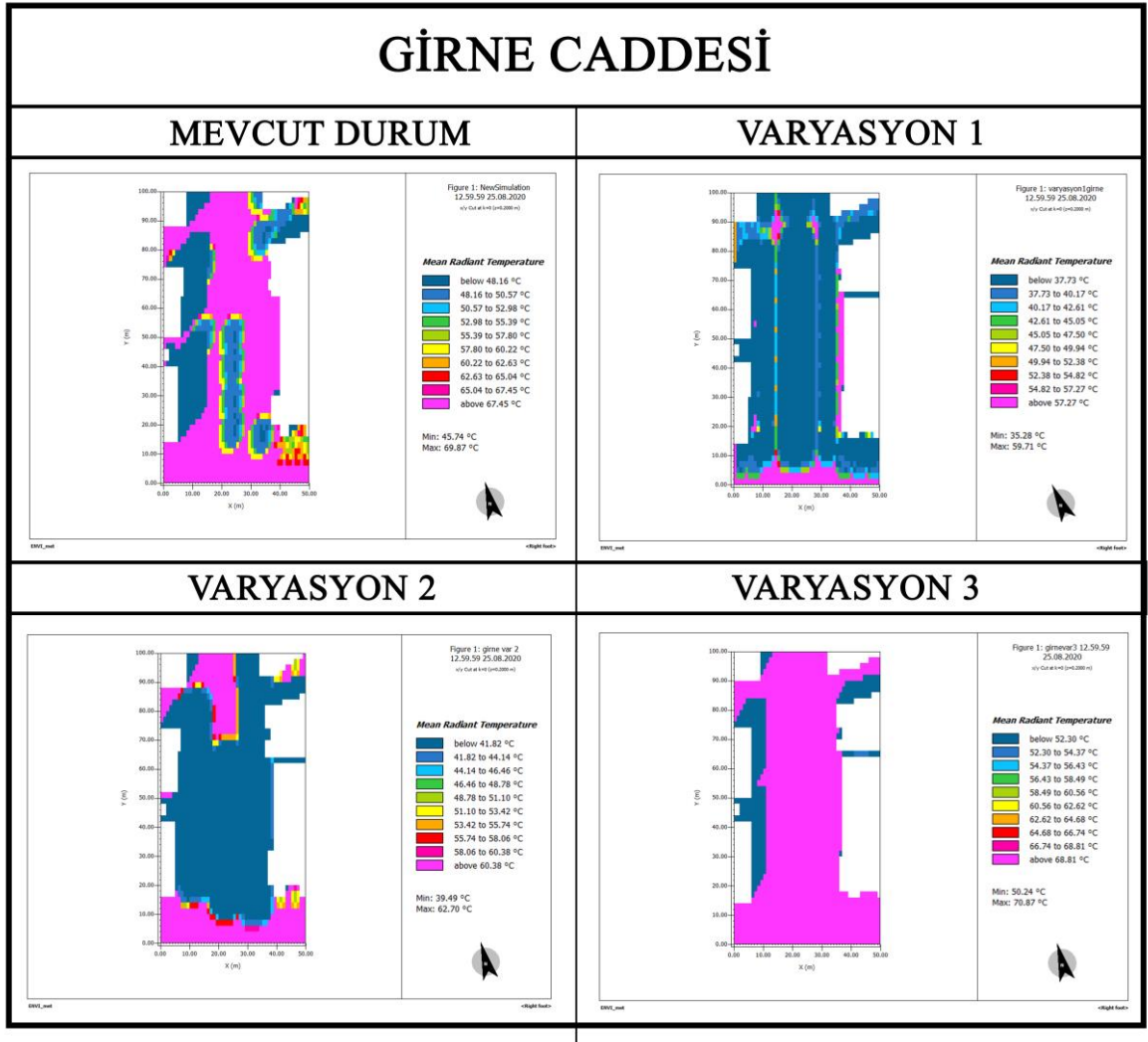


3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOPARKI



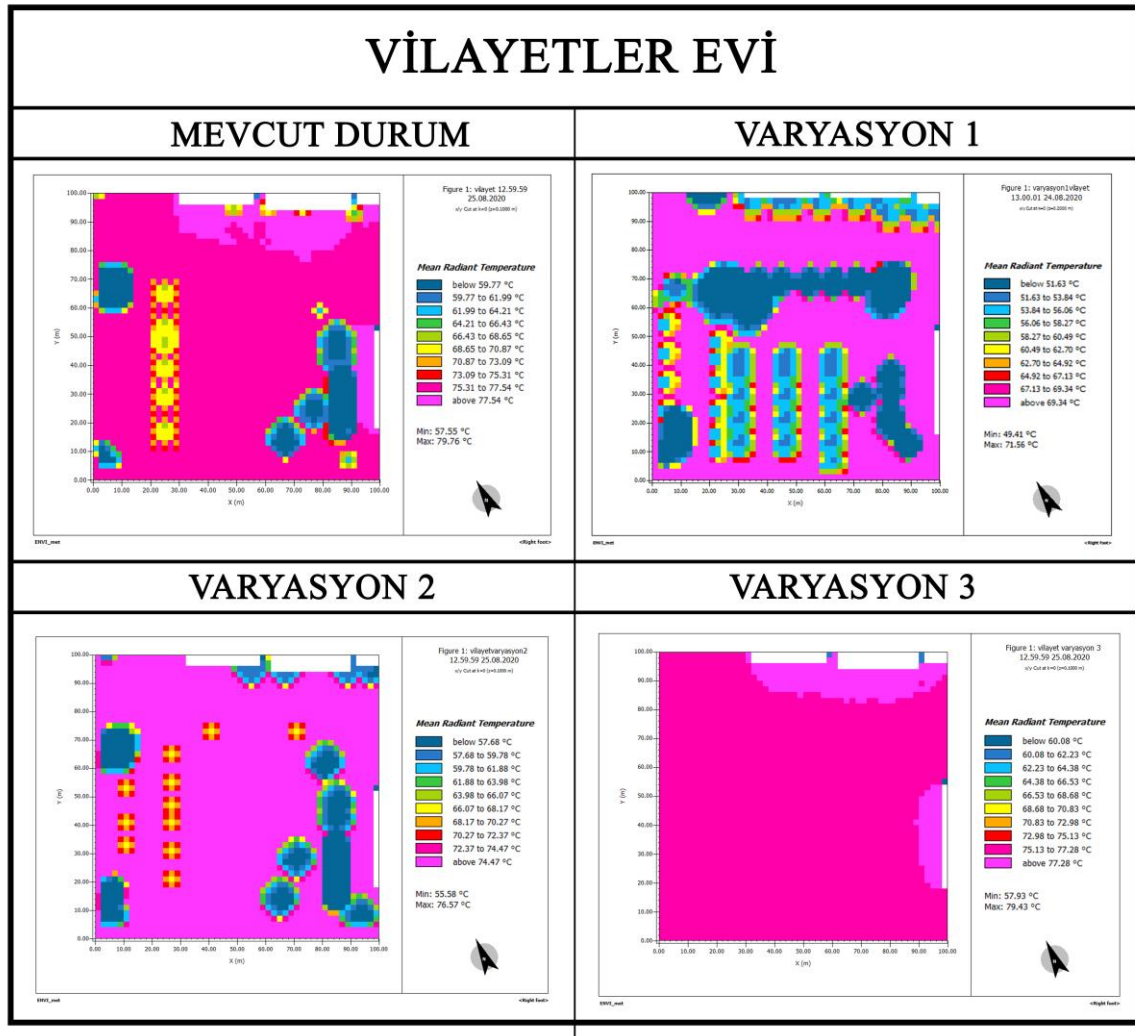
Şekil 4.21. Varyasyon 3 TMRT simülasyon sonuçları

Girne Caddesi'nde varyasyon 3'te TMRT değeri alan genelinde 50.24-70.87°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında TMRT değerinin değişikliği minimum değerde 4.5°C ve maksimum değerde 1°C artış göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında TMRT değerlerinde minimum değerde 14.96°C, maksimum değerinde 11.16°C artış göstermiştir. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasındaki TMRT değişimi ise minimum değerde 10.75°C ve maksimum değerde 8.17°C artış şeklinde tespit edilmiştir (Şekil 4.22). Girne Caddesi'nde TMRT değeri varyasyon 3'de 68.81- 70.87°C arasında değişim göstermektedir. Mevcut durumda alan geneli 67.45-67.92°C arasında değişim gösterirken mevcut durumda ağaçların etkisiyle pozitif farklılık söz konusudur.



Şekil 4.22. Girne Caddesi'nin varyasyonlar arası TMRT değişimi

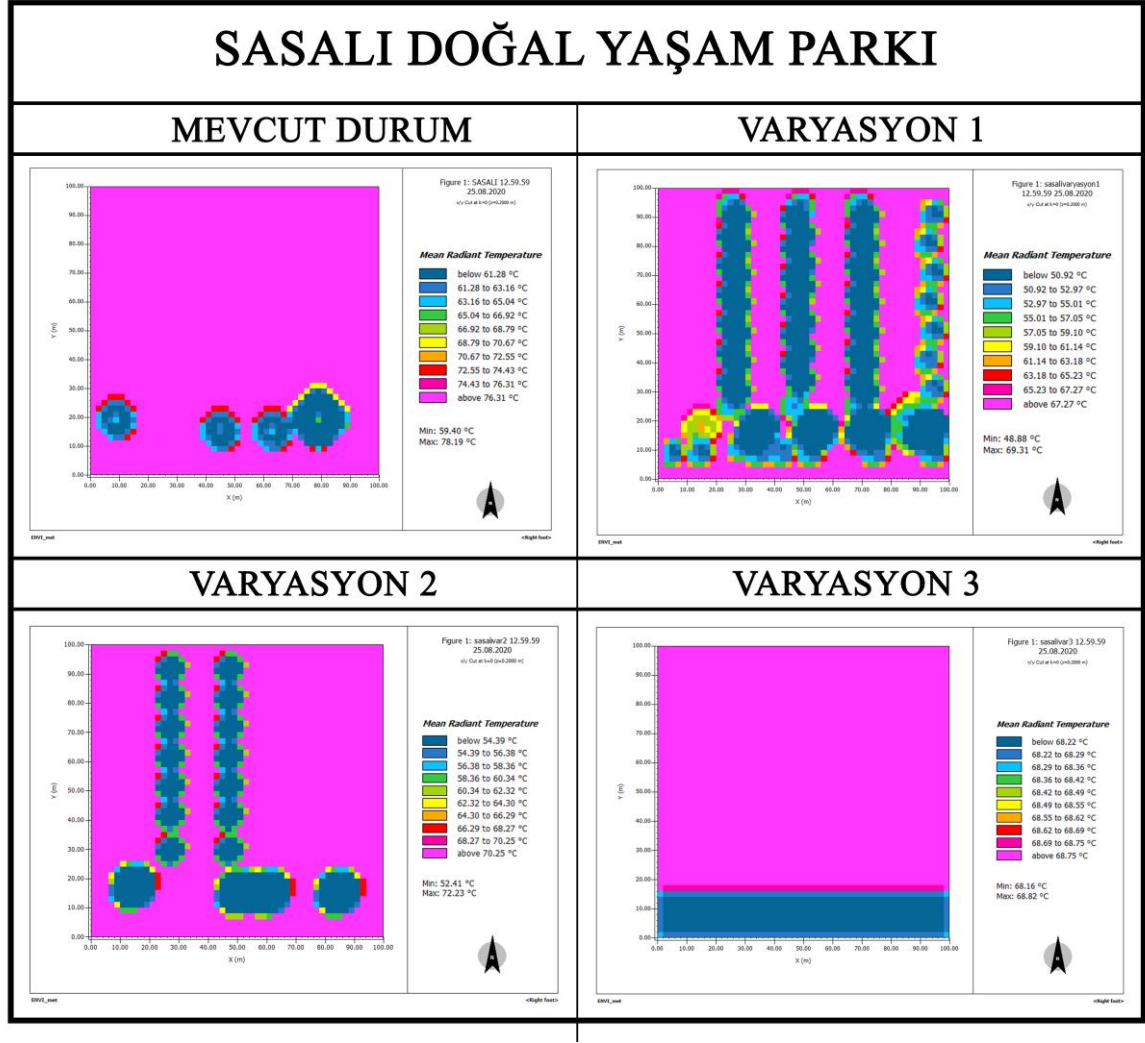
Vilayetler Evi'nde varyasyon 3'te TMRT değeri alan genelinde 57.93-79.43°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında TMRT değeri minimum değerinde 0.38°C artış, maksimum değerinde 0.33°C düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında TMRT değerlerinde minimum değerde 8.52°C ve maksimum değerde 7.87°C artış şeklinde değişmektedir. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasındaki TMRT değişimi ise minimum değerde 2.35°C ve maksimum değerde 2.86°C artış şeklindedir (Şekil 4.23). Vilayetler Evi'nde ağaçların etkisiyle mevcut durum, varyasyon 1 ve varyasyon 2 birbiri arasında benzerlik gösterse de varyasyon 3'de alanın çok büyük bir kısmı 75.13-77.28°C değerine sahiptir ve serinlik sadece bina gölgelerinden sağlanmaktadır.



Şekil 4.23. Vilayetler Evi'nin varyasyonlar arası TMRT değişimi

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda ise varyasyon 3'te TMRT değeri alan genelinde 68.16-68.82°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında TMRT değeri minimum değerde 6.76°C artış maksimum değerde 9.37°C düşüş şeklindedir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında TMRT değerlerinde minimum değerde 19.28°C artış ve maksimum değerde ise 0.49°C düşüş göstermiştir. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasındaki TMRT değişimi ise minimum değerde 15.75°C artış ve maksimum değerde 3.41°C düşüş olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.24).

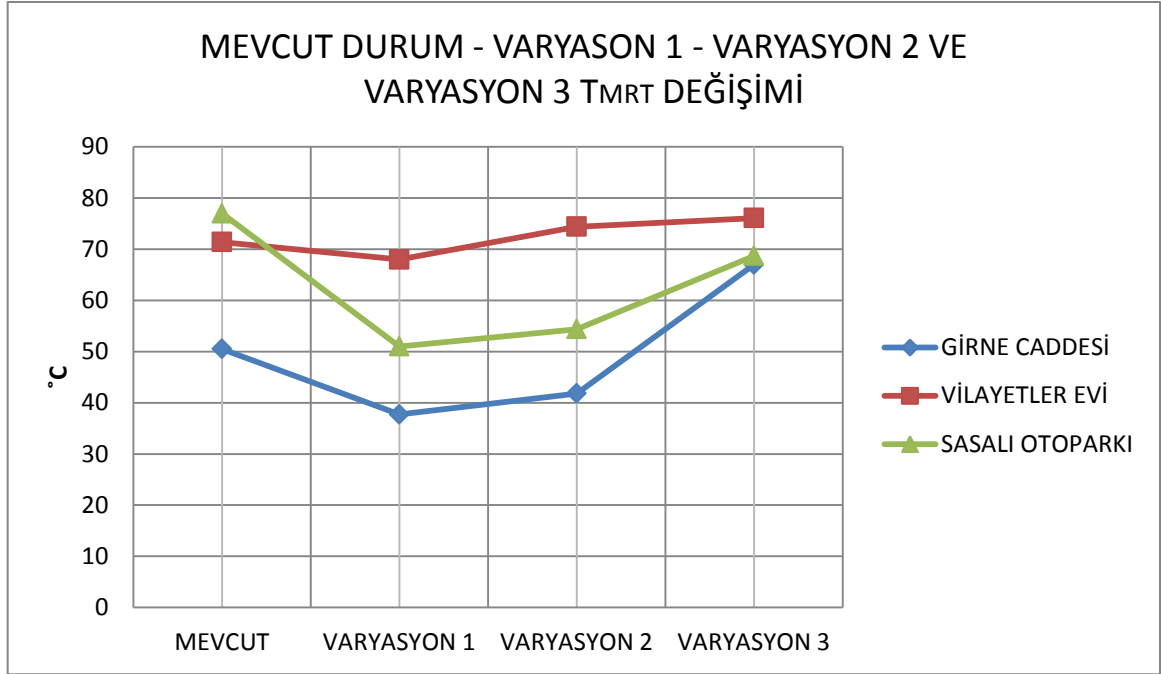
Varyasyon 3'de bu alandaki TMRT değeri, gölge oluşturacak yapısal veya bitkisel materyalin bulunmaması sebebiyle sadece çim alan olarak bırakılan alanın güneyindeki bölümde az miktarda değişmiştir. Adıgüzel, (2018)'in de belirttiği gibi asfalt, beton vs. ile kaplı geçirimsiz yüzeyli otopark gibi yapılar ısı adası oluşumuna neden olacak ışımaya neden olmaktadır.



Şekil 4.24. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nın varyasyonlar arası TMRT değişimi

Girne Caddesi'nde TMRT değeri Varyasyon 1 ve varyasyon 2 arasında ağaçlar ve geçirimli yüzeylerin eklenmesi ile birlikte 20°C yakın bir serinleme söz konusu olmuştur. Vilayetler Evi'nde ağaçların etkisiyle mevcut durum, varyasyon 1 ve varyasyon 2 birbiri arasında benzerlik gösterse de varyasyon 3'de alanın çok büyük bir kısmı 75.13-77.28°C değerine sahiptir ve serinlik sadece bina gölgelerinden sağlanmaktadır (Şekil 4.25). Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda ise varyasyon 3'de gölge oluşturacak yapısal alan bulunmadığından sadece çim alan olarak bırakılan, alanın güneyindeki kısımda TMRT değeri az miktarda değişmiştir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda gözlemlenen durum, Adıgüzel, (2018)'in de belirttiği gibi asfalt, beton vs. ile yapılan geçirimsiz yüzeyli otopark gibi yapıların, ısı adası oluşumuna olanak sağlamayacak serin/yeşil/geçirimli kaplama malzemeleri kullanılmalı ve geçirimsiz yüzeylerden oluşacak ısımaya olanak

sağlamamak adına mutlaka bitkilendirmelidir. Yücekaya (2017)'ye göre özellikle yazları sıcak ve kurak iklim bölgelerinde bitkilendirmenin biyoklimatik konforu etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu ortak sonucu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.25. Çalışma alanlarında TMRT değişimleri

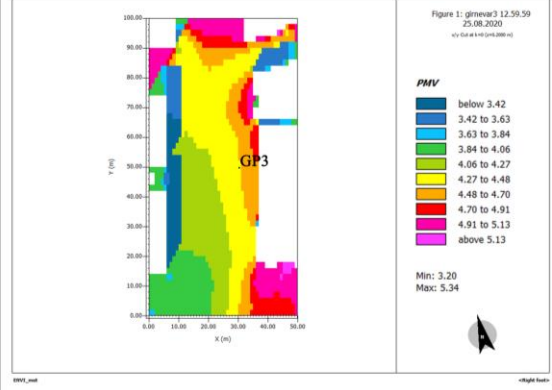
4.6.3. Tahmini Ortalama Oy (PMV)

Minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzey ile oluşturulan üçüncü varyasyondaki PMV değişimleri referans noktaları bazındaki değişimleri şu şekildedir;

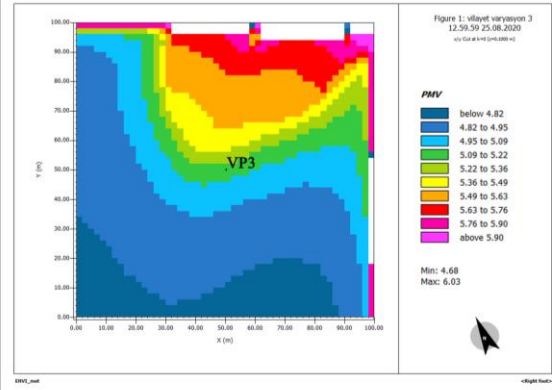
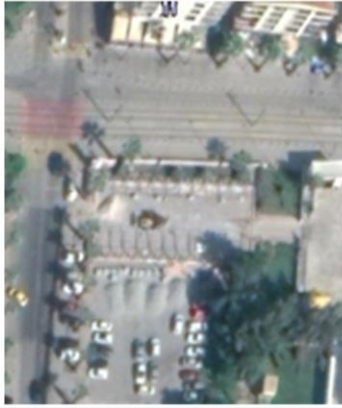
Girne Caddesi'nde (GP3) 4.3°C, Vilayetler Evi'nde (VP3) 5.1°C ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda (SP3) 4.3°C olarak belirlenmiştir (Şekil 4.26).

Mevcut durum, varsaysyon 1, varyasyon 2 ve varyasyon 3 arasında PMV değerlerine ise mevcut durumda Girne Caddesi'ndeki PMV değeri 3.3°C iken Varyasyon 1'de PMV değeri 2.6°C'dir. Varyasyon 2'de PMV değeri 2.8°C ve varyasyon 3'de PMV değeri 4.3°C'dir. Vilayetler Evi'nde mevcut durumda PMV değeri 5.6°C iken varyasyon 1'de 4.8°C, varyasyon 2'de PMV değeri 5.3°C ve varyasyon 3'de 5.1°C'dir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri mevcut durumda 5.2°C iken varyasyon 1'de 3.1°C, varyasyon 2'de 3.6°C ve varyasyon 3'de 4.3°C'dir (Şekil 4.27).

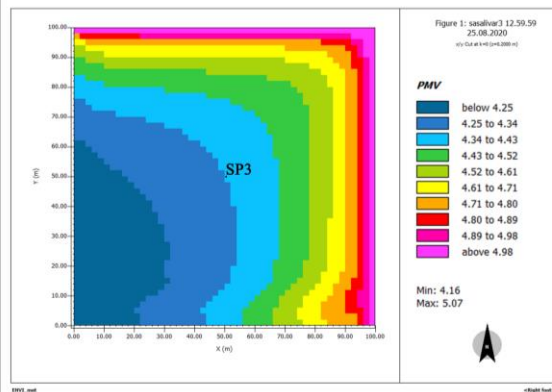
1. GİRNE CADDESİ



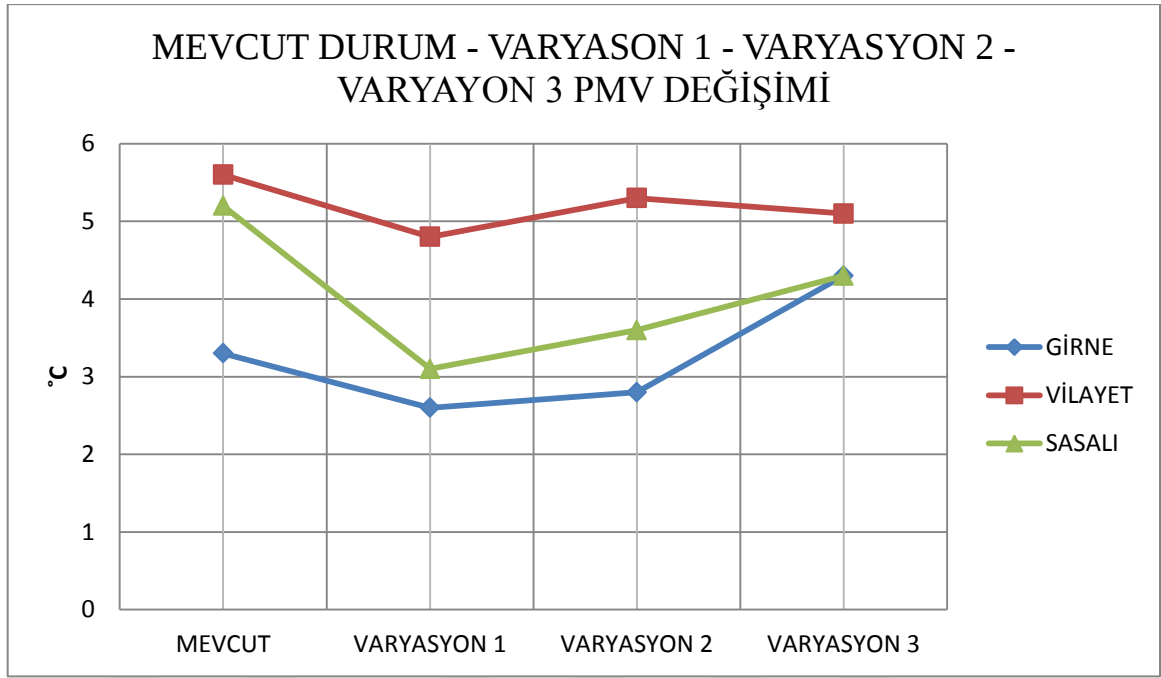
2. VİLAYETLER EVİ



3. SASALI DOĞAL YAŞAM PARKI OTOYOLU



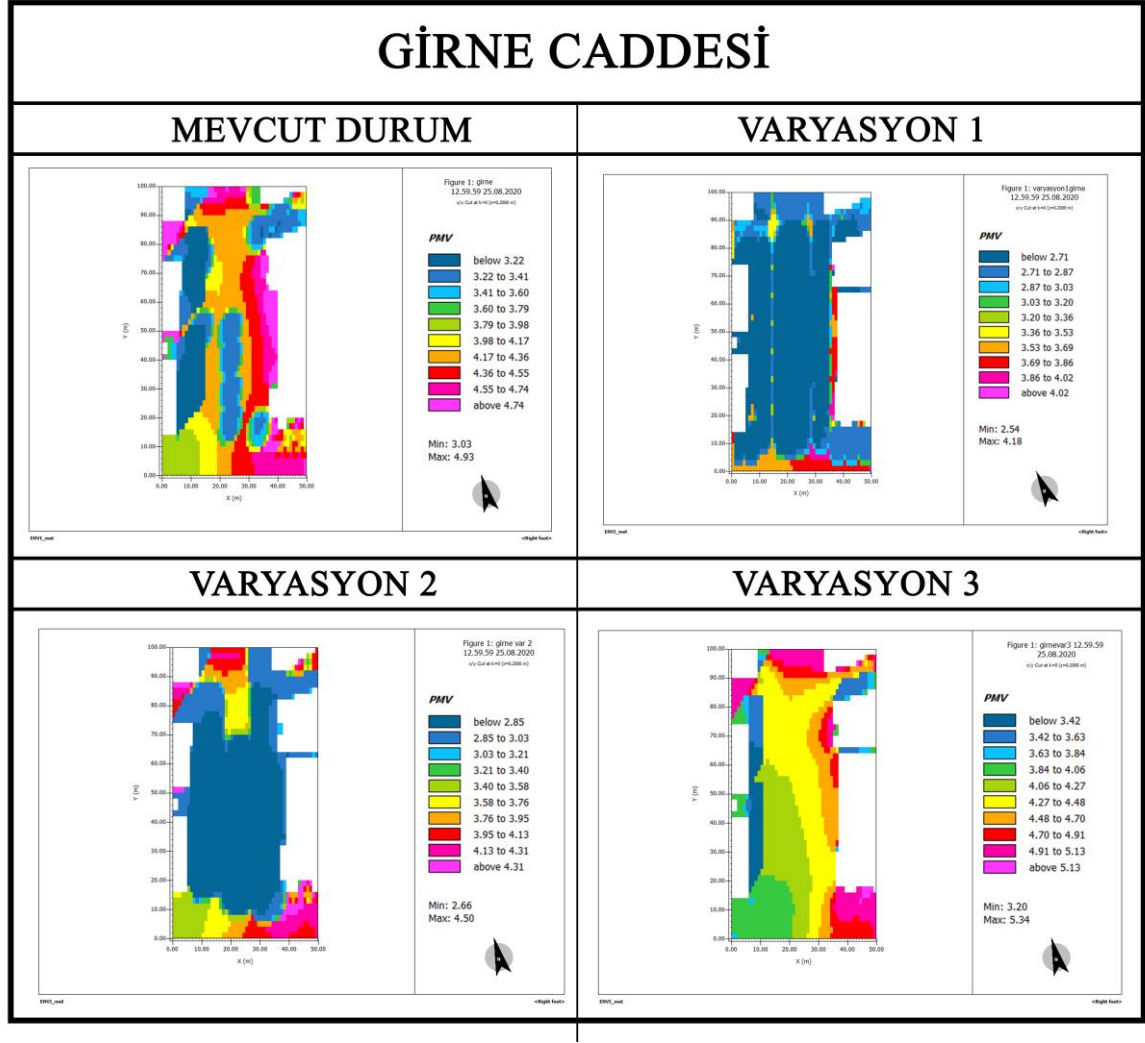
Şekil 4.26. Varyasyon 3 PMV simülasyon sonuçları



Şekil 4.27. Çalışma alanlarında PMV değişim grafiği

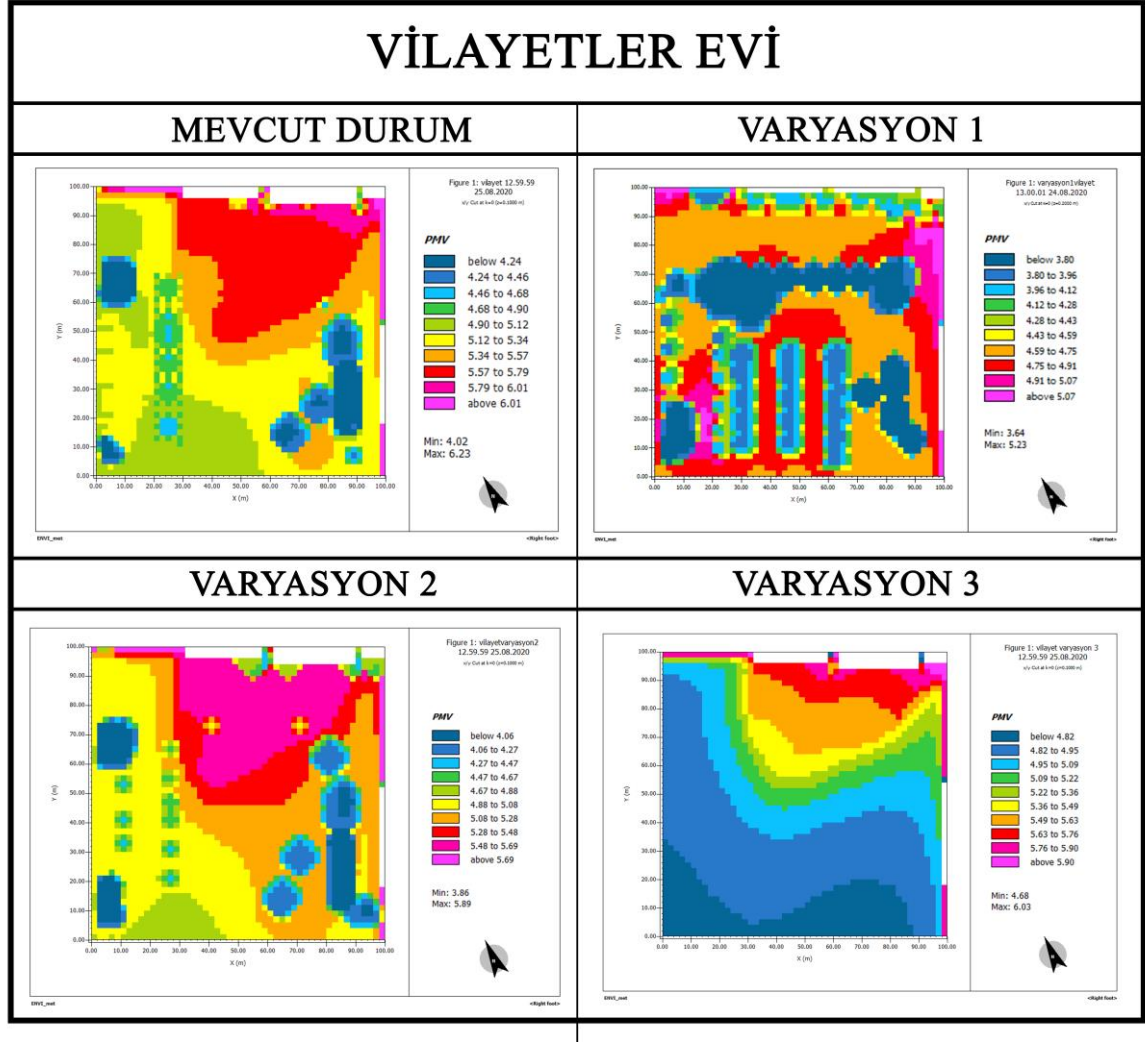
Alan genelindeki PMV değerleri ise;

Girne Caddesi'nde PMV değeri 3.20-5.34°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında PMV değeri minimum değerde 0.17°C artış ve maksimum değerde 0.41°C artış göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında PMV değerlerinde minimum değerde 0.66°C artış ve maksimum değerde 1,16°C artış şeklinde değişim görülmüştür. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasında ise minimum PMV değerinde 0.54°C artış ve maksimum değerde 0.84°C artış görülmüştür (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Girne Caddesi'nin varyasyonlar arası PMV değişimi

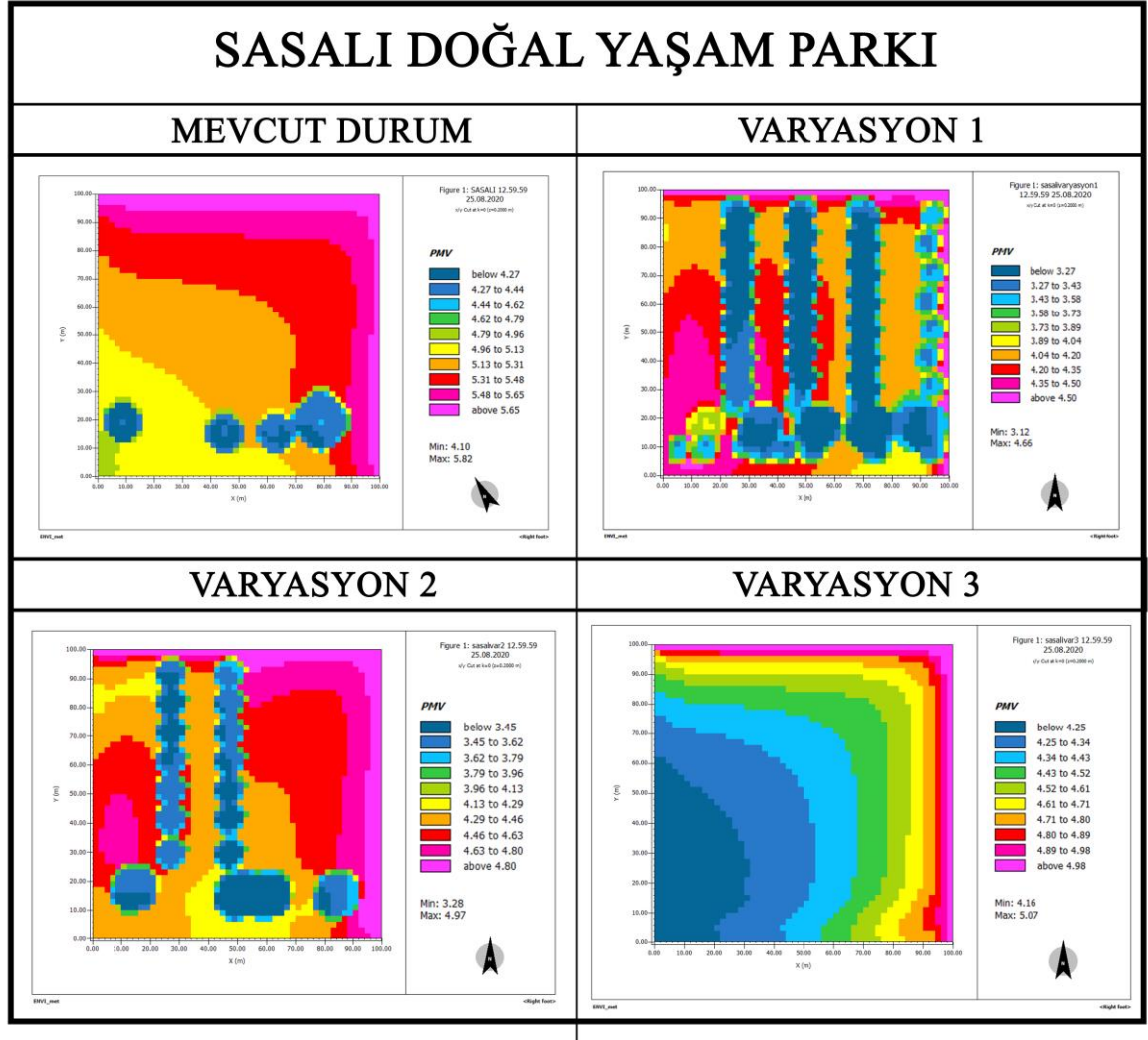
Vilayetler Evi'nde PMV değeri 4.82-6.03°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında PMV değişimi minimumda 0.66°C düşüş, maksimum PMV değerinde 0.2°C artış göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında PMV değişikliği minimumda 1.04°C artış ve maksimum değerinde 0.8°C artış mevcuttur. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasında PMV değişimi minimumda 0.82°C artış ve maksimum PMV değerinde 0.14°C artış göstermiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Vilayetler Evi'nin varyasyonlar arası PMV değişimi

Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda PMV değeri 4.16-5.07°C arasında değişim göstermektedir. Yapılan değişiklikler sonrasında mevcut durum ile varyasyon 3 arasında PMV değeri minimum değerinde 0.06°C artış ve maksimum değerinde 0.8°C düşüş göstermiştir. Varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında PMV değerlerinde minimum değerde 0.94°C artış ve maksimum değerinde 0.41°C artış göstermiştir. Varyasyon 2 ile varyasyon 3 arasında PMV değişimi minimumda 0.88°C artış ve maksimum PMV değerinde 0.1°C artış göstermiştir (Şekil 4.30). Varyasyon 2 ve varyasyon 3 arasındaki değişim; varyasyon 1'de daha fazla sıralı ağaç olması, varyasyon 2'de sadece iki sıra dikilmiş ağaç olması simülasyon sonuçlarında bitki materyalinin önemini göstermiştir. Ayrıca alana ait oluşturulan sümülasyonlardan elde edilen minimum ve maksimum değerler dışında, kısmen daha yüksek değere sahip renklerin temsil ettikleri alanlarda küçülmeler söz

konusu olmuştur. Yücekaya (2017)'ye göre özellikle yazları sıcak ve kurak iklim bölgelerinde bitkilendirmenin biyoklimatik konforu etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu ortak sonucu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.30. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nın varyasyonlar arası PMV değişimi

Girne Caddesi'nde varyasyon 3'de termal konfor indeksi olan PMV sadece binaların etki ettiği noktalarda varyasyon içi minimum değerini alırken, varyasyon 1 ve varyasyon 2'de minimum PMV değerleri alan genelinde dağılım göstermektedir. Mevcut durumda ise alanda bulunan ağaçların etkisi ile alan genelindeki PMV değerleri az da olsa varyasyon 3'e göre daha düşük değerlerdir. Vilayetler Evi'nde varyasyon 3'de değer fiziksel değişimi sadece rüzgar yönüne bağlı değişirken, diğer varyasyonlarda ağaç

gölgelerinin etkisiyle PMV değerleri alan içerisinde değişmektedir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda mevcut durum, varyasyon 1 ve varyasyon 2'de ağırlıklı olarak ağaçların değişimine göre değişim gösteren PMV değeri, varyasyon 3'de ağaç bulunmaması nedeniyle tamamen rüzgar etkisi ile değişim göstermektedir. Tüm çalışma alanlarında bitki kitlesinin yoğunluğuna göre PMV değerlerinde değişimler söz konusudur. Altunkasa, (2019)'nın Çukurova Üniversitesi'nde yaptığı çalışmada, alan kullanımlarında seyrek ağaç kullanımına göre, yoğun ağaç kullanımının PMV değerini iyileştirici etkisinin daha yüksek olduğu ve ısı konforu iyileştirmede doğrudan faydalı olduğunu belirtmiştir.

Tüm simülasyonlara ait hava sıcaklığı, TMRT ve PMV değerlerini kısaca özetlemek olursak (Tablo 4.3.);

Tüm araştırma alanlarının hava sıcaklıkları;

Varyasyon 1 ve varyasyon 2 arasındaki sıcaklıkların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Varyasyon 1 ile 2 arasındaki farklar bitki yoğunluğunun yanında seçilen bitki türleri ile ilgilidir. En yüksek sıcaklıklar genel olarak varyasyon 3'te görülmüştür. Araştırma alanları arasındaki minimum hava sıcaklığı değerleri birbirine yakın değerler olsada maksimum değerlerde sıcaklık farkları daha net gözlemlenmiştir.

TMRT değerleri;

En düşük değer minimumda varyasyon 1'de, en yüksek değer ise varyasyon 3'de görülmüştür. Varyasyon 1 ve varyasyon 2'nin değerleri birbirine yakındır.

PMV değerleri ise;

Hava sıcaklığı ve TMRT değerlerine paralel olarak en düşük değerler varyasyon 1'de, en yüksek değer ise varyasyon 3'tedir. Tüm araştırma alanları genel olarak termal konfor seviyesinde aşırı sıcaklık stresi altındadır. Yalnızca Girne Caddesi'nde Maksimum yeşil alan içeren varyasyon 1 ve Horizon 2020 Urban GreenUp Projesi kapsamında mevcut duruma göre daha fazla yeşil alan içeren varyasyon 2'de termal konfor seviyesi güçlü sıcaklık stresine gerileyebilmiştir.

Tablo 4.3. Simülasyon sonuçlarına göre hava sıcaklığı, TMRT ve PMV değerleri

DURUMLAR	Çalışma Alanı	Hava Sıcaklığı		TMRT		PMV	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
MEVCUT DURUM	GİRNE CADDESİ	33.53	35.53	45.74	69.87	3.03	4.93
	VİLAYETLER EVİ	34.87	38.07	57.55	79.76	4.02	6.23
	SASALI DYP	35.77	37.51	59.40	78.19	4.10	5.82
VARYASYON 1	GİRNE CADDESİ	32.65	33.99	35.28	59.71	2.54	4.18
	VİLAYETLER EVİ	34.79	36.80	49.41	71.56	3.64	5.23
	SASALI DYP	33.09	34.91	48.88	69.31	3.12	4.66
VARYASYON 2	GİRNE CADDESİ	32.60	34.58	39.49	62.70	2.66	4.50
	VİLAYETLER EVİ	34.72	37.72	55.58	76.57	3.86	5.89
	SASALI DYP	33.35	35.51	52.41	72.23	3.28	4.97
VARYASYON 3	GİRNE CADDESİ	33.48	36.15	50.24	70.87	3.20	5.34
	VİLAYETLER EVİ	34.46	37.74	57.93	79.43	4.68	6.03
	SASALI DYP	34.01	36.82	68.16	68.82	4.16	5.07

5. SONUÇ

Akdeniz iklim koşullarında İzmir kentindeki 3 araştırma alanında gerçekleştirilen bu araştırmanın genel olarak amacı; öncelikle mikro ölçekte arazi örtüsünün kent mikro-iklimi ve insanların biyoiklimsel konforu üzerindeki etkilerini ölçmek ve daha sonra değişen yüzey özelliklerinin etkisini simüle ederek ortaya koymaktır. Buradan yola çıkarak 3 farklı varyasyon geliştirilip (varyasyon 1: maksimum yeşil alan ve geçirimli yüzey örtüsü, varyasyon 2: Urban GreenUP Projesi kapsamında yapılan değişiklikler ve varyasyon 3: minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzey örtüsü), varyasyonlar arasında karşılaştırmalar yapılarak öneriler üretilmiştir.

Seçilen bu araştırma alanlarında hava sıcaklıkları ve nispi nem değerleri mobil cihazlar yardımıyla ölçülmüştür. Elde edilen bu verilerle birlikte, araştırma alanlarına ait mevcut yeşil alanlar ve geçirimli yüzeyler ortaya konulmuştur., Daha sonrasında mevcut durum ile iki farklı olası senaryo karşılaştırması yapılmıştır. Bunlardan birisi yeşil ve geçirimli alanın maksimum artırılması ve bir diğeri ise Avrupa Birliği Horizon 2020 destekli olan Urban GreenUP (URL-7) projesidir. Herbir çalışma alanı ENVI-met (URL-6) programında sayısallaştırılmış, farklı senaryolar oluşturulmuş ve analizler yapılmıştır. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar hava sıcaklığı, Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT) ve Tahmini Ortalama Oy (PMV) değerleri bağlamında hem birbirleri arasında hem de varyasyonlar karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Günümüzün güncel problemlerinden olan küresel ısınma etkisini artan yapılaşmanın etkisiyle kırsal alanlara oranla kentsel peyzajlar daha çok hissetmektedir (Yavaş, 2019). Yoğun ve hızlı kentleşme, kentlerdeki doğal ve yeşil alanları hızla azaltmakta, bunlar yerini genellikle beton ve geçirimsiz yüzeylere bırakmaktadır. Bu durumda kentlerde toplanan sıcaklığın burada hapsolmasına neden olmaktadır. Bu sorun her ne kadar küresel bir fenomen olmakla birlikte, mikro ölçekte yaşanan ısı adası etkisinin birleşerek ortaya çıkardığı bir durumdur ve dolayısıyla mikro ölçekte yapılan araştırmalar ve uygulamalar çok önemli bir yer tutmaktadır (Kuşçu Şimşek, 2016; Adıgüzel, 2018; Yavaş, 2019). Bu tür mikro ölçekteki yapılan ölçümler ve müdahaleler pilot çalışmalar olarak büyük önem taşımakta ve daha sonra kent geneline yönelik yapılacak uygulamaların özünü ve deneme alanını oluşturmaktadır. Bu niceliksel araştırmalar, kentlerde açık-yeşil alanların ve geçirimli yüzeylerin sistematik bir biçimde artırılması ve geliştirilmesi yolunda çok değerlidir. Ayrıca Akdeniz iklim koşullarının tipik çok sıcak ve

kurak yaz koşullarında bu tür çalışmaların yapılması, bu çalışmada olduğu gibi ayrı bir önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın bulgularıyla da teyit edildiği gibi, yeşil alanların ve geçirimli yüzeylerin artırılması kent mikro iklimine katkı sağlamaktadır. Yapılan simülasyonlar sonucunda;

Hava sıcaklıklarında yaz mevsiminde 2.5°C'e varan düşüş sağlanabileceği görülmüştür. Bu önemli bir düşüştür ve insan konforu açısından kayda değer olumlu bir durum yaratır. Varyasyonlar arası sıcaklık değişimlerden en çok etkilenen alan Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı olmasının nedeni diğer alanlara göre bitki örtüsü açısından en çıplak alan olması ve tamamen geçirimsiz yüzey ile kaplı olmasıdır. Görüldüğü üzere bitki örtüsünün varlığı sıcaklık değişimleri açısından mekanlara nisbeten bir stabilite getirmektedir.

Tahmini Ortalama Oy (PMV) tüm araştırmada oluşturulan varyasyonlarda araştırma alanların sıcaklık stresi genel olarak 3,03-6,03°C arasında değişim göstermektedir. Tüm varyasyonlar ve araştırma alanları arasında termal stres seviyesi en fazla olan Vilayetler Evi'nde minimum yeşil alan ve maksimum geçirimsiz yüzey içeren varyasyon 3'de 4.82°C olmasına rağmen en fazla düşüş yine Vilayetler Evi'nde varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasında 1.18°C olmuştur. Girne Caddesi ve Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda ise varyasyon 1 ile varyasyon 3 arasındaki değişim yeşil alanlar ve geçirimli yüzeylerin kent mikro iklimi üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir. Simülasyon sonuçlarına göre her bir simülasyona ait minimum değerler varyasyon 1'de alan geneline yayılırken, varyasyon 3'de kendi simülasyonuna ait minimum değer sadece bina gölgelerinde görülmektedir. Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda seyrek de olsa ağaçların varlığına bağlı olarak sıcaklık düşüşleri bariz bir şekilde görülmüştür.

Ortalama Yansıyan Sıcaklık (TMRT): mevcut durumlar kendi içinde incelediğinde, bitkisel materyal ve geçirimsiz yüzeylerle kaplı olan Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı maksimum yansıma yaparak güneşten gelen tüm sıcaklığı alana yansıtmaktadır. Girne Caddesi ve Vilayetler Evi'nde de benzer durum söz konusu olsa da, bitki materyalinin varlığı (özellikle ağaçların) az miktarda da olsa alan içinde TMRT değerlerinde değişime neden olmuştur.

Girne Caddesi'nde araştırma alanına yol boyunca eklenen ağaçlar tüm çalışma alanları arasında en büyük etkiyi göstermiştir. Girne Caddesi'nin iki yanında sıralı binaların yanlarına ve refüjler boyunca devam eden ağaçlar ile bir kanyon etkisi oluşmuş ve araştırma alanının genelinde iyileşme sağlanmıştır. Bu durum sokak ağaçlamalarının

kent mikro iklimi açısından önemini daha iyi ortaya koymuştur. Varyasyon 1 ile varyasyon 2 arasındaki değişim göz önünde bulundurulduğunda ise, ağaçların etkisinin güçlü olabilmesi ve devam edebilmesi için ağaçların yol boyunca devam etmesinin gerekliliği görülmüştür.

Vilayetler Evi'nde varyasyon 3'de ve mevcut durumdaki Sasalı Doğal Yaşam Parkı Otoparkı'nda olduğu gibi yüzeyden yansıyan sıcaklığın maksimum yansıma yaparak alan geneline yayıldığı görülmektedir. TMRT değeri bu alanda 79.43°C gibi çok yüksek bir değere ulaşmıştır. Oluşturulan simülasyonlarda araştırma alanlarına eklenen ağaçlar ile yüzeylere gelen ısının kırılması sağlanıp, arttırılan geçirimli yüzeylerle de alanlarda ısının depolanmasını azaltarak termal konfor açısından iyileşmelerin sağlanabileceği görülmüştür. Vilayetler Evi simülasyon sonuçlarında dikkat çeken bir başka durum ise, palmiye ağaçlarının geniş yapraklı ağaçlara göre ortamın termal konforunu daha az etkilediğidir. Vilayetler Evi'nde mevcut durumda araştırma alanında bulunan palmyeler, varyasyon 1' de geniş yapraklı ağaçlar ile değiştirildiğinde aynı noktalarda TMRT değerinin 68.17-75.31°C'den 57.55-61.99°C'ye gerileyip yaklaşık 9°C iyileşme görüldüğü tespit edilmiştir. Bu ciddi bir değişimdir ve yapraklı ağaçların kullanımının önemine işaret etmektedir.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular ışığında;

- Çalışma her ne kadar kent mikro ölçeğinde yapılmış olsa da araştırma alanlarında 2.5°C'ye varan sıcaklık değişimleri meydana gelmiştir. Bu gibi çalışmalar referansında, fiziksel planlamadan tasarıma, kentler için iklim duyarlı politikalar ve projelerin geliştirilmesi için çok önemlidir. Her ölçekteki yapısal ve bitkisel tasarımlarda iklim duyarlı ölçütlerinin dikkate alınması, termal konfor açısından daha yaşanılabilir şehirler oluşmasında çok önemlidir.

- Bu araştırmadan çıkan sonuç; sadece yeşil alan varlığının tek başına yeterli olmadığı, yeşil alanların sürekliliğinin de çok büyük önem taşıdığıdır. Ayrıca yeşil alanların boyutları da iklime yaptıkları katkının niteliği ve niceliğini büyük ölçüde arttıracaktır. Mümkün olan en büyük boyutlardaki yeşil alanların, geniş doğal su yüzeylerine sahip olması, geniş geçirgen yüzeyleri içermesi ve geniş taç yapan yapraklı ağaçlardan oluşması büyük önem taşımaktadır. Tüm bunların gerçekleştirilmesinde kentsel bir yeşil ve mavi alt yapı sisteminin varlığı gereklidir. Aksi takdirde parçasal çözümlerle konuya yaklaşmak, içerisinde kent ikliminin iyileştirmesini de içeren çok sayıda kentsel ekosistem servisinin en üst düzeye ulaşmasını engelleyecektir.

- Rastlantısal kentleşmenin bir getirisi olarak kentlerdeki geçirimsiz yüzeyler oldukça fazla yer kaplamaktadır. Bu durumun en önemli sonuçlarından birisi hiç şüphesiz kentte yüzey akışa geçen su miktarının çok fazla olmasıyla kent sellerinin oluşmasıdır. Ayrıca yollar, kaldırımlar ve otoparklar gibi alanlarda geçirimli malzemelerden oluşan kaplama malzemelerini kullanmak, daha fazla enerji depolanmasına engel olarak ısı adaları oluşumuna engel olarak kent iklimine önemli katkı sağlayacaktır. Artık günümüzde geçirimli beton ve asfalt gibi uygulamaların giderek yaygınlaşması bu konudaki hareket alanını büyük ölçüde genişletmektedir. Örneğin Karşıyaka ilçesi Mavişehir semtindeki Peynircioğlu Deresinin çevresinde pilot olarak geçirimli beton uygulaması yapılmıştır (URL - 8). Bu uygulama önemli olmakla birlikte, bu tür uygulamaların bütün kentte yaygınlaştırılması temel hedef olmalıdır.

- Araştırmanın bulgularına göre, geniş yapraklı ağaçların kent iklimini iyileştirmede palmye ağaçlarına göre daha etkili oldukları görülmüştür. Bitki materyali olarak palmye ağaçlarını kullanırken özellikle gölgeye ihtiyaç duyulan alanlarda tercih edilmemelidir. Ayrıca diğer ekosistem servisleri açısından da palmye türü ağaçların tercih edilmemesi, bunun yerine geniş taçlı ve yapraklı türlerin tercih edilmesi daha doğru olacaktır.

- Rüzgar önemli bir termal konfor elemanıdır. Özellikle Akdeniz iklimine sahip kentlerde rüzgarın kent içinde hareketi termal konfor açısından çok daha büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle gerek yeşil alanların gerekse cadde ve sokakların tasarımında rüzgarı önemli bir değişken olarak kabul etmek ve engellemek gerekir. Aksi takdirde sıcaklığın ve kentsel ısı adası etkisinin yeteri kadar azaltılması mümkün olmayacaktır. Bu durum araştırma alanlarından birisi olan Girne caddesinde tespit edilmiştir.

- Girne Caddesi olduğu gibi kanyon etkisinin olduğu sokaklarda yol boyunca kesintisiz kullanılan ağaçlar, kent iklimini iyileştirmede olumlu etki sağlayacaktır. Bitkisel tasarımda buna dikkat edilmelidir. Tabi ki her şeyden önce cadde ve sokak tasarımında, bitki yetişmesine uygun koşullar ve alanlar yaratılması gereklidir. Bu koşullarda ideal formuna kavuşacak bitkiler ve özellikle ağaçlar istenilen maksimum etkiyi gösterebilecektir. Bu bağlamda Urban GreenUP Projesi kapsamında geliştirilip uygulanan parklet'ler de bir çözüm olabilir (URL - 7).

- Otoparklar gibi geniş geçirimsiz yüzeylerden oluşan alanlarda, geçirimli yüzey ve gölgeleme elemanı olarak geniş taç yapan ağaçlar tercih edilip sıcaklık stresini azaltılmalıdır. Ayrıca bu alanlar geçirimli beton gibi malzemeler kullanılarak

tasarlanmalıdır. Buna ilave olarak uygun sürdürülebilir yağış suyu tesislerinin de kombine edileceği bir tasarım yaklaşımı ısı adasına karşı mücadele de avantaj sağlayacaktır.

- Bu çalışma Akdeniz iklim koşullarına göre yapılmıştır. Bu tür çalışmaların değişik iklim koşullarında yapılması gereklidir. Her iklim tipinin gereksinimlerinin farklı olduğu göz önünde bulundurularak öneriler geliştirilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, bu çalışmada İzmir Karşıyaka ve Çiğli’de bulunan farklı yüzey özelliği ve yapılaşma tipine sahip 3 alan yeşil alan ve geçirimsiz - geçirimli yüzeyler bakımından incelenerek, kent mikro iklimi üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Yeşil alanın ve geçirimli yüzeylerin artırılmasının olumlu etkilerinin not edildiği bu araştırmada, kent iklimine etki eden daha bir çok faktörün varlığı unutulmamalıdır. Öncelikle bu çalışmaların daha fazla varyasyonla ve farklı mevsim ve mekanlarda yapılması, kent geneline yaygınlaşan projeler üretmek açısından çok daha hassas veriler ve dayanaklar sağlayacaktır. Ayrıca kentsel yeşil alanların kent iklimine yaptığı katkılar bir kez daha vurgulanmalıdır. Kentsel peyzajların ayrılmaz bir parçası ve kentsel yaşam kalitesinin de önemli bir göstergesi olan bu alanlar, küresel iklim değişimlerinin yaşandığı günümüzde ve daha şiddetle yaşanacağı gelecekte dirençli kentsel mekanlar yaratmak açısından hayati önem taşıyan alanlardır.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, G., 2018. Kentsel Yeşil Alanların Mikro-İklimsel Etkilerinin İzmir-Bornova Örneğinde Araştırılması, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Aghamolaei, R., Shamsi, M.H., Tahsildoost, M., O'Donnell, J., 2018. Review of district-scale energy performance analysis: Review of district-scale energy performance analysis: Outlooks towards holistic urban frameworks. *Sustainable Cities and Society*, 41, 252-264.
- Aldakheelallah, A.A., 2020. A study to evaluate urban heat mitigation design strategies to improve pedestrian's thermal perception in existing canyons of extreme hot-arid cities. The case of Phoenix, Ph.D. A Master of Science, Phoenix, ABD.
- Altunkasa, C., 2019. İklimle dengeli tasarımda dış mekan iklim haritalarının kullanım olanakları: Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi örneği, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Andris Auliciems, A., Szokolay, S.V., 2007. *Thermal comfort, design tools and techniques*, Passive and Low Energy Architecture International, In Association With The University Of Queensland Dept. Of Architecture, Australia, 66 s.
- ASCE (American Society of Civil Engineers), 2014. *Outdoor Human Comfort and Its Assessment*, First Edition Task Committee on Outdoor Human Comfort of the Aerodynamics Committee of ASCE, Virginia, 68 s.
- Janssen, J.E., 1989. Ventilation for acceptable indoor air quality. *Ashrae Journal*, 62, 40-48.
- ASHRAE, 2004. *Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
<https://blog.ansi.org/ansi-ashrae-55-2020-thermal-environmental-conditions/>
(12.07.2021)
- Bakovic, M., 2018. Assessment of Outdoor Thermal Comfort in A Suburban University Campus with The Use of Envi_Met Program, M.Sc. Dissertation. Istanbul Technical University, Graduate School of Science, Engineering and Technology, İstanbul, Türkiye.
- Baldinelli, G., Bonafoni, S., Anniballe, R., Presciutti, A., Gioli, B., Magliulo, V., 2015. Spaceborne detection of roof and impervious surface albedo: Potentialities and comparison with airborne thermography measurements. *Solar Energy*, 113, 281-294.
- Baş, H., Türkseven Doğrusoy, İ., 2009. Kentsel açık alanlarda yaya rüzgâr konforunun analizi: İzmir Karşıyaka Çarşısı örneği. *Megaron*, 14, 239-253.

- Bramer, I., Anderson B.J., Bennie, J., Bladon, A.J., Frenne, P.D., Hemming, D., Hill, A., Kearney, R., Körner, C., Korstjens, A.H., Lenoir, J., Maclean, I.M.D., Marsh, C.D., Morecroft, M.D., Ohlemüller, R., Slater, H.D., Suggitt, A.J., Zellweger, F., Gillingham, P.K., 2018. Chapter three-advances in monitoring and modelling climate at ecologically relevant scales. *Advances in Ecological Research*, 58, 101–161.
- Bruse, M., 1999. The Influences of Local Environmental Design on Microclimate, Ph.D Thesis. University of Bochum, Bochum ,Germany.
- Bruse, M., 2000. Assessing thermal comfort in urban environments using an integrated dynamic micro-scale biometeorological model system. *3rd Symposium. on the Urban Environment*, Freiburg, Germany, 15, 159-160.
- Bruse, M., Fler, H., 1998. Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environmental Software and Modelling*, 13, 373–384.
- Chen, L., Ng, E., 2012. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities*, 29,118-125.
- Çalışkan, O., 2012. Türkiye'nin Biyoklimatik Koşullarının Analizi ve Şehirleşmenin Biyoklimatik Koşullara Etkisinin Ankara Ölçeğinde İncelenmesi, Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- EPA, 2008. *EPA's Report on the Environment*, U.S. Environmental Protection Agency Washington DC.
- Erell, E., Pearlmutter, D., Williamson, T.J., 2011. Urban Microclimate: Designing the Spaces Between Buildings, *Book of Proceedings City Weathers, Meteorology and Urban Design 1950-2010*, Manchester, 127-133.
- Fanger, P.O., 1970. *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*, 2nd Edition. Danish Technical Press, Copenhagen, 224s.
- Fanger, P.O., 1972. *Thermal Comfort*, First Edition. McGraw-Hill Book Company, New York, 224s.
- Farag, A.A., Badawi, S., Doheim, R.M., 2019. Digital Simulation for the Outdoor Thermal Comfort Assessment, *Handbook of Research on Digital Research Methods and Architectural Tools in Urban Planning and Design*, Hershey, 33-47.
- Gagge, A.P., Stolwijk, J.A.J., Nishi, Y., 1972. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido University*, 13, 21-36.
- Gehl, J., 2011. *Life Between Buildings: Using Public Space*, First Edition. Island Press, Washington DC, 200 s.
- Givonia, B., Noguchib, M., Saaronic, H., Pochterc, O., Yaacovc, Y., Feller, N., Beckerd, S., 2003. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35, 77-86.

- Gorodkov, A.V., 2000. Ecological and urban planning aspects of optimization of environmental protection landscaping in large cities. *Izv. universities*, 3, 8–46.
- Gorodkov, A.V., 2013. *Architecture, Design And Organization of Cultural Landscapes*, First Edition. Ecology of the Visual Medium, St.-Petersburg, 416s.
- Hoppe, P., 1999. The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43,71–75.
- Huttner, S., Bruse, M., Dostal, P., 2008. Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in central European cities, 5th *Japanese-German Meeting on Urban Climatology*, 307-312.
- Huttner, S., 2012. Further Development and Application of the 3D Microclimate Simulation ENVI-Met, Ph.D. *Earth sciences* Wien,. Austria, 147s.
- Ignatius, M., Wonga, N.H., Jusuf, S.K., 2015. Urban microclimate analysis with consideration of local ambient temperature, external heat gain, urban ventilation, and outdoor thermal comfort in the tropics. *Sustainable Cities and Society*, 10,10-16.
- Jusuf S., Wing, N.H., Hangen, E., Anggoro, R., Hong, Y., 2007. The influence of land use on the urban heat island in Singapore. *Habitat International*, 31, 232-242.
- Kleerekoper, L., Van Esch, M., Salcedo, T.B., 2012. How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, 30-38.
- Koerniawan, M., 2015. The simulation study of thermal comfort in urban open spaces of commercial area using ENVI-met software. *Architectural Institute of Japan*,10,45-52
- Kuşçu Şimşek, Ç., 2016. Orta ölçekli parkların mikro iklimsel etki alanlarının araştırılması: Gezi Parkı, Maçka Parkı ve Serencebey Parkı örneği, *METU Journal of the Faculty of Architecture Journal of the Faculty of Architecture*, 10,43-05.
- Li, G., Zhang, X., Mrzaei, P.A., Zhang, J., Zhao, Z., 2018. Urban heat island effect of a typical valley city in China: responds to the global warming. *Sustainable Cities and Society*, 10,10-16.
- Landsberg, H.E., 1981. *The Urban Climate*, First Edition Academic Press, New York, 275s.
- Liu, D., Hu, S., Liu, J., 2020. Contrasting the performance capabilities of urban radiation field between three microclimate simulation tools. *Building and Environment*, 10,67-89.

- Lindberg, F., Holmer, B., Thorsson, S., 2008. Solweig 1.0 - modelling spatial variations of 3D radiant fluxes and mean radiant temperature in complex urban settings. *International Journal of Biometeorology*, 52, 697–713.
- Liping, W., Hien, W.N., 2007. Applying natural ventilation for thermal comfort in residential buildings in Singapore. *Architectural Science Review*, 11, 75-66.
- Marsh, M.M., 1991, *Landscape Planning: Environmental Applications*, 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc, Toronto, 528p
- Mirzaei, P.A., 2015. Recent challenges in modeling of urban heat island. *Sustainable Cities and Society*, 19, 200-206.
- Maoh, H., Kanaroglou, P., 2007. Geographic clustering of firms and urban form: a multivariate analysis. *Journal of Geographical System*, 9, 29–52.
- Matzarakis, A., Mayer, H., 2000. Atmospheric Conditions and Human Thermal Comfort in Urban Areas, In: *11th Seminar on Environmental Protection Environment and Health*, Freiburg, 155-166.
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M.G., 1999. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 1, 76–84.
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2009. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 54, 131–139
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2000. Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. *Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99*, Sydney, 1026, 273 278.
- Makhelouf, A., 2008. The effect of green spaces on urban climate and pollution. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 1, 35-40.
- Mills, G., 2007. *Luke Howard and The Climate of London*, Royal Meteorological Society, Ireland, 221s.
- MGM, 2020. *İzmir İklim Verileri*, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, http://izmir.mgm.gov.tr/FILES/iklim/izmir_iklim.pdf (10.01.2020).
- Oke, T.R., 1982. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 481s.
- Oke. T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*, 2nd Edition, Routledge, New York, 464s.
- Oke, T.R., 1988. *The Urban Energy Balance*, 1st Edition, Sage Publishing, Canada, 612s.
- Oke, T.R., 1997. *Climates and Global Environmental Change*. in: Thompson, 1st Edition, Routledge, New York, 15s.

- Oke, T.R., 2006, *Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites*, 1st Edition, World Meteorological Organization, Canada, 47s.
- ONSET, 2015. HOBOWare graphing & analysis software, Onset Computer Corporation, ABD, <https://www.onsetcomp.com/applications/air-quality-monitoring/> (Erişi Tarihi:03.08.2020)
- Parsons, K.C., 2003. *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health Comfort and Performance*, Third Edition, Crc press, London, 635s.
- Reinhart, C.F., Dogan, T., Jakubiec, J.A., Rakha, T., Sang, A., 2013. Umi-an urban simulation environment for building energy use, daylighting and walkability. *13th Conference of International. Building Performance Simulation Association*, France, 476-483s.
- Ren, C., 2015. *A Review of The Historical Development of Urban Climatic Map Study*. First Edition, Routledge, 25 s.
- Ren. G., 2015. Urbanization as a major driver of urban climate change. *Advances in Climate Change Research*, 6, 1-6.
- Saitoh, T.S., Shimada, T., Hoshi, H., 1996. *Modeling and Simulation of The Tokyo Urban Heat Island*. First Edition, Atmospheric Environment, 383s.
- Santamouris, M., 2001. *Energy and Climate in The Urban Built Environment*, 1st Edition, Routledge, 480s.
- Scherrer, D., Körner, C., 2010. Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology*, 16, 2–13s.
- Senin, A.K.A., Mydin, A.O., 2013. Significance of thermal comfort in buildings and its relation to the building occupants. *European Journal of Technology and Design*, 1,54-63.
- Sharmin, T., Steemers, K., 2015. Use of microclimate models for evaluating thermal comfort: identifying the gaps. *Carbon Neutral Cities - Energy Efficiency Renewables in the Digital Era International Conference*, Lausanne, 895-900s.
- Simmons, M.T., Gardiner, B., Windhager, S., Tinsley, J., 2008. Green roofs are not created equal: The hydrologic and thermal performance of six different extensive green roofs and reflective and non-reflective roofs in a sub-tropical climate. *Urban Ecosystems* 11, 339–348.
- Son, J.Y., Kim, H., Bell, M..L., 2015. Urbanization as a major driver of urban climate change. *Advances in Climate Change Research*, 6, 1-6.
- Son, J.Y., Kim, H., Bell, M.L., 2015. Does urban land-use increase risk of asthmasymptoms?, *Environmental Research*, 142, 309–318.

- Song, Z.Y., Chen, L.J., Wang, Y., Liu, X., Lin, L., Lou, M., 2019. Effects of urbanization on the decrease in sunshine duration over eastern China.. *Urban Climate*, 28 ,10-12.
- Tariq, T., Arch, M., 2014. An ENVI-met simulation study on urban open spaces of Dhaka. *Academic Press*, 12,183–194.
- Uchiyama, D., Ochi, S., Yasuoka, Y., 2006. Assessment with satellitedata of the urban heat island effects in Asian mega cities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 34–48.
- URL-1, 2020. *Grasshopper web sitesi*. grasshopper3d.com (Erişim Tarihi:08.11.2020)
- URL-2, 2020. *Urbansim web sitesi*. <https://urbansim.com/> (Erişim Tarihi:08.11.2020)
- URL-3, 2020. *İklim modelleme yöntemleri*, <https://web.mit.edu/sustainablelab/projects/QuickSimulations/index.html> (Erişim Tarihi:09.11.2020)
- URL-4, 2020. *İzmir haritası*. <https://www.izmirde.biz/?Bid=219468> (Erişim Tarihi:23.07.2020)
- URL-5, 2020. *Meteoroloji genel müdürlüğü, rüzgar yönü ve rüzgar hızı* . <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR> (Erişim Tarihi:23.07.2020)
- URL- , 2020. *Env-met yazılımı* <https://www.envi-met.com/> (Erişim Tarihi:18.10.2020)
- URL-7, 2020. *Urban GreenUP Projesi*. <https://www.urbangreenup.eu> (Erişim Tarihi:12.05.2020)
- URL-8, 2020. *Urban GreenUP Projesi. İzmir’de uygulanan projeler*. <https://www.urbangreenup.eu/izmir/urban-greenup-in-izmir.kl> (Erişim Tarihi:14.10.2020)
- Waddell, P., 2002. Urbansim: modeling urban development for land use, transportation and environmental. *Journal Evans School of Public Affairs University of Washington*, 68, 291-34s.
- Wang, W., Liu, W., Zeng, Y., Han, Y., Yu, M., Lu, X., Tong, Y., 2015. A novel exfoliation strategy to significantly boost the energy storage capability of commercial carbon cloth. *MOE of the Key Laboratory of Bioinorganic and Synthetic Chemistry*. 3572-3578s.
- Vartholomaios, A., 2017. A parametric sensitivity analysis of the influence of urban form on domestic energy consumption for heating and cooling in a Mediterranean city. *Sustainable Cities and Society*, 28,135- 145s.
- Voogt, J.A., 2004. Urban heat island: hotter cities. *International Journal of Geosciences*, 6, 274-285.

- Yavaş, M., 2019. İklim Duyarlı Kent Planlama Stratejileri: Erzurum Kenti Örneği, Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,. Erzurum, Türkiye.
- Yücekaya, M., 2017. Kentsel Açık Mekanların İklimle Dengeli Tasarımına Yönelik Analitik Bir Model Önerisi: Gaziantep Örneği. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,. Adana., Türkiye.



